(19) Евразийское патентное ведомство

(21) 202192658 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2023.05.04

(22) Дата подачи заявки
2020.03.27

(51) Int. Cl. ***H02J 3/28*** (2006.01)
H02J 3/34 (2006.01)
H02M 7/49 (2007.01)

(54) МОДУЛЬНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ, ДОПУСКАЮЩИЕ КАСКАДНЫЕ И ВЗАИМОСОЕДИНЕННЫЕ КОНФИГУРАЦИИ, И СПОСОБЫ, СВЯЗАННЫЕ С НИМИ

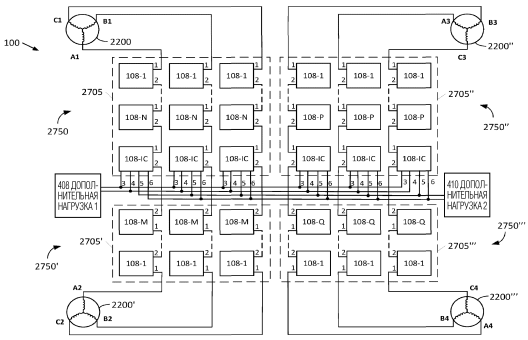
(31) **62/826,158; 62/826,238; 62/906,007**
(32) **2019.03.29; 2019.03.29; 2019.09.25**
(33) **US**
(86) **PCT/US2020/025366**
(87) **WO 2020/205574 2020.10.08**

(71) Заявитель:
ТАЭ ТЕКНОЛОДЖИЗ, ИНК. (US)

(72) Изобретатель:
Слепченков Михаил, Надери Рузбех (US)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57) Предоставляются модульные энергетические системы, имеющие несколько модулей преобразователя/источника. Модули преобразователя/источника могут включать в себя источник энергии и преобразователь. Системы дополнительно могут включать в себя схему управления для модулей. Модули могут размещаться различными способами, чтобы предоставлять однофазный переменный ток, многофазный переменный ток и/или постоянный ток на выходе. Каждый модуль может независимо отслеживаться и управляться.



202192658 A1

202192658 A1

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

2420-570901EA/050

МОДУЛЬНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ, ДОПУСКАЮЩИЕ КАСКАДНЫЕ И ВЗАИМОСОЕДИНЕННЫЕ КОНФИГУРАЦИИ, И СПОСОБЫ, СВЯЗАННЫЕ С НИМИ

Перекрестная ссылка на родственные заявки

[0001] Данная заявка испрашивает приоритет предварительной заявки на патент (США) порядковый номер 62/826,158, поданной 29 марта 2019 года, предварительной заявки на патент (США) порядковый номер 62/826,238, поданной 29 марта 2019 года, и предварительной заявки на патент (США) порядковый номер 62/906,007 года, поданной 25 сентября 2019, все из которых содержатся по ссылке в данном документе для всех целей.

Область техники, к которой относится изобретение

[0002] Предмет изобретения, описанный в данном документе, в общем, относится к модульным энергетическим системам и к модулям для использования в них, а также к системам, устройствам и способам, которые упрощают соединение и управление модулями в модульных энергетических системах.

Уровень техники

[0003] Энергетические системы, имеющие несколько источников или поглотителей энергии, являются общепринятыми во многих отраслях промышленности. Одним примером является автомобильная отрасль. Сегодняшняя автомобильная технология, в качестве усовершенствованной за предыдущий век, характеризуется, в числе многих вещей, посредством взаимодействия моторов, механических элементов и электронных схем. Они представляют собой ключевые компоненты, которые оказывают влияние на рабочие характеристики транспортного средства и опыт водителя. Моторы работают на основе сгорания или электричества, и обычно в одном автомобиле содержится один мотор, при этом исключения представляют собой автомобили с гибридными приводными передачами, содержащие комбинацию двигателя внутреннего сгорания с одним или двумя электромоторами, или ориентированные на рабочие характеристики электрические транспортные средства, которые оснащаются двумя моторами. Почти во всех случаях вращательная энергия из мотора(ов) подается через набор очень сложных механических элементов, таких как муфты, трансмиссии, дифференциалы, ведущие валы, трубы с передачей крутящего момента, сцепки и т.д. Эти части управляют в значительной степени преобразованием крутящего момента и распределением мощности в колеса и представляют собой ключевые элементы, чтобы задавать рабочие характеристики автомобиля. Они также оказывают влияние на управляемость на дороге. За эти годы отдельные, автопроизводители существенно оптимизировали эти механические части, чтобы предоставлять лучшие рабочие характеристики, более высокую эффективность использования топлива и в конечном счете диверсификацию на рынке. На стороне управления, за исключением средств обеспечения комфорта водителя, таких как

музыкально-развлекательные, навигационные и человеко-машинные интерфейсные элементы, типично предусмотрено только несколько кластеров специализированных аппаратных средств электронных схем и встроенного программного обеспечения, которые управляют/оптимизируют работу моторов, работу муфты/трансмиссии и удержание/управляемость на дороге.

[0004] EV включает в себя различные электрические системы, которые связаны с приводной передачей, включающие в себя, в числе прочего, аккумулятор, зарядное устройство и управление мотором. Ниже приводится краткий обзор текущих возможностей и недостатков этих электрических систем.

Традиционная конструкция аккумулятора

[0005] Аккумуляторные блоки высокого напряжения типично организуются в последовательной цепочке аккумуляторных модулей с более низким напряжением. Каждый такой модуль дополнительно включает в себя последовательно соединенный набор отдельных гальванических элементов и простую встроенную систему управления аккумулятором для того, чтобы регулировать связанные с базовым гальваническим элементом характеристики, такие как состояние заряда и напряжение. Электронные схемы с более сложными характеристиками или некоторой формой интеллектуальной взаимосоединяемости отсутствуют. Как следствие, любая функция мониторинга или управления обрабатывается посредством отдельной системы, которая, если вообще присутствует где-либо в автомобиле, не имеет возможности отслеживать работоспособность, состояние заряда, температуру и другие влияющие на рабочие характеристики показатели отдельного гальванического элемента. Также отсутствует возможность регулировать потребляемую мощность в расчете на отдельный гальванический элемент в любой форме. Некоторые существенные последствия: (1) самый слабый гальванический элемент ограничивает совокупные рабочие характеристики всего аккумуляторного блока, (2) сбой любого гальванического элемента или модуля приводит к необходимости замены всего блока, (3) надежность и безопасность аккумулятора значительно уменьшается, (4) время работы от аккумулятора ограничено, (5) терморегулирование является затруднительным, (6) аккумуляторные блоки всегда работают ниже максимальных характеристик, (7) внезапный бросок в аккумуляторные блоки извлекаемой за счет рекуперативного торможения электрической мощности не может легко накапливаться в аккумуляторах и должен требовать рассеяния через разгрузочный резистор.

Традиционная конструкция зарядного устройства

[0006] Зарядные схемы типично реализуются в отдельных бортовых системах. Они разделяют мощность, поступающую извне EV, в форме сигнала переменного тока или сигнала постоянного тока, преобразуют его в постоянный ток и подают его в аккумуляторный блок(и). Зарядные системы отслеживают напряжение и ток и типично подают устойчивое постоянное питание. Учитывая конструкцию аккумуляторных блоков и типичных зарядных схем, практически отсутствует возможность приспосабливать

потоки заряда к отдельным аккумуляторным модулям на основе работоспособности, рабочих характеристик, температуры гальванического элемента и т.д. Циклы заряда также обычно являются долгими, поскольку зарядные системы и аккумуляторные блоки не позволяют схеме обеспечивать возможность импульсного заряда или других технологий, которые должны оптимизировать перенос заряда или достижимый полный заряд.

Традиционная конструкция для управления электромотором

[0007] Традиционные средства управления содержат каскады преобразования постоянного тока в постоянный ток, чтобы регулировать уровни напряжения аккумуляторного блока до напряжения на шине электрической системы EV. Моторы, в свою очередь, затем приводятся в действие посредством простых двухуровневых многофазных преобразователей, которые предоставляют требуемый сигнал(ы) переменного тока в электромотор. Каждый мотор традиционно управляется посредством отдельного контроллера, который приводит в действие мотор в 3-фазном конструктивном решении. Двухмоторные EV требуют двух контроллеров, в то время как EV с использованием четырех встроенных в колесо моторов требуют 4 отдельных контроллера. Традиционная конструкция контроллеров также не имеет возможности приводить в действие моторы следующего поколения, к примеру, переключаемые реактивные моторы (SRM), характеризуемые посредством более высоких чисел полюсных наконечников. Адаптация требуется более многофазных конструктивных решений, что усложняет системы и в конечном счете не позволяет разрешать проблемы, связанные с электрическим шумом и рабочими характеристиками приведения в действие, такие как высокая пульсация крутящего момента и акустический шум.

[0008] Многие из этих недостатков применимы не только к автомобилям, но и к другим транспортным средствам с приводом от мотора, а также к стационарным вариантам применения в определенном смысле. По этим и другим причинам, существуют потребности в усовершенствованных системах, устройствах и способах для энергетических систем для мобильных и стационарных вариантов применения.

Сущность изобретения

[0009] Примерные варианты осуществления систем, устройств и способов предоставляются в данном документе для модульных энергетических систем, широко используемых для многих вариантов применения. Во многих из этих вариантов осуществления, модульная энергетическая система включает в себя несколько модулей, причем каждый модуль включает в себя, по меньшей мере, источник энергии и преобразователь. Также раскрываются более сложные конфигурации каждого модуля. Модули системы могут соединяться между собой в различных компоновках варьирующихся сложностей, с тем чтобы выполнять функции, характерные для конкретного технологического варианта применения, к которому применяется система. Система может быть выполнена с возможностью отслеживать информацию состояния, по меньшей мере одну рабочую характеристику или другой параметр каждого модуля многократно во время использования системы, оценивать состояние каждого модуля на

основе этой отслеживаемой информации состояния, рабочей характеристики или другого параметра и управлять каждым модулем независимо в попытке достигать и/или поддерживать одну или более требуемых целей, таких как электрические рабочие характеристики, тепловые рабочие характеристики, срок службы и т.п. Это управление может осуществляться, чтобы упрощать предоставление энергии из системы (например, разряд) и/или потребление энергии (например, заряд). Описываются многочисленные примерные приложения этих систем, устройств и способов.

[0010] Во многих примерных вариантах осуществления, по меньшей мере, один источник энергии модуля может включать в себя конденсатор (к примеру, ультраконденсатор или суперконденсатор), аккумулятор или топливный элемент.

[0011] Во многих примерных вариантах осуществления система может включать в себя, по меньшей мере, два модуля преобразователя/источника, соединенные в одномерную матрицу или в многомерную матрицу. По меньшей мере, две одномерных матрицы могут соединяться между собой, например, в различных рядах и колонках непосредственно или посредством одного или более дополнительных модулей преобразователя/источника. В таких конфигурациях, выходное напряжение любой формы и частоты может формироваться в выводах модульной энергетической системы в качестве наложения выходных напряжений отдельных модулей преобразователя/источника.

[0012] Во многих примерных вариантах осуществления система включает в себя один или более модулей межсоединения, допускающих избирательную подачу мощности в одну из двух или более матриц модулей. Модуль межсоединения разрешает эффективный обмен энергией между матрицами, а также может использоваться для того, чтобы компенсировать дисбаланс рабочих параметров, таких как состояние заряда или температура, возникающий между различными матрицами. Модуль межсоединения в силу этого может использоваться для межматричной балансировки. Если эти матрицы выделяются для формирования форм выходных сигналов различных фазовых углов, то модуль межсоединения может использоваться для межфазной балансировки.

[0013] Различные взаимосоединенные архитектуры примерных вариантов осуществления предоставляют межматричное или межфазное управление мощностью в одной модульной энергетической системе (например, аккумуляторном блоке) и межсистемное управление мощностью между несколькими модульными энергетическими системами (например, аккумуляторными блоками), а также соединение дополнительных нагрузок с системой(ами) и поддержание равномерного распределения энергии, предоставленной в эти нагрузки из всех модулей преобразователя/источника таких систем.

[0014] Различные соединенные архитектуры примерных вариантов осуществления также предоставляют управление разделением мощности между модулями преобразователя/источника. Такое управление обеспечивает возможность, например, регулированию параметров как состояние заряда источников энергии модулей преобразователя/источника балансироваться, в реальном времени и постоянно во время

циклического повторения, а также в покое, который способствует использованию полной мощности каждого источника энергии независимо от возможных различий в их емкостях. Помимо этого, такое управление может использоваться для того, чтобы балансировать температуру источников энергии модулей преобразователя/источника. Температурная балансировка, например, может увеличивать допустимую мощность системы (например, аккумуляторного блока) и предоставлять более равномерный износ источников энергии независимо от их физического местоположения в системе и различий термического удельного сопротивления.

[0015] Другие системы, способы, признаки и преимущества изобретения должны становиться очевидными специалистам в данной области техники после изучения прилагаемых чертежей и подробного описания. Подразумевается, что все подобные дополнительные системы, способы, признаки и преимущества включены в рамки этого описания, находятся в пределах области применения изобретения и защищены прилагаемой формулой изобретения. Никоим образом не должны признаки примерных вариантов осуществления истолковываться в качестве ограничения прилагаемой формулы изобретения, отсутствующего специального перечисления этих признаков в формуле изобретения.

Краткое описание чертежей

[0016] Подробности предмета изобретения, изложенного в данном документе, в отношении его структуры и работы, могут быть очевидными посредством исследования прилагаемых чертежей, в которых аналогичные ссылки с номерами относятся к схожим частям. Компоненты на чертежах не обязательно должны быть нарисованы в масштабе, вместо этого акцент делается на иллюстрацию принципов изобретения. Более того, все иллюстрации предназначены для того, чтобы передавать общие идеи, при этом относительные размеры, формы и другие подробные атрибуты могут иллюстрироваться схематично, а не буквально или точно.

[0017] Фиг. 1A, 1B и 1C являются блок-схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления модульной энергетической системы.

[0018] Фиг. 2 является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления модуля преобразователя/источника (ConSource V1) с локальным устройством управления (LCD), соединенным с ведущим устройством управления (MCD), согласно вариантам осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0019] Фиг. 3 является блок-схемой, иллюстрирующей другой примерный вариант осуществления модуля преобразователя/источника (ConSource V2) с LCD, соединенным с MCD, согласно вариантам осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0020] Фиг. 4 является блок-схемой, иллюстрирующей другой примерный вариант осуществления модуля преобразователя/источника (ConSource V3) с LCD, соединенным с MCD и опциональными дополнительными нагрузками, согласно вариантам осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0021] Фиг. 5A является схематическим видом, иллюстрирующим примерный

вариант осуществления преобразователя (преобразователя V1), показанного на фиг. 2, согласно вариантам осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0022] Фиг. 5B является схематическим видом, иллюстрирующим примерный вариант осуществления преобразователя (преобразователя V2), показанного на фиг. 2 и 3, согласно вариантам осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0023] Фиг. 6A, 6B и 6C являются схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления элементов накопления энергии для использования в качестве источника энергии, показанного на фиг. 1, 2 и 3, согласно вариантам осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0024] Фиг. 7A, 7B и 7C являются схематическими видами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления для использования в качестве энергетического буфера, показанного на фиг. 1, 2 и 3, согласно вариантам осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0025] Фиг. 8A, 8B, 8C, 8D, 8E и 8F являются схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления для использования в качестве источника 2 энергии, показанного на фиг. 3, согласно вариантам осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0026] Фиг. 9 является графиком, иллюстрирующим выходное напряжение из примерного преобразователя согласно вариантам осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0027] Фиг. 10 является графиком, иллюстрирующим выходное напряжение из примерной модульной системы накопления энергии, имеющей шесть примерных модулей преобразователя/источника, согласно вариантам осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0028] Фиг. 11 является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления управления потоками мощности для примерного модуля преобразователя/источника (ConSource V2), показанного на фиг. 3, согласно вариантам осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0029] Фиг. 12A и 12B являются графиками, иллюстрирующими примерные формы сигналов модуля преобразователя/источника (ConSource V2), показанного на фиг. 3, в котором преобразователь V2 предоставляет вторичную функцию уменьшения гармоники тока второго порядка.

[0030] Фиг. 13 является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления управления потоками мощности для модуля преобразователя/источника (ConSource V3), показанного на фиг. 4, согласно вариантам осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0031] Фиг. 14A, 14B, 14C и 14D являются графиками, иллюстрирующими примерный вариант осуществления широтно-импульсной модуляции, применимой к примерным вариантам осуществления модульных энергетических систем.

[0032] Фиг. 15 является схематическим видом, иллюстрирующим примерную

одномерную матрицу соединенных примерных модулей преобразователя/источника, согласно примерным вариантам осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0033] Фиг. 16 является схематическим видом, иллюстрирующим примерную двумерную матрицу соединенных примерных модулей преобразователя/источника, согласно примерным вариантам осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0034] Фиг. 17 является схематическим видом, иллюстрирующим другую примерную двумерную матрицу соединенных примерных модулей преобразователя/источника, согласно примерным вариантам осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0035] Фиг. 18 является схематическим видом, иллюстрирующим примерную систему, имеющую несколько примерных модулей преобразователя/источника, соединенных в трехмерной матрице, согласно примерным вариантам осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0036] Фиг. 19 является схематическим видом, иллюстрирующим другую примерную систему, имеющую несколько примерных модулей преобразователя/источника, соединенных в трехмерной матрице, согласно примерным вариантам осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0037] Фиг. 20 является схематическим видом, иллюстрирующим другую примерную систему, имеющую несколько примерных модулей преобразователя/источника, соединенных в трехмерной матрице, согласно примерным вариантам осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0038] Фиг. 21 является схематическим видом, иллюстрирующим примерную систему, имеющую несколько примерных модулей преобразователя/источника, соединенных в многомерной матрице, согласно примерным вариантам осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0039] Фиг. 22 является схематическим видом, иллюстрирующим примерную систему, имеющую несколько примерных модулей преобразователя/источника, соединенных в трехмерной матрице, и соединенную с электромотором, согласно примерным вариантам осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0040] Фиг. 23 является схематическим видом, иллюстрирующим другую примерную систему, имеющую несколько примерных модулей преобразователя/источника, соединенных в трехмерной матрице, и соединенную с электромотором, согласно примерным вариантам осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0041] Фиг. 24 является схематическим видом, иллюстрирующим другую примерную систему, имеющую несколько примерных модулей преобразователя/источника, соединенных в трехмерной матрице, и соединенную с электромотором и дополнительными нагрузками, согласно примерным вариантам осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0042] Фиг. 25 является схематическим видом, иллюстрирующим другую

примерную систему, имеющую несколько примерных модулей преобразователя/источника, соединенных в трехмерной матрице, и соединенную с электромотором и дополнительными нагрузками, согласно примерным вариантам осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0043] Фиг. 26 является схематическим видом, иллюстрирующим другую примерную систему, имеющую несколько примерных модулей преобразователя/источника, соединенных в шестимерной матрице, и соединенную с шестифазным электромотором и дополнительными нагрузками, согласно примерным вариантам осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0044] Фиг. 27A и 27B являются схематическими видами, иллюстрирующими дополнительные примерные системы, имеющие несколько примерных модулей преобразователя/источника, соединенных в трехмерных матрицах, и соединенные с несколькими трехфазными электромоторами и дополнительными нагрузками, согласно примерным вариантам осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0045] Фиг. 28 является схематическим видом, иллюстрирующим другую примерную систему, имеющую несколько примерных модулей преобразователя/источника, соединенных в трехмерной матрице, и соединенную с трехфазным электромотором с разомкнутой обмоткой и дополнительными нагрузками, согласно примерным вариантам осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0046] Фиг. 29 иллюстрирует схематический вид, показывающий другую примерную систему, имеющую несколько примерных модулей преобразователя/источника, соединенных в трехмерной матрице и соединенных с двумя трехфазными электромоторами с разомкнутой обмоткой и дополнительными нагрузками, согласно примерным вариантам осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0047] Фиг. 30 является схематическим видом, иллюстрирующим примерный вариант осуществления однофазного балансирующего контроллера для использования с примерными вариантами осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0048] Фиг. 31 иллюстрирует векторную диаграмму управления разделением напряжения для примерной однофазной системы для использования с примерными вариантами осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0049] Фиг. 32 показывает схематический вид, иллюстрирующий примерный вариант осуществления однофазного балансирующего контроллера для использования с примерными вариантами осуществления настоящего раскрытия сущности.

[0050] Фиг. 33A и 33B иллюстрируют векторные диаграммы управления разделением напряжения для трехфазной конструкции для (A) внутрифазной балансировки только и (B) внутрифазной и межфазной балансировки.

[0051] Фиг. 34A и 34B иллюстрируют векторные диаграммы управления разделением напряжения для трехфазной конструкции с модулями межсоединения (или общими модулями) с внутрифазной и межфазной балансировкой через (A) общие модули и (B) общие модули и сдвиг нейтральной точки.

[0052] Фиг. 35A и 35B иллюстрируют векторные диаграммы управления разделением напряжения с внутрифазной и межфазной балансировкой для четырехфазных систем с (A) сдвигом нейтральной точки и (B) модулями межсоединения и сдвигом нейтральной точки.

[0053] Фиг. 36A и 36B иллюстрируют векторные диаграммы управления разделением напряжения с внутрифазной и межфазной балансировкой для пятифазных систем с (A) сдвигом нейтральной точки и (B) модулями межсоединения и сдвигом нейтральной точки.

[0054] Фиг. 37A и 37B иллюстрируют векторные диаграммы управления разделением напряжения с внутрифазной и межфазной балансировкой для шестифазных систем с (A) сдвигом нейтральной точки и (B) модулями межсоединения и сдвигом нейтральной точки.

[0055] Фиг. 38A и 38B иллюстрируют векторные диаграммы управления разделением напряжения с внутрифазной и межфазной балансировкой для примерной системы, показанной на фиг. 27, через (A) модули межсоединения и (B) модули межсоединения и сдвиг нейтральной точки.

[0056] Фиг. 39A и 39B иллюстрируют векторные диаграммы управления разделением напряжения с внутрифазной и межфазной балансировкой для систем, показанных на фиг. 28, через (A) модули межсоединения и (B) модули межсоединения и сдвиг нейтральной точки.

[0057] Фиг. 40A и 40B иллюстрируют векторные диаграммы управления разделением напряжения с внутрифазной и межфазной балансировкой для систем, показанных на фиг. 29, через (A) модули межсоединения и (B) модули межсоединения и сдвиг нейтральной точки.

[0058] Фиг. 41A-41F являются блок-схемами и принципиальными схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления систем подачи энергии с модулями межсоединения.

[0059] Фиг. 42A-42B являются блок-схемами последовательности операций, иллюстрирующими примерные варианты осуществления способов выполнения межфазной балансировки с модулем межсоединения.

[0060] Фиг. 43A-43C являются блок-схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления модуля преобразователя/источника.

[0061] Фиг. 44A и 44B являются принципиальными схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления компонентов модуля преобразователя/источника, смонтированных на одной или более подложках.

Подробное описание изобретения

[0062] До того, как подробно описывается настоящий предмет изобретения, следует понимать, что это раскрытие сущности не ограничено конкретными вариантами осуществления, описанными, поскольку они, конечно, могут варьироваться. Также следует понимать, что терминология, используемая в данном документе, служит только

для цели описания конкретных вариантов осуществления и не имеет намерение ограничивать объем настоящего раскрытия сущности, который ограничен только посредством прилагаемой формулы изобретения.

[0063] Примерные варианты осуществления модульных энергетических систем описываются в данном документе как: примерные варианты осуществления устройств, схемы, программного обеспечения и компонентов в таких системах; примерные варианты осуществления способов работы и использования таких систем; и примерные варианты осуществления вариантов применения (например, оборудования, машин, сетей, вычислительных узлов, конструкций, окружений и т.д.), в которых такие системы могут реализовываться или включаться, либо с которыми такие системы могут использоваться. Во многих случаях, эти варианты применения могут классифицироваться в качестве мобильного варианта применения или стационарного варианта применения.

Примеры приложений

[0064] Мобильные варианты применения, в общем, представляют собой варианты применения, в которых модульная энергетическая система расположена на или в объекте и накапливает и предоставляет электрическую энергию для преобразования в двигательную силу посредством мотора, чтобы перемещаться или помогать в перемещении того объекта. Примеры мобильных объектов, с которыми могут использоваться варианты осуществления, раскрытые в данном документе, включают в себя, но не только, электрические и/или гибридные объекты, которые перемещаются или под материком, над или под водой, выше и без контакта с сушей или водой (например, полет или наведение в беспроводном режиме) или через внешнее пространство. Примеры мобильных объектов, с которыми могут использоваться варианты осуществления, раскрытые в данном документе, включают в себя, но не только, транспортные средства, поезда, корабли, суда, самолеты и космические аппараты. Примеры мобильных транспортных средств, с которыми могут использоваться варианты осуществления, раскрытые в данном документе, включают в себя, но не только, транспортные средства, которые имеют только одно колесо или гусеницу, транспортные средства, которые имеют только два колеса или гусеницы, которые имеют только три колеса или гусеницы, транспортные средства, которые имеют только четыре колеса или гусеницы, и транспортные средства, которые имеют пять или более колес или гусениц. Примеры мобильных объектов, с которыми могут использоваться варианты осуществления, раскрытые в данном документе, включают в себя, но не только, автомобиль, автобус, грузовик, мотоцикл, скутер, транспортное средство промышленного назначения, горнодобывающий аппарат, летательный аппарат (например, самолет, вертолет, беспилотный аппарат и т.д.), морское судно (например, торговые танкеры, корабли, яхты, лодки или т.п. плавучие средства), подводная лодка, локомотив или железнодорожное транспортное средство (например, поезд и т.д.), транспортное средство военного назначения, космический аппарат и спутник.

[0065] Стационарные варианты применения, в общем, представляют собой

варианты применения, отличные от мобильных вариантов применения. Обычно, в стационарных вариантах применения модульная энергетическая система постоянно размещается в статическом местоположении при одновременном предоставлении электрической энергии для потребления посредством одного или более других объектов. Примеры стационарных вариантов применения в или с которым могут использоваться варианты осуществления, раскрытые в данном документе, включают в себя, но не только: энергетические системы для использования посредством или в одной или более домашних конструкций или вычислительных узлов, энергетические системы для использования посредством или в одном или более промышленных сооружениях или вычислительных узлов, энергетические системы для использования посредством или в одном или более коммерческих сооружениях или вычислительных узлов, энергетические системы для использования посредством или в одном или более государственных учреждениях или вычислительных узлов (включающих в себя и военное и невоенное использование), и системы, которые преобразуют солнечную энергию, ветер, геотермальную энергию, ископаемое топливо или ядерные реакции в электричество для накопления. Примеры стационарных вариантов применения в или с которым могут использоваться варианты осуществления, раскрытые в данном документе, включают в себя, но не только: энергетические системы для заряда мобильных вариантов применения, описанных выше (например, зарядная станция). Другие примеры стационарных вариантов применения в или с которым могут использоваться варианты осуществления, раскрытые в данном документе, включают в себя, но не только: систему накопления в центре обработки и хранения данных, электросеть или микросеть. Стационарная энергетическая система может использоваться в роли для накопления или не дня накопления.

[0066] В описании вариантов осуществления в данном документе, следует обратиться к конкретному мобильному варианту применения (например, электрическому транспортному средству (EV)) или к стационарному варианту применения (например, к сети). Такие ссылки задаются для простоты пояснения и не означают, что конкретный вариант осуществления ограничен для использования только этим конкретным мобильным или стационарным вариантом применения. Варианты осуществления систем, предоставляющих мощность в мотор, могут использоваться в мобильных и в стационарных вариантах применения. Хотя определенные конфигурации могут быть более подходящими для некоторых вариантов применения по сравнению с другими, все примерные варианты осуществления, раскрываемые в данном документе, допускают использование и в мобильных и в стационарных вариантах применения, если не указано иное.

Примерные варианты осуществления модульных энергетических систем

[0067] Фиг. 1A иллюстрирует примерный вариант осуществления модульной энергетической системы 100. Здесь, система 100 включает в себя схему 102 управления, соединенную с возможностью осуществления связи с N модулями 108-1 - 108-N преобразователя/источника, по трактам или линиям 106-1 - 106-N связи, соответственно.

В этих вариантах осуществления, любое число двух или более модулей 108 преобразователя/источника может использоваться (например, N, превышает или равен два). Модули 108 преобразователя/источника, называемые в данном документе "модулями ConSource" или "модулями 108", могут соединяться между собой множеством способов как подробнее описано относительно фиг. 15-29. Для простоты иллюстрации, на фиг. 1A-1C, модули 108 показаны как соединенные последовательно или как одномерная матрица, в которой N-ый модуль 108 соединяется с нагрузкой 101. Нагрузка 101 представляет собой электрическую нагрузку, в которую система 100 выводит мощность при использовании для того, чтобы предоставлять мощность. Нагрузка 101 может представлять собой любой тип нагрузки, в том числе, но не только, электромотор или сеть. Для заряда модули 108 могут соединяться с источником заряда (не показан) помимо или вместо нагрузки 101. Как подробнее описывается в данном документе, система 100 может быть выполнена с возможностью питать несколько нагрузок 101, включающих в себя и первичные и дополнительные нагрузки.

[0068] В варианте осуществления по фиг. 1A, схема 102 управления выполнена с возможностью управлять одним или более модулей 108 на основе информации состояния, принимаемой из идентичных или различных одного или более модулей 108. Управление также может быть основано на одном или более других факторов, таких как требования нагрузки 101. Во многих вариантах осуществления, аспект, который управляется, представляет собой выходную мощность каждого модуля 108 во времени; тем не менее, другие аспекты могут управляться в качестве альтернативы в или в дополнение к выходной мощности.

[0069] Информация 109 требований по нагрузке может приниматься посредством схемы 102 управления по тракту или линии 107 связи. Информация 109 требований по нагрузке может информировать схему 102 управления в качестве требования нагрузки 101 в любое конкретное время. В некоторых примерных вариантах осуществления, информация 109 требований по нагрузке может принимать форму одной или более аналоговых или цифровых форм сигналов управляющего сигнала (например, различной формы сигнала управляющего сигнала в течение каждой фазы), к примеру, может предоставляться посредством контроллера для мобильного объекта (например, электронного блока управления (ECU) или ведущего блока управления (MCU), регулирующего одну более несколько других функций (например, управление электромотором, управление интерфейсом водителя, механизм регулирования тяги и т.д.) EV), либо контроллера для сети или другой стационарной системы накопления энергии. В качестве альтернативы в или в дополнение к информации, предоставленной посредством другого контроллера, в некоторых вариантах осуществления, информация 109 требований по нагрузке может включать в себя измерения нагрузки (например, напряжения, тока), осуществляемые посредством одного или более датчиков системы 100, причем эти измерения подаются обратно в схему 102 управления в контуре обратной связи для поддержания определенных условий подачи мощности.

[0070] Во многих вариантах осуществления, информация состояния каждого модуля 108 в системе 100 должна передаваться в схему 102 управления, из которой схема 102 управления должна независимо управлять каждым модулем 108-1, ..., 108-N. Другие вариации являются возможными. Например, управление конкретным модулем 108 (или поднабором модулей 108) может быть основано на информации состояния этого конкретного модуля 108 (или поднабора модулей 108 ConSource), на основе информации состояния другого модуля 108, который не представляет собой конкретный модуль 108 (или поднабор модулей 108), на основе информации состояния всех модулей 108, отличных от конкретного модуля 108 (или поднабора модулей 108), на основе информации состояния этого конкретного модуля 108 (или поднабора модулей 108) и информации состояния, по меньшей мере, еще одного модуля 108, который не представляет собой этот конкретный модуль 108 (или поднабор модулей 108) или на основе информации состояния всех модулей 108 в системе 100. Это включает в себя систему 100, питающую несколько нагрузок или электромоторов и размещающую модули 108 в нескольких блоках.

[0071] Как описано в данном документе, информация состояния может представлять собой информацию относительно одного или более аспектов каждого модуля 108. Информация состояния может представлять собой рабочую характеристику или другой параметр. Типы информации состояния включают в себя, но не только, следующие аспекты модуля 108 или его компонентов: Состояние заряда (SOC) (например, уровень заряда источника энергии относительно его емкости, к примеру, часть или процент), состояние работоспособности (SOH) (например, показатель качества для условия источника энергии по сравнению с его идеальными условиями), емкость (Q), температура (T), напряжение (V), ток (I) или присутствие отсутствия неисправности. Каждый модуль 108 включает в себя один или более датчиков или других измерительных элементов для сбора считываемых или измеренных сигналов или данных, которые составляют информацию состояния или могут преобразовываться в информацию состояния. Отдельный датчик не нужен, чтобы собирать каждый тип информации состояния, в качестве более одного типа информации состояния может считываться или измеряться с помощью одного датчика или иным образом алгоритмически определяться без необходимости дополнительных датчиков.

[0072] Фиг. 1B иллюстрирует другой примерный вариант осуществления системы 100. Здесь, схема 102 управления реализуется как ведущее устройство 112 управления, соединенное с возможностью осуществления связи с различными локальными устройствами 114-1 - 114-N управления N по трактам или линиям 115-1 - 115-N связи, соответственно. Каждое локальное устройство 114-1 - 114-N управления функционально соединяется с одним модулем преобразователя/источника 108-1 - 108-N по трактам или линиям 116-1 - 116-N связи, соответственно, так что имеется взаимосвязь 1:1 между локальными устройствами 114 управления и модулями 108 преобразователя/источника. Ведущее устройство 112 управления может функционально соединяться со всеми

локальными устройствами 114 управления в системе, независимо от того, подает или нет это локальное устройство 114 управления мощность в идентичную нагрузку. Например, одно ведущее устройство 112 управления может принимать и отправлять информацию в локальные устройства 114 управления нескольких различных подсистем и блоков.

[0073] Фиг. 1C иллюстрирует другой примерный вариант осуществления системы 100. Здесь, ведущее устройство 112 управления соединено с возможностью осуществления связи с M различных локальных устройств управления 114-1 - 114-M по трактам или линиям 115-1 - 115-M связи, соответственно. Локальные устройства 114 управления могут соединяться с и управлять двумя или более модулей 108 преобразователя/источника. В примере, показанном здесь, каждое локальное устройство 114 управления соединено с возможностью осуществления связи с двумя модулями 108 преобразователя/источника, так что локальные устройства управления M 114-1 - 114-M соединяются с 2M модулей 108-1 - 108-2M преобразователя/источника по трактам или линиям 116-1 - 116-2M связи, соответственно.

[0074] Тракты или линии 106, 107, 115 и 116 связи могут представлять сбой проводные либо беспроводные тракты или линии связи, которые обмениваются данными или информацией двунаправленно, параллельно или последовательно. Данные могут передаваться в стандартном или пользовательском формате. В некоторых (например, автомобильный) вариантах применения, тракты или линии 115-M связи могут быть выполнены с возможностью обмениваться данными согласно FlexRay- или CAN-протоколам.

[0075] В вариантах осуществления, описанных относительно фиг. 1B и 1C, локальные устройства 114 управления принимают информацию состояния из каждого модуля 108 или определяют информацию состояния из считываемых или измеренных сигналов или данных, принимаемых из каждого модуля 108, и передают эту информацию в ведущее устройство 112 управления. В некоторых вариантах осуществления, локальные устройства 114 управления передают измеренные или считываемые данные в ведущее устройство 112 управления, которое затем алгоритмически определяет информацию состояния на основе этих необработанных данных. Ведущее устройство 112 управления затем может использовать информацию состояния относительно всех модулей 108, чтобы выполнять определения при управлении соответствующим образом. Определения при управлении могут принимать форму инструкций, команд или другой информации (такой как индекс модуляции, описанный ниже), которые могут интерпретироваться или использоваться посредством локальных устройств 114 управления для того, чтобы поддерживать или регулировать работу либо участие в работе модулей 108.

[0076] Например, относительно SOC, если после считывания измерений SOC для всех модулей 108, ведущее устройство 112 управления выполняет оценку того, что первый модуль 108 работает при относительно более низком SOC, чем другие модули 108, подающие мощность в течение фазы системы 100, то ведущее устройство 112 управления может инструктировать первому модулю 108 снижать свою выходную мощность и может

инструктировать одному или более других модулей 108 увеличивать выходную мощность(и) в этой фазе для компенсации. Это должно приводить к тому, что SOC других модулей 108 снижается быстрее, чем SOC первого модуля 108, и в силу этого сходится к сбалансированному состоянию. Относительно температуры, если после считывания измерений температуры для всех модулей 108, ведущее устройство 112 управления выполняет оценку того, что первый модуль 108 работает при относительно более высокой температуре, чем другие модули 108, подающие мощность в течение фазы в системе 100, то ведущее устройство 112 управления может инструктировать первому модулю 108 снижать свою выходную мощность и может инструктировать одному или более других модулей 108 увеличивать выходную мощность(и) в этой фазе для компенсации. Это должно приводить к тому, что температура первого модуля 108 приближается к температуре других модулей 108 (посредством охлаждения первого модуля 108 и/или обогрева других модулей 108), и в силу этого сходится к сбалансированному состоянию.

[0077] Ведущее устройство 112 управления может принимать информацию состояния, указывающую одно или более следующих условий, при которых конкретный модуль 108 (либо его компонент) работает относительно одного или более других модулей 108 в системе 100: с относительно более низким SOC, с относительно более низким SOH, с относительно меньшей емкостью, с относительно меньшим напряжением, с относительно меньшим током, с относительно более высокой температурой или с неисправностью. В таком примере, ведущее устройство 112 управления может выводить управляющую информацию, которая инструктирует выходной мощности этого конкретного модуля 108 уменьшаться (или в некоторых случаях, повышаться в зависимости от условия). Таким образом, выходная мощность модуля 108, который работает с, например, более высокая температура, может уменьшаться, что заставляет температуру этого модуля 108 сходиться к температуре одного или более других модулей 108.

[0078] В других вариантах осуществления, определение того, следует или нет регулировать работу конкретного модуля 108, может быть сделано для сравнения информации состояния в предварительно определенные пороговые значения, пределы или условия и не обязательно для сравнения в состояния других модулей 108. Предварительно определенные пороговые значения, пределы или условия могут представлять собой статические пороговые значения, пределы или условия, к примеру, заданные посредством изготовителя, которые не изменяются во время использования. Предварительно определенные пороговые значения, пределы или условия могут представлять собой динамические пороговые значения, пределы или условия, которым разрешается изменяться или которые фактически изменяются во время использования. Например, ведущее устройство 112 управления может регулировать работу модуля 108, если информация состояния для этого модуля 108 указывает то, что он работает с нарушением (например, выше или ниже) предварительно определенного порогового значения или предела либо за пределами предварительно определенного диапазона приемлемых

рабочих условий. Аналогично, ведущее устройство 112 управления может регулировать работу модуля 108, если информация состояния для этого модуля 108 указывает присутствие фактической или потенциальной неисправности (например, аварийный сигнал или предупреждение) или указывает отсутствие или удаление фактической или потенциальной неисправности. Примеры неисправности включают в себя, но не только, фактический сбой компонента, потенциальный сбой компонента, короткозамкнутую схему или другое состояние чрезмерного тока, разомкнутую схему, состояние чрезмерного напряжения, сбой при приеме связи, прием поврежденных данных и т.п.

[0079] Локальное устройство 114 управления может принимать, обрабатывать и передавать: сигналы из различных датчиков (например, датчиков температуры, напряжения и тока) модуля 108; сигналы переключения (например, инициирования) и неисправности в/из полупроводниковых переключателей; напряжения элементарных гальванических элементов для элементов буферизации и накопления энергии; и другие сигналы. Локальное устройство 114 управления может выполнять связь с и передачу соответствующих управляющих сигналов в/из ведущего устройства 112 управления.

[0080] Таким образом, ведущее устройство 112 управления может управлять модулями 108 в системе 100, чтобы достигать или сходиться к требуемой цели. Цель, например, может быть операцией всех модулей 108 на идентичных или аналогичных уровнях относительно друг друга или в пределах предварительно определенных пороговых значений или условиях. Этот процесс также называется "балансировкой" или поиском баланса при работе или в рабочих характеристиках модулей 108. Термин "баланс" при использовании в данном документе не требует абсолютного равенства между модулями 108 или компонентами этого, а вместо этого используется в широком смысле для того, чтобы сообщать специалистам в данной области техники, что работа системы 100 может использоваться для того, чтобы активно уменьшать различия в работе между модулями 108, которые в противном случае существуют.

[0081] Возвращаясь к фиг. 1A схема 102 управления может быть выполнена с возможностью работать и выполнять управление с использованием программного обеспечения (инструкций, сохраненных в запоминающем устройстве, которые выполняются посредством схемы обработки), аппаратных средств либо комбинации вышеозначенного. Схема 102 управления может включать в себя схему 120 обработки и запоминающее устройство 122, как показано здесь. Примерные реализации схемы 120 обработки и запоминающего устройства 122 подробнее описываются ниже. Тракт связи или линии 106 связи также могут включать в себя мощность проводной линии связи, с тем чтобы непосредственно подавать рабочую мощность для схемы 102 управления из одного или более модулей 108 преобразователя/источника. В конкретных вариантах осуществления, мощность для схемы 102 управления подается только из одного или более модулей 108.

[0082] Ссылаясь на фиг. 1B-1C, ведущее устройство 112 управления и локальные устройства 114 управления могут аналогично быть выполнены с возможностью работать и

выполнять управление с использованием программного обеспечения (инструкций, сохраненных в запоминающем устройстве, которые выполняются посредством схемы обработки), аппаратных средств либо комбинации вышеозначенного, и каждый может включать в себя схему 120 обработки и запоминающее устройство 122, как показано здесь. Примерные реализации схемы 120 обработки и запоминающего устройства 122 подробнее описываются ниже. Тракты или линии 116 связи также могут включать в себя мощность проводной линии связи, с тем чтобы непосредственно подавать рабочую мощность для локальных устройств 114 управления из одного или более модулей 108. В конкретных вариантах осуществления, рабочая мощность для каждого локального устройства 114 управления подается только посредством одного или более модулей 108, с которыми то локальное устройство 114 управления соединяется посредством тракта 116. Рабочая мощность для ведущего устройства 112 управления может подаваться косвенно из одного или более модулей 108 (например, к примеру, через сеть подачи мощности автомобиля).

[0083] В некоторых вариантах осуществления, схема 102 управления может включать в себя одно устройство управления для всей системы 100. В других вариантах осуществления, схема управления может распределяться между локальными устройствами 114 управления, ассоциированными с модулями 108, так что отдельное ведущее устройство 112 управления не требуется и может опускаться из системы 100.

[0084] В некоторых вариантах осуществления, управление системой 100 может распределяться между схемой 102 управления, выделяемой или локальный для системы 100 и схемой управления, которая совместно используется с другими частями варианта применения. Например, ведущее устройство 112 управления может реализовываться как часть мобильной или стационарной информации 109 требований по нагрузке предоставления контроллера в систему 100 (например, ECU или MCU). Схема 102 управления может иметь интерфейс связи для обмена данными с другим устройством управления полного мобильного или стационарного варианта применения. Например, в автомобильном варианте применения, схема 102 управления (например, ведущее устройство 112 управления) может выводить данные или информацию относительно системы 100 в ECU или MCU транспортного средства.

Примерные варианты осуществления модулей преобразователя/источника в модульных системах

[0085] Фиг. 2-4 иллюстрируют примерные варианты осуществления модулей 108 преобразователя/источника в системе 100, как проиллюстрировано на фиг. 1B с одним локальным устройством 114 управления в расчете на модуль 108. Варианты осуществления по фиг. 2-4 и любой и все другие варианты осуществления, описанные в данном документе, могут реализовываться в соответствии с конфигурациями по фиг. 1A-1C если не указано иное.

[0086] Модули 108 ConSource могут реализовываться как преобразователи напряжения или преобразователи тока. Для простоты описания, варианты осуществления,

описанные в данном документе, выполнены со ссылкой на преобразователи напряжения, хотя варианты осуществления альтернативно могут быть сконфигурированы как преобразователи тока.

[0087] Фиг. 2 является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления модуля 108A ConSource в системе 100. Этот вариант осуществления модуля 108A ConSource может упоминаться в данном документе как версия 1 примерного модуля ConSource (ConSource V1) и представляет собой пример типа модуля 108 преобразователя/источника. Также показанный локальное устройство 114 управления (LCD) и ведущее устройство 112 управления (MCD). ConSource V1 108A соединено с возможностью осуществления связи с LCD 114, которое в свою очередь соединено с возможностью осуществления связи с MCD 112.

[0088] ConSource V1 108A включает в себя источник 202 энергии (источник 1 энергии), который может включать в себя один или более элементов накопления энергии. Источник 1 энергии, например, может представлять собой одно из следующего, но не только: конденсатор с высокой плотностью энергии (HED), к примеру, ультраконденсатор или суперконденсатор 600 (фиг. 6A), аккумуляторный модуль 610, включающий в себя, по меньшей мере, один гальванический элемент или несколько аккумуляторных гальванических элементов, соединенных последовательно и/или параллельно (фиг. 6B), либо топливо, топливный элемент или модуль 620 на топливных элементах (фиг. 6C). HED-конденсатор 600 может использовать двуслойную емкость в противоположность твердому диэлектрику и может иметь плотность энергии, в 10-100 раз (или более) превышающую плотность энергии обычного электролитического конденсатора, в дополнение к большей емкости. Источники энергии аккумулятора

[0089] Энергия может вводиться и выводиться через первый узел out1 (например, положительный узел) и второй узел out2 (например, отрицательный узел). Выводы out1 и out2 источника 1 энергии могут соединяться с входными контактными выводами in1 и in2 энергетического буфера 204, соответственно, который может включать в себя, например, одно из следующих, но не только, элементы и топологии на основе: электролитический и/или пленочный конденсатор CEB 700 (фиг. 7A), сеть 710 Z-источников, сформированная посредством двух индукторов LEB1 и LEB2 и двух электролитических и/или пленочных конденсаторов CEB1 и CEB2 (фиг. 7B), квазисеть 720 Z-источников, сформированная посредством двух индукторов LEB1 и LEB2, двух электролитических и/или пленочных конденсаторов CEB1 и CEB2 и диода DEB (фиг. 7C). Выбор конкретной топологии и компоненты энергетического буфера зависят от максимальной допустимой амплитуды пульсаций высокочастотного напряжения на выходных контактных выводах out1 и 2 из энергетического буфера. Эти пульсации могут ухудшать рабочие характеристики модуля 108 ConSource, так что они могут эффективно буферизоваться посредством конструирования подходящих элементов и топологий в качестве основы.

[0090] Выводы out1 и out2 энергетического буфера 204 соединяются, соответственно, с вводами in1 и in2 преобразователя V1. Схематичное представление

примерного варианта осуществления преобразователя V1 206 показывается на фиг. 5A. Преобразователь V1 206 может включать в себя схему 207 переключения, выполненную с возможностью размещать, по меньшей мере, три различных напряжения (на основе линейного напряжения VDC_L) через out1 и out2: +VDCL, -VDCL и нуль (например, короткое условие). Схема 207 переключения также может быть выполнена с возможностью блокировать электрический ток через out1 и out2 (например, разомкнутое состояние). Схема 207 переключения может быть сконфигурирована множеством различных способов в многочисленных различных типах переключателей. Типы переключателей примера включают в себя, но не только, полупроводниковые переключатели, такие как полевые транзисторы со структурой "металл-оксид-полупроводник" или MOSFET (как показано на фиг. 5A), биполярные транзисторы с изолированным затвором (IGBT) или нитрид-галлиевые (GaN) транзисторы. Полупроводниковые переключатели могут работать в относительно высоких частотах переключения, за счет этого разрешая преобразователю V1 работать в режиме с широтно-импульсной модуляцией при необходимости и отвечать на команды управления в течение относительно короткого интервала времени. Это может предоставлять высокий допуск для регулирования выходного напряжения и быстрое динамическое поведение в переходных режимах. Схема 207 переключения может управляться посредством одного или более управляющих или переключающих сигналов (не показаны), сформированных посредством схемы 102 управления (например, MCD 112 или LCD 114).

[0091] Во многих вариантах осуществления, схема 207 переключения может включать в себя, по меньшей мере, четыре независимо управляемых переключателя S3, S4, S5, S6, которые могут быть сконфигурированы как мостовая схема управления. В этом варианте осуществления, преобразователь V1 206 формирует три различных выходных напряжения, +VDCL, 0 и -VDCL посредством соединения постоянного линейного напряжения VDC_L, между его контактными выводами in1 и in2, в его выходные контактные выводы out1 и out2 посредством различных комбинаций переключателей S3, S4, S5, S6. Чтобы получать +VDCL, переключатели S3 и S6 включаются, тогда как -VDCL может получаться посредством включения переключателей S4 и S5. Посредством включения S3 и S5 или S4 и S6, выходное напряжение задается равным нулевому (например, короткозамкнутому) или опорному напряжению.

[0092] Управляющие или переключающие сигналы (входные тракты не показаны) для полупроводниковых переключателей S3, S4, S5, S6, могут формироваться различными способами в зависимости от гибкости и требований приспосабливаемой технологии управления в LCD и MCD (показанный на фиг. 2). Один подход должен использовать технологии широтно-импульсной модуляции (PWM), к примеру, пространственно-векторная широтно-импульсная модуляция SVPWM или синусоидальная широтно-импульсная модуляция SPWM или варьирования этого, чтобы формировать выходное напряжение преобразователя V1. Пример формы 900 сигнала выходного напряжения преобразователя V1 показывается на фиг. 9. Способ модуляции также зависит от того, как

какой версии системы 100 он применяется, и одно возможное решение модуляции представится в данном документе дополнительно в качестве примера.

[0093] В некоторых вариантах осуществления с использованием PWM, LCD (а не MCD) формирует переключающие сигналы для переключателей в модуле ConSource, хотя варианты осуществления PWM не ограничены этим. В некоторых вариантах осуществления, к примеру, эти, которые с использованием гистерезиса, формирования переключающих сигналов, могут выполняться посредством MCD. LCD 114, показанное на фиг. 2, может соединяться с ConSource V1 108A через набор линий диагностических, измерительных, защитных и управляющих сигналов и может выполнять одну или более из трех первичных функций. Первая функция представляет собой управление источником 1 энергии. Вторая функция является защитой энергетического буфера и более конкретно его компонентов из состояний сверхтока, перенапряжения и высокой температуры. Третья функция является управлением и защитой преобразователя V1 206.

[0094] В одном примерном варианте осуществления, функция управления, посредством LCD 114, источника 1 энергии для модуля 108A ConSource V1 заключается в следующем. LCD 114 принимает измерительные сигналы VES1, TES1, IES1, которые представляют собой: VES1 - напряжения, по меньшей мере, одного из предпочтительно всех элементарных компонентов источника 1 энергии или напряжения групп элементарных компонентов, таких как, например, и не только, аккумуляторные гальванические элементы (отдельные или соединенные последовательно и/или параллельно), ультраконденсаторные гальванические элементы (отдельные или соединенные последовательно и/или параллельно); TES1 - температуры, по меньшей мере, одного из предпочтительно всех элементарных компонентов источника 1 энергии или температуры групп элементарных компонентов; IES1 - выходной ток источника 1 энергии. На основе этих измерительных сигналов LCD 114 может выполнять одно или более из следующего: вычисление или определение реальной емкости, фактическое состояние заряда (SOC) и состояние работоспособности (SOH) элементарных компонентов или группы элементарных компонентов; задание предупредительного или аварийного сигнала, на основе измеренных и/или вычисленных данных; и/или передача соответствующих сигналов в MCD 112.

[0095] В одном примерном варианте осуществления, функция защиты, посредством LCD, энергетического буфера 204 для модуля 108A ConSource V1 заключается в следующем. LCD 114 принимает измерительные сигналы VEB, TEB, IEB, которые представляют собой: VEB - напряжения по меньшей мере, одного основного компонента энергетического буфера 204, например, и не только, конденсатор CEB или конденсаторы CEB1, CEB2 (см. фиг. 7A-7C); TEB - температура, по меньшей мере, одного компонента энергетического буфера 204; и/или IEB - ток, по меньшей мере, через один компонент энергетического буфера 204. На основе этих измерительных сигналов, LCD 114 может выполнять следующее: задание предупредительного или аварийного сигнала на основе измеренных данных; и/или передача соответствующих предупредительных или

аварийных сигналов в MCD 112.

[0096] В одном примерном варианте осуществления, функция управления и защиты, посредством LCD 114, преобразователя V1 206 для модуля 108A ConSource V1 заключается в следующем. LCD может принимать сигналы команд управления из MCD по тракту 115 (например, по FlexRay или CAN), который в некоторых вариантах осуществления может представлять собой опорный сигнал модуляции и сигнал активации либо опорный сигнал и индекс модуляции, который может использоваться с технологией широтно-импульсной модуляции в LCD, чтобы формировать управляющие сигналы для полупроводниковых переключателей S3, S4, S5, S6. Сигнал IOUT обратной связи по току (не показан на фиг. 2), исходящий из интегрированного датчика тока преобразователя V1 206, может использоваться для защиты от сверхтока вместе с одним или более сигналов F, исходящих из схем формирователей сигналов управления (не показаны в FIG.2) переключателей преобразователя V1 206, которые могут переносить информацию относительно состояний сбоя (например, режимы сбоя с короткозамкнутой схемой или разомкнутой схемой) всех переключателей в преобразователе V1. На основе этих данных, LCD может принимать решение в отношении того, какая комбинация переключающих сигналов должно применяться к соответствующим полупроводниковым переключателям S3, S4, S5, S6, чтобы перепускать или отсоединять преобразователь V1 и весь модуль 108A ConSource V1 от системы 100 (переключающие сигналы для конкретного переключателя могут включать или выключать этот переключатель).

[0097] Фиг. 3 является блок-схемой, иллюстрирующей другой примерный вариант осуществления модуля 108B ConSource, который может упоминаться в данном документе как версия 2 модуля ConSource (ConSource V2) и представляет собой пример типа модуля 108 преобразователя/источника. ConSource V2 108B соединен с возможностью осуществления связи с LCD114, которое в свою очередь соединено с возможностью осуществления связи с MCD 112.

[0098] В этом варианте осуществления, ConSource V2 108B находится в конфигурации с двумя источниками энергии с первичным источником энергии 1 202 и вторичным источником энергии 2304. Аналогично ConSourcey V1 108A, источник 1 энергии может представлять собой или включать в себя любой из примеров, описанных относительно фиг. 6A-6C и т.п.

[0099] Выводы out1 и out2 источника 1 202 энергии могут соединяться с входными контактными выводами in1 и in2 энергетического буфера 204. Аналогично ConSourcey V1 108A, энергетический буфер 204 может представлять собой или включать в себя любой из примеров, описанных относительно фиг. 7A-7C и т.п. Выводы out1 и out2 энергетического буфера 204 соединяются, соответственно, с вводами in1 и in3 преобразователя V2 308.

[00100] Вывод out2 энергетического буфера 204 может соединяться также с выводом out2 источника 2304 энергии. Другой вывод источника 2 энергии, out1, может соединяться с вводом in2 преобразователя V2 308. Источник 2 энергии может включать в себя, например, одно из следующих, но не только, элементы хранения данных, к примеру:

электролитический и/или пленочный конденсатор CEB 800 (фиг. 8A); конденсатор 600 с высокой плотностью энергии (HED) (фиг. 8B); аккумулятор или аккумуляторный модуль 610, включающий в себя, по меньшей мере, один аккумуляторный гальванический элемент или множество аккумуляторных гальванических элементов, соединенных последовательно и/или параллельно (фиг. 8C); электролитический и/или пленочный конденсатор CEB 800 соединяется параллельно с конденсатором 600 с высокой плотностью энергии (фиг. 8D); электролитический и/или пленочный конденсатор CEB 800 соединяется параллельно с аккумуляторным модулем 610 (фиг. 8E); электролитический и/или пленочный конденсатор CEB 800 соединяется параллельно с конденсатором 600 с высокой плотностью энергии и аккумуляторным модулем 610 (фиг. 8F).

[00101] Упрощенное схематичное представление примерного варианта осуществления преобразователя V2 308 показывается на фиг. 5B. Здесь, преобразователь V2 308 включает в себя схему 207 переключения (как описано относительно фиг. 5A) и схема 208 переключения. Схема 208 переключения может быть сконфигурирована в любой компоновке и с любым типом переключателей, которые избирательно соединяют in2 (через L_C) или в in1 или в in3. Схема 208 переключения также может быть выполнена с возможностью блокировать электрический ток через in2 (т.е. развязывать in2) от in1 и in3. Схема 208 переключения может быть сконфигурирована в любом из типов переключателей, описанных в данном документе (например, полупроводниковые MOSFET, IGBT, GaN-транзисторы или т.п.). Полупроводниковые переключатели могут работать в высокой частоте переключения, за счет этого разрешая преобразователю V2 308 работать в режиме с широтно-импульсной модуляцией при необходимости и отвечать на команды управления в течение короткого интервала времени, предоставляя высокий допуск для регулирования выходных напряжений и быстрое динамическое поведение в переходных режимах.

[00102] В этом варианте осуществления, схема 208 переключения включает в себя два независимо управляемых переключателя S1 и S2 и может формировать два различных напряжения в узле 1, которые составлять +VDCL и 0, с опорным напряжением на вводе In3, который может иметь виртуальный нулевой потенциал. Соединительный индуктор L_C соединяется между вводом In2 и узлом 1. Вывод out1 источника 2 энергии соединяется с соединительным индуктором L_C на вводе In3 преобразователя V2 308. Ток, потребляемый из или сформированный в источник 2304 энергии, может управляться посредством регулирования напряжения на соединительном индукторе L_C, с использованием, например, технологии на основе широтно-импульсной модуляции или способа управления на основе гистерезиса для коммутации переключателей S1 и S2. Также могут использоваться другие технологии обработки. Входные тракты управляющих сигналов для переключателей S1 и S2 не показаны.

[00103] В этом варианте осуществления, схема 207 переключения сконфигурирована аналогичным образом, как показано на фиг. 5A и включает в себя четыре переключателя S3, S4, S5, S6, допускающие формирование трех различных

выходных напряжений, +VDCL, 0 (или короткое условие) и -VDCL посредством соединения постоянного линейного напряжения VDC_L между контактными выводами in1 и in2 в выходные контактные выводы out1 и out2 посредством различных комбинаций переключателей S3, S4, S5, S6. Чтобы получать напряжение +VDCL между out1 и out2, переключатели S3 и S6 включаются, тогда как напряжение -VDCL между out1 и out2 может получаться посредством включения переключателей S4 и S5. Посредством включения S3 и S5 или S4 и S6, выходное напряжение задается равным нулевому или опорному потенциалу. Аналогично полупроводниковым переключателям S1 и S2, управление полупроводниковыми переключателями S3, S4, S5, S6 может выполняться с использованием различных технологий PWM или гистерезиса, описанных в данном документе или т.п.. Входные тракты управляющих сигналов для переключателей S3, S4, S5, S6 не показаны.

[00104] В этом примере, модуль 108B ConSource V2, источник 1 202 энергии выступает в качестве первичного источника энергии и в силу этого подает среднюю мощность, необходимую посредством нагрузки. Источник 2304 энергии может представлять собой вторичный источник энергии с функцией помощи источнику 1 энергии посредством предоставления дополнительной мощности при пиках мощности в нагрузке или поглощения избыточной мощности.

[00105] Фиг. 10 показывает форму 1000 сигнала выходного напряжения из примерной модульной системы накопления энергии, имеющей шесть примерных модулей преобразователя/источника.

[00106] Фиг. 11 является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления управления потоками мощности 1100 между двумя источниками энергии (источник 1 202 энергии и источник 2304 энергии) и нагрузка для примерного варианта осуществления модуля 108B ConSource V2. Нагрузка, например, может быть но не только, одной фазой мотора электрического транспортного средства или электрической сети. Этот вариант осуществления обеспечивает возможность полного развязывания между электрическими характеристиками (напряжением и током на контактных выводах) каждого источника энергии и электрическими характеристиками нагрузки 1102.

[00107] В этих вариантах осуществления, контроллер 1 1110 потоков мощности и контроллер 2 1120 потоков мощности могут быть дискретными устройствами управления, отдельными от LCD 114 и MCD 112, могут реализовываться как программное обеспечение в LCD, могут реализовываться как аппаратные средства в LCD или могут реализовываться как комбинация аппаратных средств и программного обеспечения в LCD. В некоторых вариантах осуществления, функции контроллера 1 1110 потоков мощности и контроллера 2 1120 потоков мощности могут совместно использоваться или распределяться между LCD 114 и MCD 112.

[00108] Контроллер 1 1110 потоков мощности может принимать сигнал потока опорной мощности источника 1 энергии ($P_{ES1,REF}$) из LCD 114. Этот сигнал может определяться посредством основного контроллера управления мощностью,

расположенного в MCD 112 на основе требований по мощности мотора или по мощности электрической сети и состояния источника 1 202 энергии модуля 108B ConSource V2. Контроллер 1 1110 потоков мощности может оценивать максимально допустимый заряд и/или разрядный ток источника 1 202 энергии и вычислять реальный допустимый поток мощности (P_{ES1}) источника 1 энергии. Это значение может сравниваться с $P_{CONSOURCE}$, и разность может применяться к контроллеру 2 1120 потоков мощности в качестве сигнала ($P_{ES2,REF}$). Контроллер 2 1120 потоков мощности может вычислять опорный ток в соединительном индукторе L_C на основе напряжения между выходными контактными выводами out1 и out2 источника 2304 энергии и определяет переключающие сигналы для переключателей S1 и S2 преобразователя V2 308, с использованием, например, но не только, алгоритмов управления на основе широтно-импульсной модуляции или гистерезиса. Таким образом, поток ($P_{CONSOURCE}$) полной мощности может предоставляться посредством переключающей части преобразователя V2, который включает в себя переключатели S3, S4, S5, S6. Поток (P_{ES1}) мощности источника 1 202 энергии может оцениваться на основе максимального допустимого тока источника 1 энергии и фактических условий источника 1 энергии, к примеру, но не только, состояние заряда (SOC), состояние работоспособности (SOH), температура элементарных гальванических элементов или группа параллельных и/или последовательно-соединенных гальванических элементов, эквивалентного последовательного сопротивления и т.п. Поток мощности (P_{ES1}) может поддерживаться в качестве разности между значениями тока нагрузки (P_{LOAD}) и источника 2 энергии (P_{ES2}), причем P_{ES2} управляется посредством переключающей части преобразователя V2 308, который включает в себя переключатели S1, S2 и соединительный индуктор LC.

[00109] Во многих вариантах осуществления, источник 2304 энергии может представлять собой вторичный источник энергии, и его функция заключается в том, чтобы помогать источнику 1 202 энергии посредством предоставления мощности при пиках мощности в нагрузке и/или поглощения избыточной мощности. Вторичная функция источника 2304 энергии может быть активной фильтрацией, к примеру, чтобы уменьшаться (ослаблять) или исключать любую гармонику тока второго порядка, которая появляется в текущем IDC_CONV, протекающем во вводах in1 и in3 преобразователя V2, например, в результате внутреннего пульсирующего характера мощности однофазной системы. Эта гармоника может иметь значительное значение полного размаха, которое может достигать значения, вплоть до двух превышающее амплитуду тока нагрузки. Текущий компонент второго порядка демонстрирует некоторые недостатки, например, увеличение внутренних потерь в источнике 1 202 энергии, связанном с результирующим текущим RMS-значением. Чтобы выполнять эту вторичную функцию, источник 2304 энергии может включать в себя электролитический конденсатор или ультраконденсатор (или суперконденсатор) в качестве автономных компонентов или соединенный параллельно с другими элементами накопления энергии, как показано на фиг. 8A, 8B и 8D-8F.

[00110] Фиг. 12A и 12B показывают примеры форм сигналов 1200, 1220, возникающих прежде и во время работы этой активной фильтрующей вторичной функции. Перед запусками компенсаций (перед моментом t1 времени), ток источника 1 202 энергии (фиг. 12A) включает в себя постоянный компонент тока (IDC=130A) и гармонический компонент второго порядка с амплитудой I2AC=60A. Высокочастотные гармоники (не показаны), которые определяются посредством переключающегося поведения преобразователя V2 308, эффективно буферизуются посредством энергетического буфера 204. Начинаясь с момента t1 времени, преобразователь V2 начинает формирование тока I_{ES2}, перенаправляя гармонику второго порядка тока I_{ES1} в источник 2 энергии. Этот ток I_{ES2} имеет амплитуду основной гармоники, равной току $I_{ES}2$ гармоники второго порядка тока IES1, но почти с углом противоположной фазы, так что что результирующий ток I_{ES1} в источнике 1 энергии включает в себя или постоянный компонент тока только или главным образом постоянный компонент тока с некоторыми значительно уменьшенными пульсациями переменного тока, как показано на фиг. 12A. В случае если только вторичная функция выполняется посредством преобразователя V2 и если источник 2 энергии включает в себя только конденсатор и/или суперконденсатор 810, ток I_{ES2} (фиг. 12B) может включать в себя постоянный компонент тока, который необходим, чтобы подаваться из нагрузки или из источника 1 202 энергии, чтобы поддерживать напряжение на конденсаторе и/или суперконденсаторе 810 источника 2304 энергии в заданном значении, которое требуется для корректной работы преобразователя V2 308.

[00111] И первичные и вторичные функции, выполняемые посредством преобразователя V2 и описанные выше, могут выполняться отдельно или одновременно. Если одновременно, источник 2304 энергии предпочтительно включает в себя электролитический конденсатор или ультраконденсатор 810, соединенный параллельно с другими элементами накопления энергии, как показано на фиг. 8A, 8B и 8D-8F.

[00112] LCD 114 для модуля ConSource V2 показывается на фиг. 3 соединенных модулю 108B ConSource V2 через набор линий диагностических, измерительных, защитных и управляющих сигналов и может выполнять, по меньшей мере, один из, предпочтительно весь из, четыре главных функции. Первая функция представляет собой управление источником 1 202 энергии. Вторая функция представляет собой управление источником 2304 энергии. Третья функция является защитой энергетического буфера 204 и более конкретно его компонентов из сверхтока, перенапряжения и высокой температуры. Четвертая функция является управлением и защитой преобразователя V2 308.

[00113] Функция управления источником 1 энергии для модуля 108B ConSource V2 может заключаться в следующем. LCD 114 принимает измерительные сигналы VES1, TES1, IES1, которые представляют собой: VES1 - напряжения всех элементарных компонентов/гальванических элементов источника 1 энергии или напряжения групп элементарных компонентов/гальванических элементов, таких как, например, но не только,

аккумуляторные гальванические элементы, отдельные или соединенные последовательно и/или параллельно, ультраконденсаторные гальванические элементы, отдельные или соединенные последовательно и/или параллельно; TES1 - температуры всех элементарных компонентов источника 1 энергии или температуры групп элементарных компонентов; IES1 - выходной ток источника 1 энергии. На основе этих измерительных сигналов LCD может выполнять следующее: вычисляет реальную емкость, фактическое состояние заряда (SOC) и состояние работоспособности (SOH) элементарных компонентов или группы элементарных компонентов; задание предупредительного или аварийного сигнала на основе измеренных и вычисленных данных; передача соответствующих сигналов в MCD 112.

[00114] Функция управления источником 2 304 энергии для модуля 108B ConSource V2 может заключаться в следующем. LCD 114 может принимать измерительные сигналы VES2, TES2, IES2, которые представляют собой: VES2 - напряжения всех элементарных компонентов или гальванические элементы источника 2 энергии или напряжения групп элементарных компонентов или гальванические элементы, такие как, например, и не только, аккумуляторные гальванические элементы, отдельно или соединенный последовательно и/или параллельно, ультраконденсаторные гальванические элементы, отдельно или соединенный последовательно и/или параллельно; TES2 - температуры всех элементарных компонентов источника 2 энергии или температуры групп элементарных компонентов; IES2 - выходной ток источника 2 энергии. На основе этих измерительных сигналов, LCD может выполнять следующее: вычисляет реальную емкость, фактическое состояние заряда (SOC) и состояние работоспособности (SOH) элементарных компонентов или группы элементарных компонентов; задание предупредительного или аварийного сигнала, на основе измеренных и вычисленных данных; и/или передавал соответствующие сигналы в MCD.

[00115] Функция защиты энергетического буфера 204 для модуля 108B ConSource V2 может заключаться в следующем. LCD 114 принимает измерительные сигналы VEB, TEB, IEB, которые представляют собой: VEB - напряжения по меньшей мере, одного основного компонента энергетического буфера, например, и не только, конденсатор CEB или конденсаторы CEB1, CEB2 (см. фиг. 7A-7C); TEB - температура, по меньшей мере, одного основного компонента энергетического буфера; и/или IEB - ток, по меньшей мере, через один основной компонент энергетического буфера. На основе этих измерительных сигналов LCD может выполнять следующее: задание сигнала неисправности (например, предупредительного или аварийного) на основе измеренных данных; и/или передача соответствующих сигналов неисправности в MCD 112.

[00116] Функция управления и защита преобразователя V2 308 для модуля 108B ConSource V2 могут заключаться в следующем. LCD 114 принимает сигналы команд управления из MCD 112, которые могут представлять собой опорный сигнал модуляции и сигнал активации либо опорный сигнал и индекс модуляции, который может использоваться в функции PWM и/или гистерезиса в LCD, чтобы формировать

управляющие сигналы для полупроводниковых переключателей S1, S2, S3, S4, S5, S6 в соответствии с технологиями управления мощностью и/или уменьшения гармоник второго порядка, описанными выше. Сигналы IES2, IOUT обратной связи по току, исходящие из интегрированных датчиков тока (не показаны на фиг. 3) преобразователя V2, могут использоваться для защиты от сверхтока вместе с F сигналов, например, исходя из схем формирователей сигналов управления (не показаны на фиг. 3), полупроводниковых устройств преобразователя V2 308, которые переносят информацию относительно состояний сбоя (например, режим сбоя с короткозамкнутой схемой или разомкнутой схемой) одного или более, предпочтительно всех полупроводниковых переключателей. На основе этих конкретных данных LCD 114 может принимать решение в отношении того, какая комбинация переключающих сигналов S1, S2, S3, S4, S5, S6 должна применяться к соответствующим полупроводниковым переключателям, чтобы перепускать или отсоединять преобразователь V2 и весь модуль ConSource V2 от системы 100 (например, аккумуляторного блока и т.д.).

[00117] Фиг. 4 является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления модуля 108C ConSource, называемого в качестве версии 3 модуля ConSource (ConSource V3), и представляет собой пример типа модуля 108 преобразователя/источника. ConSource V3 108C соединен с возможностью осуществления связи с LCD 114, которое в свою очередь соединено с возможностью осуществления связи с MCD 114.

[00118] Модуль ConSource V3 108C может включать в себя источник 1 202 энергии источника энергии и преобразователь V2 308 с дополнительным вводом для соединения дополнительной нагрузки 2 410 при необходимости. Модуль ConSource V3 имеет выходные порты 1 и 2 для соединения с другими модулями ConSource (например, V1/V2/V3) в примерной системе 100. Иллюстрированные выходные порты 3 и 4 из ConSource V3 используются для соединения примерного модуля ConSource V3 в идентичные выходные порты других модулей ConSource V3 примерной системы 100, при необходимости и/или для соединения с дополнительной нагрузкой 1 408, при необходимости. Иллюстрированные выходные порты 5 и 6 из ConSource V3 108C используются для соединения примерного модуля ConSource V3 в идентичные выходные порты других модулей ConSource V3 примерной системы 100, при необходимости и/или для соединения с дополнительной нагрузкой 2 410, при необходимости.

[00119] Аналогично ConSource V1 108A, источник 1 202 энергии модуля ConSource V3 108C может представлять собой или включать в себя любой из примеров, описанных относительно фиг. 6A-6C и т.п.

[00120] Выводы out1 и out2 источника 1 202 энергии соединяются с входными контактными выводами in1 и in2 энергетического буфера 204. Аналогично ConSourcey V1 108A, энергетический буфер 204 модуля ConSource V3 108C может представлять собой или включать в себя любой из примеров, описанных относительно фиг. 7A-7C и т.п.

[00121] Выводы out1 и out2 энергетического буфера 204 соединяются,

соответственно, с вводами in1 и in3 преобразователя V2 308. Преобразователь V2 308 может быть сконфигурирован, как описано относительно модуля 108B ConSource V2 (например, относительно фиг. 5B). В этом варианте осуществления, вывод соединительного индуктора L_C соединяется через ввод In2 преобразователя V2 308 в порт 5 модуля ConSource V3 108C и в опциональную дополнительную нагрузку 2 410, как показано на фиг. 4. Предполагается, что дополнительная нагрузка 2 имеет входной конденсатор, так что преобразователь V2 308 может регулировать, понижать и стабилизировать требуемое неизменяющееся постоянное напряжение на нагрузке, регулирующей напряжение на и токе через соединительный индуктор L_C. Если входной конденсатор не присутствует, то опциональный конденсатор (не показан) может быть размещен между In2 и In3 (или узлом 1 и in3), чтобы формировать LC-схему с соединительным индуктором L_C. Например, если источник 1 энергии представляет собой аккумулятор, модуль с 48-вольтовым стандартным рабочим напряжением (например, двенадцать 4-вольтовых гальванических элементов последовательно) и дополнительной нагрузкой 2 требует 24 В, то S1 и S2 могут управляться таким образом, чтобы работать с 50%-й скважностью импульсов (с замкнутым S1 и разомкнутым S2, а затем с разомкнутым S1 и замкнутым S2) и, на основе обратной связи из датчика тока и/или напряжения, регулироваться соответствующим образом, чтобы поддерживать напряжение при более низком уровне понижения напряжения 24 В. Дополнительная нагрузка 1 соединяется параллельно с источником 1 энергии, и в силу этого работает при напряжении, идентичном напряжению источника 1 энергии, без регулирования посредством преобразователя V2 308.

[00122] Дополнительные вспомогательные нагрузки (например, дополнительная нагрузка 1) могут питаться посредством соединения выводов 3 и 4 с другими нагрузками, работающими при напряжении, идентичном напряжению источника 1 энергии, либо альтернативно посредством предоставления дополнительных экземпляров выводов 3 и 4 для этих дополнительных нагрузок. Дополнительные вспомогательные нагрузки, работающие при пониженных напряжениях из источника 1 энергии (например, дополнительная нагрузка 2), могут питаться посредством добавления дополнительных экземпляров схемы 208 переключения и соединительного индуктора L_C с дополнительными выходными портами 5 и 6. Таким образом, модули 108, описанные в данном документе, могут быть выполнены с возможностью питать любое число из одной или более дополнительных нагрузок, работающих при идентичных или более низких уровнях напряжения, чем источник 1 энергии.

[00123] Сигналы переключения управления для полупроводниковых переключателей S3, S4, S5, S6 могут формироваться различными способами в зависимости от гибкости и требований приспосабливаемой технологии управления в LCD 114 и MCD 112.

[00124] Источник 1 202 энергии может подавать соответствующую часть мощности, необходимой посредством нагрузки системы 100, дополнительной нагрузки

1408 и/или дополнительной нагрузки 2 410, если соединено. Фиг. 13 показывает пример управления потоками мощности для модуля ConSource V3, в котором поток мощности между источником 1 энергии, дополнительной нагрузкой 1 и дополнительной нагрузкой 2 может регулироваться. Примеры дополнительных нагрузок, например, представлять собой бортовую электрическую сеть электрического транспортного средства, HVAC-систему электрического транспортного средства. Нагрузка системы 100, например, может представлять собой одну из фаз мотора транспортного средства или электрической сети. Этот вариант осуществления может обеспечивать возможность полного развязывания между электрическими характеристиками (напряжением и током на контактных выводах) источника энергии и электрическими характеристиками нагрузок.

[00125] В этих вариантах осуществления, ссылаясь на фиг. 13, контроллер 1 1310 потоков мощности (PFC 1), контроллер 2 1320 потоков мощности (PFC 2), модуль 1 оценки потоков мощности (PFE 1) и модуль 2 оценки потоков мощности (PFE 2) может быть дискретными устройствами управления, отдельными от LCD 114 и MCD 112, может реализовываться как программное обеспечение в LCD, может реализовываться как аппаратные средства в LCD или может реализовываться как комбинация аппаратных средств и программного обеспечения в LCD. В некоторых вариантах осуществления, функции PFC 1, PFC 2, PFE 1 и PFE 2 могут совместно использоваться или распределяться между LCD и MCD. Для простоты пояснения, в нижеприведенном варианте осуществления PFC1, PFC2, PFE1 и PFE2 реализуются как программные инструкции, выполняемые посредством LCD.

[00126] PFE 1 может принимать сигнал потока $P_{ES1,REF}$ опорной мощности источника 1 202 энергии из основного контроллера управления мощностью (не показан) расположенный в MCD 112 на основе требований мощности в нагрузке и состояния источника 1 энергии этого конкретного модуля ConSource V3 108C. PFE1 также может принимать сигнал P_{LOAD1}, определенный посредством потребления мощности и/или формирования дополнительной нагрузки 1 408 и полученный в блоке вычисления мощности (не показан на фиг. 13), на основе тока во дополнительной нагрузке 1 (например, измеряемый посредством датчика тока, который может интегрироваться в модуле ConSource V3 или принимаемый посредством LCD непосредственно из дополнительной нагрузки 1). Поток $P_{TOT_REF_ES1}$ полной опорной мощности для источника 1 202 энергии может составлять сумму $P_{ES1,REF}$ и P_{LOAD1}. PFC 1 1310 может оценивать максимально допустимый заряд и/или разрядный ток источника 1 энергии и вычислять реальный допустимый поток $P_{TOT, ES1}$ мощности источника 1 энергии.

[00127] PFE 2 1320 может принимать сигнал потока $P_{TOT, ES1}$ полной мощности источника 1 энергии из PFC 1. PFE2 может принимать также сигнал P_{LOAD2}, определенный посредством потребления мощности и/или формирования дополнительной нагрузки 2 и полученный в блоке вычисления мощности (не показан на фиг. 13), на основе тока во дополнительной нагрузке 2 (например, измеряемый посредством датчика тока, который может интегрироваться в модуле ConSource V3 или принимаемый посредством LCD

непосредственно из дополнительной нагрузки 2). Поток $P_{CONSOURCE}$ полной опорной мощности для модуля ConSource V3 с двумя дополнительными нагрузками может составлять сумму P_{LOAD2} и $P_{TOT, ES1}$. Полный поток мощности $P_{CONSOURCE}$ предоставляется посредством переключающих частей различных преобразователей V2, каждый из которых включает в себя переключатели S3, S4, S5, S6. P_{LOAD2} потока мощности может управляться посредством переключающей части преобразователя V2, который включает в себя переключатели S1, S2 и соединительный индуктор L_C.

[00128] LCD 114 для модуля ConSource V3 180C показывается на фиг. 4. Он может соединяться с модулем 108B ConSource V2 через набор линий диагностических, измерительных, защитных и управляющих сигналов и может выполнять, по меньшей мере, один из, предпочтительно весь из, четыре главных функции. Первая функция может представлять собой управление источником 1 202 энергии. Вторая функция может представлять собой управление дополнительной нагрузкой 2 410. Третья функция может быть защитой энергетического буфера 204 и более конкретно его компонентов от сверхтока, перенапряжения и высокой температуры. Четвертая функция может быть управлением и защитой преобразователя V1.

[00129] В некоторых примерных вариантах осуществления, функция управления источником 1 202 энергии для модуля ConSource V3 108C может заключаться в следующем. LCD 114 принимает измерительные сигналы VES1, TES1, IES1, которые представляют собой: VES1 - напряжения всех элементарных компонентов/гальванических элементов источника 1 202 энергии или напряжения групп элементарных компонентов/гальванических элементов, таких как, например, но не только, аккумуляторные гальванические элементы, отдельные или соединенные последовательно и/или параллельно, ультраконденсаторные гальванические элементы, отдельные или соединенные последовательно и/или параллельно; TES1 - температуры всех элементарных компонентов источника 1 энергии или температуры групп элементарных компонентов; IES1 - выходной ток источника 1 энергии. На основе этих измерительных сигналов LCD может выполнять следующее: вычисляет реальную емкость, фактическое состояние заряда (SOC) и состояние работоспособности (SOH) элементарных компонентов или группы элементарных компонентов; задание предупредительного или аварийного сигнала на основе измеренных и вычисленных данных; передача соответствующих сигналов в MCD.

[00130] Функция управления дополнительной нагрузкой 2 410 для модуля ConSource V3 108C может заключаться в следующем. LCD принимает измерительные сигналы VAL2, IAL2, которые представляют собой: VAL2 - напряжение между портами 5 и 6 из модуля ConSource V3 и IAL2 - ток в соединительном индукторе LC преобразователя V2, который является током дополнительной нагрузки 2. В некоторых вариантах осуществления, LCD сообщает эти сигналы (или представления этого) в MCD, которое выполняет коррекцию посредством регулирования индекса модуляции модуля 108C. В других вариантах осуществления, на основе этих сигналов LCD выполняет коррекцию

опорного сигнала для широтно-импульсной модуляции в LCD, чтобы стабилизировать и/или управлять напряжением на дополнительной нагрузке 2.

[00131] Функция защиты энергетического буфера 204 для модуля ConSource V3 108C может заключаться в следующем. LCD может принимать измерительные сигналы VEB, TEB, IEB, которые представляют собой: VEB - напряжения по меньшей мере, одного основного компонента энергетического буфера, например, и не только, конденсатор CEB или конденсаторы CEB1, CEB2 (см. фиг. 7A-7C); TEB - температура, по меньшей мере, одного основного компонента энергетического буфера 204; IEB - ток, по меньшей мере, через один основной компонент энергетического буфера 204. На основе этих измерительных сигналов LCD может выполнять следующее: задание сигнала неисправности (например, предупредительный или аварийный) на основе измеренных данных; и/или передача соответствующих сигналов неисправности в MCD.

[00132] Функция управления и защиты преобразователя V2 308 для модуля ConSource V3 108C могут заключаться в следующем. LCD 114 принимает сигналы команд управления из MCD 112, которые могут представлять собой опорный сигнал модуляции и сигнал активации либо опорный сигнал и индекс модуляции, который может использоваться в функции PWM и/или гистерезиса в LCD, чтобы формировать управляющие сигналы для полупроводниковых переключателей S1, S2, S3, S4, S5, S6 в соответствии с технологиями управления мощностью и/или уменьшения гармоник второго порядка, описанными выше. Сигналы IES2, IOUT обратной связи по току, исходящие из интегрированных датчиков тока преобразователя V2 (не показаны на фиг. 4), могут использоваться для защиты от сверхтока вместе с одним или более сигналов F, исходящих из схем формирователей сигналов управления (не показаны на фиг. 4), полупроводниковых устройств преобразователя V2, которые переносят информацию относительно состояний сбоя (например, режим сбоя с короткозамкнутой схемой или разомкнутой схемой) одного или более, предпочтительно всех полупроводниковых переключателей. На основе этих конкретных данных LCD может принимать решение в отношении того, какая комбинация переключающих сигналов S1, S2, S3, S4, S5, S6 должна применяться к соответствующим полупроводниковым переключателям, чтобы перепускать или отсоединять преобразователь V2 308 и весь модуль ConSource V3 от системы 100 (например, аккумуляторного блока и т.д.).

[00133] Один пример модуля ConSource представляет собой модуль преобразователя/аккумулятора, имеющий аккумулятор в качестве первого источника энергии. Модуль преобразователя/аккумулятора может упоминаться как модуль ConBatt. Модуль ConBatt может использоваться, например, в аккумуляторном блоке мобильного варианта применения, таком как электрическое транспортное средство (EV). Система 100, сконфигурированная для использования в качестве аккумуляторного блока с множеством модулей ConBatt, может упоминаться как блок ConBatt.

[00134] В других примерных вариантах осуществления, модули ConSource могут соединяться с дополнительными источниками электрической мощности, такими как

фотогальванические панели и/или беспроводное зарядное приемное устройство. В других примерных вариантах осуществления, система 100 может соединять с другой системой 100 (например, другой блок ConBatt) вместе с другими дополнительными нагрузками с различными уровнями напряжения, такими как, например, бортовая электрическая сетевая система и кондиционер EV.

[00135] Признаки одного примерного варианта осуществления модулей V1, V2 или V3 ConSource могут комбинироваться с признаками другого примерного варианта осуществления модулей V1, V2 или V3 ConSource требуемым образом. Например, модули V1 и V2 ConSource могут быть выполнены с возможностью подавать дополнительные нагрузки 1 и/или 2, как описано относительно модуля V3 ConSource. В качестве другого примера, модули V1 и V3 ConSource могут каждый быть сконфигурированы со вторым источником энергии (источник 2 энергии), как описано относительно модуля V2 ConSource.

Примерные варианты осуществления модульных компоновок для модульных систем

[00136] Фиг. 15-29 иллюстрируют примерные варианты осуществления системы 100, размещаемой согласно различным архитектурам или конфигурациям. В этих вариантах осуществления система 100 может быть сконфигурирована как один или более модульных блоков, хотя варианты осуществления не ограничены блоками. Для простоты иллюстрации, MCD и LCD в каждом варианте осуществления не показаны. Как можно видеть, модули могут размещаться множеством способов таким образом, что мощность, внесенная посредством каждого модуля, может суммироваться, чтобы формировать одно или более, например, из однофазного переменного тока на выходе, несколько фаз переменных токов на выходе и постоянного тока на выходе.

[00137] Фиг. 15 показывает примерный вариант блока 1500 ConSource, включающего в себя одномерную матрицу N соединенных модулей 108-1, 108-2, ..., 108-N ConSource согласно настоящему раскрытию сущности. Одномерная матрица также может упоминаться как каскад из N стадий, при этом каждая стадия соответствует одному модулю 108. Все модули 108, показанные здесь, могут при желании комбинироваться в одном энергетическом блоке, причем модули 108 совместно размещаются в одной общей оболочке или кожухе. Каждый из модулей ConSource в матрице может быть сконфигурирован согласно любой из трех версий модуля (V1, V2 и V3), поясненных выше относительно фиг. 2, 3 и 4. Множество модулей ConSource может включать в себя модули, сконфигурированные согласно идентичной версии модуля (V1, V2 или V3) или сочетания модулей, сконфигурированных согласно двум или более из трех версий модуля (V1, V2 и V3). Первый порт 1 модуля ConSource V1/V2/V3 первого ряда одномерной матрицы ("первого модуля ConSource V1/V2/V3") соединяется с первым выходным контактным выводом out1 одномерной матрицы модулей ConSource. Второй порт 2 первого модуля ConSource V1/V2/V3 соединяется с первым портом 1 модуля ConSource V1/V2/V3 во втором ряду ("второй модуль ConSource V1/V2/V3"). Второй порт 2 второго модуля

ConSource V1/V2/V3 соединяется с первым портом модуля ConSource V1/V2/V3 в третьем ряду ("третий модуль ConSource V1/V2/V3") и т.д. в идентичном порядке дальше вниз в N-ый модуль ConSource V1/V2/V3 в N-ом ряду или последнем ряду. Второй порт 2 N-ого модуля ConSource V1/V2/V3 соединяется со вторым выходным контактным выводом 2 из одномерной матрицы 1500. Эта одномерная матрица N соединенных модулей ConSource может использоваться в качестве постоянного тока или источника энергии однофазного переменного тока, к примеру, например, аккумуляторный блок, для вариантов применения для стационарного накопления энергии для однофазных нагрузок постоянного тока или переменного тока. Однофазная нагрузка постоянного тока или переменного тока может соединяться между первым и вторым выходными контактными выводами out1 и out2.

[00138] Выходное напряжение одномерной матрицы N соединенных модулей ConSource может формироваться с использованием, например, но не только, пространственно-векторной модуляции или синусоидальной широтно-импульсной модуляции (PWM) с технологией на основе несущих со сдвигом фаз. Переключающие сигналы для каждого преобразователя модулей ConSource затем могут формироваться с использованием технологии на основе несущих со сдвигом фаз. Эта технология обеспечивает то, что модули ConSource непрерывно вращаются, и мощность почти одинаково распределяется между ними.

[00139] Примерное назначение технологии со сдвигом фаз состоит в формировании многоуровневой выходной формы PWM-сигнала с использованием инкрементно сдвигаемых двухуровневых форм сигналов. Поэтому форма PWM-сигнала уровня X создается посредством суммирования (X-1)/2 двухуровневые формы PWM-сигнала. Эти двухуровневые формы сигналов формируются посредством сравнения формы Vref опорного сигнала с треугольными несущими 1400, 1410 (фиг. 14A, 14B), которые инкрементно сдвигаются на 360°/(X-1). 9-уровневый пример 1400 показывается на фиг. 14A (с использованием четырех модулей 108). Несущие инкрементно сдвигаются посредством 360°/(9-1)=45° и по сравнению с формой опорного сигнала. Двухуровневые формы 1420 PWM-сигнала, к которым приводят, показаны на фиг. 14C. Эти двухуровневые формы сигналов могут использоваться в качестве переключающих сигналов для полупроводниковых переключателей преобразователей в каждом модуле 108 ConSource. В качестве примера, для одномерной матрицы, включающей в себя четыре каскадных модуля ConSource, имеющих преобразователь V1 (с S3, S4, S5, S6, размещаемых в мостовой схеме управления), сигнал на 0° используется для S3, а сигнал на 180° - для S6 первого модуля ConSource, сигнал на 45° используется для S3, а сигнал на 225° - для S6 второго модуля ConSource и т.д. Следует отметить, что во всех преобразователях V1/V2/V3, сигнал для S3 является комплементарным S4, и сигнал для S5 является комплементарным S6 вместе с определенным мертвым временем, чтобы избегать прохождение через каждое плечо. Фиг. 14D иллюстрирует примерную форму сигнала переменного тока, сформированную посредством наложения выходных

напряжений из четырех модулей.

[00140] В зависимости от ресурсов и ограничений аппаратных средств, которые используются для того, чтобы реализовывать модуляцию, альтернатива должна формировать отрицательный опорный сигнал вместе с первым (N-1)/2 несущие. 9-уровневый пример показан на фиг 14B. В этом случае, PWM-сигналы на 0° - 135° формируются посредством сравнения Vref с соответствующими несущими, и PWM-сигналы на 180-315° формируются посредством сравнения -Vref с несущими в 0-135°. Тем не менее, логика сравнения во втором случае должна быть изменена на противоположное. Другие технологии, к примеру, декодер с машиной состояний также могут использоваться для того, чтобы формировать стробирующие сигналы для мостовых схем управления.

[00141] В многофазных вариантах осуществления системы, идентичные несущие могут использоваться в течение каждой фазы, или набор несущих может сдвигаться в целом в течение каждой фазы. Например, в трех системах фазы каждая матрица фазы может использовать идентичное число несущих с идентичными относительными смещениями, как показано на фиг. 14A и 14B, но несущие второй фазы сдвигаются на 120 градусов по сравнению с несущими первой фазы, и несущие третьей фазы сдвигаются на 240 градусов по сравнению с несущими первой фазы. Во многих случаях, несущие частоты должны быть фиксированными, но в некоторых примерных вариантах осуществления, несущие частоты могут регулироваться. Регулирование несущих частот может помогать уменьшать потери в электромоторе EV при условиях высокого тока.

[00142] Этот вариант осуществления одномерной матрицы 1500 системы 100, показанной на фиг. 15, обеспечивает возможность получения высокое напряжение любой формы с очень низким общим гармоническим искажением между первым и вторым контактными выводами 1 и 2 с использованием элементов источников энергии с низким и/или средним номинальным напряжением и переключающих компонентов (MOSFET, JFET, IGBTS и т.д.) со значительно уменьшенным потерями на переключение и на электропроводность диэлектрика в модулях ConSource.

[00143] Фиг. 16 показывает примерный вариант первой версии блока ConSource, включающего в себя двумерную матрицу 1600 или две одномерных матрицы 1500 из N соединенных модулей 108-1, 108-2, ..., 108-N ConSource V1/V2/V3 согласно настоящему раскрытию сущности. Вывод формирования постоянного или переменного напряжения каждой из этих двух одномерных матриц 1500, которые формируют эту двумерную матрицу 1600, описывается выше относительно фиг. 15. Все модули 108, показанные здесь, могут при желании комбинироваться в одном энергетическом блоке, причем модули 108 совместно размещаются в одной общей оболочке или кожухе. Второй порт 2 каждого N-ого модуля ConSource V1/V2/V3 в N-ых или последних рядах обеих из одномерных матриц соединяются между собой и с общим выходным контактным выводом Out3 двумерной матрицы. Выходные напряжения предоставляются между первым и вторым выходными контактными выводами Out1 и Out2 и общим выходным контактным выводом Out3.

[00144] Эта двумерная матрица 2N числа соединенных модулей ConSource V1/V2/V3 может использоваться в качестве двухфазного источника энергии переменного тока для вариантов применения для стационарного накопления энергии для однофазных нагрузок постоянного тока или переменного тока. Нагрузка может соединяться между первым и вторым выходными контактными выводами Out1 и Out2, в то время как общий контактный вывод Out3 может соединяться с нейтралью нагрузки при необходимости.

[00145] Первый и второй выходные контактные выводы out1 и out2 примерного блока ConSource на основе двумерной матрицы могут соединяться между собой через соединительные индукторы и соединяться с идентичным первым контактным выводом нагрузки переменного тока или постоянного тока, когда общий выходной контактный вывод out3 соединяется со вторым контактным выводом нагрузки переменного тока или постоянного тока. В этом случае, характеристика выходной мощности такого блока ConSource на основе двумерной матрицы с N рядов в два раза выше характеристики выходной мощности блока ConSource на основе одномерной матрицы с идентичным числом N рядов.

[00146] Этот вариант осуществления двумерной матрицы системы 100, показанной на фиг. 16, обеспечивает возможность получения двух систем фазы высоких напряжений с сдвигами фаз в 90 градусов. Например, такие системы могут использоваться в электрических печах. В общем, высокие напряжения любой формы с очень низким общим гармоническим искажением могут получаться между контактными выводами out1, out2 и общий контактный вывод out3, который может служить в качестве нейтрали, с использованием элементов источника энергии и/или среднего напряжения низкого напряжения, и переключающих компонентов (MOSFET, JFET, IGBTS и т.д.) со значительно уменьшенным переключением и потерями на электропроводность диэлектрика в модулях ConSource.

[00147] Фиг. 17 показывает примерный вариант второй версии блока ConSource, включающего в себя двумерную матрицу 1700 или две одномерных матрицы из N и N+1 соединенных модулей 108-1, 108-2, ..., 108-N ConSource согласно настоящему раскрытию сущности. Вывод формирования постоянного или переменного напряжения каждой из этих двух одномерных матриц 1500 с N и N+1 взаимосоединенных модулей ConSource, которые формируют эту двумерную матрицу, описывается выше относительно фиг. 15. Все модули 108, показанные здесь, могут при желании комбинироваться в одном энергетическом блоке, причем модули 108 совместно размещаются в одной общей оболочке или кожухе. Второй порт 2 каждого N-ого модуля ConSource V1/V2/V3 в N-ых или последних рядах обеих из одномерных матриц соединяется с первым и вторым портами 1 и 2 дополнительного или (N+1)-ого модуля ConSource V1/V2/V3.

[00148] Эта двумерная матрица 2N+1 числа соединенных модулей ConSource V1/V2/V3 может использоваться в качестве источника энергии однофазного переменного тока для вариантов применения для стационарного накопления энергии для однофазных нагрузок постоянного тока или переменного тока. Нагрузка может соединяться между

первым и вторым выходными контактными выводами Out1 и Out2 первого модуля ConSource V1/V2/V3 в первом ряду каждой из одномерных матриц.

[00149] Фиг. 18 показывает примерный вариант первой версии блока ConSource, включающего в себя множество модулей 108-1, 108-2, ..., 108-N ConSource V1/V2/V3, соединенных в трехмерной матрице 1800, согласно настоящему раскрытию сущности. Все модули 108, показанные здесь, могут при желании комбинироваться в одном энергетическом блоке, причем модули 108 совместно размещаются в одной общей оболочке или кожухе. Первый, второй и третий выходные контактные выводы out1, out2 и out3 блока ConSource соединяются с первым портом 1 первого модуля ConSource V1/V2/V3 первого ряда каждой из трех одномерных матриц 1500, которые формируют этот блок ConSource на основе трехмерной матрицы 1800. Вывод формирования постоянного или переменного напряжения каждой из трех одномерных матриц 1500, которые формируют этот блок ConSource на основе трехмерной матрицы 1800, описывается выше относительно фиг. 15. Второй порт 2 N-ого модуля ConSource V1/V2/V3 в N-ом ряду или последнем ряду каждой из трех одномерных матриц соединяются между собой и с общим выходным контактным выводом out4 трехмерной матрицы. Выходные напряжения предоставляются между первым, вторым и третьим выходными контактными выводами out1, out2, out3 и общим выходным контактным выводом out4.

[00150] Эта трехмерная матрица 1800 3N соединенных модулей 108-1, 108-2, ..., 108-N, ConSource V1/V2/V3 может использоваться в качестве источника энергии трехфазного переменного тока для вариантов применения для стационарного накопления энергии или для электрических транспортных средств для одиночной нагрузки постоянного тока или переменного тока, трехфазных нагрузок, трехфазных электросетей или трехфазных электромоторов 2200, как показано на фиг. 22. Трехфазная нагрузка может соединяться между первым, вторым и третьим выходными контактными выводами out1, out2, out3, в то время как общий выходной контактный вывод out4 может соединяться с нейтралью нагрузки при необходимости.

[00151] Первый, второй и третий выходные контактные выводы out1, out2 и out3 блока ConSource на основе трехмерной матрицы могут соединяться между собой через соединительные индукторы и соединяться с идентичным первым контактным выводом однофазной нагрузки постоянного тока или переменного тока, когда общий выходной контактный вывод out4 соединяется со вторым контактным выводом однофазной нагрузки постоянного тока или переменного тока. В этом случае, характеристика выходной мощности такого блока ConSource на основе трехмерной матрицы с N рядов в три раза выше характеристика выходной мощности аккумуляторного ACi-блока на основе одномерной матрицы с идентичным числом N рядов.

[00152] Эта трехмерная матрица 1900 вариантов осуществления системы 100, показанной на фиг. 19, обеспечивает возможность получения трехфазной системы высоких напряжений любой формы с очень низким общим гармоническим искажением

между контактными выводами ou1, out2, out3 и общий контактный вывод out3, который может служить в качестве нейтрали, с использованием элементов источников энергии с низким и/или средним номинальным напряжением и переключающих компонентов (MOSFET, JFET, IGBTS и т.д.) со значительно уменьшенными потерями на переключение и на электропроводность диэлектрика в модулях ConSource. Эта система может соединяться с сетью распределения мощности и может использоваться в качестве источника активной мощности или буферного модуля компенсации реактивной мощности и модуля коррекции коэффициента мощности, активного фильтра гармоник с очень высокой динамической характеристикой и значительно уменьшенным размером пассивного фильтра между out1, out2, out3 и фазами электросети. Эта система также может соединяться с трехфазной нагрузкой, предоставляющей энергию из элементов источника энергии, таких как аккумуляторы, суперконденсаторы, топливные элементы и т.д.

[00153] Фиг. 19 показывает примерный вариант второй версии блока ConSource, включающего в себя множество модулей 108-1, 108-2, ..., 108-N ConSource, соединенных в трехмерной матрице 1900 согласно настоящему раскрытию сущности. Все модули 108, показанные здесь, могут при желании комбинироваться в одном энергетическом блоке, модули 108 совместно размещаются в одной общей оболочке или кожухе.

[00154] Первый порт 1 модуля 108-1 ConSource V1/V2/V3 первого ряда ("первого модуля ConSource V1/V2/V3") каждой из трех одномерных матриц 1500 соединяется с первым, вторым и третьим выходными контактными выводами out1, out2 и out3 каждой из трех одномерных матриц, которые формируют этот блок ConSource на основе трехмерной матрицы. Формирование выходного постоянного или переменного напряжения каждой из трех одномерных матриц с N соединенных модулей ConSource V1/V2/V3, которые формируют эту трехмерную матрицу, описывается выше относительно фиг. 15. Второй порт 2 первых модулей 108-1 ConSource V1/V2/V3 соединяется с первыми портами 1 модулей ConSource V1/V2/V3 108-2 во вторых рядах трех одномерных матриц ("вторых модулей ConSource V1/V2/V3"). Вторые порты 2 вторых модулей ConSource V1/V2/V3 соединяются с первыми портами 1 модулей ConSource V1/V2/V3 в третьих рядах (не показаны) трех одномерных матриц и т.д. в идентичном порядке дальше вниз относительно числа рядов M модулей ConSource V1/V2/V3, в котором M равно 2 или больше.

[00155] Первые порты 1 модулей ConSource V1/V2/V3 M+1-ых рядов соединяются со вторыми портами 2 модулей ConSource V1/V2/V3 M-ых рядов (не показаны). Вторые порты 2 модулей ConSource V1/V2/V3 в M+1-ых рядах соединяются с первыми портами 1 модулей ConSource V1/V2/V3 в M+2-ых рядах (не показаны). Вторые порты вывода 2 из модулей ConSource V1/V2/V3 в M+2-ых рядах соединяются с первыми портами 1 модулей ConSource V1/V2/V3 в M+3-их рядах (не показаны) и т.д. в идентичном порядке дальше вниз относительно M+N рядов модулей ConSource V1/V2/V3.

[00156] Второй порт 2 модуля ConSource V1/V2/V3 в последнем ряду или M+N-ом

ряду первой колонки 1500 трехмерной матрицы соединяется с первым портом 1 модуля ConSource V1/V2/V3 ряда M+1 второй колонки 1500' трехмерной матрицы. Второй порт 2 модуля ConSource V1/V2/V3 в последнем ряду или M+N-ом ряду второй колонки трехмерной матрицы соединяется с первым портом 1 модуля ConSource V1/V2/V3 ряда M+1 третьей колонки 1500" трехмерной матрицы. Второй порт 2 модуля ConSource V1/V2/V3 в последнем ряду или M+N-ом ряду третьей колонки трехмерной матрицы соединяется с первым портом 1 модуля ConSource V1/V2/V3 ряда M+1 первой колонки трехмерной матрицы.

[00157] Эта трехмерная матрица соединенных модулей ConSource V1/V2/V3 может использоваться в качестве трехфазного источника энергии для вариантов применения для стационарного накопления энергии или для электрических транспортных средствдля одиночной нагрузки постоянного тока или переменного тока, трехфазных нагрузок, трехфазных электросетей или трехфазных электромоторов, как показано на фиг. 23.

[00158] В дополнение к преимуществам, упомянутым относительно фиг. 18, это трехфазное (трехмерная матрица) конфигурировало вариант осуществления системы 100, показанной на фиг. 19 с комбинацией последовательно соединенных и дельта-соединенных модулей ConSource, предоставляет эффективный обмен энергией между всеми модулями ConSource системы (межфазной балансировкой) и фазами электросети или нагрузки. Комбинация дельта- и последовательно соединенных модулей ConSource обеспечивает уменьшение общего числа модулей ConSource в матрице, чтобы получать требуемые выходные напряжения.

[00159] Фиг. 20 показывает примерный вариант третьей версии блока ConSource, включающего в себя множество модулей ConSource, соединенных в трехмерной матрице 2000 согласно настоящему раскрытию сущности. Все модули 108, показанные здесь, могут при желании комбинироваться в одном энергетическом блоке, причем модули 108 совместно размещаются в одной общей оболочке или кожухе. Первый, второй и третий выходные контактные выводы out1, out2 и out3 блока ConSource соединяются с первыми портами 1 модулей 108-1 ConSource V1/V2/V3 первых рядов трех одномерных матриц 1500, которые формируют этот блок ConSource на основе трехмерной матрицы 2000. Формирование выходного постоянного или переменного напряжения каждой из трех одномерных матриц с N соединенных модулей 108-1, 108-2, ..., 108-N, ConSource V1/V2/V3, которые формируют эту трехмерную матрицу, описывается выше относительно фиг. 15. Второй порт 2 модуля ConSource V1/V2/V3 N-ого ряда первой колонки трехмерной матрицы соединяется с первым портом 1 первого дополнительного модуля ConSource V3, используемого в качестве модуля межсоединения (IC) 108-IC (N+1)-ого ряда. Второй порт 2 модуля ConSource V1/V2/V3 N-ого ряда второй колонки трехмерной матрицы соединяется со вторым портом 2 первого дополнительного модуля ConSource V3 108-IC (N+1)-ого ряда. Второй порт 2 модуля ConSource V1/V2/V3 N-ого ряда третьей колонки трехмерной матрицы соединяется с первым портом 1 второго дополнительного модуля ConSource V3 108-IC (N+1)-ого ряда. Второй порт 2 второго

дополнительного модуля ConSource V3 соединяется с четвертым выходным контактным выводом Out4 блока ConSource. Третьи и четвертые порты 3 и 4 из первых и вторых дополнительных модулей ConSource V3 (N+1)-ых рядов взаимно соединяются, как показано на фиг. 20.

[00160] Эта трехмерная матрица соединенных модулей ConSource V1/V2/V3 может использоваться в качестве трехфазного источника энергии для вариантов применения для стационарного накопления энергии или для электрических транспортных средствдля одиночной нагрузки постоянного тока или переменного тока, трехфазных нагрузок, трехфазных электросетей или трехфазных электромоторов, как показано на фиг. 24. Трехфазная нагрузка может соединяться между первым, вторым и третьим выходными контактными выводами out1, out2 и out3, в то время как четвертый выходной контактный вывод out4 может служить в качестве одного зарядному контактному выводу.

[00161] В дополнение к преимуществам, упомянутым относительно фиг. 18, это трехфазное (трехмерная матрица) конфигурировало вариант осуществления системы 100, показанной на фиг. 20 с двумя дополнительными модулями межсоединения ConSource V3 108-IC, предоставляет эффективный и быстрый обмен энергией между всеми модулями ConSource системы (межфазной балансировкой) и фазами электросети или нагрузки.

[00162] Фиг. 21 показывает примерный вариант четвертой версии блока ConSource, включающего в себя множество модулей ConSource, соединенных в многомерной матрице 2100, включающей в себя K одномерных матриц 1500 согласно настоящему раскрытию сущности, где K, в качестве примера, равно 3 или более, и проиллюстрирован в примерной ориентации, имеющей множество рядов и колонок K для целей представления и справки. Все модули 108, показанные здесь, могут при желании комбинироваться в одном энергетическом блоке, причем модули 108 совместно размещаются в одной общей оболочке или кожухе. Каждая из одномерных матриц 1500 K включает в себя модули 108-1 ConSource V1/V2/V3 M+N, ..., 108-(M+N), имеющий первые и вторые порты. Каждая из первой, K-ой и других одномерных матриц нечетного целого числа включает в себя M+N+1-ый дополнительный модуль ConSource V3, 108-IC имеющий первый, второй, третий и четвертый порты.

[00163] Первые порты 1 модулей ConSource V1/V2/V3 первых рядов каждого числа K одномерных матриц, соответственно, соединяются с отдельными первых и вторых выходных контактных выводов out1 и out2 и т.д. в K-ый выходной контактный вывод outK числа K одномерных матриц, которые формируют этот блок ConSource на основе многомерной матрицы. Вторые порты 2 модулей ConSource V1/V2/V3 в первых рядах соединяются с первыми портами 1 модулей ConSource V1/V2/V3 во вторых рядах (не показаны) каждого числа K одномерных матриц. Вторые порты 2 модулей ConSource V1/V2/V3 во вторых рядах соединяются с первыми портами 1 модулей ConSource V1/V2/V3 в третьих рядах (не показаны) каждого числа K одномерных матриц и т.д. в идентичном порядке дальше вниз относительно числа рядов M модулей ConSource V1/V2/V3, где M равно 2 или больше.

[00164] Второй порт 2 модуля ConSource V1/V2/V3 108 M первой колонки матрицы M-ого ряда соединяется с первым портом 1 модуля 108-1 ConSource V1/V2/V3 второй колонки матрицы первого ряда. Второй порт 2 модуля ConSource V1/V2/V3, 108 M второй колонки матрицы M-ого ряда соединяются с первым портом 1 модуля 108-1 ConSource V1/V2/V3 третьей колонки матрицы первого ряда и т.д. в идентичном порядке в K-ую колонку матрицы, причем второй порт 2 модуля ConSource V1/V2/V3 108 M в K-ой колонке матрицы M-ого ряда соединяется с первым портом 1 модуля 108-1 ConSource V1/V2/V3 первой колонки матрицы первого ряда.

[00165] Первые порты 1 модулей 108-(M+1) ConSource V1/V2/V3 всех первых через K-ые колонки матрицы M+1-ых рядов соединяются со вторыми портами 2 модулей ConSource V1/V2/V3 108 M M-ых рядов. Вторые порты 2 модулей 108-(M+1) ConSource V1/V2/V3 всех первых через K-ые колонки матрицы M+1-ые ряды соединяются с первыми портами 1 модулей ConSource V1/V2/V3 всех первых через K-ые колонки M+2-ых рядов и т.д. в идентичном порядке дальше вниз относительно N рядов модулей ConSource V1/V2/V3, где N равно 2 или больше.

[00166] Второй порт 2 модуля ConSource V1/V2/V3 M+N-ого ряда первой колонки матрицы для многомерной матрицы соединяется с первым портом 1 первого дополнительного модуля ConSource V3 M+N+1-ого ряда. Второй порт 2 модуля ConSource V1/V2/V3 M+N-ого ряда второй колонки матрицы для многомерной матрицы соединяется со вторым портом 2 первого дополнительного модуля ConSource V3 M+N+1-ого ряда. Второй порт 2 модуля ConSource V1/V2/V3 M+N-ого ряда K-2-го колонки матрицы для многомерной матрицы соединяется с первым портом 1 ((K-1)/2)-го дополнительного модуля ConSource V3 M+N+1-ого ряда. Второй порт 2 модуля ConSource V1/V2/V3 M+N-ого ряда (K-1)-ой колонки многомерной матрицы соединяется со вторым портом 2 ((K-1)/2)-го дополнительного модуля ConSource V3 M+N+1-ого ряда. Второй порт 2 модуля ConSource V1/V2/V3 M+N-ого ряда K-ой колонки многомерной матрицы соединяется с первым портом 1 (K+1)/2-ого дополнительного модуля ConSource V3 M+N+1-ого ряда. Второй порт 2 (K+1)/2-ого дополнительного модуля ConSource V3 соединяется с K-ым выходным контактным выводом outK+1 блока ConSource. Выходные порты 3 и 4 всех (K+1)/2 дополнительных модулей ConSource V3 M+N+1-ых рядов соединяются между собой, как показано на фиг. 21.

[00167] Эта многомерная матрица соединенных модулей ConSource V1/V2/V3 может использоваться в качестве многофазного источника энергии для вариантов применения для стационарного накопления энергии или для электрических транспортных средств, для нагрузки постоянного тока, многофазных нагрузок переменного тока, многофазных электросетей или многофазных электромоторов.

[00168] В дополнение к преимуществам, упомянутым относительно фиг. 18, эта многомерная матрица, 2100 вариантов осуществления системы 100, показанной на фиг. 21, с комбинацией дельта-соединенных и последовательно соединенных модулей ConSource и дополнительных модулей межсоединения ConSource V3, предоставляет

эффективный и быстрый обмен энергией между всеми модулями ConSource системы (межфазной балансировкой) и фазами электросети или нагрузки. Комбинация дельта- и последовательно соединенных модулей ConSource обеспечивает уменьшение общего числа модулей ConSource в матрице, чтобы получать требуемые выходные напряжения.

[00169] Фиг. 22 и фиг. 23 показывают примерные варианты осуществления первых и вторых версий блоков ConSource 1800, 1900, соответственно, как представлено на фиг. 18 и фиг. 19, соответственно, и дополнительно соединенные с трехфазными электромоторами 2200 любого типа. Все модули 108, показанные на фиг. 22, могут при желании комбинироваться в одном энергетическом блоке, причем модули 108 совместно размещаются в одной общей оболочке или кожухе. То же касается всех модулей 108, показанных на фиг. 23.

[00170] Трехмерная матрица 1800 (приводная система трехфазного мотора) вариант осуществления системы 100, показанной на фиг. 22, обеспечивает возможность получения трехфазной системы высоких напряжений любой формы с очень низким общим гармоническим искажением между фазами A, B и C мотора, с использованием элементов источника энергии и/или среднего напряжения низкого напряжения, и переключающих компонентов (MOSFET, JFET, IGBTS и т.д.) со значительно уменьшенным переключением и потерями на электропроводность диэлектрика. Эта система не требует использования громоздких пассивных фильтров как и в случае двухуровневого инвертора и имеет высокую динамическую характеристику.

[00171] В дополнение к преимуществам, упомянутым относительно фиг. 22, вариант 1900 осуществления привода трехфазного мотора системы 100 (трехмерная матрица), показанная на фиг. 23, с комбинацией последовательно соединенных и дельта-соединенных модулей 108 ConSource, предоставляет эффективный обмен энергией между всеми модулями ConSource системы (межфазной балансировкой) и всеми фазами электромотора 2200. Комбинация дельта- и последовательно соединенных модулей ConSource обеспечивает уменьшение общего числа модулей ConSource в матрице, чтобы получать требуемые выходные напряжения мотора.

[00172] Фиг. 24 показывает примерный вариант третьей версии блока ConSource, соединенного с трехфазным электромотором 2200 любого типа. Все модули 108, показанные здесь, могут при желании комбинироваться в одном энергетическом блоке, причем модули 108 совместно размещаются в одной общей оболочке или кожухе. Блок ConSource является таким, как представлено на фиг. 21, где K равно 3, с третьим и четвертым выходными портами 3 и 4 двух дополнительных модулей ConSource V3 108-IC (N+1)-ых рядов, соединенных между и со второй дополнительной нагрузкой 2. Два дополнительных модуля ConSource V3 (N+1)-ых рядов дополнительно включают в себя пятый и шестой выходные порты 5 и 6, соединенные между собой и с первой дополнительной нагрузкой 1408. Первая дополнительная нагрузка 1 и вторая дополнительная нагрузка 2 410 имеют различные напряжения и представляют, например, но не только, бортовую сетевую систему электрического транспортного средства и

систему подачи мощности кондиционера, соответственно.

[00173] В дополнение к преимуществам, упомянутым относительно фиг. 21, этот вариант 2400 осуществления привода трехфазного электромотора системы 100 (трехмерная матрица), показанная на фиг. 24, с комбинацией последовательно соединенных и дельта-соединенных модулей 108 ConSource и двух дополнительных модулей межсоединения ConSource V3 108-IC, предоставляет эффективный и быстрый обмен энергией между всеми модулями ConSource системы (межфазной балансировкой) и фазами электромотора 2200. Комбинация дельта- и последовательно соединенных модулей ConSource обеспечивает уменьшение общего числа модулей ConSource в матрице, чтобы получать требуемые выходные напряжения электромотора. Дополнительные выходные контактные выводы 3, 4, 5, 6 модулей межсоединения ConSource V3 предоставляют низкие напряжения различных уровней, которые могут использоваться для того, чтобы предоставлять мощность для дополнительных нагрузок, которые в свою очередь представляют, например, электрическую бортовую сеть и HVAC-линию подачи мощности электрического транспортного средства. В этом случае, аккумулятор сверхнизкого напряжения не требуется; энергия для вышеуказанных систем подается посредством полной матрицы модулей ConSource.

[00174] Фиг. 25 показывает примерный вариант 2500 из четвертой версии блока ConSource, соединенного с трехфазным электромотором 2200 любого типа. Все модули 108, показанные здесь, могут при желании комбинироваться в одном энергетическом блоке, причем модули 108 совместно размещаются в одной общей оболочке или кожухе. Блок ConSource является таким, как представлено на фиг. 20, с третьим и четвертыми выходными портами 3 и 4 двух дополнительных модулей ConSource V3 108 (N+1)-ых рядов, соединенных между собой и со второй дополнительной нагрузкой 410. Два дополнительных модуля ConSource V3 (N+1)-ых рядов дополнительно включают в себя пятый и шестой выходные порты 5 и 6 соединенных вместе и с первой дополнительной нагрузкой 408. Первая дополнительная нагрузка 408 и вторая дополнительная нагрузка 410 имеют различные напряжения и представляют, например, но не только, бортовую сетевую систему электрического транспортного средства и систему подачи мощности кондиционера, соответственно.

[00175] В дополнение к преимуществам, упомянутым относительно фиг. 22, этот вариант осуществления привода трехфазного электромотора системы 100 (трехмерная матрица), показанная на фиг. 25, с двумя дополнительными модулями межсоединения ConSource V3 108-IC, предоставляет эффективный и быстрый обмен энергией между всеми модулями ConSource системы электромотор фаз и (межфазной балансировкой). Дополнительные выходные контактные выводы 3, 4, 5, 6 из модулей межсоединения ConSource V3 108-IC предоставляют низкие напряжения различных уровней, которые могут использоваться для того, чтобы предоставлять мощность для дополнительных нагрузок, которые в свою очередь представляют, например, электрическую бортовую сеть и HVAC-линию подачи мощности электрического транспортного средства. В этом случае

аккумулятор сверхнизкого напряжения не требуется; энергия для вышеуказанных систем подается посредством полной матрицы модулей ConSource.

[00176] Фиг. 26 показывает примерный вариант 2600 из пятой версии блока ConSource, соединенного с шестифазным электромотором 2650 из любого типа. Все модули 108, показанные здесь, могут при желании комбинироваться в одном энергетическом блоке, причем модули 108 совместно размещаются в одной общей оболочке или кожухе. Блок ConSource является таким, как представлено на фиг. 25, с первой и второй колонками матрицы трехмерной матрицы 2500, повторяющими два раза, с тем чтобы формировать шесть колонок матрицы шестимерной матрицы, включающей в себя 3 набора первых и вторых колонок матрицы, показанных на фиг. 25. Третий и четвертый порты 3 и 4 трех дополнительных модулей ConSource V3 108-IC рядов N+1 соединяются между собой и со второй дополнительной нагрузкой 2 410, и пятый и шестой порты 5 и 6 трех дополнительных модулей ConSource V3 108-IC (N+1)-ых рядов соединяются между собой и с первой дополнительной нагрузкой 1 408. Первая дополнительная нагрузка 408 и вторая дополнительная нагрузка 410 имеют различные напряжения и представляют, например, но не только, бортовую сетевую систему электрического транспортного средства и систему подачи мощности кондиционера, соответственно.

[00177] В дополнение к преимуществам, упомянутым относительно фиг. 22, этот вариант осуществления привода трехфазного электромотора системы 100 (трехмерная матрица), показанная на фиг. 26, с тремя дополнительными модулями межсоединения ConSource V3 108-IC, предоставляет эффективный и быстрый обмен энергией между всеми модулями ConSource системы (межфазной балансировкой) и всеми шестью электромоторами фаз. Дополнительные выходные контактные выводы 3, 4, 5, 6 из модулей межсоединения ConSource V3 предоставляют низкие напряжения различных уровней, которые могут использоваться для того, чтобы предоставлять мощность для дополнительных нагрузок, которые в свою очередь представляют, например, электрическую бортовую сеть и HVAC-линию подачи мощности электрическое транспортное средство. В этом случае аккумулятор сверхнизкого напряжения не требуется; энергия для вышеуказанных систем подается посредством всей шестимерной матрицы модулей ConSource.

[00178] Фиг. 27A показывает примерный вариант шестой версии системы 100, имея две системы 2700 и 2700' ConSource, включающие в себя N рядов модулей ConSource, соединенных в трехмерной матрице. Система 2700 выполнена с возможностью представлять собой первичное электропитание для трехфазного электромотора 2200, в то время как система 2700' выполнена с возможностью представлять собой первичное электропитание для трех электромоторов 2200' фазы. Обе системы 2700 и 2700' могут работать с различными напряжениями и частотами. Система 2700 включает в себя (N+1)-ый ряд IC-модулей 108-IC, которые соединяются с дополнительными нагрузками и N-ой строкой модулей 108-N системы 2700'.

[00179] Каждая система 2700, 2700' может быть независимо сконфигурирована в качестве одного общего электрического и механического узла или блока с модулями 108, размещенными рядом или в непосредственной близости друг с другом и совместно использующими идентичную систему охлаждения. Каждый из блоков 2700, 2700' может быть расположен в собственной отдельной и независимой оболочке или кожухе 2705, 2705', соответственно. В других вариантах осуществления, все модули 108, показанные на фиг. 27A, могут комбинироваться в качестве одного общего блока. В еще одном другом варианте осуществления, может использоваться любая из вышеуказанных конфигураций, но с IC-модулями 108-IC в одном или более отдельных блоков, отличных от блока(ов), удерживающего другие каскадные модули 108.

[00180] Первые, вторые и третьи контактные выводы A, B и C первого мотора 1 2200 соединяются с блоком ConSource в первых портах 1 модулей 108-1 ConSource V1/V2/V3 первого ряда блока 2700. Вторые порты 2 модулей ConSource V1/V2/V3 N-ого ряда всех трех колонок матрицы блока 2700 соединяются с первыми портами 1 трех соответствующих IC-модулей 108-IC N+1-ого ряда, как показано на фиг. 27A. Вторые порты 2 всех трех IC-модулей 108-IC N+1-ого ряда соединяются со вторыми портами 2 модулей 108-N ConSource V1/V2/V3 N-ого ряда блока 2700'. Первые, вторые и третьи выходные контактные выводы A', B' и C' Электромотора 2200' соединяются с первыми портами 1 модулей ConSource V1/V2/V3 1-ого ряда блока ConSource 2700'. Вторые порты 2 модулей 108-1 ConSource V1/V2/V3 1-ого ряда соединяются со вторыми портами 2 модулей 108-2 ConSource V1/V2/V3 из второго ряда блока 2700' и т.д. в идентичном порядке дальше вниз до последнего ряда или N-ого ряда блока 2700', как показано на фиг. 27A.

[00181] Третьи и четвертые порты 3 и 4 IC-модулей 108-IC соединяются между собой и с первой дополнительной нагрузкой 408. Пятые и шестые порты 5 и 6 трех IC-модулей 108-IC соединяются между собой и со второй дополнительной нагрузкой 410. Первая дополнительная нагрузка и вторая дополнительная нагрузка имеют различные напряжения и представляют, например, но не только, бортовую сетевую систему и систему подачи мощности кондиционера электрического транспортного средства, соответственно.

[00182] Этот вариант осуществления трехмерной матрицы системы 100 с тремя дополнительными модулями межсоединения ConSource V3 108-IC, показанными на фиг. 27A, предоставляет независимое регулирование (управление) напряжения и частоты, по меньшей мере, для двух независимых электромоторов (например, в двухмоторной приводной системе) и более эффективный и быстрый обмен энергией (межфазную балансировку) между всеми модулями ConSource такой двухмоторной системы и фазой двух электромоторов. Дополнительные выходные контактные выводы 3, 4, 5, 6 модулей межсоединения ConSource V3 предоставляют низкие напряжения различных уровней, которые могут использоваться для того, чтобы предоставлять мощность для дополнительных нагрузок, которые в свою очередь представляют, например,

электрическую бортовую сеть и HVAC-линию подачи мощности электрического транспортного средства. В этом случае, аккумулятор сверхнизкого напряжения не требуется; энергия для вышеуказанных систем подается посредством полной матрицы модулей ConSource. В этом варианте осуществления, IC-модули 108-IC показаны как представляющий собой часть блок 2700, но в других вариантах осуществления, IC-модули 108-IC могут находиться за пределами блоков 2700 и 2700', в качестве независимых объектов или в третьем блоке, содержащем три IC-модуля 108-IC. Конфигурация по фиг. 27A может использоваться в нескольких стационарных и мобильных вариантах применения, включающих в себя EV, имеющие два встроенных в колесо электромотора 2200 и 2200', которые могут представлять собой электромоторы для двух передних колес (привод на передние колеса) или двух задних колес (привод на задние колеса). Независимо от того, подается или нет мощность во дополнительные нагрузки 408 и 410, этот вариант осуществления разрешает межфазную балансировку между фазами в каждой отдельной системе и для двух систем (например, межсистемную или межблочную балансировку).

[00183] Фиг. 27B показывает другой пример вариант осуществления системы 100, в котором система, описанная относительно фиг. 27A, дублирована, чтобы реализовывать четыре системы 2750, 2750', 2750", 2750"' в качестве первичных источников мощности для четырех моторов 2200, 2200', 2200", 2200"', соответственно. Каждая система 2750, 2750', 2750", 2750"' включает в себя число рядов модулей 108, соединенных в трехмерной матрице, причем система 2750 имеет N рядов, система 2750' имеет M рядов, система 2750" имеет P рядов, и система 2750"' имеет Q рядов. Число рядов (и, следовательно, каскадные стадии) в каждой системе может отличаться, хотя во многих вариантах осуществления число рядов может быть идентичным (N=M=P=Q). Все четыре системы могут работать с различными напряжениями и частотами. Система 2750 включает в себя N+1-ый ряд модулей 108-IC, реализованных в качестве IC-модулей, которые соединяются с дополнительными нагрузками 1 и 2 и M-ым рядом модулей 108 системы 2750'. Система 2750" включает в себя P+1-ый ряд модулей 108-IC, реализованных в качестве IC-модулей, которые также соединяются с дополнительными нагрузками 1 и 2 и Q-ым рядом модулей 108 системы 2750".

[00184] Каждая система 2750, 2750', 2750", 2750"' может быть независимо сконфигурирована в качестве одного общего электрического и механического модуля или блока с модулями 108, размещенными смежный или в непосредственной близости друг с другом и совместным использованием идентичной системы охлаждения. Каждый из блоков 2750, 2750', 2750", 2750"' может быть расположен в собственной отдельной и независимой оболочке или кожухе 2705, 2705', 2705", 2705"', соответственно. В других вариантах осуществления, все модули 108, показанные на фиг. 27B, могут комбинироваться в качестве одного общего блока, либо две из четырех систем могут реализовываться как первый блок (например, специализированный для передних колес EV), и другие две из четырех систем могут реализовываться как второй блок (например,

специализированный для задних колес EV). В еще одном другом варианте осуществления, любая из вышеуказанных конфигураций может использоваться, но с IC-модулями 108-IC в одном или более отдельных блоков, отличных от блока(ов), удерживающего другие каскадные модули 108.

[00185] Первые, вторые и третьи контактные выводы A1, B1 и C1 мотора 2200 соединяются с системой 2750 в первых портах 1 модулей 108-1 ConSource V1/V2/V3 первого ряда системы 2750. Вторые порты 2 модулей ConSource V1/V2/V3 первого ряда могут соединяться с любым числом промежуточных рядов (не показаны) каскадным способом, как описано в данном документе, вплоть до первых портов N-ого ряда всех трех колонок матрицы системы 2750. Вторые порты N-ого ряда модулей 108 соединяются с первыми портами 1 трех соответствующих IC-модулей 108-IC N+1-ого ряда, как показано на фиг. 27B. Вторые порты 2 всех трех IC-модулей 108-IC N+1-ого ряда соединяются со вторыми портами 2 модулей 108 ConSource V1/V2/V3 M-го ряда системы 2750'. Первые, вторые и третьи выходные контактные выводы A2, B2 и C2 мотора 2200' соединяются с первыми портами 1 модулей ConSource V1/V2/V3 первого ряда системы 2750'. Вторые порты 2 модулей 108-1 ConSource V1/V2/V3 первого ряда соединяются с любым числом промежуточных рядов (не показаны) каскадным способом, как описано в данном документе, вплоть до первых портов M-го ряда всех трех колонок матрицы системы 2750.

[00186] Первые, вторые и третьи контактные выводы A3, B3 и C3 мотора 2200" соединяются с системой 2750" в первых портах 1 модулей 108-1 ConSource V1/V2/V3 первого ряда системы 2750". Вторые порты 2 модулей ConSource V1/V2/V3 первого ряда могут соединяться с любым числом промежуточных рядов (не показаны) каскадным способом, как описано в данном документе, вплоть до первых портов P-ого ряда всех трех колонок матрицы системы 2750". Вторые порты P-ого ряда модулей 108 соединяются с первыми портами 1 трех соответствующих IC-модулей 108-IC P+1-ого ряда, как показано на фиг. 27B. Вторые порты 2 всех трех IC-модулей 108-IC P+1-ого ряда соединяются со вторыми портами 2 модулей 108 ConSource V1/V2/V3 из Q-го ряда системы 2750'". Первые, вторые и третьи выходные контактные выводы A4, B4 и C4 мотора 2200'" соединяются с первыми портами 1 модулей ConSource V1/V2/V3 первого ряда системы 2750'". Вторые порты 2 модулей 108-1 ConSource V1/V2/V3 первого ряда соединяются с любым числомпромежуточных рядов (не показаны) каскадным способом, как описано в данном документе, вплоть до первых портов Q-го ряда всех трех колонок матрицы системы 2750'".

[00187] Третьи и четвертые порты 3 и 4 шести IC-модулей 108-IC N+1-ого ряда системы 2750 и P+1-ого ряда системы 2750" соединяются между собой и с первой дополнительной нагрузкой 408. Пятые и шестые порты 5 и 6 шести IC-модулей 108-IC N+1-ого ряда системы 2750 и P+1-ого ряда системы 2750" соединяются между собой и со второй дополнительной нагрузкой 410. Дополнительные нагрузки 408 и 410 имеют различные напряжения и представляют, например, но не только, бортовую сетевую систему и систему подачи мощности кондиционера электрического транспортного

средства, соответственно. Конфигурация по фиг. 27B может использоваться в нескольких стационарных и мобильных вариантах применения, включающих в себя четырехколесное EV, имеющее четыре встроенных в колесо мотора 2200, 2200', 2200'', 2200''', чтобы предоставлять полный привод. Этот вариант осуществления может иметь такую конфигурацию, в которой моторы 2200 и 2200'' представляют собой моторы передних колес, и моторы 2200' и 2200''' представляют собой моторы задних колес или заднего хода. Независимо от того, подается или нет мощность во дополнительные нагрузки 408 и 410, этот вариант осуществления разрешает межфазную балансировку между фазами в каждой отдельной системе и для четырех систем (например, межсистемную или межблочную балансировку).

[00188] Фиг. 28 показывает примерный вариант седьмой версии блока ConSource, включающего в себя множество модулей 108 ConSource, соединенных в трехмерной матрице, соединенной с трехфазным электромотором 2850 с разомкнутой обмоткой и дополнительными нагрузками 408, 410 согласно настоящему раскрытию сущности. В этом варианте осуществления, модули 108 могут сегментироваться на первую систему 2800 и вторую систему 2800'. Обе системы 2800 и 2800' могут работать с аналогичной частотой, но различными напряжениями. Все модули 108, показанные здесь, могут при желании комбинироваться в одном энергетическом блоке, при этом модули 108 совместно размещаются в одной общей оболочке или кожухе. Альтернативно, модули 108 системы 2800 могут комбинироваться в первом блоке, и модули 108 системы 2800' могут комбинироваться в другом втором блоке.

[00189] Первые порты 1 модулей 108 ConSource V1/V2/V3 первых рядов всех трех колонок 2810 матрицы соединяются между собой. Вторые порты 2 модулей ConSource V1/V2/V3 первых рядов всех трех колонок матрицы соединяются с первыми портами 1 модулей ConSource V1/V2/V3 (не показаны) вторых рядов всех трех колонок 2810 матрицы и т.д. в идентичном порядке дальше вниз до N-ого ряда каждой колонки матрицы. Вторые порты 2 модулей 108ConSource V1/V2/V3 N-ых рядов всех трех колонок матрицы соединяются с первыми, вторыми и третьими контактными выводами A, B, C электромотора 2850 с разомкнутой обмоткой, как показано на фиг. 28. Первые, вторые и третьи контактные выводы A', B', C' электромотора 2850 с разомкнутой обмоткой соединяются с первыми портами 1 модулей ConSource V1/V2/V3 N+1-ых рядов всех трех колонок матрицы. Вторые порты 2 модулей ConSource V1/V2/V3 N+1-ых рядов всех трех колонок матрицы соединяются с первыми портами 1 модулей ConSource V1/V2/V3 N+2-ых рядов всех трех колонок матрицы и т.д. в идентичном порядке дальше вниз до M-го ряда каждой из колонок матрицы. Второй порт 2 модуля ConSource V1/V2/V3 M-го ряда первой колонки соединяется с первым портом 1 первого дополнительного модуля 108-IC ConSource V3 M+1-ого ряда. Второй порт 2 модуля ConSource V1/V2/V3 M-го ряда второй колонки матрицы соединяется со вторым портом 2 первого дополнительного модуля 108-IC ConSource V3 M+1-ого ряда. Второй порт 2 модуля ConSource V1/V2/V3 M-го ряда третьей колонки соединяется с первым портом 1 второго дополнительного модуля 108-IC

ConSource V3 M+1-ого ряда.

[00190] Третьи и четвертые порты 3 и 4 двух дополнительных модулей ConSource V3 M+1-ых рядов соединяются между собой и со второй дополнительной нагрузкой 410. Пятые и шестые порты 5 и 6 двух дополнительных модулей ConSource V3 M+1-ых рядов соединяются между собой и с первой дополнительной нагрузкой 408. Первая дополнительная нагрузка и вторая дополнительная нагрузка имеют различные напряжения и представляют, например, но не только, бортовую сетевую систему и систему подачи мощности кондиционера электрического транспортного средства, соответственно.

[00191] В дополнение к преимуществам, упомянутым относительно фиг. 22, этот вариант осуществления привода трехфазного мотора системы 100 (трехмерная матрица), показанная на фиг. 28, с двумя дополнительными модулями межсоединения ConSource V3, является подходящим для моторов с разомкнутой обмоткой и более эффективный и быстрый обмен энергией между всеми модулями ConSource системы (межфазную балансировку) и фазами электромотора. Дополнительные выходные контактные выводы 3, 4, 5, 6 модулей межсоединения ConSource V3 предоставляют низкие напряжения различных уровней, которые могут использоваться для того, чтобы предоставлять мощность для дополнительных нагрузок, которые в свою очередь представляют, например, электрическую бортовую сеть и HVAC-линию подачи мощности электрического транспортного средства. В этом случае аккумулятор сверхнизкого напряжения не требуется; энергия для вышеуказанных систем подается посредством полной матрицы модулей ConSource. В варианте осуществления по фиг. 28, все модули могут реализовываться в одном блоке, или модули рядов 1-N могут реализовываться как первый блок, и модули рядов N+1 - M (или M+1) могут реализовываться как второй блок.

[00192] Фиг. 29 показывает примерный вариант восьмой версии блока ConSource, включающего в себя множество модулей 108 ConSource, соединенных в трехмерной матрице и формируя две системы 2901 и 2901, соединенный с двумя трехфазными электромоторами 2850, 2850' с разомкнутой обмоткой и дополнительными нагрузками 408, 410 согласно настоящему раскрытию сущности. Более конкретно, две трехфазных подсистемы 2900, 2900' используются для приведения в действие мотора 2850 и подают дополнительные нагрузки 408 и 410, в то время как две других трехфазных подсистемы 2900", 2900"' используются для приведения в действие мотора 2850', и обе системы 2901 и 2902 взаимно соединяются с модулями 108-IC подсистемы 2900'. Поэтому система 2901 и система 2902 могут работать в различных напряжениях и частотах, в то время как в системе 2901, подсистема 2900 и 2900' может работать на аналогичной или равной частоте, но может иметь различные напряжения и в системе 2902, подсистема 2900" и 2900"' может работать на аналогичной или равной частоте, но может иметь различные напряжения. Все модули 108, показанные на фиг. 29, могут комбинироваться в одном блоке. Альтернативно, все модули 108 системы 2901 могут комбинироваться в одном блоке, и все модули 108 системы 2902 могут комбинироваться в различном, втором блоке.

В еще одном другом варианте осуществления, модули 108 каждой из четырех подсистем 2900, 2900', 2900", 2900'" комбинируются в четырех отдельных блоках 2705, 2705', 2705", 2705'", соответственно. Комбинации этих различных конфигураций блока для систем 2901 и 2902 также могут реализовываться. В некоторых вариантах осуществления IC-модули 108-IC могут отдельно или вместе комбинироваться в отдельный и независимый блок.

[00193] Первые порты 1 модулей 108-1 ConSource V1/V2/V3 первых рядов всех трех колонок матрицы соединяются между собой. Вторые порты 2 модулей 108 ConSource V1/V2/V3 первых рядов всех трех колонок матрицы соединяются с первыми портами 1 модулей 108-1 ConSource V1/V2/V3 (не показаны) вторых рядов всех трех колонок матрицы и т.д. в идентичном порядке дальше вниз до N-ого ряда. Вторые порты 2 модулей 108-N ConSource V1/V2/V3 N-ых рядов всех трех колонок матрицы соединяются с первыми, вторыми и третьими контактными выводами A1, B1, C1 первого электромотора 2850 с разомкнутой обмоткой, как показано на фиг. 29. Первые, вторые и третьи контактные выводы A1', B1', C1' первого электромотора 2850 с разомкнутой обмоткой соединяются с первыми портами 1 модулей 108-(N+1) ConSource V1/V2/V3 N+1-ых рядов всех трех колонок матрицы. Вторые порты 2 модулей 108-(N+1) ConSource V1/V2/V3 N+1-ых рядов всех трех колонок матрицы соединяются с первыми портами 1 модулей ConSource V1/V2/V3 N+2-ых рядов (не показаны) всех трех колонок матрицы и т.д. в идентичном порядке дальше вниз до M-го ряда.

[00194] Вторые порты 2 модулей 108 ConSource V1/V2/V3 M M-ых рядов всех трех колонок матрицы блока ConSource соединяются с первыми портами 1 трех соответствующих модулей 108-IC ConSource V3 M+1-ого ряда, как показано на фиг. 29. Вторые порты 2 всех трех модулей 108-IC ConSource V3 M+1-ого ряда соединяются со вторыми портами 2 модулей 108-(M+2) ConSource V1/V2/V3 M+2-ого ряда. Первые порты 1 модулей ConSource V1/V2/V3 M+2-ого ряда соединяются со вторыми портами 2 модулей ConSource V1/V2/V3 M+3-его ряда (не показаны) и т.д. в идентичном порядке дальше вниз до K-го ряда. Первые порты 1 модулей 108-K ConSource V1/V2/V3 K-ых рядов всех трех колонок матрицы соединяются с первыми, вторыми и третьими входными контактными выводами A2, B2, C2 второго электромотора 2850' с разомкнутой обмоткой, как показано на фиг. 29.

[00195] Первые, вторые и третьи выходные контактные выводы A2', B2', C2' второго электромотора 2850' с разомкнутой обмоткой соединяются с первыми портами 1 модулей 108-(K+1) ConSource V1/V2/V3 K+1-ых рядов всех трех колонок матрицы. Первые порты 1 модулей ConSource V1/V2/V3 K+1-ых рядов всех трех колонок матрицы соединяются со вторыми портами 2 модулей ConSource V1/V2/V3 K+2-ых рядов (не показаны) всех трех колонок матрицы и т.д. в идентичном порядке дальше вниз до L-ого ряда. Первые порты 1 модулей ConSource V1/V2/V3 L-ых рядов всех трех колонок матрицы соединяются между собой.

[00196] Третьи и четвертые порты 3 и 4 двух дополнительных модулей ConSource V3 M+1-ых рядов соединяются между собой и со второй дополнительной нагрузкой 410.

Пятые и шестые порты 5 и 6 двух дополнительных модулей ConSource V3 рядов M+1 соединяются между собой и с первой дополнительной нагрузкой 408. Первая дополнительная нагрузка и вторая дополнительная нагрузка 410 имеют различные напряжения и представляют, например, но не только, бортовую сетевую систему и систему подачи мощности кондиционера электрического транспортного средства, соответственно.

[00197] Этот вариант осуществления трехмерной матрицы системы 100 с тремя дополнительными модулями межсоединения ConSource V3, показанными на фиг. 29, предоставляет независимое регулирование (управление) напряжения и частоты для двух независимых моторов с разомкнутой обмоткой (в двухмоторной приводной системе) и обеспечивает возможность эффективного и быстрого обмена энергией (межфазную балансировку) между всеми модулями ConSource такой двухмоторной системы и фазами двух электромоторов. Дополнительные выходные контактные выводы 3, 4, 5, 6 модулей межсоединения ConSource V3 предоставляют низкие напряжения различных уровней, которые могут использоваться для того, чтобы предоставлять мощность для дополнительных нагрузок, которые в свою очередь представляют, например, электрическую бортовую сеть и HVAC-линию подачи мощности электрического транспортного средства. В этом случае аккумулятор сверхнизкого напряжения не требуется; энергия для вышеуказанных систем подается посредством полной матрицы модулей ConSource.

Примерные варианты осуществления управления модулями

[00198] Поворачивая к фиг. 30-40B, примерные системы и способы, которые упрощают управление системой 100, чтобы предоставлять балансировку между модулями ConSource в различных конфигурациях систем, показаны. Архитектура примерных вариантов осуществления, показанных на фиг. 1-29, обеспечивает управление совместным использованием мощности модулями ConSource. Такое управление обеспечивает поддержание одного или более параметров, таких как SOC источников энергии модулей ConSource, сбалансированных во время разряда, заряда и в состоянии покоя, что может помогать в использовании полной мощности каждого источника энергии независимо от возможных различий в емкостях. Помимо этого, балансировка может использоваться для того, чтобы частотно корректировать температуру источников энергии и/или другие компоненты модулей ConSource. Балансировка температуры увеличивает допустимую мощность системы 100 и предоставляет более равномерный износ источников энергии независимо от их местоположения в системе 100 и разностей термического удельного сопротивления.

[00199] Система 100 может балансировать параметры модулей 108 в течение конкретной фазы, что может называться "внутрифазной балансировкой", и может балансировать параметры модулей 108 в различных фазах или в многофазной (например, в двух-или- более-фазной) системе, что может называться "межфазной балансировкой". Схема 102 управления для системы 100 может одновременно выполнять любую

комбинацию внутрифазной балансировки, межфазной балансировки, использования нескольких источников энергии в модуле (фиг. 11), активная фильтрация (фиг. 12A-12B) и подача мощности во дополнительные нагрузки (фиг. 13).

[00200] Фиг. 30 иллюстрирует примерный вариант осуществления балансирующего контроллера 3000 однофазного переменного тока или постоянного тока, который может включать в себя детектор 3010 пиков ("обнаружение пиков"), модуль 3020 деления ("деление") и внутрифазный балансирующий контроллер 3030 ("внутрифазный балансирующий контроллер"). Детектор 3010 пиков определяет пик Vpk опорного напряжения Vr, который может быть конкретным для фазового контроллера 3000, который работает и/или выполняет балансировку. Модуль деления формирует нормализованную форму Vrn опорного сигнала посредством деления опорного напряжения Vr на его определенный пик Vpk. Внутрифазный балансирующий контроллер 3030 использует пиковое напряжение Vpk вместе с информацией состояния ConSource (например, SOCi, Ti, Qi, Vi и т.д.), чтобы формировать индексы Mi модуляции для каждого модуля в течение управляемой фазы. Однофазный балансирующий контроллер 3000 может реализовываться в аппаратных средствах, программном обеспечении либо комбинации вышеозначенного и может быть расположен в качестве части MCD или может распределяться частично или полностью между LCD, описанными в данном документе, или может представлять собой отдельный контроллер, независимый от MCD и LCD.

[00201] В случае однофазного переменного тока или постоянного тока или относительно одной фазы многофазной системы, однофазный балансирующий контроллер 3000 (например, в качестве части MCD) принимает опорное напряжение Vr и собирает информацию состояния, к примеру, состояние SOCi заряда, температура Ti, емкость Qi и напряжение Vi из всех ConSource системы 100 (например, из LCD системы). Контроллер 3 000 использования эти сигналы формировать индексы Mi модуляции и нормализованную форму Vrn опорного сигнала, которая затем отправляется в каждое LCD, чтобы формировать переключающие сигналы. Форма Vrn опорного сигнала может отправляться постоянно, и индекс модуляции может отправляться с регулярными интервалами, к примеру, один раз в течение каждого периода Vrn. LCD может модулировать или масштабировать нормализованный опорный уровень Vrn посредством принимаемого индекса модуляции. Индекс модуляции, в некоторых примерах, может быть число между нулем и одним (включительно нуля и одного). Этот модулированный или масштабированный Vrn может использоваться в качестве Vref (или -Vref) согласно технологии широтно-импульсной модуляции, описанной относительно фиг. 14A-14D или согласно другим технологиям модуляции. Таким образом, индекс модуляции может использоваться для того, чтобы управлять переключающими PWM-сигналами, сформированными посредством LCD и предоставленными в схему переключения преобразователя (например, S3-S6 или S1-S6), и в силу этого регулировать работу каждого модуля ConSource. Например, модуль ConSource, управляемый с возможностью

поддерживать нормальный или полный режим работы, может принимать индекс модуляции в единицу, в то время как модуль ConSource, который управляется с возможностью меньше нормального или полного режима работы, может принимать индекс модуляции меньше единицы. Модуль ConSource, который управляется таким образом, чтобы прекращать вывод мощности, может принимать индекс модуляции в нуль. Специалисты в данной области техники должны легко признавать, после прочтения настоящего описания, что другие значения индекса модуляции могут использоваться для того, чтобы достигать аналогичной функциональности.

[00202] Однофазный балансирующий контроллер 3000 может формировать индекс модуляции для каждого модуля ConSource согласно любому числу аспектов или рабочих характеристик, описанных в данном документе, таких как состояние заряда (SOC) его источника энергии, температура (T), емкость (Q), состояние работоспособности (SOH), напряжение (V) и/или ток (I) таким способом, который упрощает следующее: сумма сформированных напряжений ConSource не превышает пиковое напряжение Vpk. Например, Vpk может составлять сумму произведений напряжения первичного источника энергии каждого модуля и индекса модуляции для этого модуля (например, $Vpk= M_1V_1+M_2V_2+M_3V_3...+_MNV_N$ и т.д.). Другая комбинация индексов модуляции и в силу этого соответствующих долей по напряжению посредством модулей может использоваться, но полное сформированное напряжение должно оставаться идентичным. Фиг. 31 является векторной диаграммой, иллюстрирующей пиковое напряжение 3100, требуемое для вывода посредством однофазной матрицы, вместе с первым примером выходного напряжения 3100', сформированного на двух противоположных контактных выводах A, B четырех модульных матриц, причем выходное напряжение 3100' представляет собой наложение четырех равных долей по напряжению из каждого из четырех модулей. Также показан второй пример выходного напряжения 3100", в котором относительные доли четырех модулей регулируются и не равны.

[00203] Дополнительно, контроллер 3000 может управлять операцией до степени, это не предотвращает достижение требований выходной мощности системы в любой момент (например, к примеру, во время максимального ускорения EV), так что SOC источника(ов) энергии в каждом модуле остается сбалансированным или сходится к сбалансированному состоянию, если они являются несбалансированными, и/или так что температура источника(ов) энергии или другого компонента (например, энергетический буфер) в каждом модуле остается сбалансированной или сходится к сбалансированному состоянию, если они являются несбалансированными. Поток мощности в/из модулей может регулироваться таким образом, что разность емкости между источниками не вызывает отклонение SOC. Балансировка SOC и температуры может косвенно вызывать некоторую балансировку SOH. Напряжение и ток могут быть непосредственно балансироваться, если требуется, но во многих вариантах осуществления главная цель системы состоит в том, чтобы балансировать SOC и температуру, и балансировка SOC может приводить к равновесию напряжения и тока в высокосимметричных системах, в

которых модули имеют аналогичную емкость и импеданс.

[00204] Поскольку балансировка всех параметров может не быть возможной одновременно (например, балансировка одного параметра дополнительно может разбалансировать другой параметр), комбинация балансировки любых двух или более параметров (SOC, T, Q, SOH, V, I) может применяться с приоритетом, отданным любому в зависимости от требований варианта применения. Приоритет в балансировке может предоставляться для SOC по сравнению с другими параметрами (T, Q, SOH, V, I), с исключениями для случая, если один из других параметров (T, Q, SOH, V, I) достигает серьезного несбалансированного состояния за пределами порогового значения.

[00205] Как упомянуто выше, балансировка также может выполняться межматричным или межфазным способом. Для простоты описания, варианты осуществления описываются далее относительно межфазной балансировки. Во всех вариантах осуществления, описанных в данном документе, межфазная балансировка может выполняться одновременно с тем, как выполняется внутрифазная балансировка. Например, фиг. 32 иллюстрирует примерный вариант осуществления трехфазного балансирующего контроллера 3200, который может включать в себя один межфазный контроллер 3210 и три внутрифазных балансирующих контроллера 3220-1, 3220-2, 3220-3 для фаз A, B и C, соответственно. Внутрифазные балансирующие контроллеры 3220 могут конфигурироваться или программироваться с возможностью балансировать аспекты модулей ConSource в каждой одномерной матрице, в частности, и в качестве примера, в одной фазе. Межфазный балансирующий контроллер 3210 может конфигурироваться или программироваться с возможностью балансировать аспекты модулей ConSource между или по всей многомерной матрице, в частности, и в качестве примера, между или по матрицам различных фаз. Это может достигаться посредством введения общего режима в фазы (например, сдвига нейтральной точки) либо через модули межсоединения (общие модули) либо через оба из означенного. Контроллер 3200 может реализовываться в аппаратных средствах, программном обеспечении либо комбинации вышеозначенного и может быть расположен в качестве части MCD или может распределяться частично или полностью между LCD, описанными в данном документе, или может представлять собой отдельный контроллер, независимый от MCD и LCD. Внутрифазные балансирующие контроллеры 3220-1, 3220-2, 3220-3 и межфазный балансирующий контроллер 3210 могут отдельно реализовываться в аппаратных средствах, программном обеспечении либо комбинации вышеозначенного и могут быть расположены в качестве части MCD или могут распределяться частично или полностью между LCD, описанными в данном документе, или могут представлять собой отдельный контроллер, независимый от MCD и LCD.

[00206] Опорный сигнал, вводимый в эту систему, может представлять собой VrA, VrB, VrC или любую комбинацию двух этих сигналов или любое другое преобразование, которое может воссоздавать эти сигналы, к примеру, преобразование Кларка (т.е. Vrα, Vrβ).

[00207] Фиг. 33A и 33B являются векторными диаграммами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления 3300 и 3300' технологий управления для трехфазной системы с соединением звездой без модулей межсоединения (IC) между фазами A, B и C (см., например, систему 100, как описано относительно фиг. 18 и 22). Здесь, внутрифазная балансировка может выполняться или достигаться посредством управления индексами модуляции модулей в каждой фазе A, B и C, причем каждая двусторонняя стрелка указывает на долю энергии конкретного модуля в течение каждой фазы в примере, имеющем девять модулей, по три для каждой фазы).

[00208] Межфазная балансировка может выполняться посредством схемы управления (например, контроллер 3200, MCD 112) посредством добавления определенных общих режимов в опорные фазы (VrnA, VrnB, VrnC), нейтральная точка N может сдвигаться из одной позиции в другую. Изменение опорной фазы вызывает изменение индексов модуляции всех модулей в этой фазе, что увеличивает или уменьшает их агрегированную долю в мощности. Например, после измерения одного или более параметров (например, SOC, T, Q, SOH, V, I) модулей в каждой фазе, межфазный балансирующий контроллер 3210 может определять регулировать энергию, выводимую (разряд) или вводимую (заряд) в одну или более фаз. Например, если выполняется определение в отношении того, чтобы понижать выходную энергию модулей в фазе A на 10%, то компонент, равный 10% VrnA, может вычитаться из VrnA, и этот идентичный 10%-й компонента (например, общий режим) VrnA также может вычитаться из VrnB и VrnC, что должно сдвигать нейтральную точку к A. Как упомянуто выше, это может возникать одновременно с тем, как внутрифазная балансировка выполняется.

[00209] Например, на фиг. 33B, при условии, что система разряжается, и полная энергия, доступная в модулях фазы A, меньше полной энергии, доступной в модулях фазы C, которая в свою очередь меньше полной энергии, доступной в модулях фазы B, для SOC, балансирующего нейтральную точку, может сдвигаться из позиции по фиг. 33A в этот по фиг. 33B, как показано посредством 3310, согласно аналогичной технологии общего режима. Это снижает долю фазы A, и до меньшей степени снижает долю фазы C и увеличивает долю фазы B, чтобы компенсировать. Это предоставляет управление долей выходной энергии к каждой фазе, чтобы устанавливать трехфазные напряжения.

[00210] Фиг. 34A и 34B являются векторными диаграммами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления 3400 и 3400' технологий управления для трехфазной системы с соединением звездой с модулями межсоединения (IC) между фазами A, B и C (см., например, систему 100, фиг. 20 и 24). Здесь, внутрифазная балансировка может снова достигаться посредством управления индексами модуляции модулей в каждой фазовой матрице, как описано выше. Межфазная балансировка, например, в общем, управляемая посредством контроллера 3200, может выполняться посредством избирательно применения энергии из одного или более IC-модулей к матрицам одной или более фаз, что может называться "межфазным вводом энергии". Это проиллюстрировано на фиг. 34A, на котором четвертая доля (по сравнению с примером по фиг. 33A), подаваемая посредством

IC-модуля(ей), добавлена в центре векторной диаграммы.

[00211] Фиг. 34A представляет пример, в котором система разряжается, и полная энергия (SOC), доступная в трех модулях фазы A, меньше полной энергии, доступной в трех модулях фазы C, которая в свою очередь меньше полной энергии, доступной в трех модулях фазы B ($SOC_A<SOC_C<SOC_B$). Контроллер 3200 может подавать или выводить индекс модуляции в IC-модуль фазы A, которая превышает индекс модуляции для IC-модуля фазы B (который может быть идентичным или другой IC-модуль), который в свою очередь превышает индекс модуляции для IC-модуля фазы C (который может быть идентичным или отличным IC-модулем относительно модулей для A и B) ($M_{IA}>M_{IC}>M_{IB}$). Индексы модуляции для модулей без межсоединения в течение каждой фазы могут снижаться, соответственно, и в силу этого доля модулей без межсоединения фазы B превышает долю фазы C, которая в свою очередь превышает долю фазы A, что перемещает систему к сбалансированному SOC во всех фазах. Аналогичный подход может использоваться для того, чтобы балансировать один или более других параметров (T, Q, SOH, V, I).

[00212] В системах с IC-модулями между фазами, межфазная балансировка также может выполняться посредством сдвига нейтральной точки (или введения общего режима), как описано выше. Фиг. 34B иллюстрирует пример, в котором межфазная балансировка выполняется посредством контроллера 3200 в системе с IC-модулями с использованием введения общего режима и межфазного ввода энергии. Такая комбинация предоставляет возможность более надежной и гибкой балансировки под более широким диапазоном рабочих условий.

[00213] Система 100 может определять соответствующие обстоятельства, при которых, чтобы выполнять межфазную балансировку с одним только сдвигом нейтральной точки, один только межфазный ввод энергии либо комбинация обоих одновременно. Сдвиг нейтральной точки может выполняться с энергией изо всех модулей каждой фазовой матрицы, тогда как межфазный ввод энергии выполняется с энергией из просто одного или более IC-модулей. Таким образом, сдвиг нейтральной точки имеет более широкий диапазон доступной энергии для того, чтобы охватывать большее число различных межфазных дисбалансов. Может быть предусмотрены варианты осуществления, в которых система 100 подает мощность во дополнительные нагрузки или другие системы, в которых сдвиг нейтральной точки является нежелательным, и в некоторых случаях сдвиг нейтральной точки может увеличивать сдвиг фаз между напряжением и током фазовой матрицы, которая может увеличивать гармоники второго порядка постоянного тока. Межфазный ввод энергии разрешает балансировку, не сдвигая нейтральную точку и может не допускать этих потенциальных побочных эффектов. В некоторых вариантах осуществления, схема 102 управления (например, контроллер 3200, MCD 114) может использовать межфазный ввод энергии для межфазных дисбалансов, которые являются относительные небольшими или незначительными, и может использовать сдвиг нейтральной точки (отдельно или с межфазным вводом энергии) для

межфазных дисбалансов, которые являются относительно большими или более серьезными и/или которые требуют балансировки за короткий период времени. В этих вариантах осуществления, схема 102 управления может быть выполнена с возможностью оценивать или определять степень межфазного дисбаланса и сравнивать его с пороговым значением (например, SOC, температура), который различается между межфазными дисбалансами, которые являются относительно небольшими и относительно большими (или другое условие, которое регулирует, какую технологию использовать), и выполняют межфазную балансировку только с использованием межфазного ввода энергии для небольших разностей и с использованием сдвига нейтральной точки или комбинации означенного для относительно больших разностей.

[00214] Фиг. 35A и 35B являются векторными диаграммами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления 3500 и 3500' технологий управления для четырехфазной системы без IC-модулей и с IC-модулями, соответственно, между фазами A, B, C и D. Здесь, внутрифазная балансировка может достигаться посредством управления индексами модуляции модулей в каждой из фаз A, B, C и D. Межфазная балансировка может достигаться посредством сдвига нейтральной точки и/или посредством управления долей модулей межсоединения в каждой фазе, если применимо (межфазный ввод энергии).

[00215] Фиг. 36A и 36B являются векторными диаграммами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления 3600 и 3600' технологий управления для пятифазной системы без IC-модулей и с IC-модулями, соответственно, между фазами A, B, C, D и E. Здесь, внутрифазная балансировка может достигаться посредством управления индексами модуляции модулей в каждой из фаз A, B, C, D и E. Межфазная балансировка может достигаться посредством сдвига нейтральной точки и/или посредством управления долей модулей межсоединения в каждой фазе, если применимо (межфазный ввод энергии).

[00216] Фиг. 37A и 37B являются векторными диаграммами, иллюстрирующими примерные варианты 3700 и 3700' осуществления технологий управления для шестифазной системы без IC-модулей и с IC-модулями (например, описанный относительно фиг. 26), соответственно, между фазами A, B, C, D, E и F. Здесь, внутрифазная балансировка может достигаться посредством управления индексами модуляции модулей в каждой из фаз A, B, C, D, E и F. Межфазная балансировка может достигаться посредством сдвига нейтральной точки и/или посредством управления долей модулей межсоединения в каждой фазе, если применимо (межфазный ввод энергии).

[00217] В системе 100, как описано относительно фиг. 27, показаны две трехфазных системы 2700 и 2700', которые могут разряжаться и заряжаться с другим напряжением и частотой. Внутрифазная балансировка для этих систем может достигаться посредством управления индексами модуляции модулей 108 в каждой фазе A, B, C, A', B', C'. Межфазная балансировка в каждой системе 2700 и 2700' и между этими двумя системами может достигаться посредством доли управления напряжением IC-модулей 108-IC в каждой фазе. Примеры 3810 и 3820 межфазной балансировки с IC-модулями 108-

IC проиллюстрированы в векторной диаграмме по фиг. 38A, в применении к системам 2700 и 2700', соответственно, для примера, в котором N равно 3. Межфазная балансировка в каждой системе 2700 и 2700' альтернативно или дополнительно может осуществляться посредством сдвига нейтральной точки, как показано в примерах 3810 и 3820 по фиг. 38B.

[00218] В системе 100, как описано относительно фиг. 28, описываются две трехфазных системы 2800 и 2800', которые разряжаются с аналогичной частотой, но могут иметь другое напряжение, рассматриваются. Балансировка систем 2800 и 2800' описывается относительно примеров 3900 и 3900', соответственно, на фиг. 39A и 39B (для примера, в котором N=2 для системы 2800 и M-N=3 для системы 2800'). На фиг. 39A, поскольку комплементарные фазы в этих двух системах 3900, 3900' работают в парах, чтобы формировать напряжение на каждой обмотке мотора, модули 108 в парах фаз (например, A и A', B и B', C и C') могут рассматриваться для внутрифазной балансировки. Например, чтобы устанавливать определенное напряжение между A и A', все модули 108 в фазах A и A' могут способствовать пропорционально согласно их информации состояния. Межфазная балансировка или в этом случае балансирующий между парами фаз может реализовываться через модули межсоединения 108-IC, как показано на фиг. 39A. Межфазная балансировка в каждой системе 2800 и 2800' альтернативно или дополнительно может осуществляться посредством сдвига нейтральной точки, как показано в примерах 3900 и 3900' по фиг. 39B.

[00219] В системе 100, как описано относительно фиг. 29, система 2901 и система 2902 могут работать в различных напряжениях и частотах. В системе 2901 подсистемы 2900 и 2900' могут работать на аналогичной или равной частоте, но могут иметь различные напряжения и в системе 2902, подсистемы 2900" и 2900"' могут работать на аналогичной или равной частоте, но могут иметь различные напряжения. Балансировка систем 2900, 2900', 2900", 2900"' описывается относительно примеров 4000, 4010, 4020, 4030, соответственно, на фиг. 40A и 40B (для примера, в котором каждая система 2900, 2900', 2900" и 2900"' имеет 3 ряда модулей 108, не включающих в себя IC-модули 108-IC). На фиг. 40A, поскольку комплементарные фазы в четырех системах 4000, 4010, 4020, 4030 работают в парах, чтобы формировать напряжение на каждой обмотке мотора, модули 108 в парах фаз (например, A1 и A1', B1 и B1', C1 и C1', A2 и A2', B2 и B2', C2 и C2') могут рассматриваться для внутрифазной балансировки. Например, чтобы устанавливать определенное напряжение между A1 и A1', все модули 108 в A1 и фазы A1' могут способствовать пропорционально согласно их информации состояния.

[00220] Межфазная балансировка или в этом случае балансирующий между парами фаз может реализовываться через модули межсоединения 108-IC 4 010 и 4030, как показано на фиг. 40A. Межфазная балансировка в каждой системе 2900, 2900', 2900" и 2900"' альтернативно или дополнительно может осуществляться посредством сдвига нейтральной точки, как показано в примерах по фиг. 40B.

Дополнительные примерные варианты осуществления IC-модулей

[00221] Модуль межсоединения (IC) может использоваться или для одной, или для

обоих из межфазной балансировки и подачи мощности во дополнительные нагрузки. В дополнение к применимости в качестве стандартной модульной стадии (например, одного из N модулей) внутри фазы, модуль V3 ConSource показывается и описывается как применимый в качестве IC-модуля 108-IC, допускающего как межфазную балансировку, так и подачу мощности во дополнительные нагрузки (например, см. примерные варианты осуществления, описанные относительно фиг. 4, 17, 20, 21, 24-29). IC-модули также могут реализовываться в других конфигурациях, включающие в себя конфигурации по фиг. 2 и фиг. 3, в которых выводы (out1 и out2) модулей соединяются с отдельными матрицами модулей, работающих в различных фазах. IC-модули могут включать в себя любое число из одного или более источников энергии, опциональный энергетический буфер, схему переключения для подачи энергии в одну или более модульных матриц и/или для подачи мощности в одну или более дополнительных нагрузок, могут включать в себя схему управления (например, локальное устройство управления) и могут включать в себя схему измерения (например, одну или более схем и/или датчиков) для измерения различных параметров относительно самого IC-модуля или его различных нагрузок (например, SOC источника энергии, температуры источника энергии или энергетического буфера, емкости источника энергии, SOH источника энергии, измерения напряжения и/или тока, связанные с IC-модулем, измерения напряжения и/или тока, связанные с дополнительной нагрузкой (ками) и т.д.).

[00222] Фиг. 41A является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления системы 100 с IC-модулем 108-IC, сконфигурированным что касается использования в межфазной балансировке между матрицами 1500-A, 1500-B и 1500-C фаз A, B и C, соответственно. IC-модуль 108-IC может быть сконфигурирован согласно любому из вариантов осуществления модуля ConSource V1, V2 или V3. IC-модуль 108-IC может избирательно соединять один или более источников энергии модуля 108-IC с одной или более матриц 1500-A, 1500-B и 1500-C либо с отсутствием вывода. Система 100 может управляться посредством схемы 102 управления (не показана, см. фиг. 1A). Матрица 1500-A выводит форму сигнала переменного напряжения (VoutA) в узле A, матрица 1500-B выводит форму сигнала переменного напряжения (VoutB) в узле B, и матрица 1500-C выводит форму сигнала переменного напряжения (VoutC) и узел C.

[00223] Фиг. 41B является принципиальной схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления IC-модуля 108-IC, имеющего источник 202 энергии, соединенный со схемой 132 переключения. Как описано относительно схемы 207 и 208 переключения, схема 132 переключения может быть сконфигурирована в любой компоновке и с любыми типами переключателей (например, MOSFET, IGBT, Кремний, GaN и т.д.) подходящий для требований варианта применения. Схема 132 переключения имеет вывод 133-1, 133-2 и 133-3 соединенных в модуль каждой из матриц 1500-A, 1500-B и 1500-C. В других вариантах осуществления, IC-модуль 108-IC может соединяться с системой, имеющей только две фазы, причем в этом случае только два вывода 133 необходимы. Аналогично, IC-модуль 108-IC может масштабироваться с дополнительной схемой переключения и

выводами, чтобы соединяться с системами, имеющими более трех фаз.

[00224] Со ссылкой на фиг. 41A и 41B, три матрицы 1500 расположены электрически между IC-модулем 108-IC и выводами A, B, C в нагрузку. Другими словами, матрица 1500-A имеет первый контактный вывод для соединения с нагрузкой и второй контактный вывод (расположенный напротив первого контактного вывода на противоположном конце матрицы 1500-A) для соединения с выводом 133-1 IC-модуля 108-IC. Аналогично, матрица 1500-B и матрица 1500-C имеют B первого контактного вывода и C, соответственно, для соединения с нагрузкой и вторым контактным выводом для соединения с выводами 133-2 и 133-3, соответственно, IC-модуля 108-IC. Позиционирование IC-модуля 108-IC за счет этого обеспечивает возможность, в числе прочего, IC-модулю управлять направлением тока между каждой из трех фазовых матриц 1500-A, B и C.

[00225] В этом варианте осуществления, схема 132 переключения реализуется с тремя секциями 134-1, 134-2 и 134-3 переключения, каждая из которых соединяется с соответствующим выводом 133. Каждая секция 134 переключения может управляться посредством схемы управления (например, схемы 102 управления, см. фиг. 1A) через одну или более входных управляющих линий 136. Схема управления может управлять схемой переключателя 132 согласно любой требуемой технологии управления, включающей в себя технологии PWM и гистерезиса, упомянутые в данном документе.

[00226] В примере по фиг. 41B, схема 102 управления реализуется как LCD 114 и MCD 112 (не показаны). LCD 114 ассоциировано с этим IC-модулем 108-IC и может принимать данные мониторинга из IC-модуля 108-IC (например, SOC ES1, температуру ES1, Q ES1 и т.д.) из датчиков или других измерительных устройств или схем (не показаны), соединенных с модулем 108-IC. Эти данные мониторинга и/или другие данные, извлекаемые из этих данных мониторинга, могут выводиться в MDC 112 для использования в управлении системой, как описано в данном документе. LCD 114 также может принимать информацию синхронизации (не показана) для целей синхронизации модулей системы 100. Один или более несущих сигналов (не показаны), таких как пилообразные сигналы, используемые в PWM (фиг. 14A, 14B), также могут приниматься посредством LCD 114 или сформированный внутренне посредством LCD 114.

[00227] Секции 134 переключения могут реализовываться как половина плеча с переключателями S7 и S8, избирательно управляемыми посредством LCD 114 через входные управляющие линии 136-1-136-6 (переключатели S7 и S8 могут быть идентичными переключателям S3 и S4 (или S5 и S6) описанный ранее.) Для межфазной балансировки, энергия из источника 202 энергии может подаваться в любого или две фазовых матрицы 1500 во времени с использованием секций 134 переключения. Подача вспомогательной энергии в одну или две фазовых матрицы, обеспечивает возможность уменьшения выходной энергии этих каскадных модулей 108-1 - 108-N этих фазовых матриц с подачей мощности относительно фазовой матрицы без подачи мощности.

[00228] Например, в некоторых примерных вариантах осуществления,

применяющих PWM, LCD 114 может быть выполнено с возможностью принимать нормализованный сигнал (Vrn) опорного напряжения (из MCD 112) для каждой из одной или более фазовых матриц, с которыми соединяется IC-модуль 108-IC, которые в этом примере представляют все три: VrnA, VrnB, VrnC. LCD 114 также может принимать индексы MiA, MiB, MiC модуляции для секций 134-1, 134-2, 134-3 переключения для каждой фазовой матрицы, соответственно, из MCD 112. LCD 114 может модулировать (например, умножать) каждый соответствующий Vrn на индекс модуляции для секции переключения, соединенной непосредственно с этой фазовой матрицей (например, VrnA, умноженный на MiA), и затем использовать несущий сигнал, чтобы формировать управляющий сигнал(ы) для каждой секции 134 переключения. В других вариантах осуществления, MCD 112 может выполнять модуляцию и выводить модулированные формы сигналов опорного напряжения для каждой секции 134 непосредственно в LCD 114. В еще других вариантах осуществления, вся обработка и модуляция могут возникать посредством одного управляющего объекта, который может выводить управляющие сигналы непосредственно в каждую секцию 134.

[00229] Это переключение может модулироваться таким образом, что мощность из источника 202 энергии подается в матрицу(ы) с соответствующими интервалами и длительностями. Такая технология может реализовываться различными способами.

[00230] В одном примерном варианте осуществления, подход PWM, описанный относительно фиг. 14A-14D, применяется к варианту осуществления по фиг. 41A и 41B, в котором схема 207 переключения каждого модуля 108-1 - 108-N сконфигурирована как мостовая схема управления (фиг. 5A). Для примерного случая, в котором предусмотрено четыре каскадных стадии (N=4) в каждой матрице 1500 плюс IC-модуль 108-IC, в таком случае девять несущих сигналов (2N+1), одинаково смещенные по фазовому углу, используются для того, чтобы формировать управляющие сигналы. Восемь из девяти несущих сигналов используются для того, чтобы формировать управляющие сигналы для каждого из четырех модулей 108-1 - 108-4 (например, одна несущая для S3 и S4 и одна несущая для S5 и S6 в расчете на модуль) конкретной матрицы 1500 и девятая несущая может использоваться для того, чтобы формировать управляющие сигналы для секции 134 переключения IC-модуля 108-IC. Каждая форма сигнала переменного тока на выходе (Vout) в силу этого может представлять собой форму сигнала одиннадцатого уровня, с первым уровнем на уровне в нуль Вольт, восемью уровнями, формируемыми посредством четырех каскадных модулей 108-1 - 108-4, и двумя, формируемыми посредством IC-модуля 108-IC ($+V_{IC}$ и $-V_{IC}$, показанный на фиг. 41B). (Источник 202 энергии IC-модуля 108-IC предпочтительно имеет стандартное напряжение, идентичное напряжению источников энергии каскадных модулей, хотя это не требуется).

[00231] Во время сбалансированной работы, индекс модуляции для каждой секции 134 переключения может задаваться равным значению, которое приводит к тому, что идентичная или аналогичная величина чистой энергии подается посредством источника 202 энергии и/или энергетического буфера 204 в каждую матрицу 1500. Например, индекс

модуляции, используемый для каждой секции 134 переключения, может быть идентичным или аналогичным и может задаваться равным уровню или значению, которое приводит к тому, что IC-модуль(ям) выполняет чистый разряд или разряд на основе среднего по времени энергии в одну или более матриц 1500 во время сбалансированной работы, с тем чтобы разряжать IC-модуль(и) на идентичной скорости с другими модулями в системе. В некоторых вариантах осуществления, индекс модуляции, используемый для каждой секции 134 переключения, может быть идентичным или аналогичным и может задаваться равным уровню или значению, которое не приводит к чистому разряду или разряду на основе среднего по времени среднего по времени энергии во время сбалансированной работы (не приводит к разряду чистой энергии в нуль). Это может быть полезным в ситуации, в которой IC-модуль(и) может разряжаться ниже уровня других модулей, и длительная работа других модулей требуется, не сливая IC-модуль(и), чтобы достигать аналогичных уровней SOC через всю систему 100. Например, это может возникать, если EV подает мощность во дополнительные нагрузки в течение длительного периода времени без приведения в действие.

[00232] Когда несбалансированное состояние возникает между матрицами 1500, затем индексы модуляции системы 100 могут регулироваться, чтобы заставлять систем сходиться обратно к сбалансированному состоянию. Например, схема 102 управления может обнаруживать то, что одна из матриц 1500 имеет относительно более низкий SOC-параметр (например, полное суммарное SOC каскадных модулей 108-1 в 108-4), чем другие матрицы. Схема 102 управления затем может инструктировать IC-модулю 108-IC разряжаться больше в эту низкую матрицу, чем в другие, и также может инструктировать каскадным модулям этой низкой матрицы разряжаться относительно меньше (например, на основе среднего по времени). Относительная чистая энергия, внесенная посредством IC-модуля 108-IC, увеличивается по сравнению с модулями матрицы, для которой выполняется помощь, а также по сравнению с величиной чистой энергии, которую IC-модуль вносит в другие матрицы. Это может осуществляться посредством увеличения индекса модуляции для секции переключения IC-модуля, подающей мощность ь эту низкую матрицу, и посредством снижения индексов модуляции одного или более каскадных модулей этой низкой матрицы, таким способом, который поддерживает Vout для этой низкой матрицы на соответствующих или требуемых уровнях, и оставления индексов модуляции для других секций 134 переключения, подающих мощность в другие относительно неизменные фазовые матрицы. Ниже описываются дополнительные примерные варианты осуществления межфазной балансировки с IC-модулями относительно фиг. 42A-42B.

[00233] IC-модуль 108-IC также может масштабироваться с возможностью подавать ток в одну или более фаз первой системы или блока и в одну или более фаз второй системы или блока (см., например, IC-модули 108-IC по фиг. 27A, 27B и 29). Например, первая секция 134-1 переключения IC-модуля может соединяться с фазовой матрицей первого блока, и вторая секция 134-2 переключения IC-модуля может

соединяться с фазовой матрицей другого второго блока. Первый блок может иметь несколько матриц, предоставляющих многофазную подачу в первый мотор, и второй блок может иметь несколько матриц, предоставляющих многофазную подачу во второй мотор (например, как проиллюстрировано на фиг. 27A, 27B и 29). Для межблочной балансировки, энергия из IC-модуля может подаваться в две фазовых матрицы различных блоков во времени с использованием секций 134-1 и 134-2 переключения. Система может масштабироваться таким образом, что каждый IC-модуль подает мощность в две матрицы, по одной из каждого блока, в силу этого требуя трех IC-модулей для двух трехфазных блоков (как показано на фиг. 27A, 27B и 29), или каждый IC-модуль подает мощность более чем в две матрицы, вплоть до и с включением всех матриц обоих блоков (например, один IC-модуль соединяет все три матрицы первого трехфазного блока и все три матрицы второго трехфазного блока). Схема управления может отслеживать относительные параметры (например, SOC и температура) матриц различных блоков и регулировать выходную энергию IC-модулей, чтобы компенсировать дисбалансы между матрицами или фазы различных блоков, идентичным способом описанных в данном документе в качестве компенсации дисбалансов между матрицами или фазы идентичного блока. Во всех случаях с несколькими IC-модулями, источники энергии могут соединяться вместе параллельно, с тем чтобы совместно использовать энергию, как описано в данном документе.

[00234] IC-модуль 108-IC также может быть выполнен с возможностью подавать мощность в одну или более дополнительных нагрузок 408 (с напряжением, идентичным напряжению источника 202 энергии) и/или в одну или более дополнительных нагрузок 410 (с напряжениями, пониженными из источника 202 энергии). Фиг. 41C является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления системы 100, аналогичной системе по фиг. 41A, но с IC-модулем 108-IC, подающим мощность во дополнительные нагрузки 408, 410-1 и 410-2. Фиг. 41D является принципиальной схемой и блок-схемой, иллюстрирующей этот примерный вариант осуществления системы 100 с акцентом на IC-модуль 108-IC, имеющий источник 202 энергии, соединенный со схемой 132 переключения. Здесь, схема 102 управления снова реализуется в качестве LCD 114 и MCD 112 (не показаны). LCD 114 может принимать данные мониторинга из IC-модуля 108-IC (например, SOC ES1, температура ES1, Q ES1, напряжения дополнительных нагрузок 410 и т.д.) и может выводить это и/или другие данные мониторинга в MDC 112 для использования в управлении системой, как описано в данном документе. В этом варианте осуществления, схема 132 переключения выполнена с возможностью предоставлять межфазную характеристику равновесия и также подавать дополнительные нагрузки 408, 410-1 и 410-2. Схема 132 переключения реализуется с двумя дополнительными секциями 208-1 и 208-2 переключения, которые могут иметь многочисленные различные конфигурации. Здесь, секции 208-1 и 208-2 включают в себя переключатели S1 и S2, и в силу этого сконфигурированы аналогично варианту осуществления, описанному относительно фиг. 5B. Секция 208-1 переключения имеет вывод, соединенный с

индуктором L_{C1}, который, в свою очередь, соединяется с дополнительной нагрузкой 410-1. Секция 208-2 переключения имеет вывод, соединенный с индуктором L_{C2}, который, в свою очередь, соединяется с дополнительной нагрузкой 410-2. Секции 208-1 и 208-2 переключения могут управляться посредством LCD 112 с одной или более управляющих линий 136.

[00235] Дополнительные нагрузки 410-1 и 410-2 могут работать в различных напряжениях на основе индуктивности L_{C1} и L_{C2} и скважности импульсов, применяемой к секциям 208-1 и 208-2 переключения. Например, если источник 202 энергии работает при 48 В, то дополнительная нагрузка 408 также может работать при 48 В, дополнительная нагрузка 410-1 может работать при 24 В, и дополнительная нагрузка 410-2 может работать при 12 В. Специалисты в данной области техники распознают из этого раскрытия сущности, что варианты осуществления могут работать почти при безграничных различных напряжениях и комбинациях напряжений. Схема мониторинга напряжения и/или тока (не показана) может отслеживать напряжение и/или ток, подаваемый во дополнительные нагрузки 410-1 и 410-2, который затем возвращается в LCD 114 в качестве данных мониторинга из модуля. Эти данные могут использоваться посредством LCD 114, чтобы управлять скважностью импульсов секций 208-1 и 208-2 переключения, и в силу этого независимо регулировать напряжения, подаваемые в нагрузки 410-1 и 410-2.

[00236] Чтобы увеличивать характеристику подачи мощности IC-модуля 108-IC, источник 202 энергии может быть сконфигурирован с большей емкостью, чем источники энергии модулей 108. Например, в варианте осуществления, в котором один IC-модуль применяет энергию в три фазовых матрицы, и выходная энергия посредством IC-модуля для каждой фазовой матрицы составляет приблизительно половину от выходной энергии модулей в этой фазовой матрице, в таком случае IC-модуль предпочтительно имеет емкость, в 1,5 раза превышающую емкость модулей в фазовых матрицах (при условии, что эти модули имеют идентичную емкость), с тем чтобы обеспечивать возможность разряда IC-модуля разряжаться со скоростью, идентичной скорости в качестве модулей самих фазовых матриц. Если IC-модуль также подает мощность в дополнительную нагрузку, то еще большая емкость может требоваться, к примеру, в два раза превышающая емкость модулей в фазовых матрицах, с тем чтобы разрешать IC-модулю как подавать мощность дополнительную нагрузку, так и разряжаться на относительно идентичной скорости с другими модулями. Кроме того, или в дополнение к большей емкости, IC-модули 108-IC могут соединяться таким образом, что источники 202 энергии более одного или всех IC-модулей 108-IC располагаются параллельно, как описано и показано в данном документе относительно модуля V3 ConSource 108-IC (см., например, соединение между собой портов 3 и 4, как описано относительно фиг. 4, 20, 21 и 24-29). В этих примерах, размещение источников энергии параллельно по существу удваивает емкость и разрешает IC-модулям разряжаться со скоростью, относительно идентичной скорости в качестве других модулей в системе, также подающих мощность во дополнительные нагрузки.

[00237] Фиг. 41E является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления системы 100, аналогичной этому по фиг. 25, но не показывая нагрузку или мотор. Здесь, два IC-модуля 108-IC-1 и 108 IC-2 реализуются с модулем 108-IC-1, соединенным с фазовыми матрицами 1500-A и 1500-B, и с модулем 108 IC-2, соединенным с 1550-C фазовой матрицей. Оба модуля 108-IC подают дополнительные нагрузки 408 и 410. Фиг. 41F является принципиальной схемой системы по фиг. 41E с акцентом на два IC-модуля 108-IC и их LCD 114 с модулем 108-IC-1, реализованным в качестве модуля 108-IC ConSource V3 и модуля 108 IC-2, реализованного в качестве модуля 108-IC ConSource V3, но без второй секции 134 переключения (например, переключатели S5 и S6 по фиг. 5B). Здесь каждый модуль 108-IC-1 и 108 IC-2 включают в себя схему 208 переключения и соединительный индуктор LC, чтобы подавать мощность в дополнительную нагрузку 410, с тем чтобы удваивать допустимую токовую нагрузку.

[00238] Использование двух или более IC-модулей 108-IC с источниками 202 энергии, соединенными параллельно, как показано здесь, через соединения с узлами 3 и 4 каждого модуля, обеспечивает возможность энергии обмениваться между модулями и обеспечивает возможность обоим работать при пребывании в относительно сбалансированном состоянии. Другими словами, источник 202 энергии IC-модуля 108-IC-1 должен оставаться с идентичным или аналогичным уровнем заряда с источником энергии 202' во втором IC-модуле 108 IC-2. Поскольку токи в каждой фазе меняют полярность, каждый источник 202 энергии может потенциально непрерывно заряжаться посредством тока, поступающего из одной или более фаз, работающих с отрицательной полярностью в это время. В конфигурациях с несколькими IC-модулями, источники 202 энергии каждого IC-модуля 108 предпочтительно имеют идентичную емкость, хотя это не требуется, и в некоторых вариантах осуществления IC-модули могут иметь различные емкости. Аналогично, источники 202 энергии IC-модулей могут иметь емкость, идентичную емкости каскадных модулей в каждой матрице, так что скорости разряда, в общем, являются идентичными. Но в других вариантах осуществления, они могут иметь различные емкости. Кроме того, в других вариантах осуществления, источники энергии нескольких IC-модулей 108-IC могут соединяться последовательно вместо параллели.

Дополнительные примерные варианты осуществления межфазной балансировки с IC-модулями

[00239] Фиг. 42A-42B являются блок-схемой последовательности операций способа, иллюстрирующей примерные варианты осуществления способов выполнения межфазной балансировки в системе 100, имеющей, по меньшей мере, один IC-модуль 108-IC. Система может иметь любую конфигурацию или топологическую компоновку модулей 108, описанных в данном документе и т.п., и может подавать (или накапливать) энергию для либо из любого числа двух или более фаз. Сбалансированные матрицы могут подавать мощность в идентичную нагрузку или мотор либо могут находиться в различных системах или блоках, подающих мощность в различные нагрузки или моторы (например, межсистемную или межблочную балансировку). Поскольку схема переключения всех

модулей имеет тенденцию работать с относительно высокой частотой в соответствии с технологиями PWM и гистерезиса, ссылки на выходную энергию посредством модулей (например, увеличение, снижение или оставление такое же) задаются во времени, например, на основе среднего по времени или на чистой основе. Эти ссылки на выходную энергию также могут выражаться как кумулятивная или совокупная энергия во времени (например, за несколько последовательных периодов форм выходных сигналов).

[00240] Фиг. 42A показывает способ 4200. На 4202, схема 102 управления может определять или оценивать то, существует или нет несбалансированное состояние, по меньшей мере, между двумя различными матрицами 1500, которое является достаточным для того, чтобы активировать межфазную балансировку. Это определение может быть основано на широком диапазоне одного, двух или более типов качественной или количественной информации (например, измерения или определение характеристик), передаваемой в схему управления (например, собираемой посредством LCD и передаваемой в MCD). Следующие параграфы описывают несколько неограничивающих примеров этих различных типов, применимых ко всем вариантам осуществления, описанным в данном документе.

[00241] Несбалансированное состояние может быть связано с энергией или зарядом в матрицах, к примеру, SOC-параметр (например, измерительный) одной матрицы или характеризующий одну матрицу, меньший, больший или существенно отличающийся от SOC-значения, по меньшей мере, для одной другой матрицы или системы в целом. SOC-параметр, например, может представлять собой полное SOC всех модулей в матрице, значение центральной тенденции (например, среднее или среднее) SOC всех модулей в матрице, SOC одного или более модулей в матрице, темп изменения SOC в одном или более модулей в матрице или т.п.

[00242] Несбалансированное состояние может быть связано с температурой в матрицах, к примеру, температурный параметр одной матрицы или характеризующий одну матрицу, меньший, больший или существенно отличающийся от температурного параметра, по меньшей мере, для одной другой матрицы или системы в целом. Температурный параметр, например, может представлять собой значение центральной тенденции (например, среднее или среднее) температуры всех модулей в матрице, температуры одного или более модулей в матрице, темп изменения температуры в одном или более модулей в матрице или т.п.

[00243] Несбалансированное состояние может быть связано с емкостью (Q) в матрицах, к примеру, параметр емкости одной матрицы или характеризующий одну матрицу, меньший, больший или существенно отличающийся от параметра Q, по меньшей мере, для одной другой матрицы или системы в целом. Параметр Q, например, может представлять собой значение центральной тенденции (например, среднее или среднее) Q всех модулей в матрице, Q одного или более модулей в матрице, темп изменения Q в одном или более модулей в матрице или т.п.

[00244] Несбалансированное состояние может быть связано с состоянием

работоспособности (SOH) в матрицах, к примеру, SOH-параметр одной матрицы или характеризующий одну матрицу, меньший, больший или существенно отличающийся от SOH-параметра, по меньшей мере, для одной другой матрицы или системы в целом. SOH-параметр, например, может представлять собой значение центральной тенденции (например, среднее или среднее) SOH всех модулей в матрице, SOH одного или более модулей в матрице, темп изменения SOH в одном или более модулей в матрице или т.п.

[00245] Несбалансированное состояние может быть связано с напряжением в матрицах, к примеру, параметр напряжения одной матрицы или характеризующий одну матрицу, меньший, больший или существенно отличающийся от параметра напряжения, по меньшей мере, для одной другой матрицы или системы в целом. Параметр напряжения, например, может представлять собой значение центральной тенденции (например, среднее или среднее) текущего уровня напряжения всех модулей в матрице, текущем напряжении одного или более модулей в матрице, темп изменения напряжения в одном или более модулей в матрице или т.п.

[00246] Несбалансированное состояние может быть связано с током в матрицах, к примеру, параметр тока одной матрицы или характеризующий одну матрицу, меньший, больший или существенно отличающийся от параметра тока, по меньшей мере, для одной другой матрицы или системы в целом. Параметр тока, например, может представлять собой значение центральной тенденции (например, среднее или среднее) текущего уровня тока всех модулей в матрице, текущий ток одного или более модулей в матрице, темп изменения тока в одном или более модулей в матрице или т.п.

[00247] Несбалансированное состояние также может представлять собой состояние неисправности или ухудшения характеристик, которое ограничивает или предотвращает работу или выполнение модуля в матрице, поскольку такая неисправность или неисправность может приводить к несбалансированному состоянию для всех типов измерений и определения характеристик.

[00248] Определение или оценка того, находятся или нет две матрицы в несбалансированном состоянии, может быть относительной, как описано выше. Относительная разность может характеризоваться с точки зрения сравнительной части или процентиля или с точки зрения стандартизированной единицы (например, Кулон, градус для температуры, вольт, ампер и т.д.). Система может быть выполнена с возможностью активировать межфазную балансировку на основе любой требуемой величины или порогового значения относительной разности, при этом меньшее относительное пороговое значение (например, 1%) должно активировать межфазную балансировку чаще большего относительного порогового значения (например, 5%). Определение или оценка того, находятся или нет две матрицы в достаточно несбалансированном состоянии, может быть основана на абсолютном или неотносительном значении, например, несбалансированное состояние может определяться как существующее, если первая матрица имеет значение ниже абсолютного порогового значения (максимальной температуры, минимального SOC и т.д.), независимо от того,

какое значение(я) имеет другая матрица(ы). Определение того, находится или нет две матрицы в несбалансированном состоянии, может быть основано на относительных и на абсолютных факторах, например, температура первой матрицы может превышать относительную пороговую разность (например, относительную разность в 3 градуса Цельсия (C)) по сравнению со второй матрицей, но межфазная балансировка не выполняется до тех пор, пока обе матрицы не превышают минимальную абсолютную температуру, чтобы начинать межфазную балансировку (например, 12 градусов по Цельсию).

[00249] Возвращаясь к фиг. 42A, если схема управления определяет то, что требование несбалансированного состояния удовлетворяется, затем способ 4200 переходит к этапу 4206 (как указано посредством 4204). Если требование не удовлетворяется, то способ 4200 возвращается к этапу 4202. Этот контур с возвращением может продолжаться неограниченно долго, в то время как система 100 работает, с тем чтобы непрерывно или многократно отслеживать на предмет возникновения несбалансированного состояния.

[00250] На этапе 4206, схема управления инструктирует вспомогательной чистой энергии подаваться из источника энергии IC-модуля 108-IC в соответствующую матрицу 1500 модулей 108-1 - 108-N . Соответствующая матрица является матрицей, требующей дополнительной энергии, чтобы противодействовать несбалансированному состоянию. Этот этап может, в некоторых вариантах осуществления, включать в себя схему управления, инструктирующую уменьшение энергии, подаваемой из одного или более из каскадной матрицы модулей 108-1 - 108-N , причем уменьшение является эквивалентным дополненной энергии, добавленной посредством IC-модуля 108-IC, за счет этого обеспечивая возможность системе 100 удовлетворять требованиям по нагрузке. Схема управления может определять или оценивать величину регулирований вывода энергии, требуемых для модулей 108-1 - 108-N , и модуль 108-IC инструктирует матрицам начинать схождение обратно к сбалансированному состоянию. Величина вспомогательной энергии может быть инкрементной величиной выше величины (нулевой или ненулевой), подаваемой посредством IC-модуля 108-IC в сбалансированном рабочем состоянии, возникающем до этапа 4206. Возвращаясь к примеру, описанному относительно фиг. 41A-41B, где N=4, в примерном случае, в котором матрица 1500-A требует дополнения посредством IC-модуля 108-IC, затем, MCD 112 может определять величину, на которую можно снижать индекс модуляции для всех модулей 108-1 - 108-4 матрицы 1500-A, и величину, на которую можно увеличивать индекс модуляции для секции 134-1 переключения, чтобы удовлетворять требованиям по нагрузке и инструктировать матрицам сходиться к сбалансированному состоянию во времени. Эти индексы модуляции могут передаваться в LCD 114, которое затем может модулировать VrnA для всех модулей 108-1 - 108-4 и для секции 134-1 переключения и использовать модулированные формы сигналов, чтобы формировать управляющие сигналы 136 для каждого.

[00251] После регулирования относительной выходной энергии на 4206, схема управления может снова определять или оценивать то, сохраняется или нет несбалансированное состояние на 4208. Если состояние сохраняется, то способ может возвращаться к этапу 4206, и вспомогательная энергия может снова подаваться посредством IC-модуля 108-IC, как описано выше (как указано посредством 4210). Если требование несбалансированного состояния не удовлетворяется, то способ 4200 может переходить к этапу 4212, на котором может прекращаться вспомогательная подача энергии из IC-модуля 108-IC. Это может включать в себя возвращение к индексам модуляции (для IC-модуля 108-IC и модулей 108-1 - 108-4 1500-A), которые использованы до входа в несбалансированное состояние, например, возвращение к индексам модуляции для сбалансированного состояния. Альтернативно, это может включать в себя уменьшение индекса модуляции для секции 134-1 переключения и увеличение индексов модуляции для каскадных модулей 108-1 - 108-N до значений, не обязательно идентичных значениям, используемым в предыдущей сбалансированной работе.

[00252] Фиг. 42B является блок-схемой последовательности операций способа, иллюстрирующей другой примерный вариант осуществления способа 4220 межфазной балансировки в системе, по меньшей мере, с одним IC-модулем 108-IC. Способ 4220 является аналогичным способу 4200 кроме межфазной балансировки, выполняется посредством снижения энергии, подаваемой посредством IC-модуля 108-IC в матрицу. В этом примерном варианте осуществления, IC-модуль 108-IC вносит энергию или мощность в каждую матрицу 1500 во время сбалансированного состояния. Этапы 4222 и 4224 являются аналогичными этапам 4202 и 4204 способа 4200. На 4222, схема 102 управления может определять или оценивать то, существует или нет несбалансированное состояние, по меньшей мере, между двумя различными матрицами 1500, которое является достаточным для того, чтобы активировать межфазную балансировку. Если требование несбалансированного состояния удовлетворяется, то способ 4220 переходит к этапу 4226 (как указано посредством 4224). Если требование не удовлетворяется, то способ 4220 возвращается к этапу 4222. Этот контур возвращения может продолжаться неограниченно долго, в то время как система 100 работает в непрерывно, или многократно отслеживайте на предмет возникновения несбалансированного состояния.

[00253] Вместо использования IC-модуля 108-IC, чтобы увеличивать выходную энергию до матрицы (например, имеющий более низкое полное SOC), на этапе 4226, схема управления инструктирует снижение вывода энергии из IC-модуля 108-IC в матрицу, имеющую больший допустимый рабочий запас (например, имеющую более высокое полное SOC). Этот этап может включать в себя схему управления, инструктирующую увеличение энергии, подаваемой из одного или более из каскадной матрицы модулей 108-1 - 108-N в матрице с большим допустимым запасом, причем увеличение является эквивалентным постепенно уменьшенной энергии, подаваемой посредством IC-модуля 108-IC в эту матрицу, за счет этого давая возможность системе 100 удовлетворять требованиям по нагрузке. Схема управления может определять или

оценивать величину регулирований вывода энергии, требуемых для отрегулированных модулей 108-1 - 108-N и модуля 108-IC, чтобы инструктировать матрицам начинать схождение обратно к сбалансированному состоянию. Возвращаясь к примеру, описанному относительно фиг. 41A-41B, где N=4, в примерном случае, в котором матрица 1500-A имеет относительно большее полное SOC, чем матрица 1500-B и матрица 1500-C, то MCD 112 может определять величину, на которую можно увеличивать индекс модуляции для всех модулей 108-1 - 108-4 матрицы 1500-A, и величину, на которую можно снижать индекс модуляции для матрицы 1500-A подачи секции 134-1 переключения, чтобы удовлетворять требованиям по нагрузке и инструктировать матрицам 1500-A сходиться к сбалансированному состоянию во времени с матрицами 1500-B и 1500-C. Эти индексы модуляции могут передаваться в LCD 114, которое затем может модулировать VrnA для всех модулей 108-1 - 108-4 и для секции 134-1 переключения и использовать модулированные формы сигналов, чтобы формировать управляющие сигналы 136 для каждого.

[00254] После регулирования относительной выходной энергии на 4226, схема управления может снова определять или оценивать то, сохраняется или нет несбалансированное состояние на 4228. Если состояние сохраняется, то способ может возвращаться к этапу 4226, как описано выше (как указано посредством 4230). Если требование несбалансированного состояния не удовлетворяется, то способ 4200 может переходить к этапу 4232, на котором может прекращаться уменьшение подачи энергии из IC-модуля 108-IC. Это может включать в себя возвращение к индексам модуляции (для IC-модуля 108-IC и модулей 108-1 - 108-4), которые использованы до входа в несбалансированное состояние, например, возвращение к индексам модуляции для сбалансированного состояния. Альтернативно, это может включать в себя увеличение индекса модуляции для секции 134-1 переключения и снижение индексов модуляции для каскадных модулей 108-1 - 108-N матрицы 1500-A до значений, не обязательно идентичных значениям, используемым в предыдущей сбалансированной работе.

[00255] Варианты осуществления, описанные относительно фиг. 42A и 42B также могут комбинироваться, чтобы компенсировать любой несимметричный режим, описанный в данном документе. Например, в случае если матрица 1500-A имеет полное более низкое SOC, чем матрица 1500-B, то энергия или мощность, подаваемая посредством IC-модуля для матрицы 1500-A, может увеличиваться, и энергия или выходная мощность одного или более каскадных модулей 108 этой матрицы 1500-A, соответственно, может снижаться. Параллельно, энергия или мощность, подаваемая посредством IC-модуля для матрицы 1500-B, может снижаться, и энергия или выходная мощность одного или более каскадных модулей 108 этой матрицы 1500-B, соответственно, может увеличиваться.

[00256] Взаимное соединение матриц 1500 через один или более IC-модулей 108-IC более эффективный и быстрый обмен энергией между матрицами 1500 нескольких фаз. Например, ток, пропускаемый в систему 100 из одного из узлов A, B или C может

использоваться для того, чтобы заряжать источники энергии в одном или более модулей 108-IC, в то время как эти источники энергии могут использоваться для избирательного разряда тока в один или более узлов A, B и C.

Примерные варианты осуществления, связанные со схемами размещения и кожухами

[00257] Во многих вариантах осуществления в данном документе, модуль ConSource показывается или описывается как отдельный от LCD. Тем не менее, в любом и всех вариантах осуществления, описанных в данном документе, модуль ConSource может иметь такую конфигурацию, в которой LCD является компонентом этого. Например, фиг. 43A является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления модуля 108 преобразователя/источника (который также может называться "модулем V1, V2 или V3 ConSource"). В этом варианте осуществления, модуль 108 имеет общий кожух или физический корпус 4302, который удерживает LCD 114 для модуля 108, а также преобразователь V1 или V2 206, 308, энергетический буфер 204 и источник 1 202 энергии (и опционально источник 2 304 энергии, если имеется). Таким образом, в этом варианте осуществления модуль 108 предоставляется или изготавливается в качестве интегрированного или унитарного устройства или подсистемы.

[00258] Фиг. 43B является блок-схемой, иллюстрирующей другой примерный вариант осуществления модуля 108 преобразователя/источника. В этом варианте осуществления, модуль 108 имеет кожух или физический корпус 4303, который удерживает LCD для модуля 108, а также преобразователь V1 или V2 206, 308 и энергетический буфер 204. источник 1 202 энергии (и опционально источник 2 304 энергии, если имеется) предоставляется в отдельном кожухе 4304. Кожухи 4303 и 4304 могут физически соединяться, закрепляться или соединяться вместе до установки в системе 100 или могут представлять собой отдельные объекты, электрически соединенные между собой. Кожухи 4303, 4304 могут иметь порты или другой доступ, чтобы размещать электрические соединения между различными устройствами 114, 206, 308, 202 и т.д.

[00259] Фиг. 43C является блок-схемой, иллюстрирующей другой примерный вариант осуществления модуля 108 преобразователя/источника. В этом варианте осуществления, модуль 108 имеет первый корпус или физический корпус 4306, который удерживает LCD 114 для модуля 108 и второго корпуса или физического корпуса 4308, который удерживает преобразователь V1 или V2 206, 308 и энергетический буфер 204. Источник 1 202 энергии (и опционально источник 2 304 энергии, если имеется) предоставляется в отдельном кожухе 4304. Кожухи 4306, 4308 и 4304 могут физически соединяться, закрепляться или соединяться между собой до установки в системе 100 или могут представлять собой отдельные объекты, электрически соединенные между собой. Все кожухи 4306, 4308 и 4304 могут иметь порты или другой доступ, чтобы размещать электрические соединения между различными устройствами 114, 206, 308, 202 и т.д.

[00260] В любом и всех вариантах осуществления, описанных в данном документе, различные компоненты схемы могут интегрироваться на одной или более подложек,

чтобы уменьшать форм-фактор. Например, LCD может представлять собой часть модуля ConSource, как описано относительно фиг. 43A-43C. Фиг. 44A является схематичным видом, иллюстрирующим примерный вариант осуществления, при этом LCD 114, преобразователь V1 или V2 206, 308 и энергетический буфер 204 монтируются или закрепляются на одной общей подложке 4402, которая может представлять собой одну печатную плату (PCB). Эти компоненты могут электрически соединяться с подложкой 4402 и друг другом, чтобы разрешать обмен сигналами или данными между ними. Другие пассивные или активные компоненты могут аналогично монтироваться или закрепляемый на подложке 4402.

[00261] Фиг. 44B является схематичным видом, иллюстрирующим примерный вариант осуществления, в котором преобразователь V1 или V2 206, 308 и энергетический буфер 204 каждый монтируются или закрепляются на одной общей подложке 4404, который может представлять собой одну печатную плату (PCB). Эти компоненты могут электрически соединяться с подложкой 4404 и друг другом, чтобы разрешать обмен сигналами или данными между ними. LCD 114 монтируется или закрепляется на другой подложке 4406, которая также может представлять собой одну PCB. Другие пассивные или активные компоненты могут аналогично монтироваться или закрепляться на подложках 4404 и 4406. Связь между LCD и компонентами на подложке 4404 может возникать по одной или более шин, проводов или по оптоволокну.

[00262] В вариантах осуществления, описанных в данном документе, внутрифазная балансировка может достигаться посредством одного или более внутрифазных балансирующих контроллеров, и межфазная балансировка может достигаться посредством одного или более межфазных балансирующих контроллеров. Эти внутрифазные балансирующие контроллеры и межфазные балансирующие контроллеры могут реализовываться в аппаратных средствах, программном обеспечении либо комбинации вышеозначенного. Эти внутрифазные балансирующие контроллеры и межфазные балансирующие контроллеры могут реализовываться полностью посредством такого устройства, ведущее устройство управления. Эти внутрифазные балансирующие контроллеры и межфазные балансирующие контроллеры могут реализовываться распределенным способом между несколькими устройствами, к примеру, ведущим устройством управления и одним или более локальных устройств управления.

[00263] Система 100 может работать в широком диапазоне частот, что может требоваться в различных стационарных и мобильных вариантах применения. Например, системная выходная частота переменного тока в стационарных вариантах применения должна зачастую составлять 60 Гц. В варианте осуществления, в котором MSOFET используется для каждого переключателя в схеме 207 (фиг. 5A), частота переключения каждого MOSFET (Fsw) может составлять в диапазоне 1-2кГц или больше. В примере, в котором предусмотрено 8 модулей в каждой фазовой матрице, затем результирующая частота пульсаций в выходном переменном напряжении должна составлять 2Fsw*N=16кГц-32кГц или больше. Частота переключения традиционных систем, как

инверторы с высоким уровнем мощности на основе IGBT, зачастую меньше 5 кГц. В мобильных вариантах применения, частота системы должна зависеть от потребностей мотора(ов), которые обычно колеблются от 0 Гц до 2000 Гц или более для синусоидальной формы выходного сигнала. В примерном варианте осуществления, где Fsw переключателей схемы 207 составляет 5 кГц, затем частота переключения примерной системы 100 (эквивалентные выходные пульсации) с пятью последовательным модулями должна составлять 2*5кГц*5=50 кГц. Означенное сравнивается с традиционным инвертором мощности, который имеет частоту переключения меньше 20 кГц. Эти примеры просто иллюстрируют повышенную производительность системы 100 по сравнению с традиционными системами и никоим образом не имеют намерение быть ограничивающими.

[00264] Во всех вариантах осуществления, описанных в данном документе, первичный источник энергии каждого модуля конкретной системы может иметь идентичное напряжение (или стандартное рабочее напряжение или номинальное напряжение). Такая конфигурация упрощает управление и конструкцию системы. Первичные и вторые источники энергии также могут иметь идентичное напряжение (стандартное или номинально). Могут реализовываться другие конфигурации, к примеру, конфигурации, в которых первичные источники энергии различных модулей идентичной системы имеют различные напряжения (стандартные или номинальные), и конфигурации, в которых первичные и вторичные источники энергии модуля имеют различные напряжения (стандартные или номинальные). Могут реализовываться еще другие конфигурации, в которых первичные источники энергии модулей системы имеют аккумуляторы первичных источников энергии, которые имеют другие химические составы, или в которых модули системы имеют аккумулятор первичного источника энергии с первым химическим составом и аккумулятор вторичного источника энергии со вторым химическим составом. Модули, которые отличаются друг от друга, могут быть основаны на размещении в системе (например, модули в фазовой матрице отличаются от IC-модуля(ей)).

[00265] На фиг. 1A-8F, 11, 13, 15-30, 32, 41A-41F и 43A-44B, различные составляющие фигур (например, элементы, компоненты, устройства, системы и/или функциональные блоки) проиллюстрированы как соединенные или подключеные к одной или более другим составляющим (например, элементов, компонентов, устройств, систем и/или функциональных блоков). Эти составляющие зачастую показаны как соединенные или подключенные без присутствия промежуточного объекта, к примеру, согласно прямому соединению или подключению. Специалисты в данной области техники легко распознают в свете настоящего описания, что эти соединения или подключения могут быть прямыми (без одного или более промежуточных компонентов) либо косвенными (с одним или более промежуточных компонентов, не показаны). Таким образом, этот абзац служит в качестве базовых сведений для всех соединений или подключений, представляющих собой прямые соединения или подключения либо косвенные соединения

или подключения.

[00266] Подробное пояснение относительно систем (например, аккумуляторного ACi-блока), устройств и способов, которые могут использоваться в сочетании с системами, устройствами и способами, описанными в данном документе, предоставляется в международной публикации номер WO 2019/183553, поданной 22 марта 2019 года, озаглавленной "Systems And Methods For Power Management And Control", которая полностью содержится по ссылке в данном документе для всех целей как если изложено полностью.

[00267] Варианты осуществления, описанные в данном документе, при использовании в качестве аккумуляторного блока, например, в автомобильной промышленности, разрешают исключение традиционной системы управления аккумулятором в качестве подсистемы, прилагаемой к каждому аккумуляторному модулю. Функциональность, типично выполняемая посредством системы управления аккумулятором, включается в категорию или заменяется посредством другой и во многих отношениях более широкой функциональности вариантов осуществления системы, описанных в данном документе.

[00268] Специалисты в данной области техники должны понимать, что "модуль", при использовании этого термина в данном документе, означает устройство, узел или подсистему в системе 100, и эта система 100 не должна обязательно быть выполнена с возможностью разрешать каждому отдельному модулю быть физически съемным и сменным относительно других модулей. Например, система 100 может помещаться в общий кожух, который не разрешает удаление и замену любого модуля, без разборки системы в целом. Тем не менее, все без исключения варианты осуществления в данном документе могут иметь такую конфигурацию, в которой каждый модуль является съемным и сменным относительно других модулей удобным способом, к примеру, без разборки системы.

[00269] Термин "ведущее устройство управления" используется в данном документе в широком смысле и не требует реализации конкретного протокола, к примеру, взаимосвязи ведущих и ведомых устройств с другими устройствами, к примеру, с локальным устройством управления.

[00270] Термин "вывод" используется в данном документе в широком смысле и не исключает функционирование двунаправленным способом и в качестве вывода и в качестве ввода. Аналогично, термин "ввод" используется в данном документе в широком смысле и не исключает функционирование двунаправленным способом и в качестве ввода и в качестве вывода.

[00271] Термины "контактный вывод" и "порт" используются в данном документе, в широком смысле, могут быть или однонаправленными или двунаправленными, могут представлять собой ввод или вывод и не требуют конкретной физической или механической конструкции, к примеру, розеточной или штекерной конфигурации.

[00272] Примерные варианты осуществления, описанные в данном документе

могут использоваться с одной или более систем охлаждения, чтобы рассеивать тепло из всех без исключения компонентов системы (например, схемы переключения, источника энергии, энергетического буфера, схемы управления и т.д.). Системы охлаждения могут использовать охлаждающую среду, такую как газ, жидкость или твердое тело. Системы охлаждения могут использовать один или более пьезоохлаждающих элементов.

[00273] Различные аспекты настоящего предмета изобретения изложены ниже, при анализе и/или в дополнении к вариантам осуществления, описанным выше, при этом акцент делается на взаимозависимость и взаимозаменяемость нижеприведенных вариантов осуществления. Другими словами, акцент делается на том факте, что каждый признак вариантов осуществления может комбинироваться с каждым другим признаком, если иное не указано в явной форме или не является логически неправдоподобным.

[00274] Во многих вариантах осуществления, модульная энергетическая система включает в себя модуль преобразователя/источника. В этих вариантах осуществления, модуль преобразователя/источника включает в себя первый источник энергии, энергетический буфер, соединенный с первым источником энергии, и преобразователь, соединенный с первым источником энергии, и энергетический буфер, причем преобразователь включает в себя несколько переключателей, выполненных с возможностью выбирать выходное напряжение модуля. В этих вариантах осуществления, модульная энергетическая система дополнительно включает в себя локальное устройство управления, соединенное с возможностью осуществления связи с модулем преобразователя/источника, причем локальное устройство управления выполнено с возможностью формировать несколько переключающих сигналов для нескольких переключателей.

[00275] Во многих вариантах осуществления, модульная энергетическая система включает в себя модуль преобразователя/источника. В этих вариантах осуществления, модуль преобразователя/источника включает в себя первый источник энергии, энергетический буфер, соединенный с первым источником энергии, и преобразователь, соединенный с первым источником энергии, и энергетическим буфером, причем преобразователь включает в себя несколько переключателей, выполненных с возможностью выбирать выходное напряжение модуля. В этих вариантах осуществления, модульная энергетическая система дополнительно включает в себя локальное устройство управления, соединенное с возможностью осуществления связи с модулем преобразователя/источника, причем первый источник энергии предоставляет рабочую мощность для локального устройства управления.

[00276] Во многих вариантах осуществления, модульная энергетическая система включает в себя модуль преобразователя/источника. В этих вариантах осуществления, модуль преобразователя/источника включает в себя первый источник энергии, энергетический буфер, соединенный с первым источником энергии, и преобразователь, соединенный с первым источником энергии и энергетическим буфером, причем преобразователь включает в себя несколько переключателей, выполненных с

возможностью выбирать выходное напряжение модуля. В этих вариантах осуществления, модульная энергетическая система дополнительно включает в себя локальное устройство управления, соединенное с возможностью осуществления связи с модулем преобразователя/источника, причем локальное устройство управления выполнено с возможностью определять неисправность в модуле преобразователя/источника и формировать сигнал неисправности. В этих вариантах осуществления, сигнал неисправности указывает фактическую неисправность или потенциальную неисправность. Во многих из этих вариантов осуществления, модульная энергетическая система дополнительно включает в себя ведущее устройство управления, соединенное с возможностью осуществления связи с локальным устройством управления, причем локальное устройство управления выполнено с возможностью выводить сигнал неисправности в ведущее устройство управления.

[00277] Во многих вариантах осуществления, модульная энергетическая система включает в себя модуль преобразователя/источника. В этих вариантах осуществления, модуль преобразователя/источника включает в себя первый источник энергии, энергетический буфер, соединенный с первым источником энергии, и преобразователь, соединенный с первым источником энергии и энергетическим буфером, причем преобразователь включает в себя несколько переключателей, выполненных с возможностью выбирать выходное напряжение модуля. В этих вариантах осуществления, модульная энергетическая система дополнительно включает в себя локальное устройство управления, соединенное с возможностью осуществления связи с модулем преобразователя/источника, причем локальное устройство управления, энергетический буфер и преобразователь реализуются вместе на одной печатной плате.

[00278] Во многих вариантах осуществления, модульная энергетическая система включает в себя модуль преобразователя/источника. В этих вариантах осуществления, модуль преобразователя/источника включает в себя первый источник энергии, энергетический буфер, соединенный с первым источником энергии, и преобразователь, соединенный с первым источником энергии и энергетическим буфером, причем преобразователь включает в себя несколько переключателей, выполненных с возможностью выбирать выходное напряжение модуля. В этих вариантах осуществления, модульная энергетическая система дополнительно включает в себя локальное устройство управления, соединенное с возможностью осуществления связи с модулем преобразователя/источника, причем локальное устройство управления, энергетический буфер и преобразователь размещаются в общем кожухе, который не размещает первый источник энергии.

[00279] Во многих вариантах осуществления, модульная энергетическая система включает в себя модуль преобразователя/источника. В этих вариантах осуществления, модуль преобразователя/источника включает в себя первый источник энергии, энергетический буфер, соединенный с первым источником энергии, и преобразователь, соединенный с первым источником энергии и энергетическим буфером, причем

преобразователь включает в себя несколько переключателей, выполненных с возможностью выбирать выходное напряжение модуля. В этих вариантах осуществления, модульная энергетическая система дополнительно включает в себя локальное устройство управления, соединенное с возможностью осуществления связи с модулем преобразователя/источника, причем локальное устройство управления, первый источник энергии, энергетический буфер и преобразователь размещаются в общем кожухе, который не размещает другой модуль преобразователя/источника.

[00280] Во многих вариантах осуществления, модульная энергетическая система включает в себя модуль преобразователя/источника. В этих вариантах осуществления, модуль преобразователя/источника включает в себя первый источник энергии, энергетический буфер, соединенный с первым источником энергии, и преобразователь, соединенный с первым источником энергии и энергетическим буфером, причем преобразователь включает в себя несколько переключателей, выполненных с возможностью выбирать выходное напряжение модуля. В этих вариантах осуществления, модульная энергетическая система дополнительно включает в себя локальное устройство управления, соединенное с возможностью осуществления связи с модулем преобразователя/источника, причем локальное устройство управления, энергетический буфер и преобразователь размещаются в общем кожухе, который не размещает первый источник энергии.

[00281] Во многих вариантах осуществления, модульная энергетическая система включает в себя модуль преобразователя/источника. В этих вариантах осуществления, модуль преобразователя/источника включает в себя первый источник энергии, энергетический буфер, соединенный с первым источником энергии, и преобразователь, соединенный с первым источником энергии и энергетическим буфером, причем преобразователь включает в себя несколько переключателей, выполненных с возможностью выбирать выходное напряжение модуля, и причем энергетический буфер и преобразователь реализуются вместе на одной печатной плате.

[00282] Во многих вариантах осуществления, модульная энергетическая система включает в себя модуль преобразователя/источника. В этих вариантах осуществления, модуль преобразователя/источника включает в себя первый источник энергии, включающий в себя топливный элемент, энергетический буфер, соединенный с первым источником энергии, и преобразователь, соединенный с первым источником энергии и энергетическим буфером, причем преобразователь включает в себя несколько переключателей, выполненных с возможностью выбирать выходное напряжение модуля.

[00283] Во многих вариантах осуществления, модульная энергетическая система включает в себя модуль преобразователя/источника. В этих вариантах осуществления, модуль преобразователя/источника включает в себя первый источник энергии, энергетический буфер, соединенный с первым источником энергии, и преобразователь, соединенный с первым источником энергии и энергетическим буфером, причем энергетический буфер включает в себя сеть Z-источников, включающую в себя два

индуктора и два конденсатора, или квазисеть Z-источников, включающую в себя два индуктора, два конденсатора и диод. В этих вариантах осуществления, модуль преобразователя/источника дополнительно включает в себя преобразователь, соединенный с первым источником энергии и энергетическим буфером, причем преобразователь включает в себя несколько переключателей, выполненных с возможностью выбирать выходное напряжение модуля.

[00284] Во многих вариантах осуществления, модульная энергетическая система включает в себя модуль преобразователя/источника. В этих вариантах осуществления, модуль преобразователя/источника включает в себя первый источник энергии, энергетический буфер, соединенный с первым источником энергии, второй источник энергии и преобразователь, включающий в себя первый ввод, второй ввод и третий ввод, причем первый и третий вводы соединяются с первым источником энергии и энергетическим буфером, причем второй и третий вводы соединяются со вторым источником энергии, причем преобразователь дополнительно включает в себя несколько переключателей, выполненных с возможностью выбирать выходное напряжение модуля, и причем первый и второй источники энергии включают в себя аккумулятор, либо первый и второй источники энергии не включают в себя аккумулятор.

[00285] Во многих из этих вариантов осуществления, первый и второй источники энергии включают в себя конденсатор или топливный элемент. Во многих из этих вариантов осуществления, преобразователь включает в себя первый переключатель, индуктор и второй переключатель, причем первый переключатель соединяется между первым вводом и первым узлом, индуктор соединяется между вторым вводом и первым узлом, и второй переключатель соединяется между третьим вводом и первым узлом. Во многих из этих вариантов осуществления, несколько переключателей включают в себя третий переключатель, четвертый переключатель, пятый переключатель и шестой переключатель. Во многих из этих вариантов осуществления, оба первый и второй источники энергии включают в себя аккумулятор, причем второй источник энергии дополнительно включает в себя первый конденсатор параллельно с аккумулятором. Во многих из этих вариантов осуществления, оба первый и второй источники энергии включают в себя аккумулятор, причем второй источник энергии дополнительно включает в себя первый конденсатор параллельно с аккумулятором и второй конденсатор параллельно с аккумулятором.

[00286] Во многих вариантах осуществления, модульная энергетическая система включает в себя модуль преобразователя/источника. В этих вариантах осуществления, модуль преобразователя/источника включает в себя первый источник энергии, энергетический буфер, соединенный с первым источником энергии, и преобразователь, соединенный с первым источником энергии и энергетическим буфером, причем преобразователь включает в себя несколько переключателей, выполненных с возможностью выбирать выходное напряжение модуля. В этих вариантах осуществления, модуль преобразователя/источника дополнительно включает в себя первый выходной

порт для соединения с первичной нагрузкой или другим модулем преобразователя/источника и вторым портом вывода для соединения с дополнительной нагрузкой.

[00287] Во многих из этих вариантов осуществления, дополнительная нагрузка представляет собой первую дополнительную нагрузку, и модуль преобразователя/источника включает в себя третий выходной порт для соединения со второй дополнительной нагрузкой. Во многих из этих вариантов осуществления, первый выходной порт соединяется с первичной нагрузкой или другим модулем преобразователя/источника, второй порт вывода соединяется с первой дополнительной нагрузкой, и третий выходной порт соединяется со второй дополнительной нагрузкой. Во многих из этих вариантов осуществления, преобразователь включает в себя первый ввод, второй ввод и третий ввод, причем первый и третий вводы соединяются с первым источником энергии, энергетическим буфером и вторым портом вывода, и причем второй и третий вводы соединяются с третьим выходным портом. Во многих из этих вариантов осуществления, преобразователь включает в себя первый переключатель, индуктор и второй переключатель, причем первый переключатель соединяется между первым вводом и первым узлом, индуктор соединяется между вторым вводом и первым узлом, и второй переключатель соединяется между третьим вводом и первым узлом. Во многих из этих вариантов осуществления, несколько переключателей включают в себя третий переключатель, четвертый переключатель, пятый переключатель и шестой переключатель. Во многих из этих вариантов осуществления, третий переключатель, четвертый переключатель, пятый переключатель и шестой переключатель соединяются между собой в качестве мостовой схемы управления. Во многих из этих вариантов осуществления, первый выходной порт включает в себя первый вывод и второй вывод, причем третий переключатель соединяется между первым вводом и первым выводом, четвертый переключатель соединяется между третьим вводом и первым выводом, пятый переключатель соединяется между первым вводом и вторым выводом, и шестой переключатель соединяется между третьим вводом и вторым выводом.

[00288] Во многих вышеуказанных вариантах осуществления, модульная энергетическая система дополнительно включает в себя несколько модулей преобразователя/источника, соединенных с модулем преобразователя/источника в матрице.

[00289] Во многих из этих вариантов осуществления, каждый из модулей преобразователя/источника в нескольких модулях преобразователя/источника включает в себя первый источник энергии, энергетический буфер, соединенный с первым источником энергии, и преобразователем, включающим в себя несколько переключателей, выполненных с возможностью выбирать выходное напряжение того модуля преобразователя/источника. Во многих из этих вариантов осуществления, нескольких переключателей выбора между первым напряжением с положительной полярностью, нулем или опорным напряжением и первым напряжением с отрицательной полярностью.

Во многих из этих вариантов осуществления, первое напряжение представляет собой постоянное напряжение (DC). Во многих из этих вариантов осуществления, матрица выполнена с возможностью выводить сигнал переменного тока (AC).

[00290] Во многих вышеуказанных вариантах осуществления, преобразователь включает в себя один или более датчиков, выполненных с возможностью выводить один или более считываемых сигналов, указывающих температуру первого источника энергии, состояние заряда первого источника энергии, напряжение первого источника энергии или тока.

[00291] Во многих вышеуказанных вариантах осуществления, модульная энергетическая система дополнительно включает в себя локальное устройство управления, соединенное с возможностью осуществления связи с модулем преобразователя/источника.

[00292] Во многих из этих вариантов осуществления, модульная энергетическая система дополнительно включает в себя несколько модулей преобразователя/источника и несколько локальных устройств управления, причем каждое локальное устройство управления в нескольких локальных устройствах управления выделяется для использования с одним модулем преобразователя/источника из нескольких модулей преобразователя/источника. Во многих из этих вариантов осуществления, модуль преобразователя/источника представляет собой первый модуль преобразователя/источника, причем система включает в себя второй модуль преобразователя/источника и причем локальное устройство управления управляет первым и вторым модулями преобразователя/источника.

[00293] Во многих вышеуказанных вариантах осуществления, локальное устройство управления включает в себя схему обработки и запоминающее устройство, соединенное с возможностью осуществления связи со схемой обработки, причем запоминающее устройство включает в себя инструкции, выполняемые посредством схемы обработки.

[00294] Во многих вышеуказанных вариантах осуществления, локальное устройство управления выполнено с возможностью формировать переключающие сигналы для преобразователя с использованием широтно-импульсной модуляции.

[00295] Во многих из этих вариантов осуществления, локальное устройство управления выполнено с возможностью модулировать или масштабировать принимаемый опорный сигнал и использовать модулированный опорный сигнал для формирования переключающих сигналов. Во многих из этих вариантов осуществления, локальное устройство управления выполнено с возможностью использовать принимаемый индекс модуляции, чтобы модулировать принимаемый опорный сигнал.

[00296] Во многих вышеуказанных вариантах осуществления, локальное устройство управления выполнено с возможностью принимать один или более сигналов, указывающих одну или более следующих рабочих характеристик модуля преобразователя/источника либо его компонента: температура, состояние заряда, емкость,

состояние работоспособности, напряжение или ток.

[00297] Во многих из этих вариантов осуществления, локальное устройство управления выполнено с возможностью сообщать, в ведущее устройство управления, информацию, указывающую одну или более следующих рабочих характеристик модуля преобразователя/источника либо его компонента: температура, состояние заряда, емкость, состояние работоспособности, напряжение или ток.

[00298] Во многих вышеуказанных вариантах осуществления, локальное устройство управления снабжается мощностью только посредством первого источника энергии.

[00299] Во многих вышеуказанных вариантах осуществления, локальное устройство управления снабжается мощностью посредством источника энергии, отличного от первого источника энергии.

[00300] Во многих вышеуказанных вариантах осуществления, модуль преобразователя/источника включает в себя второй источник энергии, причем локальное устройство управления выполнено с возможностью инструктировать модулю преобразователя/источника активно фильтровать гармонику второго порядка в выходном токе из первого источника энергии с током из второго источника энергии.

[00301] Во многих из этих вариантов осуществления, первый источник энергии включает в себя аккумулятор, и второй источник энергии включает в себя конденсатор. Во многих из этих вариантов осуществления, конденсатор второго источника энергии представляет собой ультраконденсатор или суперконденсатор.

[00302] Во многих вышеуказанных вариантах осуществления, модуль преобразователя/источника включает в себя второй источник энергии, причем локальное устройство управления выполнено с возможностью управлять преобразователем, чтобы управлять передачей мощности: из первого источника энергии в совокупную нагрузку модулей преобразователя/источника, из второго источника энергии в совокупную нагрузку модулей преобразователя/источника и между первым источником энергии и вторым источником энергии.

[00303] Во многих из этих вариантов осуществления, передачи мощности между первым источником энергии и вторым источником энергии включает в себя передачу мощности из первого источника энергии до второго источника энергии и передачу мощности из второго источника энергии в первый источник энергии. Во многих из этих вариантов осуществления, локальное устройство управления выполнено с возможностью управлять преобразователем, чтобы управлять передачей мощности, по меньшей мере, частично на основе потребления мощности первой дополнительной нагрузки и потребления мощности второй дополнительной нагрузки. Во многих из этих вариантов осуществления, локальное устройство управления включает в себя процессор и запоминающее устройство, причем запоминающее устройство включает в себя инструкции, которые, при выполнении посредством схемы обработки, инструктируют схеме обработки управлять передачей мощности: из первого источника энергии в

совокупную нагрузку модулей преобразователя/источника, из второго источника энергии в совокупную нагрузку модулей преобразователя/источника и между первым источником энергии и вторым источником энергии. Во многих из этих вариантов осуществления, локальное устройство управления выполнено с возможностью управлять передачей мощности посредством формирования переключающих сигналов для преобразователя.

[00304] Во многих вышеуказанных вариантах осуществления, модульная энергетическая система дополнительно включает в себя ведущее устройство управления, выполненное с возможностью управлять одним или более рабочих параметров модуля преобразователя/источника относительно одного более рабочих параметров других модулей преобразователя/источника в системе.

[00305] Во многих вышеуказанных вариантах осуществления, модульная энергетическая система дополнительно включает в себя ведущее устройство управления, соединенное с возможностью осуществления связи с локальным устройством управления.

[00306] Во многих из этих вариантов осуществления, ведущее устройство управления соединено с возможностью осуществления связи с локальным устройством управления по кабелю для последовательной передачи данных. Во многих из этих вариантов осуществления, ведущее устройство управления включает в себя схему обработки и запоминающее устройство, соединенное с возможностью осуществления связи со схемой обработки, причем запоминающее устройство включает в себя инструкции, выполняемые посредством схемы обработки. Во многих из этих вариантов осуществления, модульная энергетическая система дополнительно включает в себя несколько локальных устройств управления, соединенных с несколькими модулями преобразователя/источника, причем ведущее устройство управления соединено с возможностью осуществления связи с каждым из локальных устройств управления из нескольких локальных устройств управления. Во многих из этих вариантов осуществления, ведущее устройство управления выполнено с возможностью считываемые данные, указывающие одну или более рабочих характеристик нескольких модулей преобразователя/источника и определять долю, по меньшей мере, для одного модуля преобразователя/источника из нескольких модулей преобразователя/источника. Во многих из этих вариантов осуществления, ведущее устройство управления выполнено с возможностью определять долю для каждого из нескольких модулей преобразователя/источника. Во многих из этих вариантов осуществления, ведущее устройство управления выполнено с возможностью выводить модуляцию или масштабирующий индекс для каждого из нескольких модулей преобразователя/источника, причем индекс модуляции или масштабирования указывает долю потока мощности. Во многих из этих вариантов осуществления, ведущее устройство управления выполнено с возможностью выводить опорный сигнал в каждое из локальных устройств управления, причем каждое из локальных устройств управления выполнено с возможностью модулировать или масштабировать опорный сигнал с принимаемым индексом модуляцией или масштабирования и формировать переключающие сигналы на основе

модулированного или масштабированного опорного сигнала.

[00307] Во многих вышеуказанных вариантах осуществления, модульная энергетическая система выполнена с возможностью работы в мобильном объекте.

[00308] Во многих из этих вариантов осуществления, представляет собой одно из следующего: мобильный объект автомобиль, автобус, грузовик, мотоцикл, скутер, транспортное средство промышленного назначения, горнодобывающий аппарат, летательный аппарат, морское судно, локомотив, поезд или железнодорожное транспортное средство или транспортное средство военного назначения.

[00309] Во многих вышеуказанных вариантах осуществления, модульная энергетическая система выполнена с возможностью работы в качестве стационарной энергетической системы.

[00310] Во многих из этих вариантов осуществления, представляет собой одно из следующего: стационарная энергетическая система домашняя система накопления, промышленная система накопления, коммерческая система накопления, система накопления в центре обработки и хранения данных, сеть, микросеть или зарядная станция.

[00311] Во многих вышеуказанных вариантах осуществления, модульная энергетическая система сконфигурирована как аккумуляторный блок для электрического транспортного средства.

[00312] Во многих вариантах осуществления, модульная энергетическая система включает в себя несколько модулей преобразователя/источника, включающих в себя первый источник энергии, энергетический буфер и преобразователь, электрически соединенные между собой, причем несколько модулей преобразователя/источника электрически соединяются между собой в матрице. В этих вариантах осуществления, модульная энергетическая система дополнительно включает в себя схему управления, соединенную с возможностью осуществления связи с несколькими модулями преобразователя/источника, причем схема управления выполнена с возможностью отслеживать, по меньшей мере, одну рабочую характеристику каждого из нескольких модулей преобразователя/источника и, на основе отслеживаемой, по меньшей мере, одной рабочей характеристики независимо управлять каждым модулем преобразователя/источника в нескольких модулях преобразователя/источника для оптимизации рабочих характеристик матрицы.

[00313] Во многих из этих вариантов осуществления, по меньшей мере, одна рабочая характеристика выбирается из следующего: состояние заряда, температура, состояние работоспособности, емкость, присутствие неисправности, напряжение или ток. Во многих из этих вариантов осуществления, температура представляет собой, по меньшей мере, одно из следующего: температура первого источника энергии либо его компонента, температура энергетического буфера либо его компонента, температура преобразователя либо его компонента. Во многих из этих вариантов осуществления, емкость представляет собой, по меньшей мере, одно из следующего: емкость первого источника энергии или емкость одного или более компонентов первого источника

энергии. Во многих из этих вариантов осуществления, присутствие неисправности представляет собой, по меньшей мере, одно из следующего: индикатор присутствия измеренной неисправности, индикатор присутствия потенциальной неисправности; индикатор присутствия состояния выдачи сигнала тревоги или индикатор присутствия условия предупреждения. Во многих из этих вариантов осуществления, напряжение представляет собой, по меньшей мере, одно из следующего: напряжение первого источника энергии либо его компонента, напряжение энергетического буфера либо его компонента, напряжение преобразователя либо его компонента. Во многих из этих вариантов осуществления, ток представляет собой, по меньшей мере, одно из следующего: ток первого источника энергии либо его компонента, ток энергетического буфера либо его компонента, ток преобразователя либо его компонента. Во многих из этих вариантов осуществления, каждый модуль преобразователя/источника включает в себя, по меньшей мере, один датчик, чтобы считывать, по меньшей мере, одну рабочую характеристику. Во многих из этих вариантов осуществления, схема управления выполнена с возможностью отслеживать все следующие рабочие характеристики: состояние заряда, температура, состояние работоспособности, емкость, присутствие неисправности, напряжение и ток. Во многих из этих вариантов осуществления, схема управления выполнена с возможностью независимо управлять разрядом или зарядом каждого модуля преобразователя/источника посредством формирования нескольких переключающих сигналов и вывода нескольких переключающих сигналов в преобразователь каждого модуля преобразователя/источника. Во многих из этих вариантов осуществления, схема управления выполнена с возможностью формировать несколько переключающих сигналов с широтно-импульсной модуляцией или гистерезисом.

[00314] Во многих из этих вариантов осуществления, по меньшей мере, один модуль преобразователя/источника из нескольких модулей преобразователя/источника представляет собой модуль преобразователя/источника, как описано во многих вышеуказанных вариантах осуществления.

[00315] Во многих из этих вариантов осуществления, каждый модуль преобразователя/источника из нескольких модулей преобразователя/источника представляет собой модуль преобразователя/источника, как описано во многих вышеуказанных вариантах осуществления.

[00316] Во многих из этих вариантов осуществления, схема управления выполнена с возможностью независимо управлять разрядом или зарядом каждого модуля преобразователя/источника в нескольких модулях преобразователя/источника для оптимизации рабочих характеристик матрицы. Во многих из этих вариантов осуществления, схема управления выполнена с возможностью независимо управлять разрядом или зарядом каждого модуля преобразователя/источника на основе требования по мощности нагрузки, соединенной с матрицей. Во многих из этих вариантов осуществления, нагрузка представляет собой мотор, коммерческое сооружение,

домашнюю конструкцию, промышленное сооружение или энергосеть. Во многих из этих вариантов осуществления, схема управления включает в себя несколько локальных устройств управления и ведущее устройство управления, соединенное с возможностью осуществления связи с несколькими локальными устройствами управления.

[00317] Во многих вариантах осуществления, модульная энергетическая система включает в себя матрицу N модулей преобразователя/источника, где N равно 2 или больше, причем каждый из N модулей преобразователя/источника последовательно соединяются, причем каждый из N модулей преобразователя/источника сконфигурированы согласно любому из вышеуказанных вариантов осуществления, и причем матрица включает в себя первый выходной контактный вывод первого модуля преобразователя/источника и второго выходного контактного вывода N-ого модуля преобразователя/источника.

[00318] Во многих из этих вариантов осуществления, модульная энергетическая система дополнительно включает в себя несколько локальных устройств управления, каждое из которых соединено с возможностью осуществления связи с одним или более из N модулей преобразователя/источника. Во многих из этих вариантов осуществления, модульная энергетическая система дополнительно включает в себя ведущий контроллер, соединенный с возможностью осуществления связи с несколькими локальными устройствами управления. Во многих из этих вариантов осуществления, модульная энергетическая система дополнительно включает в себя нагрузку, соединенную между первым и вторым выходными контактными выводами. Во многих из этих систем, нагрузка представляет собой одно из нагрузки постоянного тока или нагрузки однофазного переменного тока.

[00319] Во многих вариантах осуществления, модульная энергетическая система включает в себя M матриц модулей преобразователя/источника, где M равно 2 или больше, причем каждая из M матриц включает в себя N модулей преобразователя/источника, где N равно 2 или больше, причем каждый из N модулей преобразователя/источника последовательно соединяются с каждой из M матриц, причем каждый из N модулей преобразователя/источника сконфигурирован согласно любому из вышеуказанных вариантов осуществления, причем каждая из M матриц включают в себя отдельный выходной контактный вывод первого модуля преобразователя/источника, и причем N-ый модуль преобразователя/источника каждой из M матриц соединяется с общим выходным контактным выводом.

[00320] Во многих из этих вариантов осуществления, модульная энергетическая система дополнительно включает в себя несколько локальных устройств управления, каждое из которых соединено с возможностью осуществления связи с одним или более из N модулей преобразователя/источника каждой из M матриц. Во многих из этих вариантов осуществления, модульная энергетическая система дополнительно включает в себя ведущий контроллер, соединенный с возможностью осуществления связи с несколькими локальными устройствами управления. Во многих из этих вариантов осуществления, M

матриц включают в себя первую и вторую матрицы. Во многих из этих вариантов осуществления, модульная энергетическая система дополнительно включает в себя нагрузку, соединенную между отдельными выходными контактными выводами первой и второй матриц. Во многих из этих вариантов осуществления, общий выходной контактный вывод соединяется с нейтралью нагрузки. Во многих из этих вариантов осуществления, модульная энергетическая система дополнительно включает в себя нагрузку, соединенную между общим выходным контактным выводом и соединительной муфтой отдельных выходных контактных выводов первой и второй матриц. Во многих из этих вариантов осуществления, нагрузка представляет собой одно из нагрузки постоянного тока или нагрузки однофазного переменного тока. Во многих из этих вариантов осуществления, M матриц включают в себя первую, вторую и третью матрицы. Во многих из этих вариантов осуществления, модульная энергетическая система дополнительно включает в себя трехфазную нагрузку, соединенную между отдельными выходными контактными выводами первой, второй и третьей матриц. Во многих из этих вариантов осуществления, общий выходной контактный вывод соединяется с нейтралью нагрузки. Во многих из этих вариантов осуществления, модульная энергетическая система дополнительно включает в себя однофазную нагрузку постоянного тока или переменного тока, соединенную между общим выходным контактным выводом и соединительной муфтой отдельных выходных контактных выводов первой, второй и третьей матриц.

[00321] Во многих из этих вариантов осуществления, модульная энергетическая система дополнительно включает в себя несколько локальных устройств управления, каждое из которых функционально соединяется с одним или более из N модулей преобразователя/источника первой, второй, третьей, четвертой, пятой, шестой, седьмой, восьмой, девятой, десятой, одиннадцатой и двенадцатой матриц. Во многих из этих вариантов осуществления, модульная энергетическая система дополнительно включает в себя ведущий контроллер, соединенный с возможностью осуществления связи с несколькими локальными устройствами управления.

[00322] Во многих вариантах осуществления, модульная энергетическая система включает в себя несколько соединенных модулей преобразователя/источника и схему управления, причем схема управления выполнена с возможностью регулировать долю одного или более модулей преобразователя/источника на основе информации состояния, ассоциированной с одним или более модулей преобразователя/источника.

[00323] Во многих из этих вариантов осуществления, модуль преобразователя/источника включает в себя модуль преобразователя/источника согласно многим вышеуказанным вариантам осуществления.

[00324] Во многих из этих вариантов осуществления, модуль преобразователя/источника включает в себя источник энергии, включающий в себя, по меньшей мере, один элемент накопления энергии, энергетический буфер и преобразователь. Во многих из этих вариантов осуществления, информация состояния включает в себя одно или более из состояния заряда, состояния работоспособности,

температуры, емкости, тока или напряжения модуля преобразователя/источника либо его компонента. Во многих из этих вариантов осуществления, ведущее устройство управления выполнено с возможностью балансировать состояние заряда (SOC) нескольких соединенных модулей преобразователя/источника. Во многих из этих вариантов осуществления, схема управления включает в себя схему обработки, и, по меньшей мере, одно запоминающее устройство, имеющее сохраненные инструкции, которые, при выполнении посредством схемы обработки, инструктируют схеме обработки инструктировать регулирование доли одного или более модулей преобразователя/источника на основе информации состояния, ассоциированной с одним или более модулей преобразователя/источника. Во многих из этих вариантов осуществления, схема обработки и, по меньшей мере, одно запоминающее устройство представляют собой компоненты ведущего устройства управления, локального устройства управления или распределенный между ведущим устройством управления и одним или более локальных устройств управления.

[00325] Во многих из этих вариантов осуществления, схема управления выполнена с возможностью инструктировать доле первого модуля преобразователя/источника понижаться относительно одного или более других модулей преобразователя/источника на основе информации состояния первого модуля преобразователя/источника и одного или более других модулей преобразователя/источника. Во многих из этих вариантов осуществления, информация состояния первого модуля преобразователя/источника указывает, по меньшей мере, одно из следующего по сравнению с информацией состояния одного или более других модулей преобразователя/источника: состояние относительно более низкого заряда, состояние относительно более низкой работоспособности, относительно меньшая емкость, относительно меньшее напряжение, относительно меньший ток, относительно более высокая температура или неисправность.

[00326] Во многих из этих вариантов осуществления, схема управления выполнена с возможностью инструктировать доле первого модуля преобразователя/источника, чтобы повышаться относительно одного или более других модулей преобразователя/источника на основе информации состояния первого модуля преобразователя/источника и одного или более других модулей преобразователя/источника. Во многих из этих вариантов осуществления, информация состояния первого модуля преобразователя/источника указывает, по меньшей мере, одно из следующего по сравнению с информацией состояния одного или более других модулей преобразователя/источника: состояние относительно более высокого заряда, состояние относительно более высокой работоспособности, относительно большая емкость, относительно большее напряжение, относительно больший ток, относительно более низкая температура или отсутствие неисправности.

[00327] Во многих из этих вариантов осуществления, доля является выходной мощностью во времени первого модуля преобразователя/источника. Во многих из этих вариантов осуществления, схема управления включает в себя ведущее устройство управления и несколько локальных устройств управления. Во многих из этих вариантов

осуществления, ведущее устройство управления выполнено с возможностью формировать несколько индексов модуляции для нескольких модулей преобразователя/источника, при этом один индекс модуляции независимо формируется для каждого модуля преобразователя/источника из нескольких модулей преобразователя/источника.

[00328] Во многих из этих вариантов осуществления, ведущее устройство управления включает в себя внутрифазный балансирующий контроллер. Во многих из этих вариантов осуществления, внутрифазный балансирующий контроллер выполнен с возможностью формировать индекс модуляции для каждого модуля преобразователя/источника. Во многих из этих вариантов осуществления, индекс модуляции для модуля преобразователя/источника определяется на основе одного или более из пикового напряжения Vpk опорного напряжения Vr модульной энергетической системы, состояния заряда модуля преобразователя/источника, температуры модуля преобразователя/источника, емкости модуля преобразователя/источника, тока модуля преобразователя/источника или напряжения модуля преобразователя/источника. Во многих из этих вариантов осуществления, ведущее устройство управления дополнительно включает в себя детектор пиков для определения пикового напряжения Vpk опорного напряжения Vr модульной энергетической системы. Во многих из этих вариантов осуществления, ведущее устройство управления выполнено с возможностью формировать нормализованную форму Vrn опорного сигнала из опорного напряжения Vr. Во многих из этих вариантов осуществления, ведущее устройство управления выполнено с возможностью формировать нормализованную форму Vrn опорного сигнала из опорного напряжения Vr посредством деления опорного напряжения Vr на его пиковое напряжение Vpk. Во многих из этих вариантов осуществления, ведущее устройство управления выполнено с возможностью выводить нормализованную форму Vrn опорного сигнала в каждое из нескольких локальных устройств управления. Во многих из этих вариантов осуществления, каждое локальное устройство управления нескольких локальных устройств управления выполнено с возможностью модулировать принимаемую нормализованную форму Vrn опорного сигнала посредством принимаемого индекса модуляции. Во многих из этих вариантов осуществления, каждое локальное устройство управления нескольких локальных устройств управления выполнено с возможностью формировать переключающие сигналы для модуля преобразователя/источника на основе модулированной формы опорного сигнала. Во многих из этих вариантов осуществления, каждое локальное устройство управления нескольких локальных устройств управления выполнено с возможностью формировать переключающие сигналы для модуля преобразователя/источника на основе технологии широтно-импульсной модуляции, реализованной с модулированной формой опорного сигнала.

[00329] Во многих из этих вариантов осуществления, несколько индексов модуляции формируются, чтобы обеспечивать то, что сумма сформированных напряжений из нескольких модулей преобразователя/источника не превышает пиковое напряжение Vpk. Во многих из этих вариантов осуществления, несколько индексов Mi

модуляции формируются для того, чтобы инструктировать состояниям заряда (SOC) источников энергии нескольких модулей преобразователя/источника сходиться к сбалансированному состоянию. Во многих из этих вариантов осуществления, несколько индексов Mi модуляции формируются для того, чтобы инструктировать состояниям работоспособности (SOH) нескольких модулей преобразователя/источника сходиться к сбалансированному состоянию. Во многих из этих вариантов осуществления, несколько индексов Mi модуляции формируются для того, чтобы инструктировать емкостям нескольких модулей преобразователя/источника сходиться к сбалансированному состоянию. Во многих из этих вариантов осуществления, несколько индексов Mi модуляции формируются для того, чтобы инструктировать напряжениям нескольких модулей преобразователя/источника сходиться к сбалансированному состоянию. Во многих из этих вариантов осуществления, несколько индексов Mi модуляции формируются для того, чтобы инструктировать токам нескольких модулей преобразователя/источника сходиться к сбалансированному состоянию. Во многих из этих вариантов осуществления, несколько индексов Mi модуляции формируются для того, чтобы инструктировать температурам нескольких модулей преобразователя/источника сходиться к сбалансированному состоянию. Во многих из этих вариантов осуществления, несколько индексов Mi модуляции формируются для того, чтобы уменьшать долю одного или более модулей преобразователя/источника, имеющих неисправное состояние, по сравнению с одним или более других модулей преобразователя/источника, не имеющих неисправное состояние.

[00330] Во многих из этих вариантов осуществления, схема управления включает в себя одно или оба из межфазного балансирующего контроллера или внутрифазного балансирующего контроллера. Во многих из этих вариантов осуществления, несколько модулей преобразователя/источника размещаются в многомерной матрице. Во многих из этих вариантов осуществления, внутрифазный балансирующий контроллер выполнен с возможностью регулировать долю нескольких модулей преобразователя/источника в одномерной матрице из многомерной матрицы. Во многих из этих вариантов осуществления, межфазный балансирующий контроллер выполнен с возможностью управлять одним или более из сдвига нейтральной точки или доли модулей преобразователя/источника, которые являются общими для каждой фазы.

[00331] Во многих вышеуказанных вариантах осуществления, модульная энергетическая система представляет собой одно из однофазной или многофазной. Во многих из этих вариантов осуществления, модульная энергетическая система представляет собой многофазную модульную энергетическую систему, выводящую сигналы в трех фазах, четырех фазах, пяти фазах или шести фазах.

[00332] Во многих вышеуказанных вариантах осуществления, несколько модулей преобразователя/источника размещаются в многомерной матрице.

[00333] Во многих вышеуказанных вариантах осуществления, несколько модулей преобразователя/источника размещаются в соответствии с любым из многих

вышеуказанных вариантов осуществления.

[00334] Во многих вышеуказанных вариантах осуществления, модульная энергетическая система выполнена с возможностью работы в электрическом или гибридном мобильном транспортном средстве. Во многих из этих вариантов осуществления, электрическое или гибридное мобильное транспортное средство представляют собой одно из следующего: автомобиль, автобус, грузовик, мотоцикл, скутер, транспортное средство промышленного назначения, горнодобывающий аппарат, летательный аппарат, морское судно, локомотив или железнодорожное транспортное средство или транспортное средство военного назначения.

[00335] Во многих вышеуказанных вариантах осуществления, модульная энергетическая система выполнена с возможностью работы в качестве стационарной энергетической системы. Во многих из этих вариантов осуществления, стационарная энергетическая система представляет собой одно из следующего: домашняя система, промышленная система, коммерческая система, система накопления в центре обработки и хранения данных, сеть, микросеть или зарядная станция.

[00336] Во многих вышеуказанных вариантах осуществления, модульная энергетическая система сконфигурирована как аккумуляторный блок для электрического транспортного средства.

[00337] Во многих вариантах осуществления, модульная энергетическая система включает в себя несколько соединенных модулей преобразователя/источника и схему управления, причем схема управления выполнена с возможностью регулировать подачу мощности до одного или более модулей преобразователя/источника на основе информации состояния, ассоциированной с одним или более модулей преобразователя/источника. Во многих из этих вариантов осуществления, каждый модуль преобразователя/источника включает в себя модуль преобразователя/источника согласно многим вышеуказанным вариантам осуществления.

[00338] Во многих из этих вариантов осуществления, каждый модуль преобразователя/источника включает в себя источник энергии, включающий в себя, по меньшей мере, один элемент накопления энергии, энергетический буфер и преобразователь. Во многих из этих вариантов осуществления, схема управления выполнена с возможностью независимо определять величину заряда, которую каждый модуль преобразователя/источника с системой принимает из подачи мощности, внешней для системы. Во многих из этих вариантов осуществления, схема управления выполнена с возможностью независимо определять величину заряда, которую каждый модуль преобразователя/источника с системой принимает из подачи мощности, внешней для системы на основе информации состояния, ассоциированной с одним или более модулей преобразователя/источника либо их компонентов, причем информация состояния включает в себя одно или более из следующего: состояние заряда (SOC), состояние работоспособности (SOH), емкость, температура, напряжение, ток, присутствие неисправности или отсутствие неисправности. Во многих из этих вариантов

осуществления, несколько модулей преобразователя/источника размещаются в многомерной матрице. Во многих из этих вариантов осуществления, несколько модулей преобразователя/источника размещаются в соответствии со многими вышеуказанными вариантами осуществления.

[00339] Во многих вариантах осуществления, модуль преобразователя/источника включает в себя источник энергии, включающий в себя, по меньшей мере, один элемент накопления энергии, энергетический буфер и преобразователь, включающий в себя несколько, причем преобразователь выполнен с возможностью формировать выходное напряжение на основе комбинации нескольких переключателей.

[00340] Во многих из этих вариантов осуществления, вывод источника энергии является соединяемым с входным контактным выводом энергетического буфера. Во многих из этих вариантов осуществления, вывод энергетического буфера является соединяемым с входным контактным выводом преобразователя. Во многих из этих вариантов осуществления, элемент накопления энергии представляет собой одно из ультраконденсатора, аккумулятора, включающего в себя, по меньшей мере, один гальванический элемент или несколько аккумуляторных гальванических элементов, соединенных последовательно и/или параллельно, или топливного элемента. Во многих из этих вариантов осуществления, энергетический буфер включает в себя одно или более из следующего: электролитические конденсаторы, пленочные конденсаторы, сеть Z-источников, включающая в себя два индуктора и два конденсатора, или квазисеть Z-источников, включающая в себя два индуктора, два конденсатора и диод. Во многих из этих вариантов осуществления, каждый из нескольких переключателей включает в себя, по меньшей мере, одно из полупроводникового MOSFET или полупроводникового IGBT. Во многих из этих вариантов осуществления, преобразователь выполнен с возможностью формировать три различных выходных напряжения посредством различных комбинаций нескольких переключателей. Во многих из этих вариантов осуществления, источник энергии выполнен с возможностью выводить постоянное напряжение VDC, и три различных выходных напряжения представляют собой +VDC, 0 и -VDC. Во многих из этих вариантов осуществления, модуль преобразователя/источника выполнен с возможностью принимать переключающие сигналы для нескольких переключателей из локального устройства управления.

[00341] Во многих вариантах осуществления, энергетическая система включает в себя, по меньшей мере, два модуля преобразователя/источника согласно многим вышеуказанным вариантам осуществления.

[00342] Во многих из этих вариантов осуществления, эти, по меньшей мере, два модуля преобразователя/источника соединяются в одной из одномерной матрицы или многомерной матрицы. Во многих из этих вариантов осуществления, по меньшей мере, две одномерных матрицы соединяется между собой в различных рядах и колонках непосредственно или через дополнительные модули преобразователя/источника. Во многих из этих вариантов осуществления, энергетическая система включает в себя, по

меньшей мере, два локальных устройства управления, одно локальное устройство управления для каждого модуля преобразователя/источника. Во многих из этих вариантов осуществления, каждое локальное устройство управления управляет энергией из источника энергии, защищает энергетический буфер и управляет преобразователем.

[00343] Во многих вариантах осуществления, модульная энергетическая система включает в себя локальное устройство управления и модуль преобразователя/источника, соединенный с локальным устройством управления, причем модуль преобразователя/источника включает в себя источник энергии, имеющий элемент накопления, причем первый и второй выводы источника энергии соединяются с первым и вторым вводами энергетического буфера, причем первый и второй выводы энергетического буфера соединяются с первым и вторым вводами преобразователя, причем преобразователь включает в себя, по меньшей мере, четыре переключателя, чтобы формировать три уровня напряжения, включающих в себя уровень первого напряжения с положительной полярностью, нуль или уровень опорного напряжения и уровень первого напряжения с отрицательной полярностью, причем три уровня напряжения формируются посредством соединения уровня первого напряжения между первым и вторым вводами преобразователя в первый и второй выводы преобразователя посредством различных комбинаций, по меньшей мере, четырех переключателей.

[00344] Во многих из этих вариантов осуществления, элемент накопления включает в себя одно из ультраконденсатора, аккумуляторного модуля, включающего в себя один или более соединенных аккумуляторных гальванических элементов, и модуля топливного элемента. Во многих из этих вариантов осуществления, энергетический буфер включает в себя одно из электролитического и/или пленочного конденсатора, сети Z-источников, сформированной посредством двух индукторов и двух электролитических и/или пленочных конденсаторов, и квазисети Z-источников, сформированной посредством двух индукторов, двух электролитических и/или пленочных конденсаторов и диода. Во многих из этих вариантов осуществления, переключатели сконфигурированы как полупроводниковые переключатели. Во многих из этих вариантов осуществления, источник энергии включает в себя первичный источник энергии и вторичный источник энергии, в котором первичный источник энергии включает в себя элемент накопления, включающий в себя одно из ультраконденсатора, аккумуляторного модуля, включающего в себя один или более соединенных аккумуляторных гальванических элементов, и модуля топливного элемента. Во многих из этих вариантов осуществления, первый и второй выводы первичного источника энергии соединяются с первым и вторым входными контактными выводами энергетического буфера, причем энергетический буфер включает в себя одно из электролитического и/или пленочного конденсатора, сети Z-источников, сформированной посредством двух индукторов и двух электролитических и/или пленочных конденсаторов, и квазисети Z-источников, сформированной посредством двух индукторов, двух электролитических и/или пленочных конденсаторов и диода. Во многих из этих вариантов осуществления, второй вывод энергетического буфера соединяется со

вторым выводом вторичного источника энергии, и при этом первый вывод вторичного источника энергии соединяется со вторым вводом преобразователя. Во многих из этих вариантов осуществления, вторичный источник энергии включает в себя элемент накопления, включающий в себя одно из электролитического и/или пленочного конденсатора, ультраконденсатора, аккумуляторного модуля, включающего в себя один или более соединенных аккумуляторных гальванических элементов, причем электролитический и/или пленочный конденсатор соединяется параллельно с ультраконденсатором, причем электролитический и/или пленочный конденсатор соединяется параллельно с аккумуляторным модулем, включающим в себя один или более соединенных аккумуляторных гальванических элементов, причем электролитический и/или пленочный конденсатор соединяется параллельно с ультраконденсатором, и причем аккумуляторный модуль включает в себя один или более соединенных аккумуляторных гальванических элементов. Во многих из этих вариантов осуществления, преобразователь включает в себя шесть переключателей. Во многих из этих вариантов осуществления, модуль преобразователя/источника выполнен с возможностью снабжать мощностью первую и вторую дополнительные нагрузки.

[00345] Во многих из этих вариантов осуществления, система дополнительно включает в себя балансирующий контроллер. Во многих из этих вариантов осуществления, балансирующий контроллер представляет собой однофазный балансирующий контроллер. Во многих из этих вариантов осуществления, балансирующий контроллер включает в себя детектор пиков, модуль деления и внутрифазный балансирующий контроллер. Во многих из этих вариантов осуществления, система дополнительно включает в себя несколько модулей преобразователя/источника, и балансирующий контроллер выполнен с возможностью балансировать состояние заряда и температуру между несколькими модулями преобразователя/источника системы. Во многих из этих вариантов осуществления, балансирующий контроллер представляет собой трехфазный балансирующий контроллер. Во многих из этих вариантов осуществления, балансирующий контроллер включает в себя межфазный балансирующий контроллер и несколько внутрифазных контроллеров. Во многих из этих вариантов осуществления, система дополнительно включает в себя несколько модулей преобразователя/источника, и балансирующий контроллер выполнен с возможностью балансировать состояние заряда и температуру между несколькими модулями преобразователя/источника системы.

[00346] Во многих вариантах осуществления, предоставляется модульная энергетическая система, включающая в себя модуль преобразователя/источника, включающий в себя: первый источник энергии; и преобразователь, соединенный с первым источником энергии, причем преобразователь включает в себя несколько переключателей, выполненных с возможностью выбирать выходное напряжение модуля.

[00347] Во многих вариантах осуществления, предоставляется способ подачи выходной мощности из модульной энергетической системы, при этом способ включает в

себя: прием, посредством схемы управления системы, информации состояния, по меньшей мере, из одного из нескольких модулей преобразователя/источника системы, причем каждый модуль преобразователя/источника включает в себя источник энергии и преобразователь, и при этом каждый модуль преобразователя/источника выполнен с возможностью вносить мощность в выходную мощность системы; и управление, посредством схемы управления, долей мощности, по меньшей мере, одного модуля преобразователя/источника из нескольких модулей преобразователя/источника на основе информации состояния.

[00348] В этих вариантах осуществления, схема управления может включать в себя ведущее устройство управления и несколько локальных устройств управления. Ведущее устройство управления может принимать информацию состояния, по меньшей мере, из одного локального устройства управления, и способ дополнительно может включать в себя вывод формы опорного сигнала и индекса модуляции от ведущего устройства управления, по меньшей мере, до одного локального устройства управления. Способ дополнительно может включать в себя: модуляцию, посредством локального устройства управления, формы опорного сигнала с индексом модуляции; и формирование нескольких переключающих сигналов для преобразователя модуля преобразователя/источника, ассоциированного с локальным устройством управления, по меньшей мере, частично на основе модулированной формы опорного сигнала. Переключающие сигналы могут формироваться с широтно-импульсной модуляцией.

[00349] В этих вариантах осуществления, управление, посредством схемы управления, долей мощности, по меньшей мере, одного модуля преобразователя/источника может включать в себя: формирование и вывод нескольких переключающих сигналов из схемы управления в преобразователь, по меньшей мере, одного модуля преобразователя/источника, причем способ дополнительно включает в себя переключение, посредством преобразователя, выходного напряжения, по меньшей мере, одного модуля преобразователя/источника.

[00350] В этих вариантах осуществления, управление, посредством схемы управления, долей мощности, по меньшей мере, одного модуля преобразователя/источника может включать в себя: уменьшение доли мощности, по меньшей мере, одного модуля преобразователя/источника или повышение доли мощности, по меньшей мере, одного модуля преобразователя/источника. Доля мощности может уменьшаться или повышаться по сравнению с предыдущей долей мощности, по меньшей мере, одного модуля преобразователя/источника или по сравнению с долей мощности одного или более других модулей преобразователя/источника.

[00351] В этих вариантах осуществления, схема управления может управлять долей мощности каждого модуля преобразователя/источника из нескольких модулей преобразователя/источника.

[00352] В этих вариантах осуществления, схема управления может управлять долей мощности согласно технологии широтно-импульсной модуляции или гистерезиса.

[00353] В этих вариантах осуществления, схема управления может многократно принимать информацию состояния для каждого модуля преобразователя/источника, причем информация состояния является конкретной для каждого отдельного модуля преобразователя/источника. Схема управления может управлять каждым модулем преобразователя/источника на основе информации состояния, при этом управление осуществляется в реальном времени.

[00354] Во многих вариантах осуществления, предоставляется способ заряда модульной энергетической системы, который включает в себя: прием, посредством схемы управления системы, информации состояния, по меньшей мере, из одного из нескольких модулей преобразователя/источника системы, причем каждый модуль преобразователя/источника включает в себя источник энергии и преобразователь, и при этом каждый модуль преобразователя/источника выполнен с возможностью заряжаться посредством подачи мощности; и управление, посредством схемы управления, потреблением мощности, по меньшей мере, одного модуля преобразователя/источника из нескольких модулей преобразователя/источника на основе информации состояния.

[00355] В этих вариантах осуществления, управление, посредством схемы управления, потреблением мощности, по меньшей мере, одного модуля преобразователя/источника может включать в себя: формирование и вывод нескольких переключающих сигналов из схемы управления в преобразователь, по меньшей мере, одного модуля преобразователя/источника, и при этом способ дополнительно может включать в себя переключение, посредством преобразователя, нескольких переключателей таким образом, что потребление мощности, по меньшей мере, одного модуля преобразователя/источника уменьшается или повышается, причем опционально потребление мощности уменьшается или повышается по сравнению с предыдущим потреблением мощности, по меньшей мере, одного модуля преобразователя/источника или по сравнению с потреблением мощности одного или более других модулей преобразователя/источника.

[00356] Во многих вариантах осуществления, предоставляется модульная энергетическая система, причем система включает в себя: первую матрицу каскадных модулей, выполненных с возможностью выводить первую форму сигнала напряжения в нагрузку; вторую матрицу каскадных модулей, выполненных с возможностью выводить вторую форму сигнала напряжения в нагрузку, причем первая и вторая формы сигнала напряжения имеют различный фазовый угол; и модуль межсоединения, соединенный как с первой матрицей, так и со второй матрицей, причем модуль межсоединения включает в себя источник энергии и схему переключения, и при этом модуль межсоединения выполнен с возможностью регулировать величину энергии, подаваемой посредством источника энергии в первую и/или вторую матрицы.

[00357] Во многих вариантах осуществления, первая матрица и вторая матрица позиционируются электрически между нагрузкой и модулем межсоединения.

[00358] В некоторых вариантах осуществления, система дополнительно включает в

себя схему управления, выполненную с возможностью управлять схемой переключения, причем источник энергии имеет положительный узел и отрицательный узел, и при этом схема переключения модуля межсоединения является управляемой таким образом, чтобы избирательно соединять первую и/или вторую матрицы с первым и/или вторым узлами источника энергии. Схема управления может быть выполнена с возможностью управлять схемой переключения таким образом, что источник энергии разряжает относительно большее количество энергии в первую матрицу, чем во вторую матрицу, в несбалансированном состоянии между первой и второй матрицами. Несбалансированное состояние может быть связано с состоянием заряда, температурой, емкостью, состоянием работоспособности, напряжением и/или током. Схема управления может быть выполнена с возможностью управлять схемой переключения таким образом, что источник энергии разряжает относительно большее количество энергии в первую матрицу для подачи в нагрузку из первой матрицы.

[00359] В некоторых вариантах осуществления, несбалансированное состояние заключается в том, что первая матрица имеет относительно более низкий полный энергетический уровень, чем вторая матрица.

[00360] В некоторых вариантах осуществления, схема управления выполнена с возможностью принимать информацию состояния заряда из каждого каскадного модуля первой и второй матриц, определять то, имеет либо нет первая матрица или вторая матрица относительно более низкое полное состояние заряда, и инструктировать источнику энергии модуля межсоединения разряжать большее количество энергии в одну из первой и второй матриц, имеющую состояние относительно более низкого заряда.

[00361] В некоторых вариантах осуществления, несбалансированное состояние заключается в том, что первая матрица имеет относительно более высокую температуру, чем вторая матрица.

[00362] В некоторых вариантах осуществления, схема управления выполнена с возможностью принимать информацию температуры из каждого каскадного модуля первой и второй матриц, определять то, имеет либо нет первая матрица или вторая матрица относительно более высокую температуру, и инструктировать источнику энергии модуля межсоединения разряжать большее количество энергии в одну из первой и второй матриц, имеющую относительно более высокую температуру.

[00363] В некоторых вариантах осуществления, схема управления выполнена с возможностью управлять балансом межфазной энергии между первой и второй матрицами с источником энергии модуля межсоединения.

[00364] В некоторых вариантах осуществления, схема управления выполнена с возможностью управлять балансом межфазной энергии между первой и второй матрицами со сдвигом в нейтральную точку первой и второй матриц.

[00365] В некоторых вариантах осуществления, схема управления выполнена с возможностью управлять схемой переключения согласно технологии широтно-импульсной модуляции или гистерезиса.

[00366] В некоторых вариантах осуществления, система выполнена с возможностью формировать первую и вторую формы сигнала напряжения согласно технологии широтно-импульсной модуляции. Схема управления может быть выполнена с возможностью управлять схемой переключения, в сбалансированном межфазном состоянии, так что модуль межсоединения подает энергию для первой и второй матриц. Энергия, подаваемая в первую матрицу, может быть идентичной энергии во вторую матрицу. Схема управления может быть выполнена с возможностью модулировать рабочую частоту схемы переключения, чтобы регулировать энергию, подаваемую посредством источника энергии в первую матрицу, относительно энергии во вторую матрицу. Схема управления может быть выполнена с возможностью инструктировать относительно большему количеству энергии выводиться посредством модуля межсоединения в первую матрицу в несбалансированном межфазном состоянии по сравнению со сбалансированным межфазным состоянием. Схема управления может быть выполнена с возможностью инструктировать относительно меньшему количеству энергии выводиться посредством одного или более модулей первой матрицы в несбалансированном межфазном состоянии по сравнению со сбалансированным межфазным состоянием. Схема управления может быть выполнена с возможностью поддерживать идентичную выходную энергию посредством одного или более модулей второй матрицы и посредством модуля межсоединения во вторую матрицу в несбалансированном межфазном состоянии по сравнению со сбалансированным межфазным состоянием. Схема управления может быть выполнена с возможностью инструктировать относительно меньшему количеству энергии выводиться посредством модуля межсоединения во вторую матрицу и инструктировать относительно большему количеству энергии выводиться посредством одного или более модулей второй матрицы в несбалансированном межфазном состоянии по сравнению со сбалансированным межфазным состоянием.

[00367] Схема управления может быть выполнена с возможностью инструктировать относительно меньшему количеству энергии выводиться посредством модуля межсоединения в первую матрицу в несбалансированном межфазном состоянии по сравнению со сбалансированным межфазным состоянием. Схема управления может быть выполнена с возможностью инструктировать относительно большему количеству энергии выводиться посредством одного или более модулей первой матрицы в несбалансированном межфазном состоянии по сравнению со сбалансированным межфазным состоянием.

[00368] Во многих вышеуказанных вариантах осуществления, схема управления может включать в себя ведущее устройство управления и локальное устройство управления, соединенное с возможностью осуществления связи с ведущим устройством управления. Ведущее устройство управления может быть выполнено с возможностью определять то, находятся или нет первая матрица и вторая матрица в несбалансированном состоянии. Ведущее устройство управления может быть выполнено с возможностью

инструктировать локальному устройству управления формировать один или более управляющих сигналов для схемы переключения, которые инструктируют регулирование энергии, подаваемой посредством источника энергии в одну из первой и второй матриц. Ведущее устройство управления может быть выполнено с возможностью модулировать нормализованный опорный сигнал и выводить модулированный сигнал в локальное устройство управления. Ведущее устройство управления может быть выполнено с возможностью выводить опорный сигнал и индекс модуляции в локальное устройство управления, и локальное устройство управления может быть выполнено с возможностью регулировать опорный сигнал на основе индекса модуляции. Схема управления может быть выполнена с возможностью выполнять межфазную балансировку посредством регулирования одного или более индексов модуляции.

[00369] В некоторых вариантах осуществления нагрузка представляет собой первичную нагрузку, и модуль межсоединения выполнен с возможностью электрически соединяться с дополнительной нагрузкой. Модуль межсоединения может включать в себя схему переключения, соединенную с индуктором, чтобы регулировать подачу напряжения в дополнительную нагрузку.

[00370] В некоторых вариантах осуществления, нагрузка представляет собой первичную нагрузку, и модуль межсоединения выполнен с возможностью электрически соединяться с дополнительной нагрузкой, и схема управления может быть выполнена с возможностью измерять напряжение и/или ток для дополнительной нагрузки и управлять схемой переключения модуля межсоединения с возможностью регулировать подачу напряжения или тока в дополнительную нагрузку.

[00371] В некоторых вариантах осуществления, каждый модуль первой матрицы включает в себя источник энергии и схему переключения, и каждый модуль второй матрицы включает в себя источник энергии и схему переключения.

[00372] В некоторых вариантах осуществления, каждый модуль в системе включает в себя локальное устройство управления и общий кожух и схему переключения, источник энергии и локальное устройство управления для этого модуля размещаются в общем кожухе.

[00373] В некоторых вариантах осуществления, каждый модуль в системе включает в себя локальное устройство управления, первый кожух и второй кожух, и локальное устройство управления и схема переключения для этого модуля расположены в первом кожухе, и источник энергии для этого модуля расположен во втором кожухе, и первый и второй кожухи физически соединяются между собой.

[00374] В некоторых вариантах осуществления, каждый модуль в системе включает в себя локальное устройство управления, первый кожух, второй кожух и третий кожух, причем локальное устройство управления для этого модуля расположено в первом кожухе, схема переключения для этого модуля расположена во втором кожухе, и источник энергии для этого модуля расположен в третьем кожухе, и первый, второй и третий кожухи физически объединяются.

[00375] В некоторых вариантах осуществления, для каждого модуля системы, схема переключения и локальное устройство управления расположены на первой печатной плате.

[00376] В некоторых вариантах осуществления, схема управления выполнена с возможностью: определять величину межфазного дисбаланса между первой и второй матрицами; инструктировать модулю межсоединения регулировать чистую выходную энергию, чтобы снижать величину межфазного дисбаланса, если ниже порогового значения; и инструктировать сдвиг в нейтральную точку системы, с тем чтобы регулировать чистую выходную энергию, чтобы снижать величину межфазного дисбаланса, если выше порогового значения. Схема управления может быть выполнена также инструктировать модулю межсоединения регулировать чистую выходную энергию, чтобы помогать в снижении величины межфазного дисбаланса, если величина межфазного дисбаланса выше порогового значения.

[00377] Во многих вариантах осуществления, предоставляется способ межфазной балансировки в системе, причем система включает в себя первую матрицу каскадных модулей, выполненных с возможностью выводить первую форму сигнала напряжения в нагрузку, вторую матрицу каскадных модулей, выполненных с возможностью выводить вторую форму сигнала напряжения в нагрузку, причем первая и вторая формы сигнала напряжения имеют различный фазовый угол, модуль межсоединения, соединенный как с первой матрицей, так и со второй матрицей, и схему управления и способ включает в себя: определение, посредством схемы управления, того, что несбалансированное состояние существует между первой матрицей и второй матрицей; и регулирование энергии, подаваемой из источника энергии модуля межсоединения в первую матрицу.

[00378] В некоторых вариантах осуществления, регулирование энергии, подаваемой из источника энергии, включает в себя увеличение чистой энергии, подаваемой из источника энергии. Способ дополнительно может включать в себя уменьшение чистой выходной энергии, по меньшей мере, посредством одного модуля первой матрицы. Увеличение чистой энергии может быть эквивалентным уменьшению чистой энергии. Способ дополнительно может включать в себя уменьшающуюся чистую энергию, подаваемую посредством всех модулей первой матрицы. Способ дополнительно может включать в себя поддерживающие относительные величины чистой выходной энергии из модуля межсоединения во вторую матрицу и из модулей второй матрицы на постоянном уровне.

[00379] В некоторых вариантах осуществления, способ дополнительно включает в себя: уменьшение чистой выходной энергии из модуля межсоединения во вторую матрицу; и увеличение чистой выходной энергии, по меньшей мере, посредством одного модуля второй матрицы.

[00380] В некоторых вариантах осуществления, способ дополнительно включает в себя увеличение индекса модуляции для схемы переключения модуля межсоединения, соединенного с первой матрицей, чтобы увеличивать чистую энергию, подаваемую из

источника энергии модуля межсоединения в первую матрицу. Способ дополнительно может включать в себя снижение индекса модуляции, по меньшей мере, для одного модуля первой матрицы, чтобы уменьшать чистую выходную энергию, по меньшей мере, посредством одного модуля первой матрицы.

[00381] В некоторых вариантах осуществления, несбалансированное состояние заключается в том, что первая матрица имеет относительно более низкий полный энергетический уровень, чем вторая матрица.

[00382] В некоторых вариантах осуществления, способ дополнительно включает в себя прием, посредством схемы управления, информации состояния заряда из каждого модуля первой и второй матриц; и определение, посредством схемы управления, того, имеет или нет первая матрица имеет относительно более низкое полное состояние заряда, до увеличения чистой энергии, подаваемой из источника энергии модуля межсоединения в первую матрицу.

[00383] В некоторых вариантах осуществления, несбалансированное состояние заключается в том, что первая матрица имеет относительно более высокую температуру, чем вторая матрица.

[00384] В некоторых вариантах осуществления, способ дополнительно включает в себя принимающую информацию температуры из каждого модуля первой и второй матриц; и определение того, имеет или нет первая матрица относительно более высокую температуру, чем вторая матрица, до увеличения чистой энергии, подаваемой из источника энергии модуля межсоединения в первую матрицу.

[00385] В некоторых вариантах осуществления, схема управления выполнена с возможностью использовать модуль межсоединения для того, чтобы управлять балансом межфазной энергии между первой и второй матрицами.

[00386] В некоторых вариантах осуществления, схема управления включает в себя ведущее устройство управления и локальное устройство управления, соединенное с возможностью осуществления связи с ведущим устройством управления. Способ дополнительно может включать в себя определение посредством ведущего устройства управления, то, находятся или нет первая матрица и вторая матрица в несбалансированном состоянии. Способ дополнительно может включать в себя инструктирование локальному устройству управления формировать один или более управляющих сигналов для схемы переключения, которые инструктируют регулирование энергии, подаваемой посредством модуля межсоединения в одну из первой и второй матриц. Способ дополнительно может включать в себя модуляцию нормализованного опорного сигнала и вывод модулированного сигнала в локальное устройство управления. Способ дополнительно может включать в себя вывод опорного сигнала и индекса модуляции в локальное устройство управления; и регулирование опорного сигнала на основе индекса модуляции.

[00387] В некоторых вариантах осуществления, нагрузка представляет собой первичную нагрузку, и способ дополнительно включает в себя предоставление

напряжения из модуля межсоединения в дополнительную нагрузку. Способ дополнительно может включать в себя регулирование напряжения, подаваемое посредством модуля межсоединения в дополнительную нагрузку. Способ дополнительно может включать в себя измерение напряжения и/или тока для дополнительной нагрузки; и управление схемой переключения модуля межсоединения с возможностью регулировать напряжение, подаваемое в дополнительную нагрузку.

[00388] В некоторых вариантах осуществления, регулирование энергии, подаваемой из источника энергии модуля межсоединения в первую матрицу, включает в себя уменьшающуюся чистую энергию, подаваемую из источника энергии. Модуль межсоединения может подавать энергию для первой и второй матриц во время сбалансированного состояния. Способ дополнительно может включать в себя увеличение чистой выходной энергии, по меньшей мере, посредством одного модуля первой матрицы. Увеличение чистой энергии является эквивалентным уменьшению чистой энергии. Способ дополнительно может включать в себя увеличение чистой энергии, подаваемой посредством всех модулей первой матрицы. Способ дополнительно может включать в себя поддерживающие относительные величины чистой выходной энергии из модуля межсоединения во вторую матрицу и из модулей второй матрицы на постоянном уровне. Способ дополнительно может включать в себя увеличение чистой выходной энергии из модуля межсоединения во вторую матрицу; и уменьшение чистой выходной энергии, по меньшей мере, посредством одного модуля второй матрицы. Способ дополнительно может включать в себя снижение индекса модуляции для схемы переключения модуля межсоединения, соединенного с первой матрицей, чтобы уменьшать чистую энергию, подаваемую из источника энергии модуля межсоединения в первую матрицу.

[00389] В некоторых вариантах осуществления, способ дополнительно включает в себя определение или оценку, посредством схемы управления, регулирований выходной энергии, которые инструктируют первой и второй матрице сходиться к сбалансированному состоянию.

[00390] В некоторых вариантах осуществления, несбалансированное состояние связано с состоянием заряда, температурой, емкостью, состоянием работоспособности, напряжением и/или током.

[00391] В некоторых вариантах осуществления, способ дополнительно включает в себя использование модуля межсоединения и сдвига нейтральной точки, чтобы управлять балансом межфазной энергии между первой и второй матрицами.

[00392] В некоторых вариантах осуществления, первая и вторая формы сигнала напряжения формируются согласно технологии широтно-импульсной модуляции или гистерезиса.

[00393] В некоторых вариантах осуществления, модуль межсоединения подает энергию для первой и второй матриц во время сбалансированного состояния.

[00394] В некоторых вариантах осуществления, способ дополнительно включает в себя межфазную балансировку выполнения посредством регулирования одного или более

индексов модуляции.

[00395] В некоторых вариантах осуществления, определение, посредством схемы управления, того, что несбалансированное состояние существует между первой матрицей и второй матрицей, включает в себя обращение к одному или более типов качественной или количественной информации.

[00396] В некоторых вариантах осуществления, определение, посредством схемы управления, того, что несбалансированное состояние существует между первой матрицей и второй матрицей, включает в себя обращение к SOC-параметру одной матрицы или характеризующему одну матрицу, меньшему, большему или существенно отличающемуся относительно SOC-параметра, по меньшей мере, для одной другой матрицы или системы в целом.

[00397] В некоторых вариантах осуществления, определение, посредством схемы управления, того, что несбалансированное состояние существует между первой матрицей и второй матрицей, включает в себя обращение к температурному параметру одной матрицы или характеризующему одну матрицу, меньшему, большему или существенно отличающемуся относительно температурного параметра, по меньшей мере, для одной другой матрицы или системы в целом.

[00398] В некоторых вариантах осуществления, определение, посредством схемы управления, того, что несбалансированное состояние существует между первой матрицей и второй матрицей, включает в себя обращение к параметру состояния работоспособности (SOH) одной матрицы или характеризующему одну матрицу, меньшему, большему или существенно отличающемуся относительно SOH-параметра, по меньшей мере, для одной другой матрицы или системы в целом.

[00399] В некоторых вариантах осуществления, определение, посредством схемы управления, того, что несбалансированное состояние существует между первой матрицей и второй матрицей, включает в себя обращение к параметру напряжения одной матрицы или характеризующему одну матрицу, меньшему, большему или существенно отличающемуся относительно параметра напряжения, по меньшей мере, для одной другой матрицы или системы в целом.

[00400] В некоторых вариантах осуществления, определение, посредством схемы управления, того, что несбалансированное состояние существует между первой матрицей и второй матрицей, включает в себя обращение к параметру тока одной матрицы или характеризующему одну матрицу, меньшему, большему или существенно отличающемуся относительно параметра тока, по меньшей мере, для одной другой матрицы или системы в целом.

[00401] В некоторых вариантах осуществления, определение, посредством схемы управления, того, что несбалансированное состояние существует между первой матрицей и второй матрицей, включает в себя обращение к состоянию неисправности или ухудшения характеристик.

[00402] В некоторых вариантах осуществления, определение того, что

несбалансированное состояние существует между первой матрицей и второй матрицей, основано на относительной разности между первой и второй матрицами или на абсолютном коэффициенте.

[00403] В некоторых вариантах осуществления, способ дополнительно включает в себя: определение величины межфазного дисбаланса между первой и второй матрицами; регулирование чистой выходной энергии модуля межсоединения, чтобы снижать величину межфазного дисбаланса, если ниже порогового значения; и сдвиг нейтральной точки системы, чтобы регулировать чистую выходную энергию, чтобы снижать величину межфазного дисбаланса, если выше порогового значения. В некоторых вариантах осуществления, способ дополнительно включает в себя регулирование чистой выходной энергии модуля межсоединения, чтобы помогать в снижении величины межфазного дисбаланса, если выше порогового значения.

[00404] Во многих вариантах осуществления, предоставляется система управления, которая выполнена с возможностью предоставлять управление для модульной системы накопления энергии, включающей в себя первую матрицу каскадных модулей, выполненных с возможностью выводить первую форму сигнала напряжения в нагрузку, вторую матрицу каскадных модулей, выполненных с возможностью выводить вторую форму сигнала напряжения в нагрузку, причем первая и вторая формы сигнала напряжения имеют различный фазовый угол, и модуль межсоединения, соединенный как с первой матрицей, так и со второй матрицей, причем система управления включает в себя: схему управления и некратковременное запоминающее устройство, соединенное с возможностью осуществления связи со схемой управления, причем в запоминающем устройстве сохраняются множество инструкций, которые, при выполнении посредством схемы управления, инструктируют схеме управления: определять то, что несбалансированное состояние существует между первой матрицей и второй матрицей; и инструктировать регулирование энергии, подаваемой из источника энергии модуля межсоединения в первую матрицу.

[00405] В некоторых вариантах осуществления, множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления инструктировать увеличение чистой энергии, подаваемой из источника энергии модуля межсоединения в первую матрицу. Множество инструкций дополнительно могут инструктировать схеме управления инструктировать уменьшение чистой выходной энергии, по меньшей мере, посредством одного модуля первой матрицы. Увеличение чистой энергии может быть эквивалентным уменьшению чистой энергии. Множество инструкций дополнительно могут инструктировать схеме управления инструктировать уменьшение чистой энергии, подаваемой посредством всех модулей первой матрицы. Множество инструкций дополнительно могут инструктировать схеме управления инструктировать относительным величинам чистой выходной энергии из модуля межсоединения во вторую матрицу и из модулей второй матрицы находиться на постоянном уровне. Множество инструкций дополнительно могут инструктировать схеме управления инструктировать уменьшение

чистой выходной энергии из модуля межсоединения во вторую матрицу и увеличение чистой выходной энергии, по меньшей мере, посредством одного модуля второй матрицы.

[00406] В некоторых вариантах осуществления, множество инструкций дополнительно могут инструктировать схеме управления увеличивать индекс модуляции для схемы переключения модуля межсоединения, соединенного с первой матрицей, чтобы увеличивать чистую энергию, подаваемую из источника энергии модуля межсоединения в первую матрицу. Множество инструкций дополнительно могут инструктировать схеме управления снижать индекс модуляции, по меньшей мере, для одного модуля первой матрицы, чтобы уменьшать чистую выходную энергию, по меньшей мере, посредством одного модуля первой матрицы.

[00407] В некоторых вариантах осуществления, несбалансированное состояние заключается в том, что первая матрица имеет относительно более низкий полный энергетический уровень, чем вторая матрица.

[00408] В некоторых вариантах осуществления, множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления определять то, имеет или нет первая матрица относительно более низкое полное состояние заряда, до инструктирования увеличения чистой энергии, подаваемой из источника энергии модуля межсоединения в первую матрицу.

[00409] В некоторых вариантах осуществления, несбалансированное состояние заключается в том, что первая матрица имеет относительно более высокую температуру, чем вторая матрица.

[00410] В некоторых вариантах осуществления, множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления определять то, имеет или нет первая матрица относительно более высокую температуру, чем вторая матрица, до инструктирования увеличения чистой энергии, подаваемой из источника энергии модуля межсоединения в первую матрицу.

[00411] В некоторых вариантах осуществления, множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления инструктировать баланс межфазной энергии между первой и второй матрицами.

[00412] В некоторых вариантах осуществления, схема управления включает в себя ведущее устройство управления и локальное устройство управления, соединенное с возможностью осуществления связи с ведущим устройством управления. Множество инструкций дополнительно могут инструктировать схеме управления формировать один или более управляющих сигналов для схемы переключения, которые инструктируют регулирование энергии, подаваемой посредством модуля межсоединения в одну из первой и второй матриц.

[00413] В некоторых вариантах осуществления, множество инструкций дополнительно могут инструктировать схеме управления модулировать нормализованный опорный сигнал с помощью индекса модуляции.

[00414] В некоторых вариантах осуществления, нагрузка представляет собой

первичную нагрузку, и множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления регулировать напряжение, предоставленное из модуля межсоединения в дополнительную нагрузку. Множество инструкций дополнительно могут инструктировать схеме управления управлять схемой переключения модуля межсоединения с возможностью регулировать напряжение, подаваемое в дополнительную нагрузку.

[00415] В некоторых вариантах осуществления, множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления уменьшать чистую энергию, подаваемую из источника энергии модуля межсоединения в первую матрицу. Множество инструкций дополнительно могут инструктировать схеме управления инструктировать модулю межсоединения подавать энергию для первой и второй матриц во время сбалансированного состояния. Множество инструкций дополнительно могут инструктировать схеме управления инструктировать увеличение чистой выходной энергии, по меньшей мере, посредством одного модуля первой матрицы. Увеличение чистой энергии является эквивалентным уменьшению чистой энергии. Множество инструкций дополнительно могут инструктировать схеме управления увеличивать чистую энергию, подаваемую посредством всех модулей первой матрицы. Множество инструкций дополнительно могут инструктировать схеме управления инструктировать относительным величинам чистой выходной энергии из модуля межсоединения во вторую матрицу и из модулей второй матрицы оставаться на постоянном уровне. Множество инструкций дополнительно могут инструктировать схеме управления: увеличивать чистую выходную энергию из модуля межсоединения во вторую матрицу; и уменьшать чистую выходную энергию, по меньшей мере, посредством одного модуля второй матрицы. Множество инструкций дополнительно могут инструктировать схеме управления снижать индекс модуляции для схемы переключения модуля межсоединения, соединенного с первой матрицей, чтобы уменьшать чистую энергию, подаваемую из источника энергии модуля межсоединения в первую матрицу.

[00416] В некоторых вариантах осуществления, множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления определять или оценивать регулирование выходной энергии, которое инструктирует первой и второй матрице сходиться к сбалансированному состоянию.

[00417] В некоторых вариантах осуществления, множество инструкций дополнительно инструктируют переходить схеме управления в несбалансированное состояние, связанное с состоянием заряда, температурой, емкостью, состоянием работоспособности, напряжением и/или током.

[00418] В некоторых вариантах осуществления, множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления управлять системой накопления энергии с возможностью формировать первую и вторую формы сигнала напряжения согласно технологии широтно-импульсной модуляции или гистерезиса.

[00419] В некоторых вариантах осуществления, множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления инструктировать модулю

межсоединения подавать энергию для первой и второй матриц во время сбалансированного состояния.

[00420] В некоторых вариантах осуществления, множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления управлять системой с возможностью сходиться к межфазному сбалансированному состоянию посредством регулирования индексов модуляции системы.

[00421] В некоторых вариантах осуществления, множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления определять то, что несбалансированное состояние существует между первой матрицей и второй матрицей в отношении SOC-параметра одной матрицы или характеризующего одну матрицу, который меньше, больше или существенно отличается относительно SOC-параметра, по меньшей мере, для одной другой матрицы или системы в целом.

[00422] В некоторых вариантах осуществления, множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления определять то, что несбалансированное состояние существует между первой матрицей и второй матрицей в отношении температурного параметра одной матрицы или характеризующего одну матрицу, который меньше, больше или существенно отличается относительно температурного параметра, по меньшей мере, для одной другой матрицы или системы в целом.

[00423] В некоторых вариантах осуществления, множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления определять то, что несбалансированное состояние существует между первой матрицей и второй матрицей в отношении состояния неисправности или ухудшения характеристик.

[00424] В некоторых вариантах осуществления, множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления использовать модуль межсоединения и сдвиг нейтральной точки, чтобы управлять балансом межфазной энергии между первой и второй матрицами.

[00425] В некоторых вариантах осуществления, множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления: определять величину межфазного дисбаланса между первой и второй матрицами; инструктировать модулю межсоединения регулировать чистую выходную энергию, чтобы снижать величину межфазного дисбаланса, если ниже порогового значения; и инструктировать сдвиг в нейтральную точку системы, с тем чтобы регулировать чистую выходную энергию, чтобы снижать величину межфазного дисбаланса, если выше порогового значения. Множество инструкций дополнительно могут инструктировать схеме управления также использовать модуль межсоединения для того, чтобы регулировать чистую выходную энергию, чтобы снижать величину межфазного дисбаланса, если величина межфазного дисбаланса выше порогового значения.

[00426] В некоторых вариантах осуществления, схема обработки включает в себя множество процессоров, и запоминающее устройство включает в себя множество дискретных запоминающих устройств.

[00427] Во многих вариантах осуществления, предоставляется модульная энергетическая система, причем система включает в себя: первую матрицу каскадных модулей, выполненных с возможностью выводить первую форму сигнала напряжения в нагрузку; вторую матрицу каскадных модулей, выполненных с возможностью выводить вторую форму сигнала напряжения в нагрузку; третью матрицу каскадных модулей, выполненную с возможностью выводить форму сигнала третьего напряжения в нагрузку, причем первая, вторая и третья формы сигнала напряжения имеют различный фазовый угол; первый модуль межсоединения, соединенный как с первой матрицей, так и со второй матрицей, причем первый модуль межсоединения включает в себя первый источник энергии и первую схему переключения; и второй модуль межсоединения, соединенный с третьей матрицей, причем второй модуль межсоединения включает в себя второй источник энергии и вторую схему переключения, причем первый и второй источники энергии электрически соединяются между собой, и при этом первый модуль межсоединения выполнен с возможностью регулировать величину энергии, подаваемой посредством первого и второго источников энергии в первую и/или вторую матрицы, и при этом второй модуль межсоединения выполнен с возможностью регулировать величину энергии, подаваемой посредством первого и второго источников энергии в третью матрицу.

[00428] В некоторых вариантах осуществления, первая матрица и вторая матрица позиционируются электрически между нагрузкой и первым модулем межсоединения, и третья матрица позиционируется электрически между нагрузкой и вторым модулем межсоединения.

[00429] В некоторых вариантах осуществления, система дополнительно включает в себя схему управления, выполненную с возможностью управлять первой и второй схемой переключения, причем первый источник энергии имеет положительный узел и отрицательный узел, которые совместно используются со вторым источником энергии, и при этом первая схема переключения является управляемой таким образом, чтобы избирательно соединять первую и/или вторую матрицы с первым и/или вторым узлами, и вторая схема переключения является управляемой таким образом, чтобы избирательно соединять третью матрицу с первым и/или вторым узлами. Схема управления может быть выполнена с возможностью управлять первой и второй схемой переключения таким образом, чтобы регулировать относительную выходную энергию из первого и второго источников энергии в одну из первой, второй и третьей матриц, чтобы уменьшать дисбаланс заряда или температуры, по меньшей мере, между двумя из первой, второй и третьей матриц. Схема управления может быть выполнена с возможностью управлять балансом межфазной энергии между первой, второй и третьей матрицами со сдвигом в нейтральную точку первой, второй и третьей матриц. Схема управления может быть выполнена с возможностью управлять первой и второй схемой переключения, в сбалансированном межфазном состоянии, так что первый модуль межсоединения подает энергию как для первой, так и для второй матриц, и второй модуль межсоединения подает

энергию для третьей матрицы. Чистая энергия, подаваемая в первую, вторую и третью матрицы, может быть идентичной для периода времени.

[00430] Во многих вариантах осуществления, предоставляется модульная энергетическая система, причем система включает в себя: первый аккумуляторный блок, включающий в себя первое множество матриц каскадных модулей преобразователя, выполненных с возможностью выводить первое множество форм сигнала напряжения, чтобы снабжать мощностью первый мотор, причем каждая из первого множества форм сигнала напряжения имеет различный фазовый угол; второй аккумуляторный блок, включающий в себя второе множество матриц каскадных модулей преобразователя, выполненных с возможностью выводить второе множество форм сигнала напряжения, чтобы снабжать мощностью второй мотор, причем каждая из второго множества форм сигнала напряжения имеет различный фазовый угол; и модуль межсоединения, соединенный с первой матрицей из первого множества матриц и со второй матрицей из второго множества матриц, причем модуль межсоединения включает в себя источник энергии и схему переключения, причем модуль межсоединения выполнен с возможностью регулировать величину энергии, подаваемой посредством источника энергии в первую и/или вторую матрицы.

[00431] В некоторых вариантах осуществления, первый аккумуляторный блок включает в себя первый кожух, и первое множество матриц совместно размещаются в первом кожухе, и при этом второй аккумуляторный блок включает в себя второй кожух, и второе множество матриц совместно размещаются во втором кожухе. Модуль межсоединения может быть расположен в первом кожухе.

[00432] В некоторых вариантах осуществления, первый и второй моторы представляют собой встроенные в колесо моторы электрического транспортного средства.

[00433] Во многих вариантах осуществления, система дополнительно включает в себя схему управления, выполненную с возможностью отслеживать рабочие параметры первого и второго аккумуляторных блоков и инструктировать системе балансировать энергию между первым аккумуляторным блоком и вторым аккумуляторным блоком вторым аккумуляторным блоком с модулем межсоединения. Схема управления может быть выполнена с возможностью управлять схемой переключения таким образом, что источник энергии разряжает относительно большее количество энергии в первую матрицу, чем во вторую матрицу, в несбалансированном состоянии между первой и второй матрицами.

[00434] В некоторых вариантах осуществления, модуль межсоединения представляет собой первый модуль межсоединения, источник энергии представляет собой первый источник энергии, и схема переключения представляет собой первую схему переключения, причем система дополнительно включает в себя: третий аккумуляторный блок, включающий в себя третье множество матриц каскадных модулей преобразователя, выполненных с возможностью выводить третье множество форм сигнала напряжения, чтобы снабжать мощностью третий мотор, причем каждая из третьего множества форм

сигнала напряжения имеет различный фазовый угол; четвертый аккумуляторный блок, включающий в себя четвертое множество матриц каскадных модулей преобразователя, выполненных с возможностью выводить четвертое множество форм сигнала напряжения, чтобы снабжать мощностью четвертый мотор, причем каждая из четвертого множества форм сигнала напряжения имеет различный фазовый угол; и второй модуль межсоединения, соединенный с третьей матрицей из третьего множества матриц, и с четвертой матрицей из четвертого множества матриц, причем второй модуль межсоединения включает в себя второй источник энергии и вторую схему переключения, причем второй модуль межсоединения выполнен с возможностью регулировать величину энергии, подаваемой посредством второго источника энергии в третью и/или четвертую матрицы. Первый, второй, третий и четвертый моторы могут представлять собой встроенные в колесо моторы четырехколесного электрического транспортного средства.

[00435] Схема обработки может включать в себя один или более процессоров, микропроцессоров, контроллеров и/или микроконтроллеров, каждый из которых может представлять собой дискретную или автономную микросхему либо распределяться между (и составлять часть) определенным числом различных микросхем. Может реализовываться любой тип схемы обработки, такой как, но не только, персональные вычислительные архитектуры (например, используемые в настольных PC, переносных компьютерах, планшетных компьютерах и т.д.), архитектуры на основе программируемых вентильных матриц, собственные архитектуры, пользовательские архитектуры и т.п. Схема обработки может включать в себя процессор цифровых сигналов, который может реализовываться в аппаратных средствах и/или программном обеспечении. Схема обработки может выполнять программные инструкции, сохраненные в запоминающем устройстве, которые инструктируют схеме обработки предпринимать различные действия и управлять другими компонентами.

[00436] Схема обработки также может выполнять другие программные и/или аппаратные процедуры. Например, схема обработки может соединяться со схемой связи и выполнять аналого-цифровые преобразования, кодирование и декодирование, другую обработку цифровых сигналов, мультимедийные функции, преобразование данных в формат (например, синфазный и квадратурный), подходящий для предоставления в схему связи, и/или может инструктировать схеме связи передавать данные (в проводном или в беспроводном режиме).

[00437] Любой и все сигналы, описанные в данном документе, могут передаваться в беспроводном режиме за исключением случаев, когда отмечено или логически неправдоподобный. Схема связи может включаться в себя для беспроводной связи. Схема связи может реализовываться как одна или более микросхем и/или компонентов (например, передающее устройство, приемное устройство, приемо-передающее устройство и/или другая схема связи), которые осуществляют беспроводную связь по линиям связи в соответствии с соответствующим протоколом (например, Wi-Fi, Bluetooth, технология Bluetooth с низким энергопотреблением, связь ближнего радиуса действия

(NFC), радиочастотная идентификация (RFID), собственные протоколы и т.п.). Одна или более других антенн могут включаться со схемой связи при необходимости работать с различными протоколами и схемами. В некоторых вариантах осуществления, схема связи может совместно использовать антенну для передачи по линиям связи. Схема обработки также может соединяться со схемой связи, чтобы выполнять обратные функции, необходимые для того, чтобы принимать беспроводную передачу и преобразовывать ее в цифровые данные, голос и/или видео. Схема RF-связи может включать в себя передающее устройство и приемное устройство (например, интегрированные в качестве приемо-передающего устройства) и ассоциированную логику кодера.

[00438] Схема обработки также может быть выполнена с возможностью выполнять операционную систему и любые программные приложения и выполнять другие функции, не связанные с обработкой передаваемой и принимаемой связи.

[00439] Компьютерные программные инструкции для выполнения операций в соответствии с описанным предметом изобретения могут быть написаны на любой комбинации одного или более языков программирования, включающих в себя объектно-ориентированный язык программирования, к примеру, Java, JavaScript, Smalltalk, C++, C#, Transact-SQL, XML, PHP и т.п., и традиционные процедурные языки программирования, к примеру, язык программирования "C" или аналогичные языки программирования.

[00440] Запоминающее устройство, устройство хранения данных и/или машиночитаемые носители могут совместно использоваться посредством одного или более из присутствующих различных функциональных модулей либо могут распределяться между двумя или более из них (например, в качестве отдельных запоминающих устройств, присутствующих в различных микросхемах). Запоминающее устройство также может представлять собой отдельную собственную микросхему.

[00441] В той степени, в которой варианты осуществления, раскрытые в данном документе, включают в себя или работают в ассоциации с запоминающим устройством, устройством хранения данных и/или машиночитаемыми носителями, это запоминающее устройство, устройство хранения данных и/или машиночитаемые носители являются энергонезависимыми. Соответственно, в той степени, в которой запоминающее устройство, устройство хранения данных и/или машиночитаемые носители охватываются посредством одного или более пунктов формулы изобретения, это запоминающее устройство, устройство хранения данных и/или машиночитаемые носители являются только энергонезависимыми. Термины "энергонезависимый" и "материальный" при использовании в данном документе, имеют намерение описывать запоминающее устройство, устройство хранения данных и/или машиночитаемые носители, исключая распространяющий электромагнитные сигналы, но не имеют намерение ограничивать тип запоминающего устройства, устройства хранения данных и/или машиночитаемых носителей с точки зрения постоянства хранения или в иных отношениях. Например, "некратковременное" и/или "материальное" запоминающее устройство, устройство хранения данных и/или машиночитаемые носители охватывают энергозависимые и

энергонезависимые носители, к примеру, носители с произвольным доступом (например, RAM, SRAM, DRAM, FRAM и т.д.), неперезаписываемые носители (например, ROM, PROM, EPROM, EEPROM, флэш-память и т.д.) и комбинации вышеозначенного (например, гибридное RAM и ROM, NVRAM и т.д.) и их разновидности.

[00442] Следует отметить, что все признаки, элементы, компоненты, функции и этапы, описанные относительно любого варианта осуществления, предоставленного в настоящем документе, имеют намерение быть свободно комбинируемыми и заменяемыми признаками, элементами, компонентами, функциями и этапами любого другого варианта осуществления. Если определенный признак, элемент, компонент, функция или этап описывается относительно только одного варианта осуществления, то следует понимать, что, что признак, элемент, компонент, функция или этап может использоваться с каждым другим вариантом осуществления, описанным в данном документе, если в явной форме не указано иное. Этот параграф, следовательно, служит в качестве базовых сведений и письменного подтверждения для введения пунктов формулы изобретения, в любое время, которые сочетают функции, элементы, компоненты, функции и этапы из различных вариантов осуществления либо которые заменяют признаки, элементы, компоненты, функции и этапы из одного варианта осуществления на признаки, элементы, компоненты, функции и этапы из другого, даже если нижеприведенное описание явно не утверждает, в конкретном примере, что такие комбинации или замены являются возможными. Следует явно принимать во внимание, что специальное перечисление каждой возможной комбинации и замены является излишне обременительным, в частности, при условии, что допустимость каждой такой комбинации и замены должна легко пониматься распознана специалистами в данной области техники.

[00443] При использовании в данном документе и в прилагаемой формуле изобретения, формы единственного числа включают в себя несколько объектов ссылки, если контекст явно не предписывает иное.

[00444] Хотя варианты осуществления допускают различные модификации и альтернативные формы, их конкретные примеры показаны на чертежах и подробно описаны в данном документе. Тем не менее, следует понимать, что эти варианты осуществления не должны ограничиваться конкретной раскрытой формой, но наоборот, эти варианты осуществления должны охватывать все модификации, эквиваленты и альтернативы, попадающие в пределы сущности раскрытия сущности. Кроме того, любые признаки, функции, этапы или элементы вариантов осуществления могут излагаться или добавляться в формулу изобретения, как и отрицательные ограничения, которые задают изобретаемый объем формулы изобретения посредством признаков, функций, этапов или элементов, которые не находятся в пределах этого объема.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Модульная энергетическая система, содержащая:

- первую матрицу каскадных модулей, выполненную с возможностью выводить первую форму сигнала напряжения в нагрузку;

- вторую матрицу каскадных модулей, выполненную с возможностью выводить вторую форму сигнала напряжения в нагрузку, при этом первая и вторая формы сигнала напряжения имеют различный фазовый угол; и

- модуль межсоединения, соединенный как с первой матрицей, так и со второй матрицей, при этом модуль межсоединения содержит источник энергии и схему переключения, и при этом модуль межсоединения выполнен с возможностью регулировать величину энергии, подаваемой посредством источника энергии в первую и/или вторую матрицы.

2. Система по п. 1, в которой первая матрица и вторая матрица позиционируются электрически между нагрузкой и модулем межсоединения.

3. Система по п. 1, дополнительно содержащая схему управления, выполненную с возможностью управлять схемой переключения, при этом источник энергии имеет положительный узел и отрицательный узел, и при этом схема переключения модуля межсоединения является управляемой таким образом, чтобы избирательно соединять первую и/или вторую матрицы с первым и/или вторым узлами источника энергии.

4. Система по п. 3, в которой схема управления выполнена с возможностью управлять схемой переключения таким образом, что источник энергии разряжает относительно большее количество энергии в первую матрицу, чем во вторую матрицу, в несбалансированном состоянии между первой и второй матрицами.

5. Система по п. 4, в которой несбалансированное состояние связано с состоянием заряда, температурой, емкостью, состоянием работоспособности, напряжением и/или током.

6. Система по п. 4, в которой схема управления выполнена с возможностью управлять схемой переключения таким образом, что источник энергии разряжает относительно большее количество энергии в первую матрицу для подачи в нагрузку из первой матрицы.

7. Система по п. 3, в которой несбалансированное состояние заключается в том, что первая матрица имеет относительно более низкий полный энергетический уровень, чем вторая матрица.

8. Система по п. 3, в которой схема управления выполнена с возможностью принимать информацию состояния заряда из каждого каскадного модуля первой и второй матриц, определять то, имеет ли первая матрица или вторая матрица относительно более низкое полное состояние заряда, и инструктировать источнику энергии модуля межсоединения разряжать большее количество энергии в одну из первой и второй матриц, имеющую состояние относительно более низкого заряда.

9. Система по п. 3, в которой несбалансированное состояние заключается в том, что

первая матрица имеет относительно более высокую температуру, чем вторая матрица.

10. Система по п. 3, в которой схема управления выполнена с возможностью принимать информацию температуры из каждого каскадного модуля первой и второй матриц, определять то, имеет ли первая матрица или вторая матрица относительно более высокую температуру, и инструктировать источнику энергии модуля межсоединения разряжать большее количество энергии в одну из первой и второй матриц, имеющую относительно более высокую температуру.

11. Система по п. 3, в которой схема управления выполнена с возможностью управлять балансом межфазной энергии между первой и второй матрицами с источником энергии модуля межсоединения.

12. Система по п. 3, в которой схема управления выполнена с возможностью управлять балансом межфазной энергии между первой и второй матрицами со сдвигом в нейтральную точку первой и второй матриц.

13. Система по п. 3, в которой схема управления выполнена с возможностью управлять схемой переключения согласно технологии широтно-импульсной модуляции или гистерезиса.

14. Система по п. 3, при этом система выполнена с возможностью формировать первую и вторую формы сигнала напряжения согласно технологии широтно-импульсной модуляции.

15. Система по п. 14, в которой схема управления выполнена с возможностью управлять схемой переключения, в сбалансированном межфазном состоянии, так что модуль межсоединения подает энергию для первой и второй матриц.

16. Система по п. 15, в которой энергия, подаваемая в первую матрицу, является идентичной энергии во вторую матрицу.

17. Система по п. 14, в которой схема управления выполнена с возможностью модулировать рабочую частоту схемы переключения, чтобы регулировать энергию, подаваемую посредством источника энергии в первую матрицу, относительно энергии во вторую матрицу.

18. Система по п. 14, в которой схема управления выполнена с возможностью предписывать вывод относительно большего количества энергии посредством модуля межсоединения в первую матрицу в несбалансированном межфазном состоянии по сравнению со сбалансированным межфазным состоянием.

19. Система по п. 18, в которой схема управления выполнена с возможностью предписывать вывод относительно меньшего количества энергии посредством одного или более модулей первой матрицы в несбалансированном межфазном состоянии по сравнению со сбалансированным межфазным состоянием.

20. Система по п. 19, в которой схема управления выполнена с возможностью поддерживать идентичную выходную энергию посредством одного или более модулей второй матрицы и посредством модуля межсоединения во вторую матрицу в несбалансированном межфазном состоянии по сравнению со сбалансированным

межфазным состоянием.

21. Система по п. 19, в которой схема управления выполнена с возможностью предписывать вывод относительно меньшего количества энергии посредством модуля межсоединения во вторую матрицу и предписывать вывод относительно большего количества энергии посредством одного или более модулей второй матрицы в несбалансированном межфазном состоянии по сравнению со сбалансированным межфазным состоянием.

22. Система по п. 14, в которой схема управления выполнена с возможностью инструктировать относительно меньшему количеству энергии выводиться посредством модуля межсоединения в первую матрицу в несбалансированном межфазном состоянии по сравнению со сбалансированным межфазным состоянием.

23. Система по п. 22, в которой схема управления выполнена с возможностью инструктировать относительно большему количеству энергии выводиться посредством одного или более модулей первой матрицы в несбалансированном межфазном состоянии по сравнению со сбалансированным межфазным состоянием.

24. Система по любому из пп. 3-23, в которой схема управления содержит ведущее устройство управления и локальное устройство управления, соединенное с возможностью осуществления связи с ведущим устройством управления.

25. Система по п. 24, в которой ведущее устройство управления выполнено с возможностью определять то, находятся ли первая матрица и вторая матрица в несбалансированном состоянии.

26. Система по п. 24, в которой ведущее устройство управления выполнено с возможностью инструктировать локальному устройству управления формировать один или более управляющих сигналов для схемы переключения, которые инструктируют регулирование энергии, подаваемой посредством источника энергии в одну из первой и второй матриц.

27. Система по п. 24, в которой ведущее устройство управления выполнено с возможностью модулировать нормализованный опорный сигнал и выводить модулированный сигнал в локальное устройство управления.

28. Система по п. 24, в которой ведущее устройство управления выполнено с возможностью выводить опорный сигнал и индекс модуляции в локальное устройство управления, и при этом локальное устройство управления выполнено с возможностью регулировать опорный сигнал на основе индекса модуляции.

29. Система по п. 24, в которой схема управления выполнена с возможностью выполнять межфазную балансировку посредством регулирования одного или более индексов модуляции.

30. Система по любому из пп. 1-29, в которой нагрузка представляет собой первичную нагрузку, и при этом модуль межсоединения выполнен с возможностью электрически соединяться с дополнительной нагрузкой.

31. Система по п. 30, в которой модуль межсоединения содержит схему

переключения, соединенную с индуктором, чтобы регулировать подачу напряжения в дополнительную нагрузку.

32. Система по п. 3, в которой нагрузка представляет собой первичную нагрузку, и модуль межсоединения выполнен с возможностью электрически соединяться с дополнительной нагрузкой, и при этом схема управления выполнена с возможностью измерять напряжение и/или ток для дополнительной нагрузки и управлять схемой переключения модуля межсоединения с возможностью регулировать подачу напряжения или тока в дополнительную нагрузку.

33. Система по любому из пп. 1-32, в которой каждый модуль первой матрицы содержит источник энергии и схему переключения, и при этом каждый модуль второй матрицы содержит источник энергии и схему переключения.

34. Система по п. 1, в которой каждый модуль в системе содержит локальное устройство управления и общий кожух, при этом схема переключения, источник энергии и локальное устройство управления для этого модуля размещаются в общем кожухе.

35. Система по п. 1, в которой каждый модуль в системе содержит локальное устройство управления, первый кожух и второй кожух, при этом локальное устройство управления и схема переключения для этого модуля расположены в первом кожухе, и источник энергии для этого модуля расположен во втором кожухе, и первый и второй кожухи физически соединяются между собой.

36. Система по п. 1, в которой каждый модуль в системе содержит локальное устройство управления, первый кожух, второй кожух и третий кожух, при этом локальное устройство управления для этого модуля расположено в первом кожухе, схема переключения для этого модуля расположена во втором кожухе, и источник энергии для этого модуля расположен в третьем кожухе, и первый, второй и третий кожухи физически объединяются.

37. Система по любому из пп. 34-35, в которой для каждого модуля системы, схемы переключения и локального устройства управления расположена на первой печатной плате.

38. Система по п. 3, в которой схема управления выполнена с возможностью:

- определять величину межфазного дисбаланса между первой и второй матрицами;

- инструктировать модулю межсоединения регулировать чистую выходную энергию, чтобы снижать величину межфазного дисбаланса, если ниже порогового значения; и

- инструктировать сдвиг в нейтральную точку системы, с тем чтобы регулировать чистую выходную энергию, чтобы снижать величину межфазного дисбаланса, если выше порогового значения.

39. Система по п. 38, в которой схема управления выполнена также инструктировать модулю межсоединения регулировать чистую выходную энергию, чтобы помогать в снижении величины межфазного дисбаланса, если величина межфазного дисбаланса выше порогового значения.

40. Способ межфазной балансировки в системе, содержащей первую матрицу каскадных модулей, выполненных с возможностью выводить первую форму сигнала напряжения в нагрузку, вторую матрицу каскадных модулей, выполненных с возможностью выводить вторую форму сигнала напряжения в нагрузку, при этом первая и вторая формы сигнала напряжения имеют различный фазовый угол, модуль межсоединения, соединенный как с первой матрицей, так и со второй матрицей, и схему управления, при этом способ содержит этапы, на которых:

- определяют, посредством схемы управления, то, что несбалансированное состояние существует между первой матрицей и второй матрицей; и

- регулируют энергию, подаваемую из источника энергии модуля межсоединения в первую матрицу.

41. Способ по п. 40, в котором регулирование энергии, подаваемой из источника энергии, содержит этап, на котором увеличивают чистую энергию, подаваемую из источника энергии.

42. Способ по п. 41, дополнительно содержащий этап, на котором уменьшают чистую выходную энергию, по меньшей мере, посредством одного модуля первой матрицы.

43. Способ по п. 42, в котором увеличение чистой энергии является эквивалентным уменьшению чистой энергии.

44. Способ по п. 42, дополнительно содержащий этап, на котором уменьшают чистую энергию, подаваемую посредством всех модулей первой матрицы.

45. Способ по п. 42, дополнительно содержащий этап, на котором:

- поддерживают относительные величины чистой выходной энергии из модуля межсоединения во вторую матрицу и из модулей второй матрицы на постоянном уровне.

46. Способ по п. 41, дополнительно содержащий этапы, на которых:

- уменьшают чистую выходную энергию из модуля межсоединения во вторую матрицу; и

- увеличивают чистую выходную энергию, по меньшей мере, посредством одного модуля второй матрицы.

47. Способ по п. 41, дополнительно содержащий этап, на котором увеличивают индекс модуляции для схемы переключения модуля межсоединения, соединенного с первой матрицей, чтобы увеличивать чистую энергию, подаваемую из источника энергии модуля межсоединения в первую матрицу.

48. Способ по п. 42, дополнительно содержащий этап, на котором снижают индекс модуляции, по меньшей мере, для одного модуля первой матрицы, чтобы уменьшать чистую выходную энергию, по меньшей мере, посредством одного модуля первой матрицы.

49. Способ по п. 41, в котором несбалансированное состояние заключается в том, что первая матрица имеет относительно более низкий полный энергетический уровень, чем вторая матрица.

50. Способ по п. 41, дополнительно содержащий этапы, на которых:

- принимают, посредством схемы управления, информацию состояния заряда из каждого модуля первой и второй матриц; и

- определяют, посредством схемы управления, то, имеет ли первая матрица относительно более низкое полное состояние заряда, до увеличения чистой энергии, подаваемой из источника энергии модуля межсоединения в первую матрицу.

51. Способ по п. 41, в котором несбалансированное состояние заключается в том, что первая матрица имеет относительно более высокую температуру, чем вторая матрица.

52. Способ по п. 41, дополнительно содержащий этапы, на которых:

- принимают информацию температуры из каждого модуля первой и второй матриц; и

- определяют то, имеет ли первая матрица относительно более высокую температуру, чем вторая матрица, до увеличения чистой энергии, подаваемой из источника энергии модуля межсоединения в первую матрицу.

53. Способ по п. 41, в котором схема управления выполнена с возможностью использовать модуль межсоединения для того, чтобы управлять балансом межфазной энергии между первой и второй матрицами.

54. Способ по любому из пп. 40-53, в котором схема управления содержит ведущее устройство управления и локальное устройство управления, соединенное с возможностью осуществления связи с ведущим устройством управления.

55. Способ по п. 54, дополнительно содержащий этап, на котором определяют, посредством ведущего устройства управления, то, находятся ли первая матрица и вторая матрица в несбалансированном состоянии.

56. Способ по п. 54, дополнительно содержащий этап, на котором инструктируют локальному устройству управления формировать один или более управляющих сигналов для схемы переключения, которые инструктируют регулирование энергии, подаваемой посредством модуля межсоединения в одну из первой и второй матриц.

57. Способ по п. 54, дополнительно содержащий этап, на котором модулируют нормализованный опорный сигнал и выводят модулированный сигнал в локальное устройство управления.

58. Способ по п. 54, дополнительно содержащий этапы, на которых:

- выводят опорный сигнал и индекс модуляции в локальное устройство управления; и

- регулируют опорный сигнал на основе индекса модуляции.

59. Способ по любому из пп. 40-58, в котором нагрузка представляет собой первичную нагрузку, и при этом дополнительно содержащий этап, на котором предоставляют напряжение из модуля межсоединения в дополнительную нагрузку.

60. Способ по п. 59, дополнительно содержащий этап, на котором регулируют напряжение, подаваемое посредством модуля межсоединения в дополнительную нагрузку.

61. Способ по п. 59, дополнительно содержащий этапы, на которых:

- измеряют напряжение и/или ток для дополнительной нагрузки; и

- управляют схемой переключения модуля межсоединения с возможностью регулировать напряжение, подаваемое в дополнительную нагрузку.

62. Способ по п. 40, в котором регулирование энергии, подаваемой из источника энергии модуля межсоединения в первую матрицу, содержит этап, на котором уменьшают чистую энергию, подаваемую из источника энергии.

63. Способ по п. 62, в котором модуль межсоединения подает энергию для первой и второй матриц во время сбалансированного состояния.

64. Способ по п. 62, дополнительно содержащий этап, на котором увеличивают чистую выходную энергию, по меньшей мере, посредством одного модуля первой матрицы.

65. Способ по п. 64, в котором увеличение чистой энергии является эквивалентным уменьшению чистой энергии.

66. Способ по п. 62, дополнительно содержащий этап, на котором увеличивают чистую энергию, подаваемую посредством всех модулей первой матрицы.

67. Способ по п. 62, дополнительно содержащий этап, на котором:

- поддерживают относительные величины чистой выходной энергии из модуля межсоединения во вторую матрицу и из модулей второй матрицы на постоянном уровне.

68. Способ по п. 62, дополнительно содержащий этапы, на которых:

- увеличивают чистую выходную энергию из модуля межсоединения во вторую матрицу; и

- уменьшают чистую выходную энергию, по меньшей мере, посредством одного модуля второй матрицы.

69. Способ по п. 62, дополнительно содержащий этап, на котором снижают индекс модуляции для схемы переключения модуля межсоединения, соединенного с первой матрицей, чтобы уменьшать чистую энергию, подаваемую из источника энергии модуля межсоединения в первую матрицу.

70. Способ по п. 40, дополнительно содержащий этап, на котором определяют или оценивают, посредством схемы управления, регулирования выходной энергии, которые инструктируют первой и второй матрице сходиться к сбалансированному состоянию.

71. Способ по п. 40, в котором несбалансированное состояние связано с состоянием заряда, температурой, емкостью, состоянием работоспособности, напряжением и/или током.

72. Способ по п. 40, в котором схема управления выполнена с возможностью использовать модуль межсоединения и сдвиг нейтральной точки, чтобы управлять балансом межфазной энергии между первой и второй матрицами.

73. Способ по п. 40, в котором первая и вторая формы сигнала напряжения формируются согласно технологии широтно-импульсной модуляции или гистерезиса.

74. Способ по п. 40, дополнительно содержащий этап, на котором подают энергии

из модуля межсоединения в первую и вторую матрицы во время сбалансированного состояния.

75. Способ по п. 40, дополнительно содержащий этап, на котором выполняют межфазную балансировку посредством регулирования одного или более индексов модуляции.

76. Способ по п. 40, в котором определение, посредством схемы управления, того, что несбалансированное состояние существует между первой матрицей и второй матрицей, содержит этап, на котором обращаются к одному или более типов качественной или количественной информации.

77. Способ по п. 40, в котором определение, посредством схемы управления, того, что несбалансированное состояние существует между первой матрицей и второй матрицей, содержит этап, на котором обращаются к SOC-параметру одной матрицы или характеризующему одну матрицу, меньшему, большему или существенно отличающемуся относительно SOC-параметра по меньшей мере для одной другой матрицы или системы в целом.

78. Способ по п. 40, в котором определение, посредством схемы управления, того, что несбалансированное состояние существует между первой матрицей и второй матрицей, содержит этап, на котором обращаются к температурному параметру одной матрицы или характеризующему одну матрицу, меньшему, большему или существенно отличающемуся относительно температурного параметра, по меньшей мере, для одной другой матрицы или системы в целом.

79. Способ по п. 40, в котором определение, посредством схемы управления, того, что несбалансированное состояние существует между первой матрицей и второй матрицей, содержит этап, на котором обращаются к параметру состояния работоспособности (SOH) одной матрицы или характеризующему одну матрицу, меньшему, большему или существенно отличающемуся относительно SOH-параметра, по меньшей мере, для одной другой матрицы или системы в целом.

80. Способ по п. 40, в котором определение, посредством схемы управления, того, что несбалансированное состояние существует между первой матрицей и второй матрицей, содержит этап, на котором обращаются к параметру напряжения одной матрицы или характеризующему одну матрицу, меньшему, большему или существенно отличающемуся относительно параметра напряжения, по меньшей мере, для одной другой матрицы или системы в целом.

81. Способ по п. 40, в котором определение, посредством схемы управления, того, что несбалансированное состояние существует между первой матрицей и второй матрицей, содержит этап, на котором обращаются к параметру тока одной матрицы или характеризующему одну матрицу, меньшему, большему или существенно отличающемуся относительно параметра тока, по меньшей мере, для одной другой матрицы или системы в целом.

82. Способ по п. 40, в котором определение, посредством схемы управления, того,

что несбалансированное состояние существует между первой матрицей и второй матрицей, содержит этап, на котором обращаются к состоянию неисправности или ухудшения характеристик.

83. Способ по п. 40, в котором определение того, что несбалансированное состояние существует между первой матрицей и второй матрицей, основано на относительной разности между первой и второй матрицами или на абсолютном коэффициенте.

84. Способ по п. 40, дополнительно содержащий этапы, на которых:

- определяют величину межфазного дисбаланса между первой и второй матрицами;

- регулируют чистую выходную энергию модуля межсоединения, чтобы снижать величину межфазного дисбаланса, если ниже порогового значения; и

- сдвигают нейтральную точку системы, чтобы регулировать чистую выходную энергию, чтобы снижать величину межфазного дисбаланса, если выше порогового значения.

85. Способ по п. 84, дополнительно содержащий этап, на котором регулируют чистую выходную энергию модуля межсоединения, чтобы помогать в снижении величины межфазного дисбаланса, если выше порогового значения.

86. Система управления, выполненная с возможностью предоставлять управление для модульной системы накопления энергии, содержащей первую матрицу каскадных модулей, выполненных с возможностью выводить первую форму сигнала напряжения в нагрузку, вторую матрицу каскадных модулей, выполненных с возможностью выводить вторую форму сигнала напряжения в нагрузку, при этом первая и вторая формы сигнала напряжения имеют различный фазовый угол, и модуль межсоединения, соединенный как с первой матрицей, так и со второй матрицей, причем система управления содержит

схему управления и некратковременное запоминающее устройство, соединенное с возможностью осуществления связи со схемой управления, при этом в запоминающем устройстве сохраняются множество инструкций, которые, при выполнении посредством схемы управления, инструктируют схеме управления:

- определять то, что несбалансированное состояние существует между первой матрицей и второй матрицей; и

- инструктировать регулирование энергии, подаваемой из источника энергии модуля межсоединения в первую матрицу.

87. Система управления по п. 86, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления инструктировать увеличение чистой энергии, подаваемой из источника энергии модуля межсоединения в первую матрицу.

88. Система управления по п. 87, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления инструктировать уменьшение чистой выходной энергии, по меньшей мере, посредством одного модуля первой матрицы.

89. Система управления по п. 87, в которой увеличение чистой энергии является эквивалентным уменьшению чистой энергии.

90. Система управления по п. 87, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления инструктировать уменьшение чистой энергии, подаваемой посредством всех модулей первой матрицы.

91. Система управления по п. 87, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления инструктировать относительным величинам чистой выходной энергии из модуля межсоединения во вторую матрицу и из модулей второй матрицы находиться на постоянном уровне.

92. Система управления по п. 87, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления инструктировать уменьшение чистой выходной энергии из модуля межсоединения во вторую матрицу и увеличение чистой выходной энергии, по меньшей мере, посредством одного модуля второй матрицы.

93. Система управления по п. 87, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления увеличивать индекс модуляции для схемы переключения модуля межсоединения, соединенного с первой матрицей, чтобы увеличивать чистую энергию, подаваемую из источника энергии модуля межсоединения в первую матрицу.

94. Система управления по п. 93, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления снижать индекс модуляции, по меньшей мере, для одного модуля первой матрицы, чтобы уменьшать чистую выходную энергию, по меньшей мере, посредством одного модуля первой матрицы.

95. Система управления по п. 87, в которой несбалансированное состояние заключается в том, что первая матрица имеет относительно более низкий полный энергетический уровень, чем вторая матрица.

96. Система управления по п. 87, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления определять то, имеет или нет первая матрица относительно более низкое полное состояние заряда, до инструктирования увеличения чистой энергии, подаваемой из источника энергии модуля межсоединения в первую матрицу.

97. Система управления по п. 87, в которой несбалансированное состояние заключается в том, что первая матрица имеет относительно более высокую температуру, чем вторая матрица.

98. Система управления по п. 87, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления определять то, имеет или нет первая матрица относительно более высокую температуру, чем вторая матрица, до инструктирования увеличения чистой энергии, подаваемой из источника энергии модуля межсоединения в первую матрицу.

99. Система управления по п. 87, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления инструктировать баланс межфазной энергии между первой и второй матрицами.

100. Система управления по любому из пп. 86-99, в которой схема управления

содержит ведущее устройство управления и локальное устройство управления, соединенное с возможностью осуществления связи с ведущим устройством управления.

101. Система управления по п. 100, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления формировать один или более управляющих сигналов для схемы переключения, которые инструктируют регулирование энергии, подаваемой посредством модуля межсоединения в одну из первой и второй матриц.

102. Система управления по п. 86, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления модулировать нормализованный опорный сигнал с помощью индекса модуляции.

103. Система управления по любому из пп. 87-102, в которой нагрузка представляет собой первичную нагрузку, и при этом множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления регулировать напряжение, предоставленное из модуля межсоединения в дополнительную нагрузку.

104. Система управления по п. 103, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления управлять схемой переключения модуля межсоединения с возможностью регулировать напряжение, подаваемое в дополнительную нагрузку.

105. Система управления по п. 86, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления уменьшать чистую энергию, подаваемую из источника энергии модуля межсоединения в первую матрицу.

106. Система управления по п. 105, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления инструктировать модулю межсоединения подавать энергию для первой и второй матриц во время сбалансированного состояния.

107. Система управления по п. 105, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления инструктировать увеличение чистой выходной энергии, по меньшей мере, посредством одного модуля первой матрицы.

108. Система управления по п. 107, в которой увеличение чистой энергии является эквивалентным уменьшению чистой энергии.

109. Система управления по п. 105, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления увеличивать чистую энергию, подаваемую посредством всех модулей первой матрицы.

110. Система управления по п. 105, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления инструктировать относительным величинам чистой выходной энергии из модуля межсоединения во вторую матрицу и из модулей второй матрицы оставаться на постоянном уровне.

111. Система управления по п. 105, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления:

- увеличивать чистую выходную энергию из модуля межсоединения во вторую

матрицу; и

- уменьшать чистую выходную энергию, по меньшей мере, посредством одного модуля второй матрицы.

112. Система управления по п. 105, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления снижать индекс модуляции для схемы переключения модуля межсоединения, соединенного с первой матрицей, чтобы уменьшать чистую энергию, подаваемую из источника энергии модуля межсоединения в первую матрицу.

113. Система управления по п. 86, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления определять или оценивать регулирование выходной энергии, которое инструктирует первой и второй матрице сходиться к сбалансированному состоянию.

114. Система управления по п. 86, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют переходить схеме управления в несбалансированное состояние, связанное с состоянием заряда, температурой, емкостью, состоянием работоспособности, напряжением и/или током.

115. Система управления по п. 86, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления управлять системой накопления энергии с возможностью формировать первую и вторую формы сигнала напряжения согласно технологии широтно-импульсной модуляции или гистерезиса.

116. Система управления по п. 86, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления инструктировать модулю межсоединения подавать энергию для первой и второй матриц во время сбалансированного состояния.

117. Система управления по п. 86, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления управлять системой с возможностью сходиться к межфазному сбалансированному состоянию посредством регулирования индексов модуляции системы.

118. Система управления по п. 86, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления определять то, что несбалансированное состояние существует между первой матрицей и второй матрицей в отношении SOC-параметра одной матрицы или характеризующего одну матрицу, который меньше, больше или существенно отличается относительно SOC-параметра, по меньшей мере, для одной другой матрицы или системы в целом.

119. Система управления по п. 86, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления определять то, что несбалансированное состояние существует между первой матрицей и второй матрицей в отношении температурного параметра одной матрицы или характеризующего одну матрицу, который меньше, больше или существенно отличается относительно температурного параметра, по меньшей мере, для одной другой матрицы или системы в целом.

120. Система управления по п. 86, в которой множество инструкций дополнительно

инструктируют схеме управления определять то, что несбалансированное состояние существует между первой матрицей и второй матрицей в отношении состояния неисправности или ухудшения характеристик.

121. Система управления по п. 86, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления использовать модуль межсоединения и сдвиг нейтральной точки, чтобы управлять балансом межфазной энергии между первой и второй матрицами.

122. Система управления по п. 86, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления:

- определять величину межфазного дисбаланса между первой и второй матрицами;

- инструктировать модулю межсоединения регулировать чистую выходную энергию, чтобы снижать величину межфазного дисбаланса, если ниже порогового значения; и

- инструктировать сдвиг в нейтральную точку системы, с тем чтобы регулировать чистую выходную энергию, чтобы снижать величину межфазного дисбаланса, если выше порогового значения.

123. Система управления по п. 122, в которой множество инструкций дополнительно инструктируют схеме управления также использовать модуль межсоединения для того, чтобы регулировать чистую выходную энергию, чтобы снижать величину межфазного дисбаланса, если величина межфазного дисбаланса выше порогового значения.

124. Система управления по п. 86, в которой схема обработки содержит множество процессоров, и запоминающее устройство содержит множество дискретных запоминающих устройств.

125. Модульная энергетическая система, содержащая:

- первую матрицу каскадных модулей, выполненную с возможностью выводить первую форму сигнала напряжения в нагрузку;

- вторую матрицу каскадных модулей, выполненную с возможностью выводить вторую форму сигнала напряжения в нагрузку;

- третью матрицу каскадных модулей, выполненную с возможностью выводить форму сигнала третьего напряжения в нагрузку, при этом первая, вторая и третья формы сигнала напряжения имеют различный фазовый угол;

- первый модуль межсоединения, соединенный как с первой матрицей, так и со второй матрицей, при этом первый модуль межсоединения, содержит первый источник энергии и первую схему переключения; и

- второй модуль межсоединения, соединенный с третьей матрицей, при этом второй модуль межсоединения содержит второй источник энергии и вторую схему переключения, при этом первый и второй источники энергии электрически соединяются между собой, и при этом первый модуль межсоединения выполнен с возможностью регулировать величину энергии, подаваемой посредством первого и второго источников

энергии в первую и/или вторую матрицы, и при этом второй модуль межсоединения выполнен с возможностью регулировать величину энергии, подаваемой посредством первого и второго источников энергии в третью матрицу.

126. Система по п. 125, в которой первая матрица и вторая матрица позиционируются электрически между нагрузкой и первым модулем межсоединения, и третья матрица позиционируется электрически между нагрузкой и вторым модулем межсоединения.

127. Система по п. 125, дополнительно содержащая схему управления, выполненную с возможностью управлять первой и второй схемой переключения, при этом первый источник энергии имеет положительный узел и отрицательный узел, которые совместно используются со вторым источником энергии, и при этом первая схема переключения является управляемой таким образом, чтобы избирательно соединять первую и/или вторую матрицы с первым и/или вторым узлами, и вторая схема переключения является управляемой таким образом, чтобы избирательно соединять третью матрицу с первым и/или вторым узлами.

128. Система по п. 127, в которой схема управления выполнена с возможностью управлять первой и второй схемой переключения таким образом, чтобы регулировать относительную выходную энергию из первого и второго источников энергии в одну из первой, второй и третьей матриц, чтобы уменьшать дисбаланс заряда или температуры, по меньшей мере, между двумя из первой, второй и третьей матриц.

129. Система по п. 127, в которой схема управления выполнена с возможностью управлять балансом межфазной энергии между первой, второй и третьей матрицами со сдвигом в нейтральную точку первой, второй и третьей матриц.

130. Система по п. 127, в которой схема управления выполнена с возможностью управлять первой и второй схемой переключения, в сбалансированном межфазном состоянии, так что первый модуль межсоединения подает энергию как для первой, так и для второй матриц, и второй модуль межсоединения подает энергию для третьей матрицы.

131. Система по п. 130, в которой чистая энергия, подаваемая в первую, вторую и третью матрицы, является идентичной для периода времени.

132. Модульная энергетическая система, содержащая:

- первый аккумуляторный блок, содержащий первое множество матриц каскадных модулей преобразователя, выполненных с возможностью выводить первое множество форм сигнала напряжения, чтобы снабжать мощностью первый электромотор, причем каждая из первого множества форм сигнала напряжения имеет различный фазовый угол;

- второй аккумуляторный блок, содержащий второе множество матриц каскадных модулей преобразователя, выполненных с возможностью выводить второе множество форм сигнала напряжения, чтобы снабжать мощностью второй электромотор, причем каждая из второго множества форм сигнала напряжения имеет различный фазовый угол; и

- модуль межсоединения, соединенный с первой матрицей из первого множества матриц и со второй матрицей из второго множества матриц, при этом модуль

межсоединения содержит источник энергии и схему переключения, при этом модуль межсоединения выполнен с возможностью регулировать величину энергии, подаваемой посредством источника энергии в первую и/или вторую матрицы.

133. Система по п. 132, сконфигурированная по любому из пп. 3-39, в которой нагрузка содержит первые и вторые электромоторы.

134. Система по п. 132, в которой первый аккумуляторный блок содержит первый кожух, и первое множество матриц совместно размещаются в первом кожухе, и при этом второй аккумуляторный блок содержит второй кожух, и второе множество матриц совместно размещаются во втором кожухе.

135. Система по п. 134, в которой модуль межсоединения расположен в первом кожухе.

136. Система по п. 132, в которой первый и второй электромоторы представляют собой встроенные в колесо электромоторы электрического транспортного средства.

137. Система по п. 132, дополнительно содержащая схему управления, выполненную с возможностью отслеживать рабочие параметры первого и второго аккумуляторных блоков и инструктировать системе балансировать энергию между первым аккумуляторным блоком и вторым аккумуляторным блоком с модулем межсоединения.

138. Система по п. 137, в которой схема управления выполнена с возможностью управлять схемой переключения таким образом, что источник энергии разряжает относительно большее количество энергии в первую матрицу, чем во вторую матрицу, в несбалансированном состоянии между первой и второй матрицами.

139. Система по п. 132, в которой модуль межсоединения представляет собой первый модуль межсоединения, источник энергии представляет собой первый источник энергии, и схема переключения представляет собой первую схему переключения, при этом система дополнительно содержит:

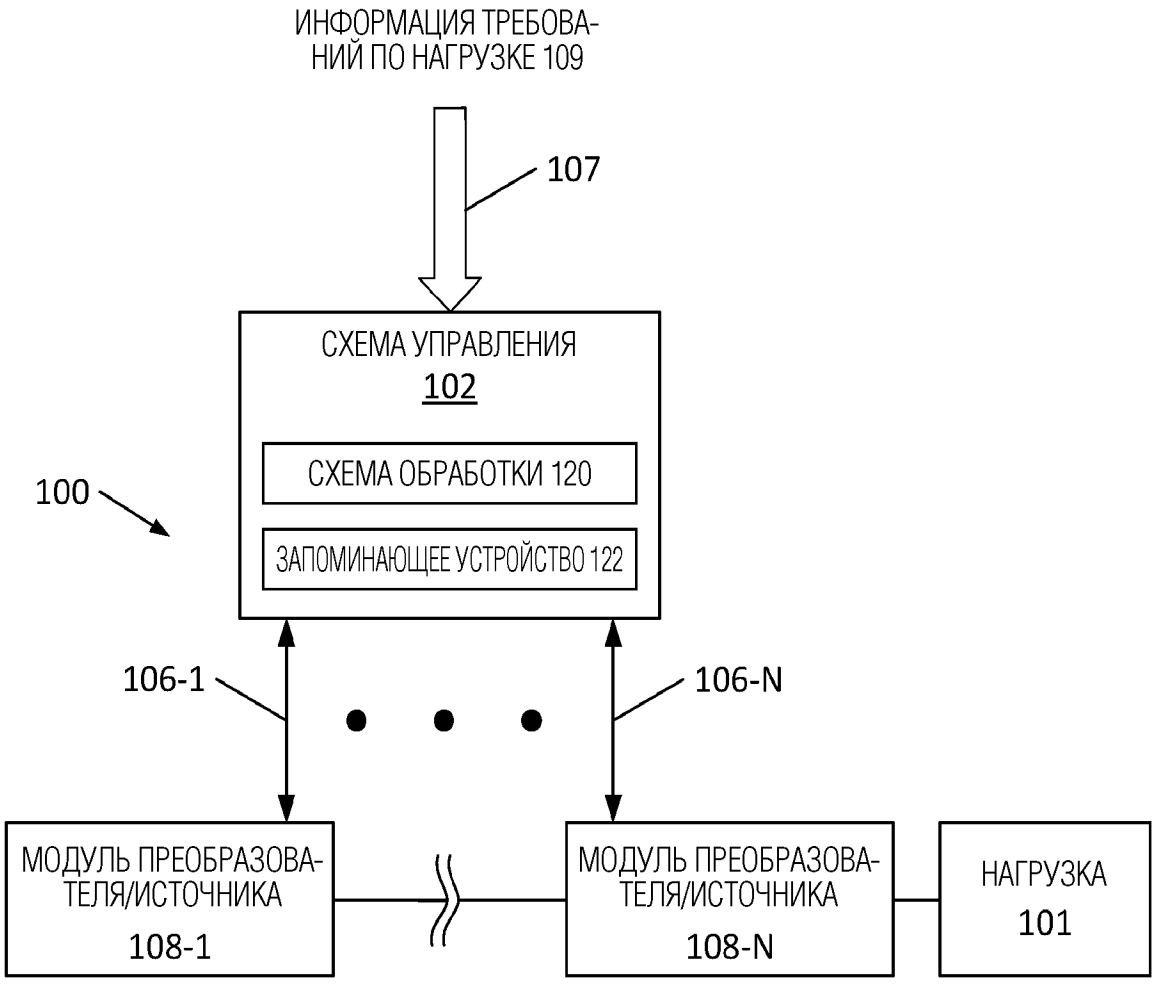
- третий аккумуляторный блок, содержащий третье множество матриц каскадных модулей преобразователя, выполненных с возможностью выводить третье множество форм сигнала напряжения, чтобы снабжать мощностью третий электромотор, причем каждая из третьего множества форм сигнала напряжения имеет различный фазовый угол;

- четвертый аккумуляторный блок, содержащий четвертое множество матриц каскадных модулей преобразователя, выполненных с возможностью выводить четвертое множество форм сигнала напряжения, чтобы снабжать мощностью четвертый электромотор, причем каждая из четвертого множества форм сигнала напряжения имеет различный фазовый угол; и

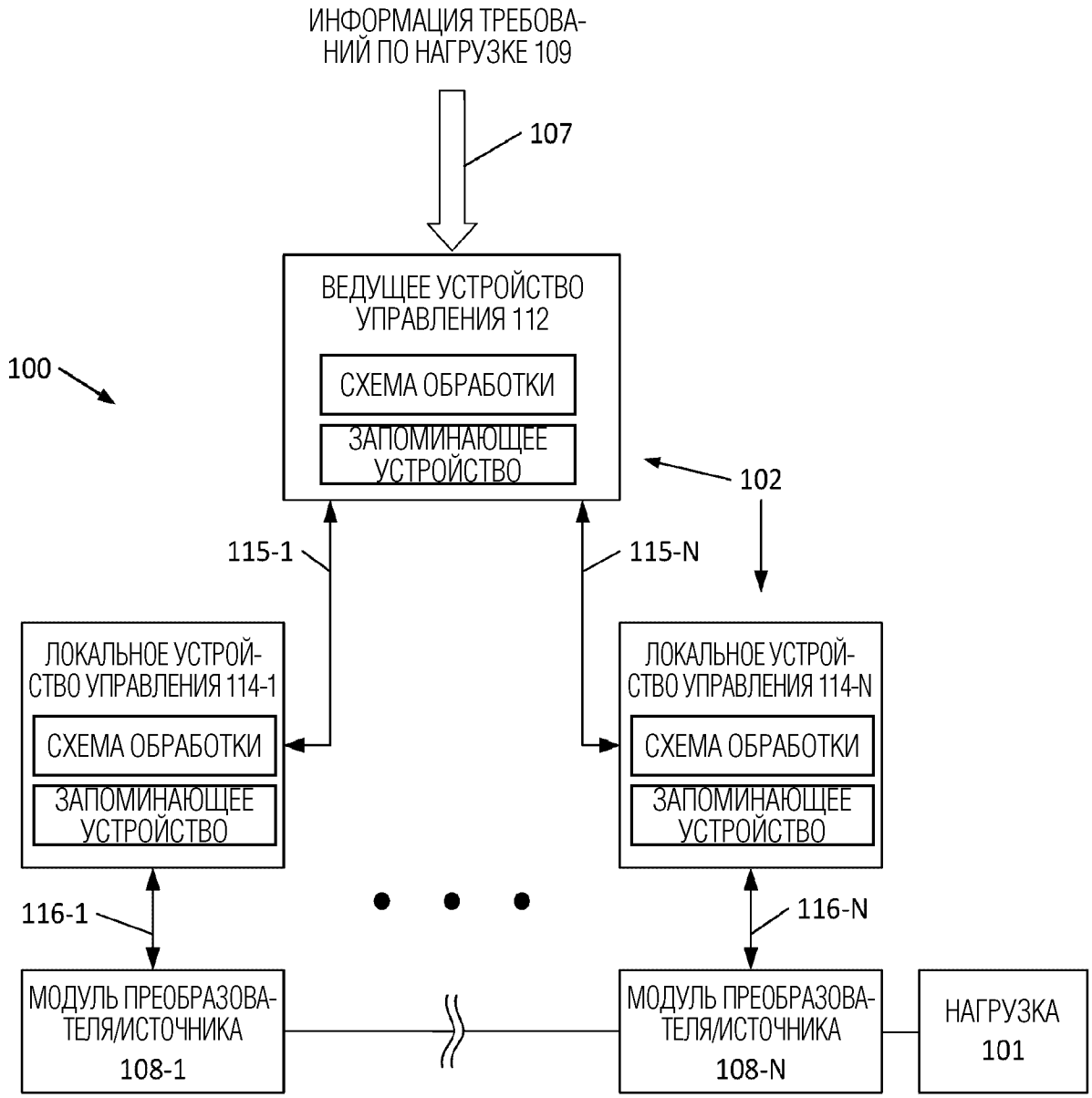
- второй модуль межсоединения, соединенный с третьей матрицей из третьего множества матриц, и с четвертой матрицей из четвертого множества матриц, при этом второй модуль межсоединения содержит второй источник энергии и вторую схему переключения, при этом второй модуль межсоединения выполнен с возможностью регулировать величину энергии, подаваемой посредством второго источника энергии в

третью и/или четвертую матрицы.

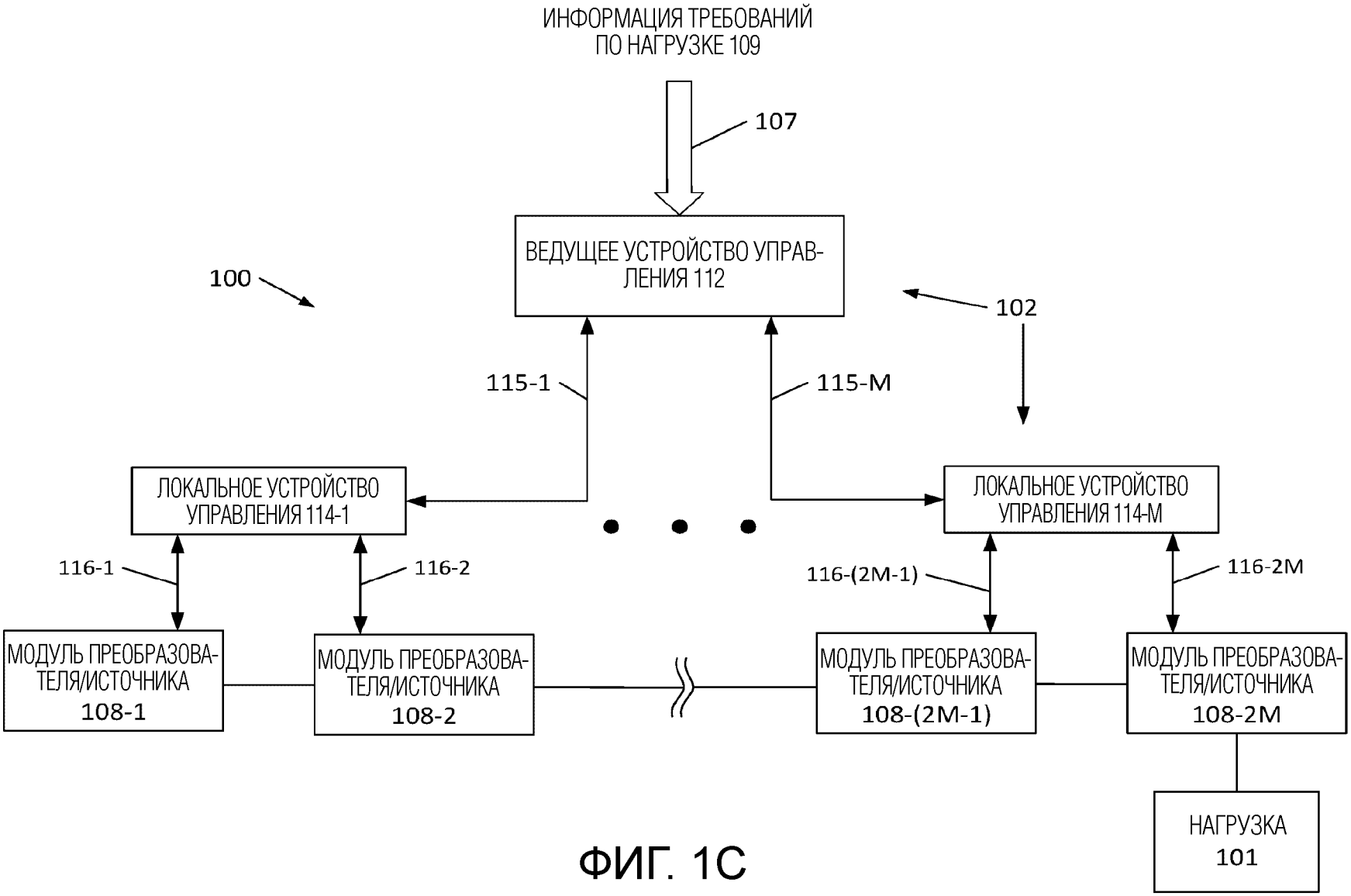
140. Система по п. 139, в которой первый, второй, третий и четвертый электромоторы представляют собой встроенные в колесо электромоторы четырехколесного электрического транспортного средства.


ИНФОРМАЦИЯ ТРЕБОВА-
НИЙ ПО НАГРУЗКЕ 109
107
СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ
102
СХЕМА ОБРАБОТКИ 120
ЗАПОМИНАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО 122
100
106-1
106-N
МОДУЛЬ ПРЕОБРАЗОВА-
ТЕЛЯ/ИСТОЧНИКА
108-1
МОДУЛЬ ПРЕОБРАЗОВА-
ТЕЛЯ/ИСТОЧНИКА
108-N
НАГРУЗКА
101

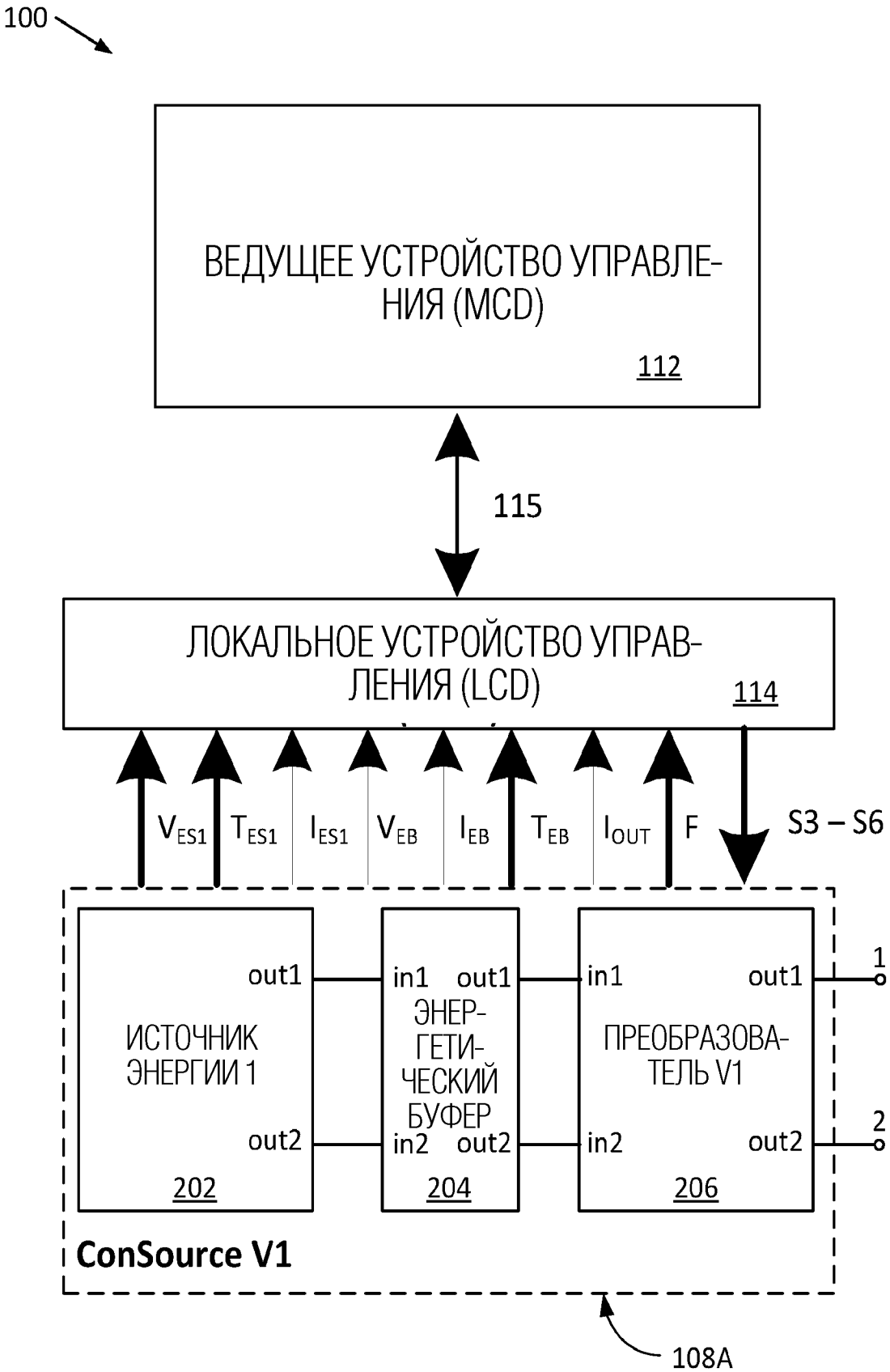
ФИГ. 1А


ИНФОРМАЦИЯ ТРЕБОВА-
НИЙ ПО НАГРУЗКЕ 109
107
ВЕДУЩЕЕ УСТРОЙСТВО
УПРАВЛЕНИЯ 112
СХЕМА ОБРАБОТКИ
ЗАПОМИНАЮЩЕЕ
УСТРОЙСТВО
100
102
115-1
115-N
ЛОКАЛЬНОЕ УСТРОЙ-
СТВО УПРАВЛЕНИЯ 114-1
СХЕМА ОБРАБОТКИ
ЗАПОМИНАЮЩЕЕ
УСТРОЙСТВО
ЛОКАЛЬНОЕ УСТРОЙ-
СТВО УПРАВЛЕНИЯ 114-N
СХЕМА ОБРАБОТКИ
ЗАПОМИНАЮЩЕЕ
УСТРОЙСТВО
116-1
116-N
МОДУЛЬ ПРЕОБРАЗОВА-
ТЕЛЯ/ИСТОЧНИКА
108-1
МОДУЛЬ ПРЕОБРАЗОВА-
ТЕЛЯ/ИСТОЧНИКА
108-N
НАГРУЗКА
101

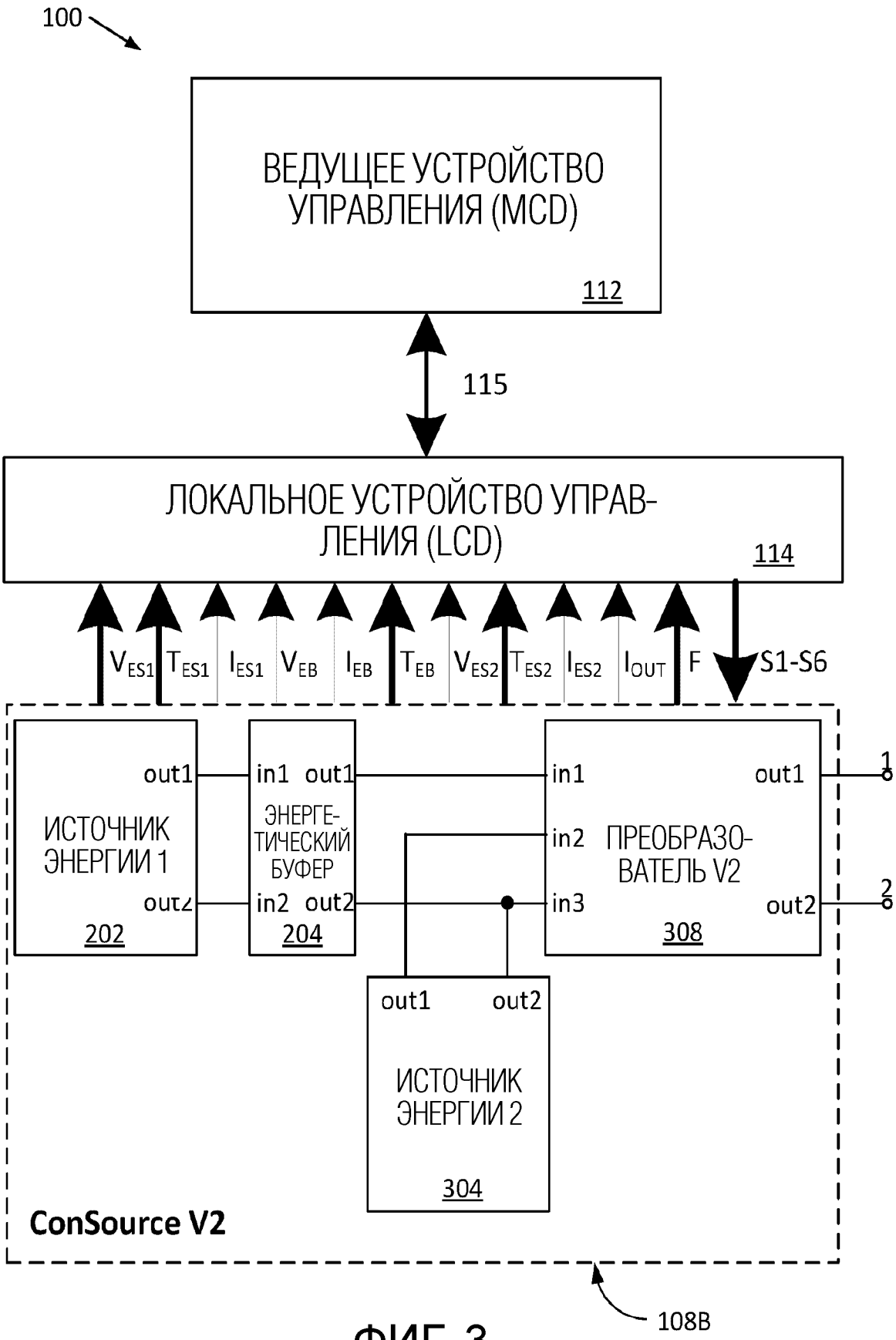
ФИГ. 1B


ИНФОРМАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ ПО НАГРУЗКЕ 109
107
ВЕДУЩЕЕ УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ 112
100
102
115-1
115-M
ЛОКАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ 114-1
ЛОКАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ 114-M
116-1
116-2
116-(2M-1)
116-2M
МОДУЛЬ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ/ИСТОЧНИКА 108-1
МОДУЛЬ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ/ИСТОЧНИКА 108-2
МОДУЛЬ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ/ИСТОЧНИКА 108-(2M-1)
МОДУЛЬ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ/ИСТОЧНИКА 108-2M
НАГРУЗКА 101

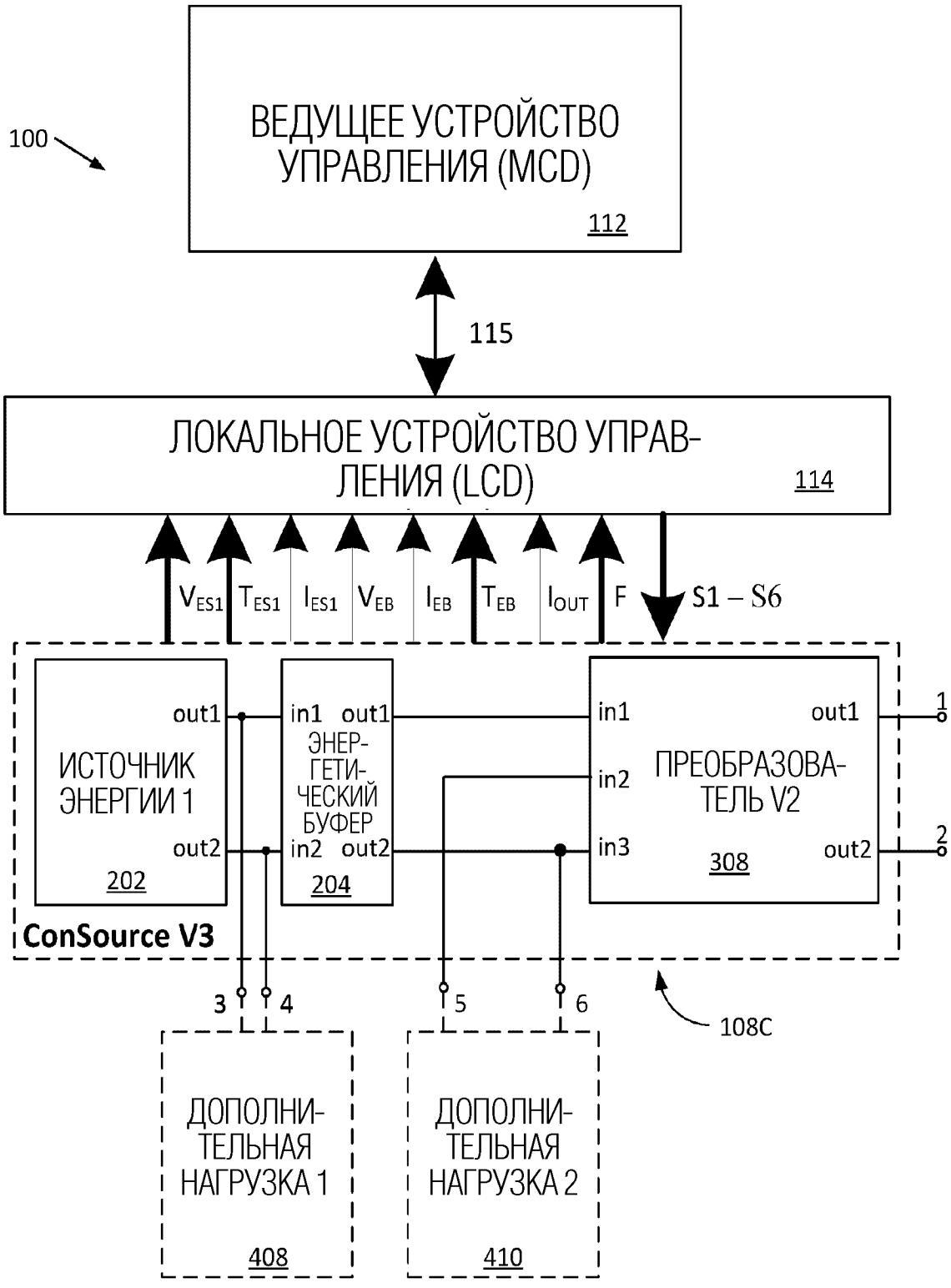
ФИГ. 1C


100
ВЕДУЩЕЕ УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ (MCD)
112
115
ЛОКАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ (LCD)
114
V_{ES1}
T_{ES1}
I_{ES1}
V_{EB}
I_{EB}
T_{EB}
I_{OUT}
F
S3 – S6
out1
ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ 1
out2
202
in1
out1
ЭНЕР-ГЕТИ-ЧЕСКИЙ БУФЕР
in2
out2
204
in1
out1
ПРЕОБРАЗОВА-ТЕЛЬ V1
in2
out2
206
1
2
ConSource V1
108A

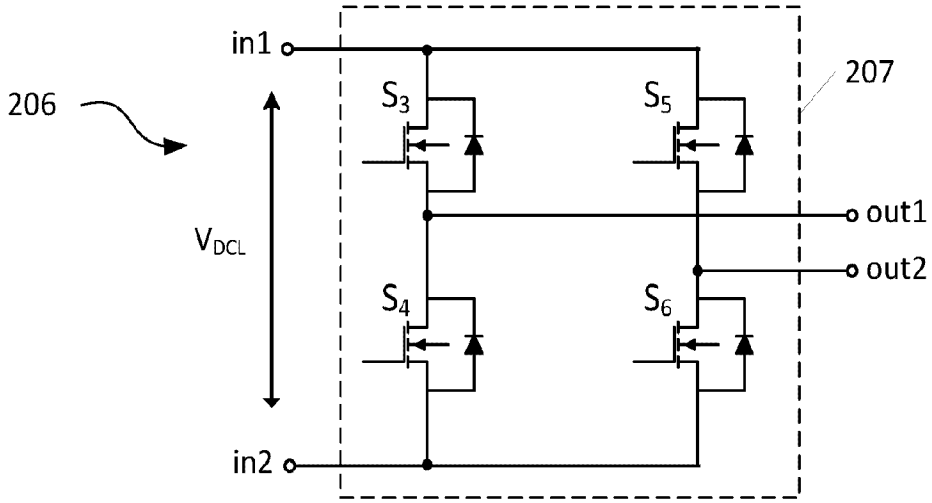
ФИГ. 2


100
ВЕДУЩЕЕ УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ (MCD)
112
115
ЛОКАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ (LCD)
114
VES1
TES1
IES1
VEB
IEB
TEB
VES2
TES2
IES2
IOUT
F
S1-S6
out1
ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ 1
out2
202
in1
out1
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БУФЕР
in2
out2
204
in1
in2
in3
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ V2
out1
out2
308
1
2
out1
out2
ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ 2
304
ConSource V2
108B

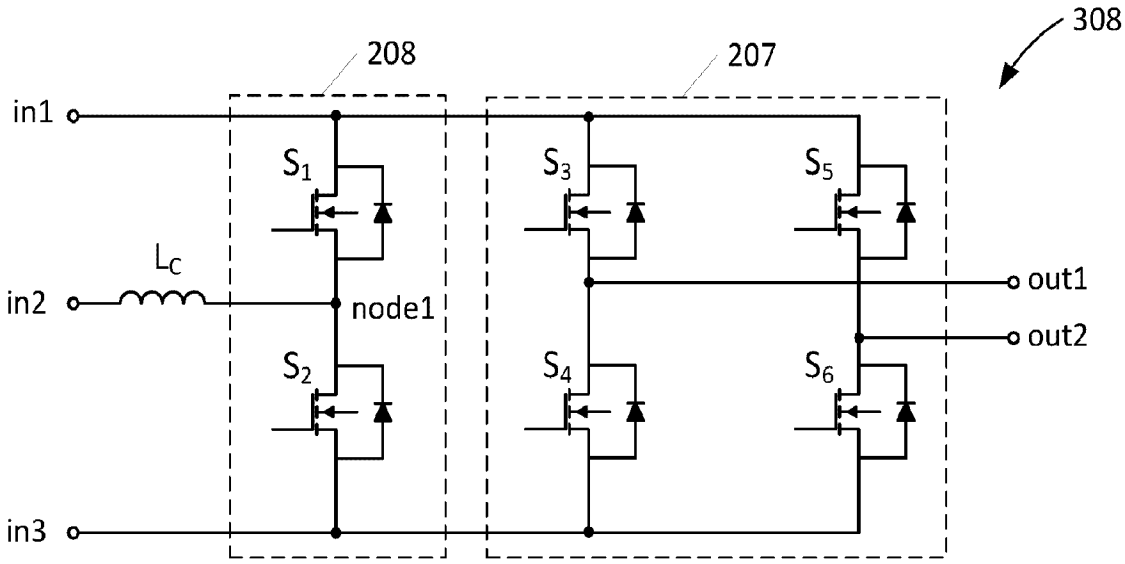
ФИГ. 3


100
ВЕДУЩЕЕ УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ (MCD)
112
115
ЛОКАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ (LCD)
114
VES1
TES1
IES1
VEB
IEB
TEB
IOUT
F
S1 – S6
out1
out2
ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ 1
202
in1
out1
in2
out2
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БУФЕР
204
in1
in2
in3
out1
out2
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ V2
308
1
2
ConSource V3
3
4
5
6
108C
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ НАГРУЗКА 1
408
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ НАГРУЗКА 2
410

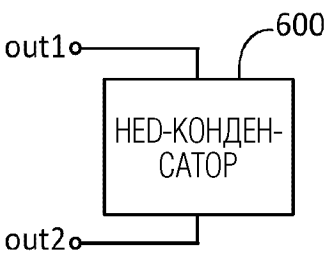
ФИГ. 4



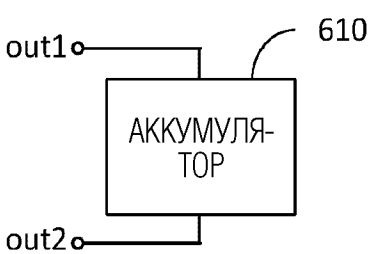
ФИГ. 5A



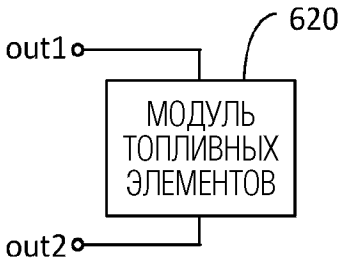
ФИГ. 5B



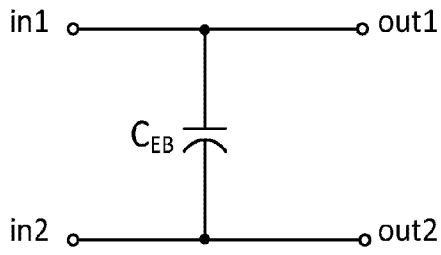
ФИГ. 6A



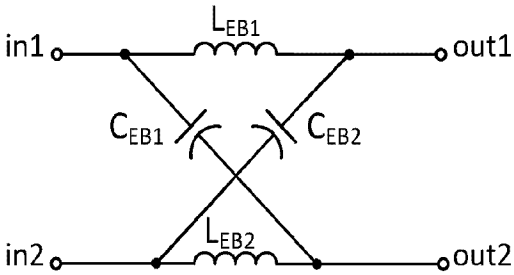
ФИГ. 6B



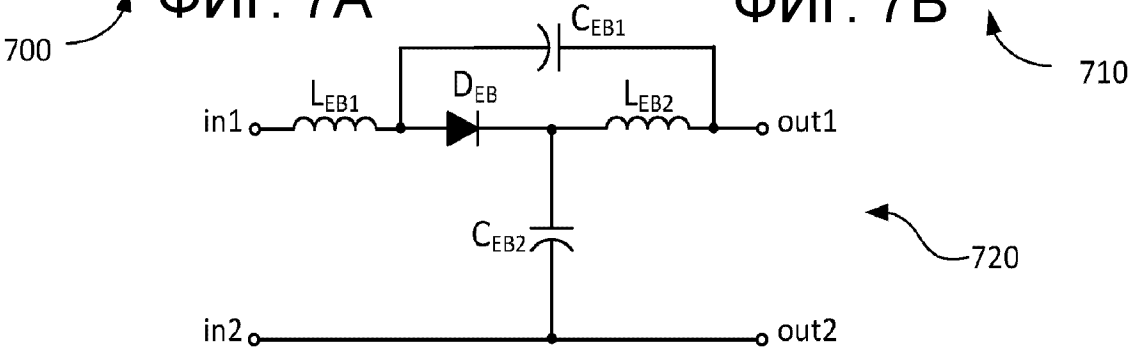
ФИГ. 6C



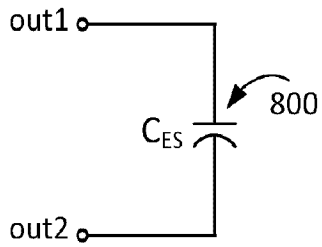
ФИГ. 7A



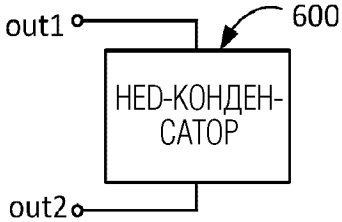
ФИГ. 7B



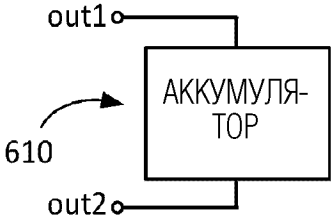
ФИГ. 7C



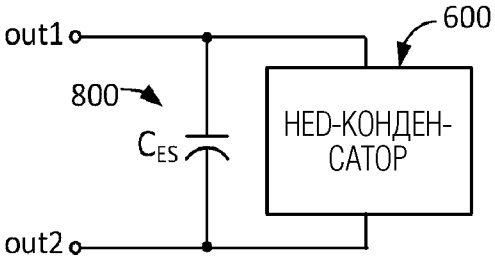
ФИГ. 8A



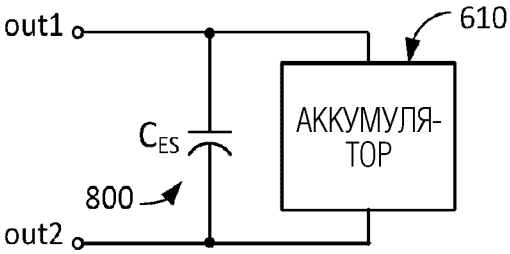
ФИГ. 8B



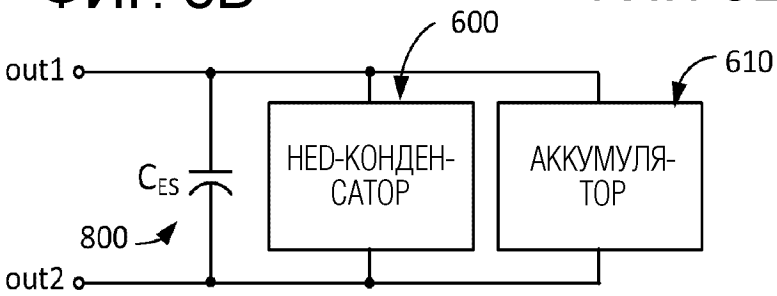
ФИГ. 8C



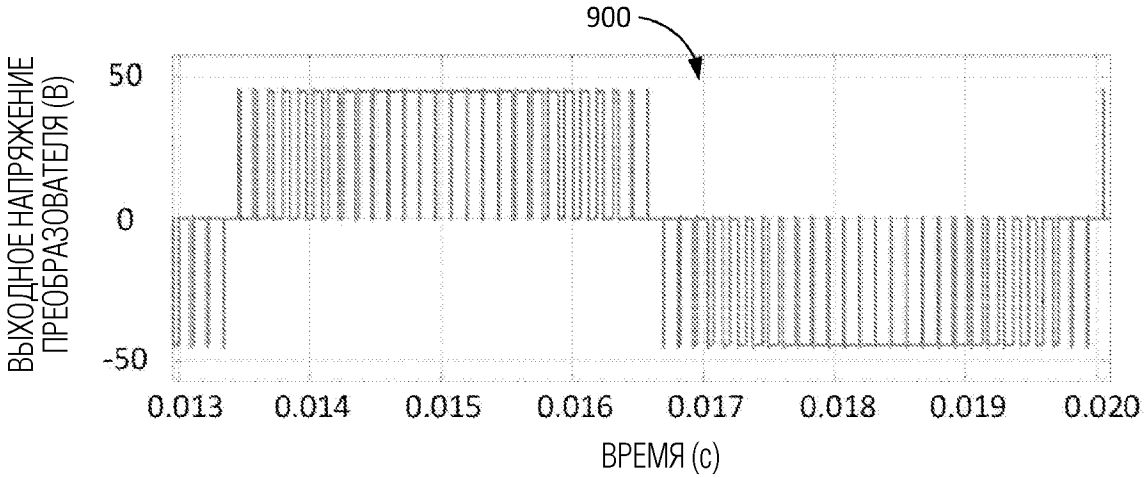
ФИГ. 8D



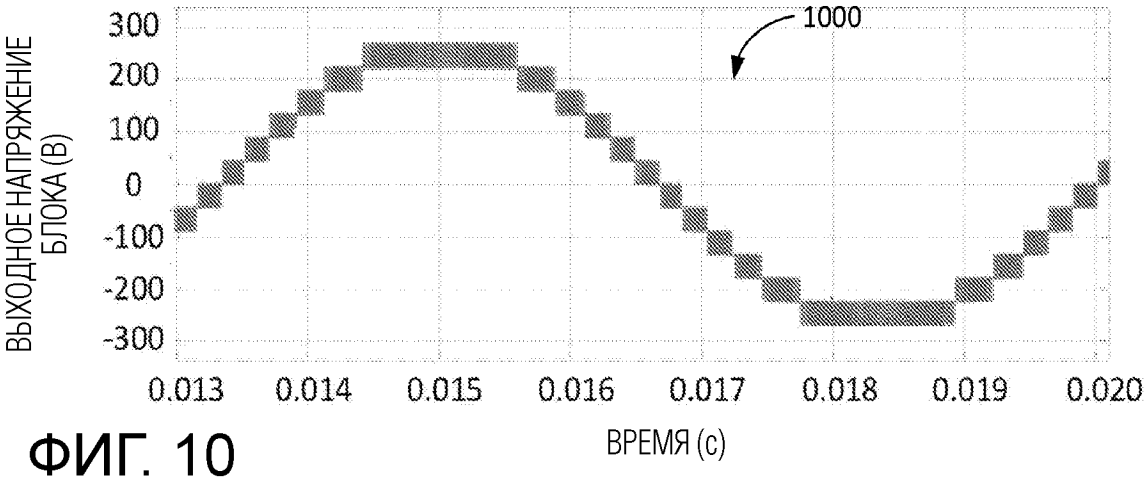
ФИГ. 8E



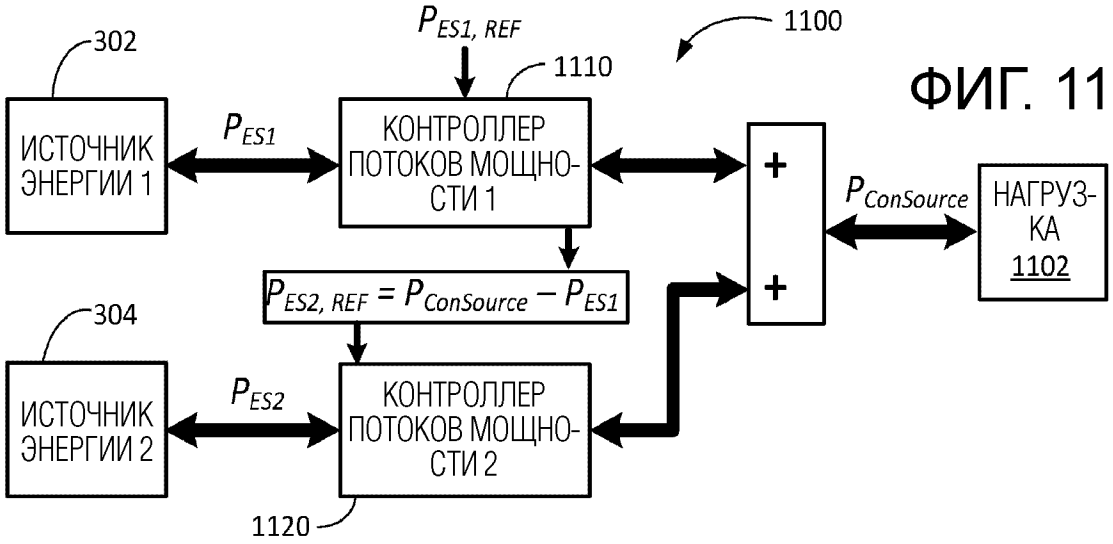
ФИГ. 8F



ФИГ. 9



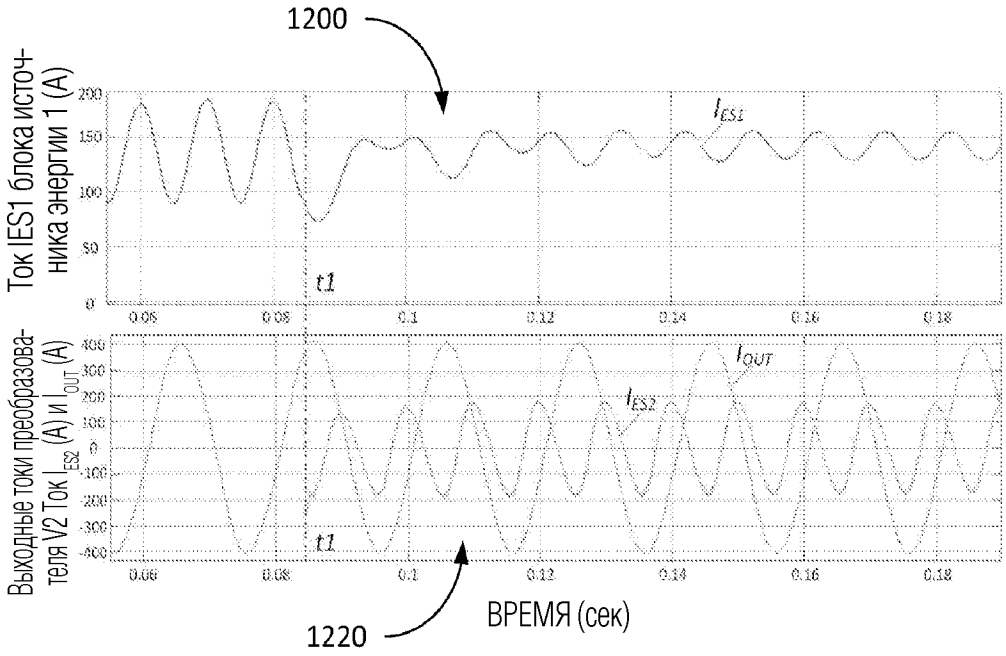
ФИГ. 10

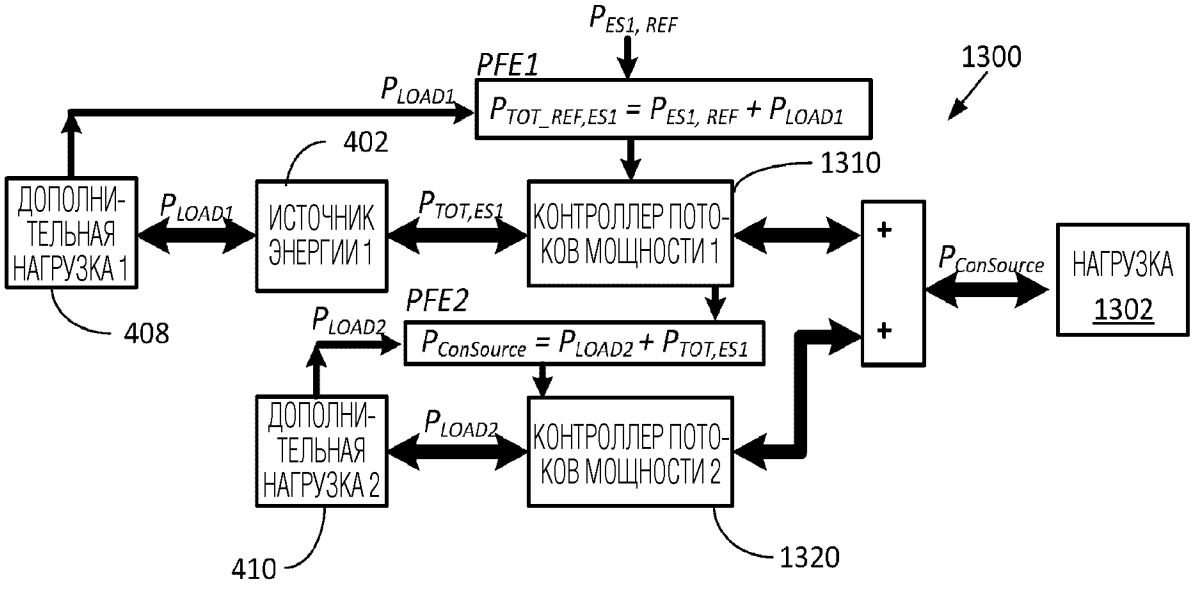


ФИГ. 11

ФИГ. 12A

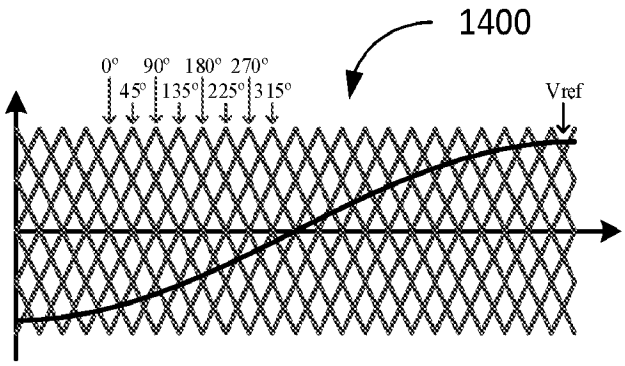
ФИГ. 12B



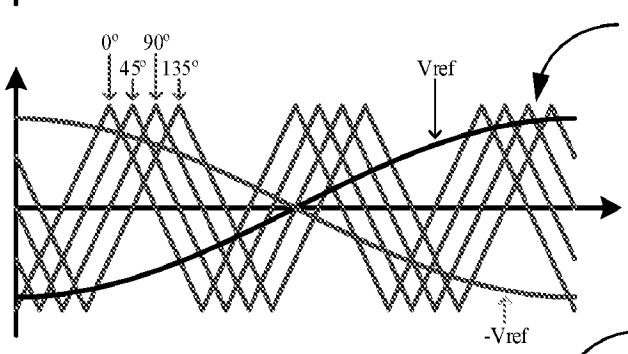


ФИГ. 13

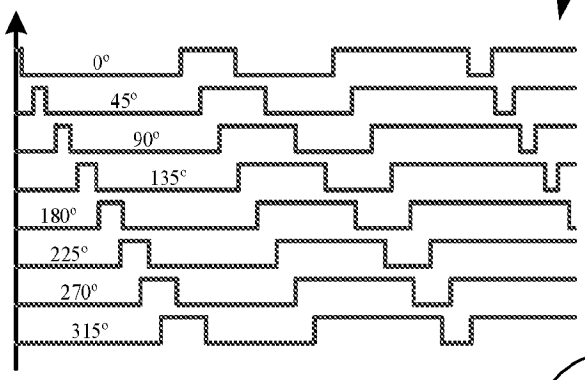
ФИГ. 14A



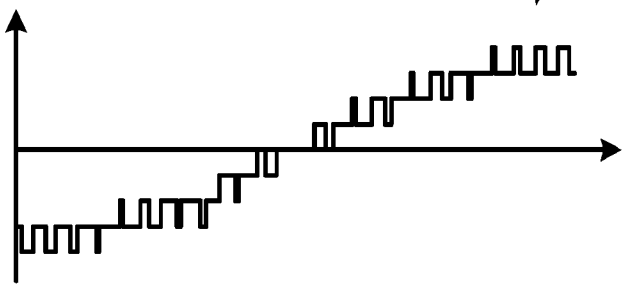
ФИГ. 14B



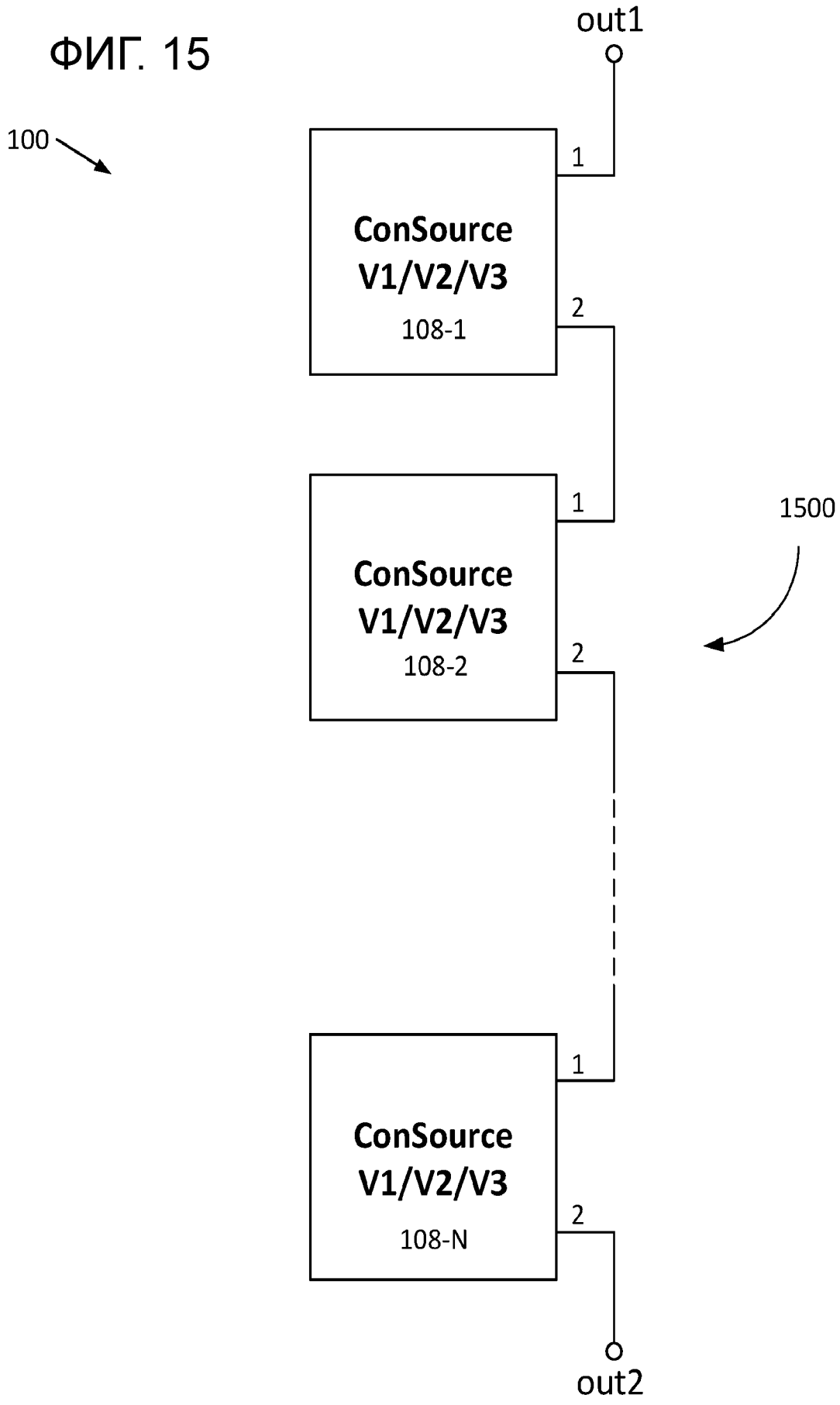
ФИГ. 14C



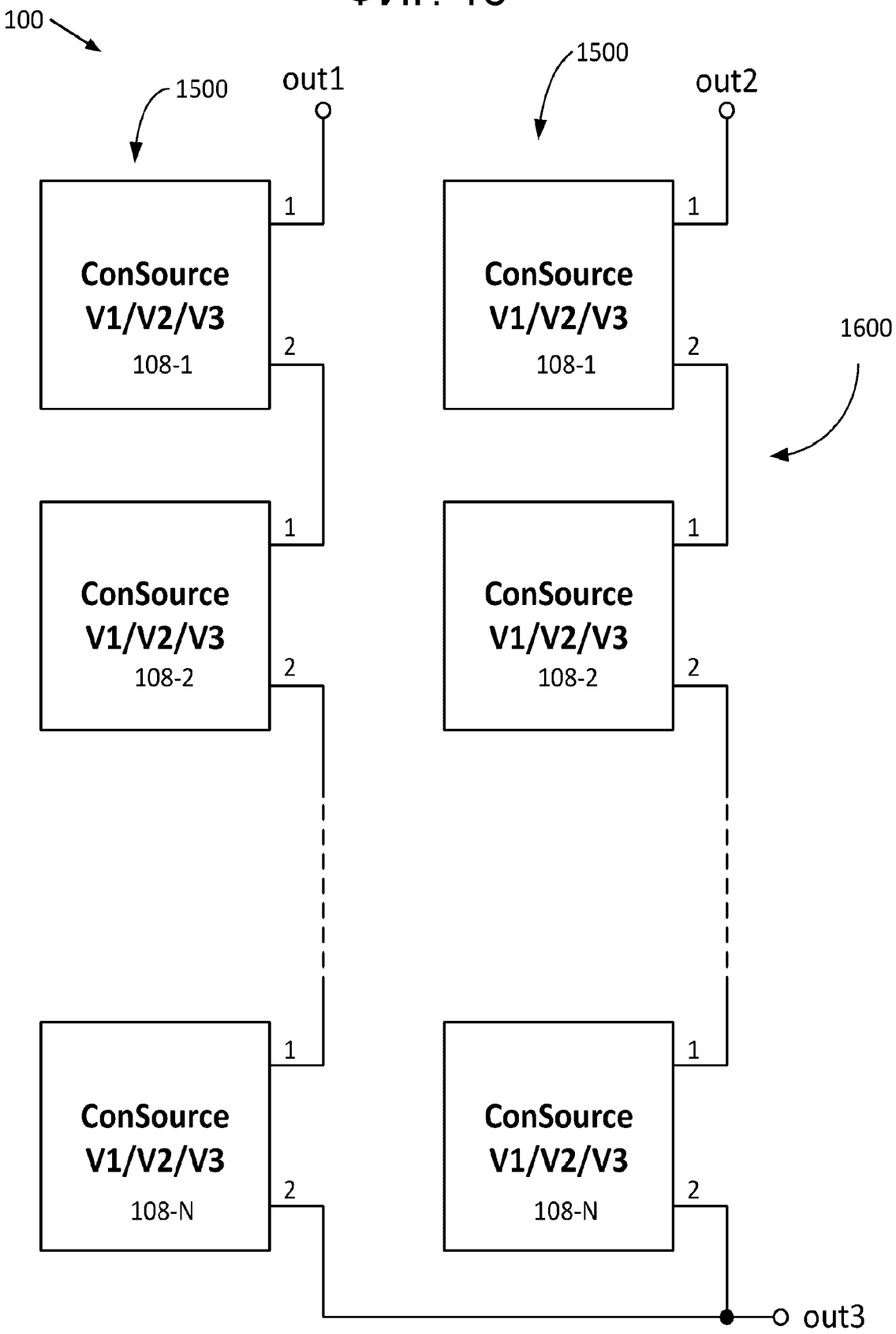
ФИГ. 14D



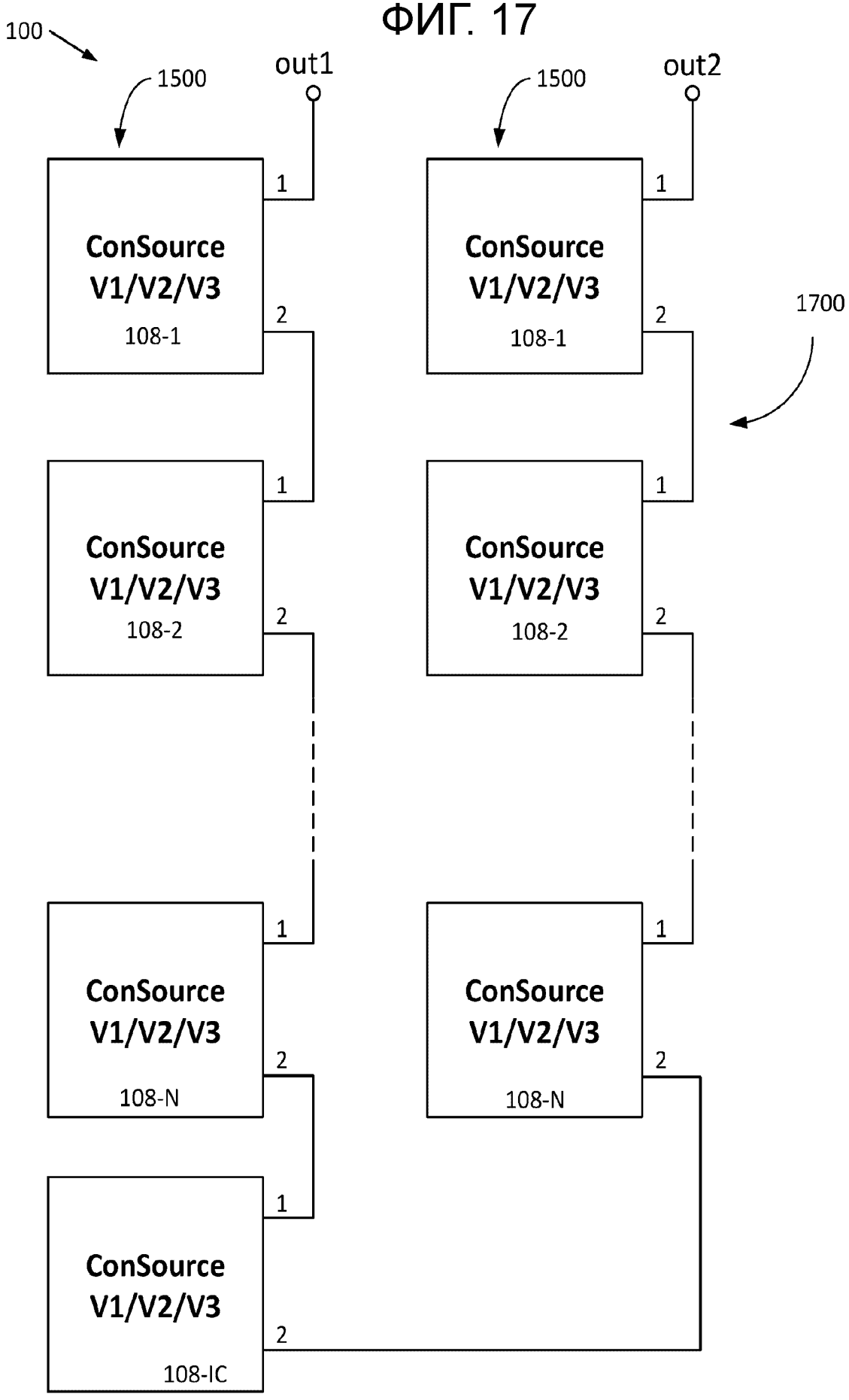
ФИГ. 15


100
out1
1
ConSource
V1/V2/V3
108-1
2
1
ConSource
V1/V2/V3
108-2
2
1500
1
ConSource
V1/V2/V3
108-N
2
out2

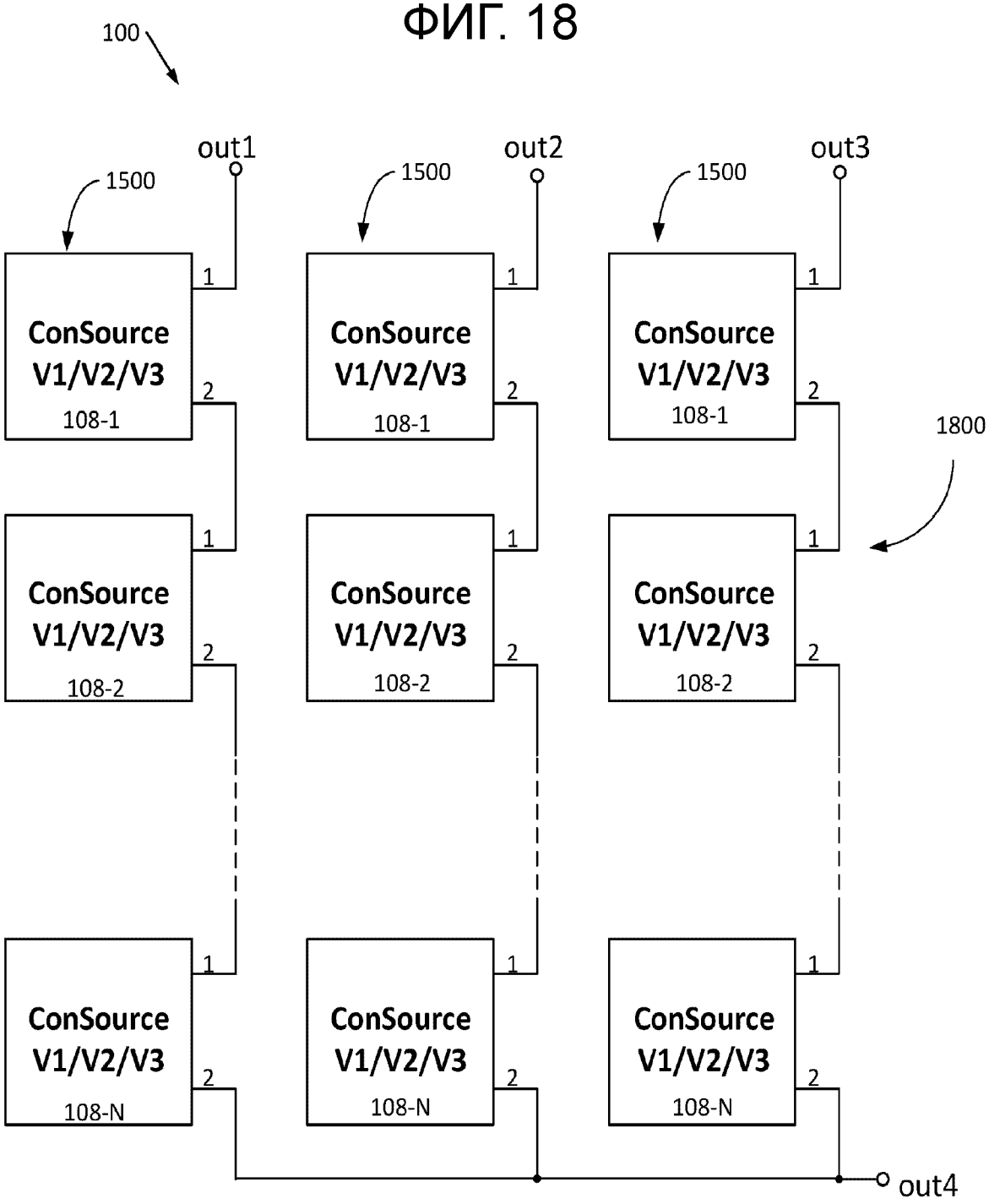
ФИГ. 16


100
1500
out1
1500
out2
1600
ConSource V1/V2/V3
108-1
ConSource V1/V2/V3
108-1
ConSource V1/V2/V3
108-2
ConSource V1/V2/V3
108-2
ConSource V1/V2/V3
108-N
ConSource V1/V2/V3
108-N
1
2
out3

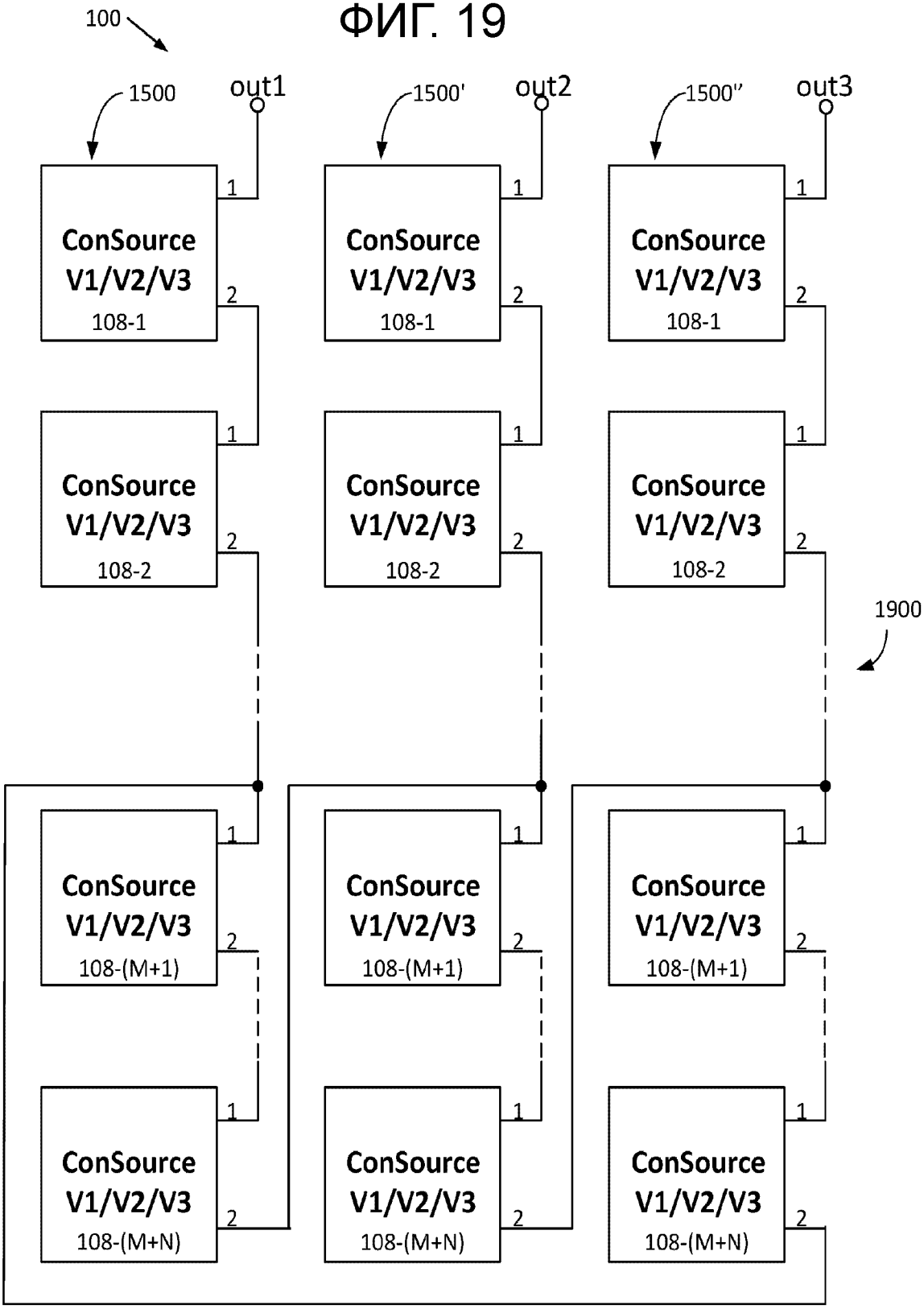
ФИГ. 17


100
1500
out1
1500
out2
1700
ConSource V1/V2/V3
108-1
ConSource V1/V2/V3
108-2
ConSource V1/V2/V3
108-N
ConSource V1/V2/V3
108-IC
1
2

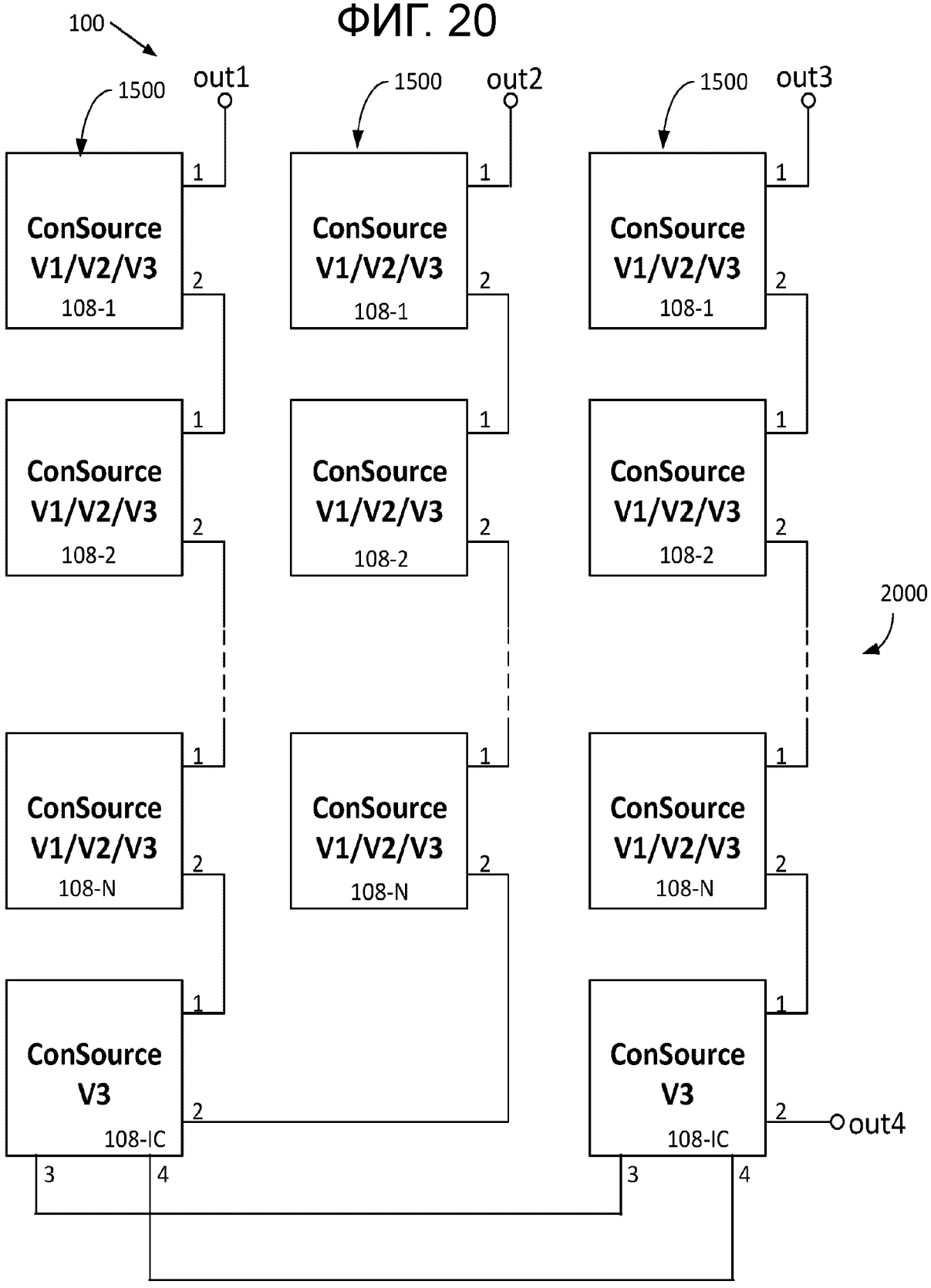
ФИГ. 18


100
out1
out2
out3
1500
1500
1500
ConSource V1/V2/V3
108-1
108-2
108-N
1
2
1800
out4

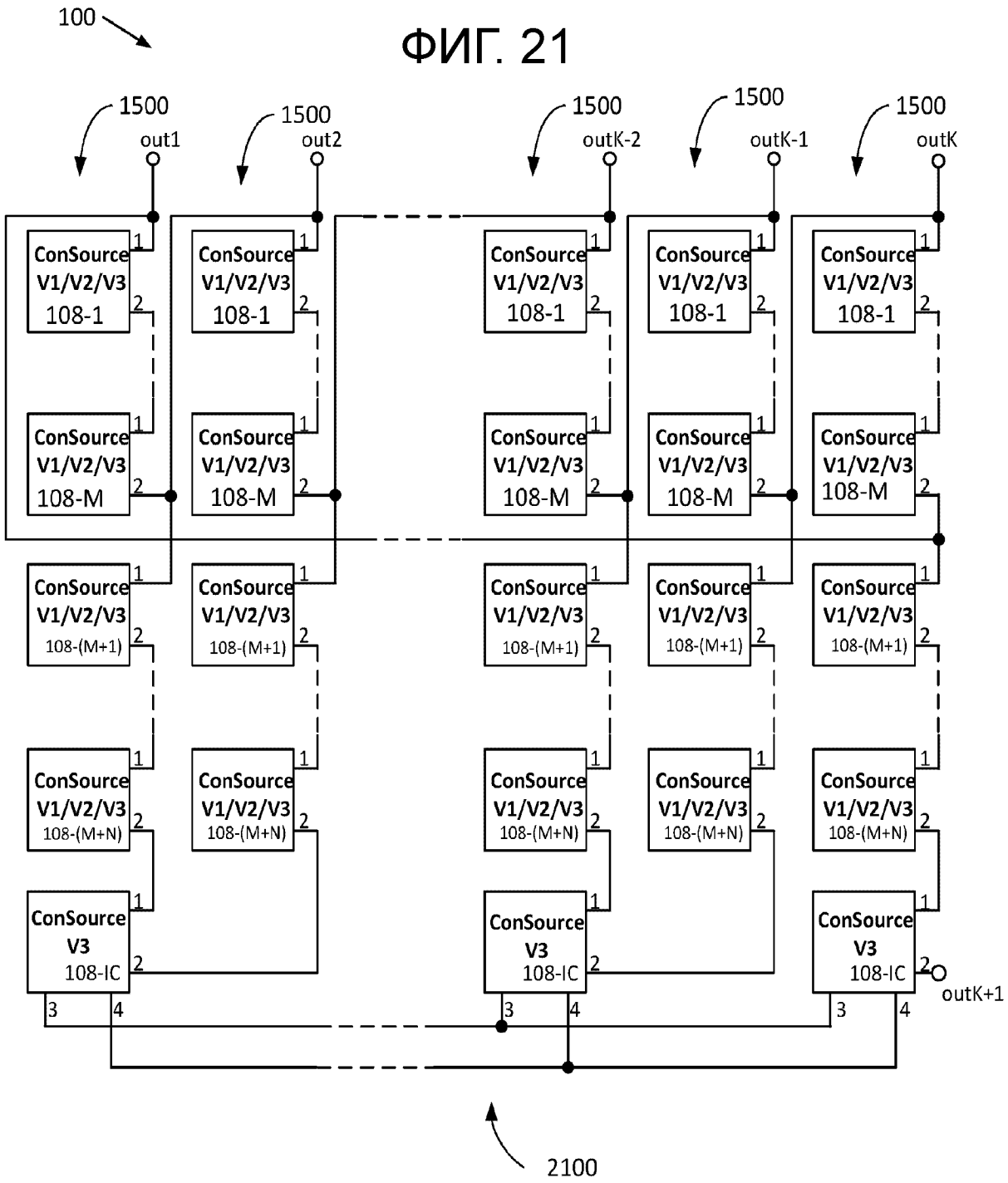
ФИГ. 19


100
1500
out1
1500'
out2
1500''
out3
ConSource V1/V2/V3
108-1
108-2
108-(M+1)
108-(M+N)
1900
1
2

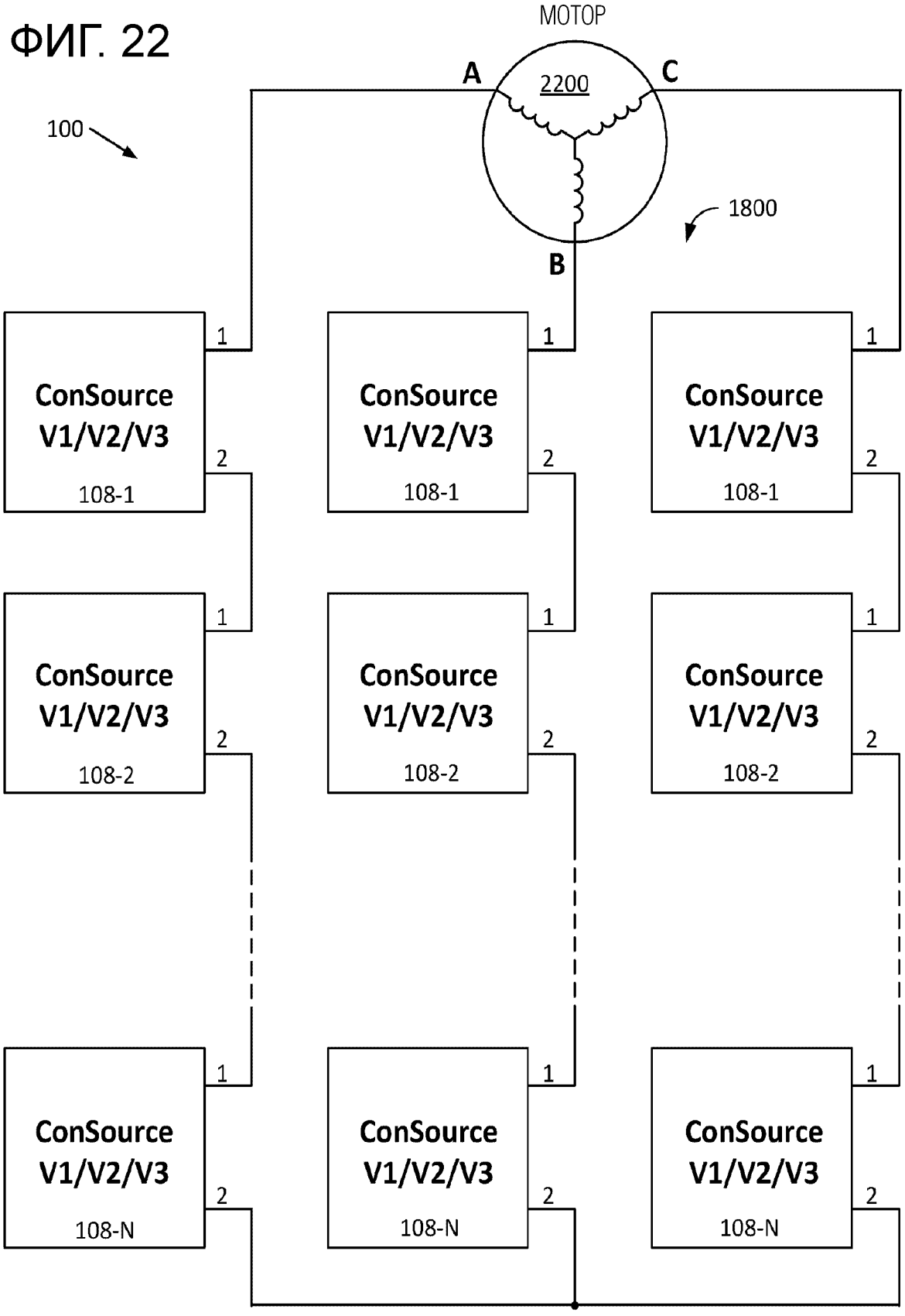
ФИГ. 20


100
1500
out1
1500
out2
1500
out3
ConSource V1/V2/V3
108-1
ConSource V1/V2/V3
108-2
ConSource V1/V2/V3
108-N
ConSource V3
108-IC
1
2
3
4
2000
out4

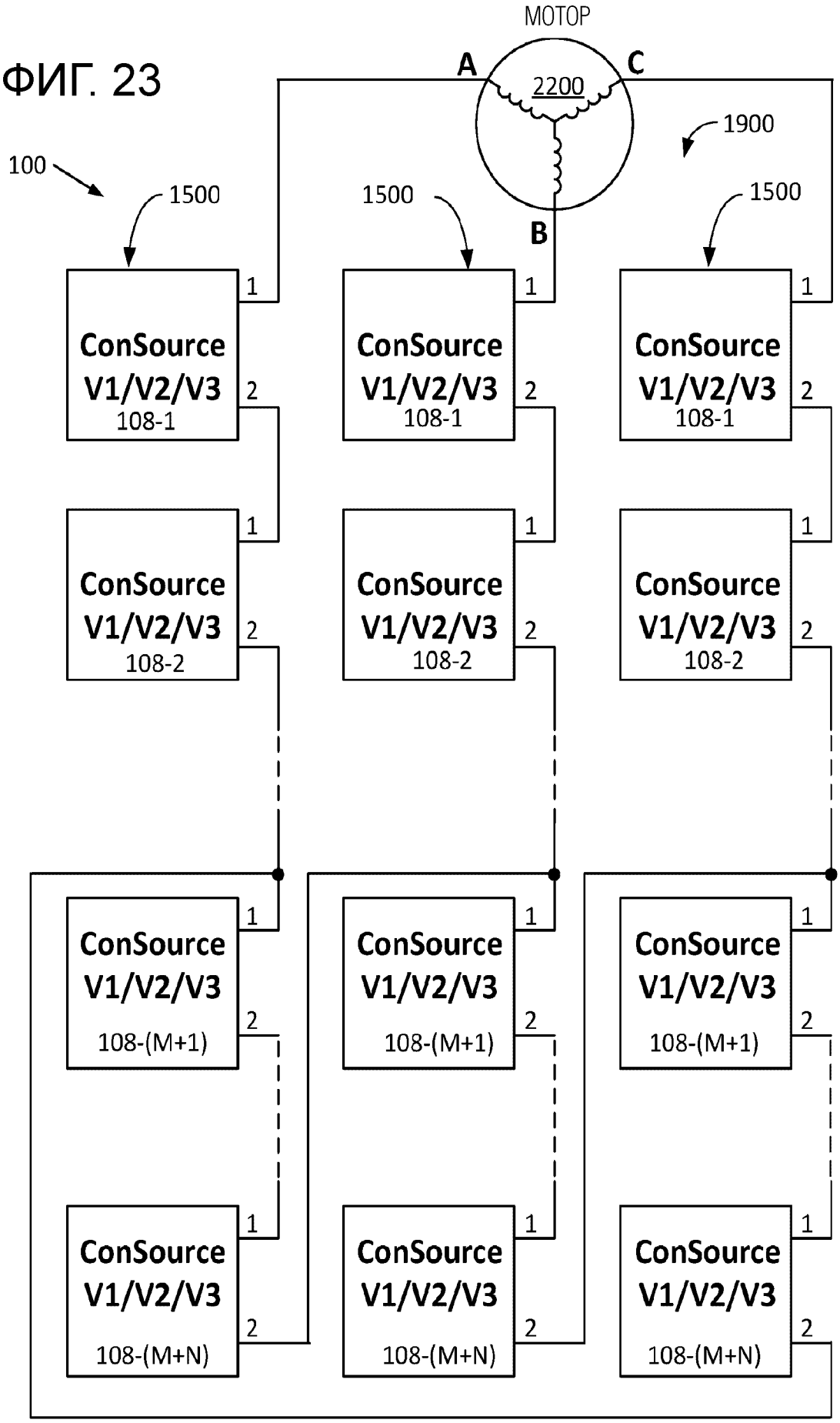
ФИГ. 21


100
1500
out1
1500
out2
1500
outK-2
1500
outK-1
1500
outK
ConSource V1/V2/V3 108-1
ConSource V1/V2/V3 108-M
ConSource V1/V2/V3 108-(M+1)
ConSource V1/V2/V3 108-(M+N)
ConSource V3 108-IC
outK+1
2100

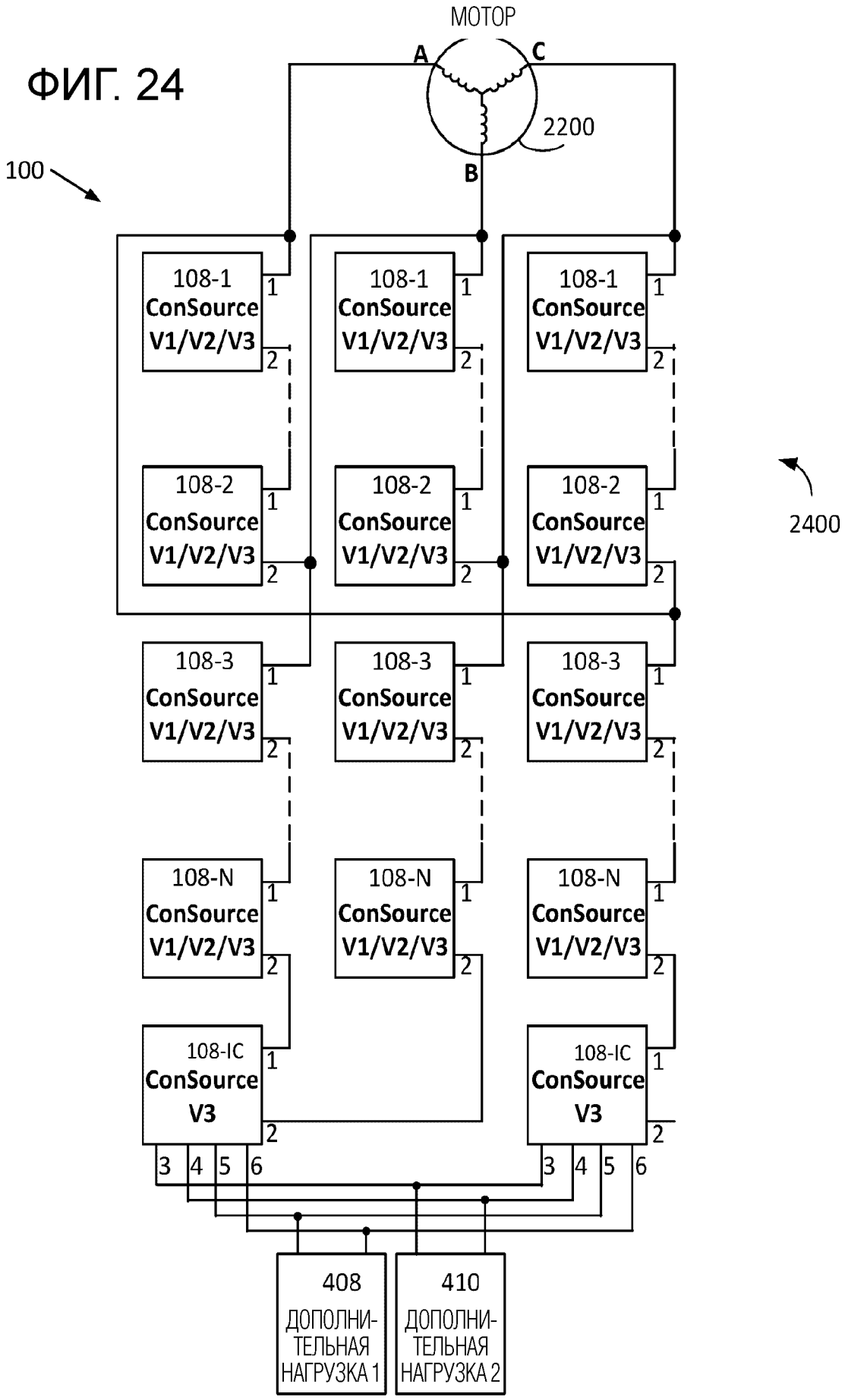
ФИГ. 22



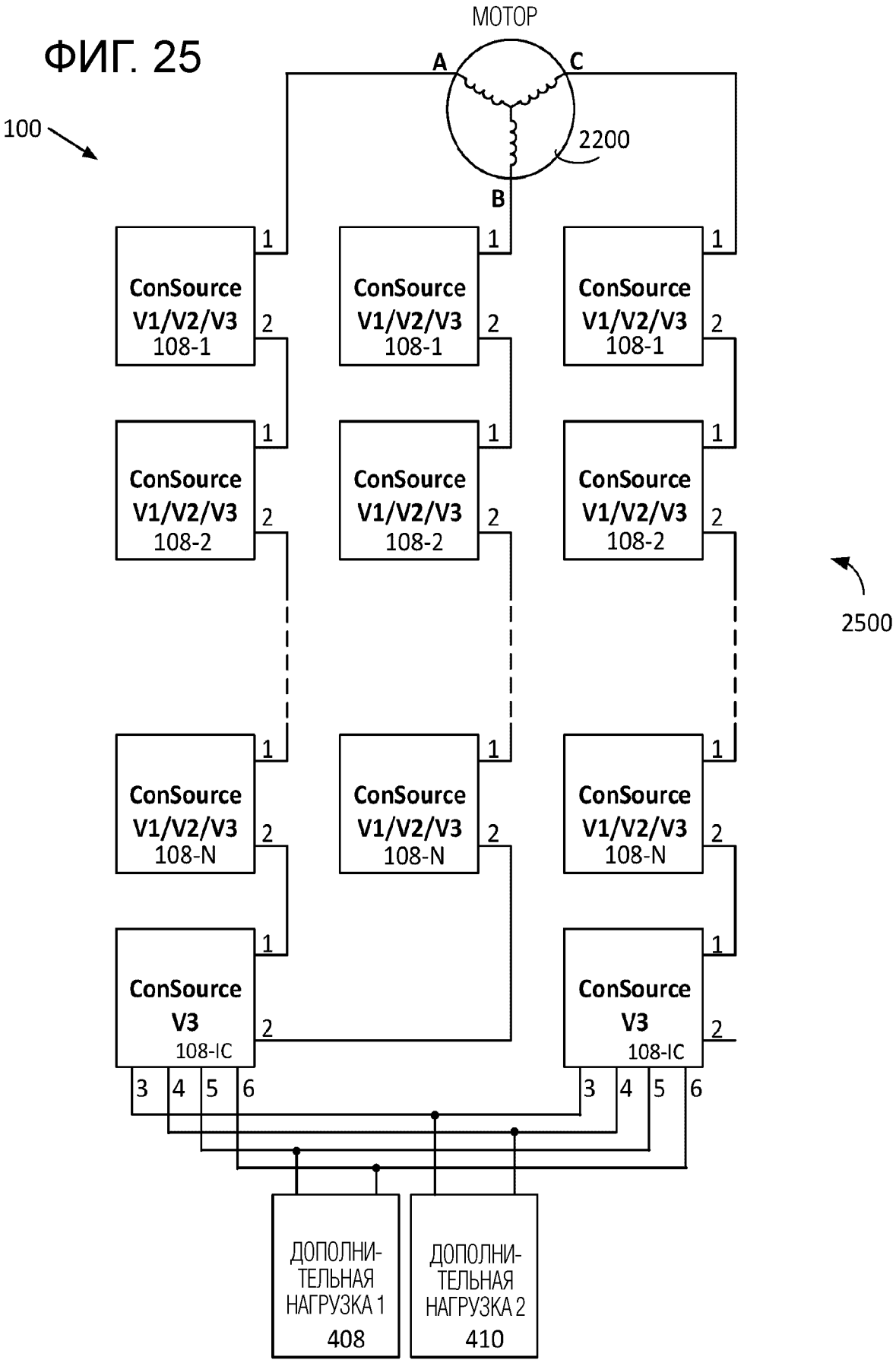
ФИГ. 23

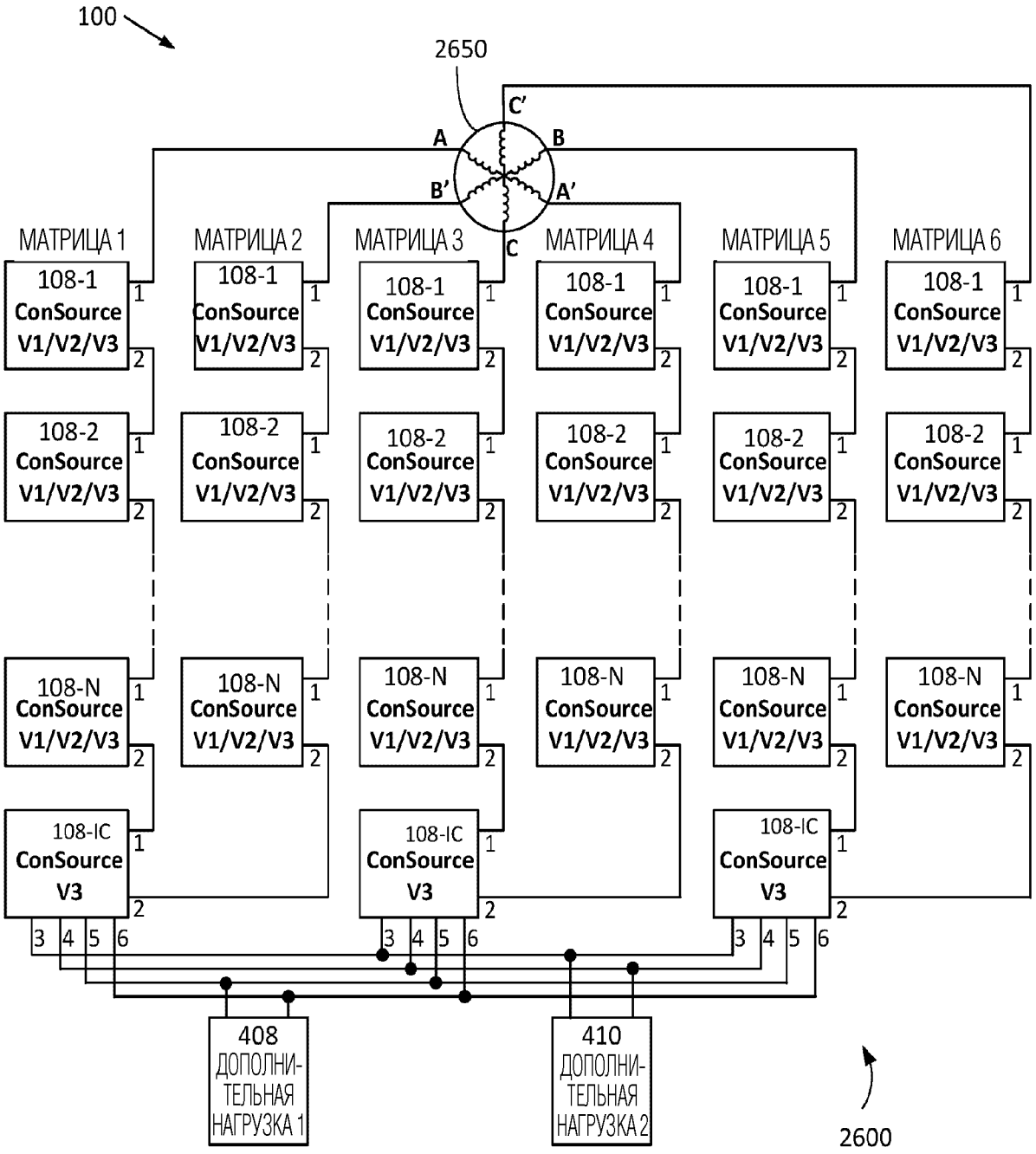

MOTOP
A
C
2200
B
1900
100
1500
1500
1500
ConSource V1/V2/V3
108-1
108-2
108-(M+1)
108-(M+N)
1
2

ФИГ. 24


МОТОР
A
C
B
2200
100
2400
108-1 ConSource V1/V2/V3
108-2 ConSource V1/V2/V3
108-3 ConSource V1/V2/V3
108-N ConSource V1/V2/V3
108-IC ConSource V3
1
2
3
4
5
6
408
ДОПОЛНИ-ТЕЛЬНАЯ НАГРУЗКА 1
410
ДОПОЛНИ-ТЕЛЬНАЯ НАГРУЗКА 2

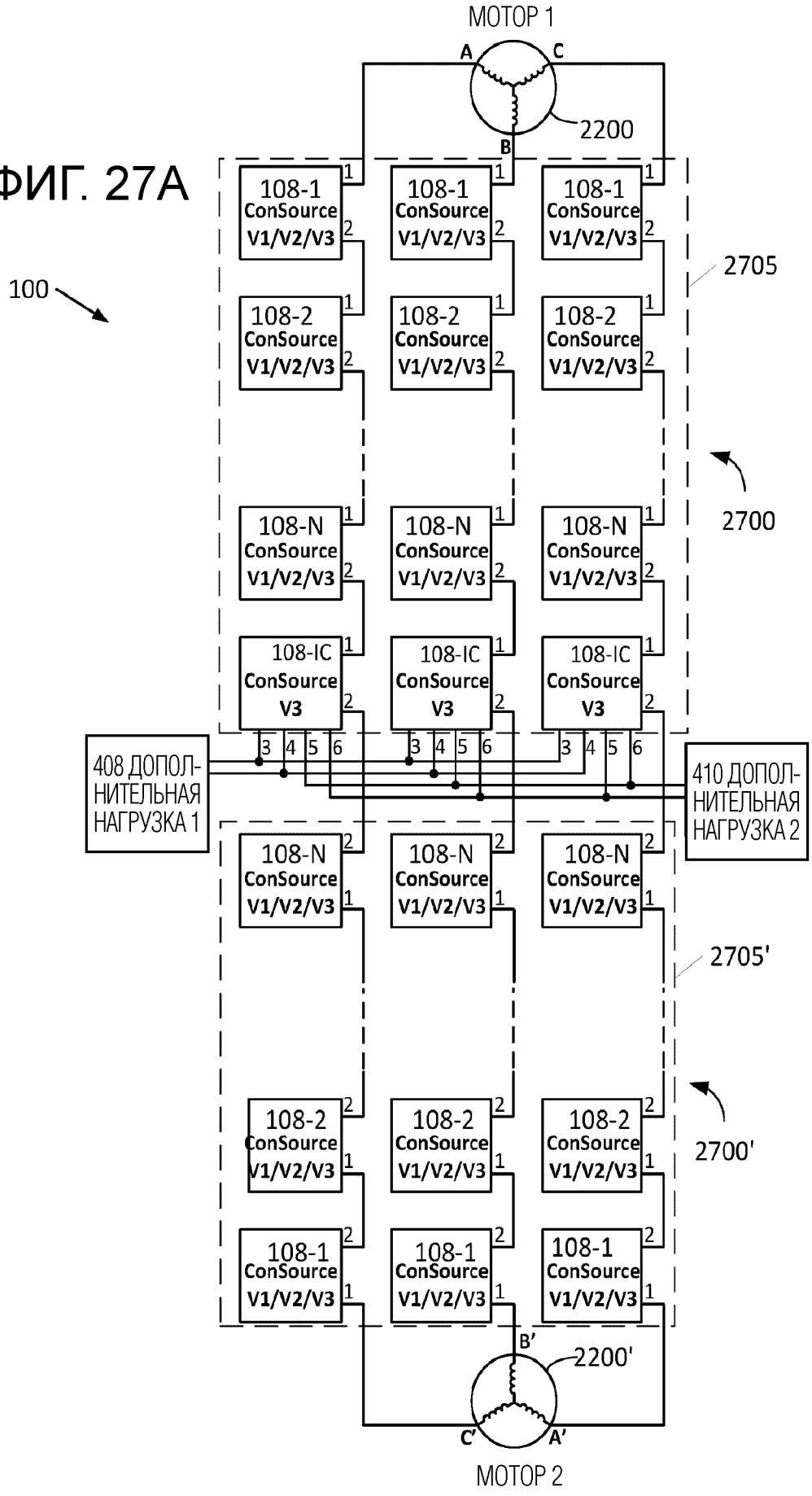
ФИГ. 25

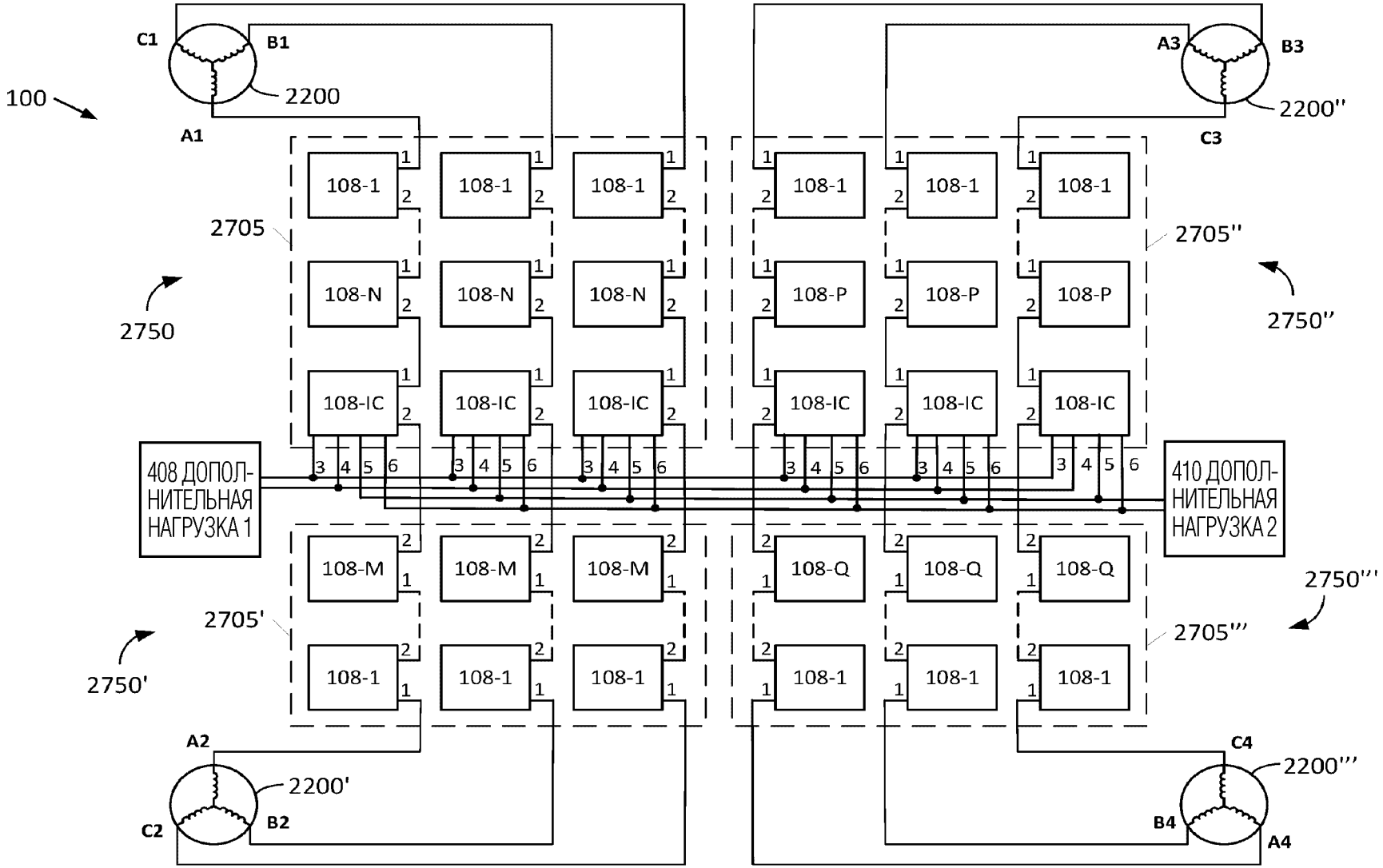

МОТОР
A
C
B
2200
100
2500
ConSource V1/V2/V3 108-1
ConSource V1/V2/V3 108-2
ConSource V1/V2/V3 108-N
ConSource V3 108-IC
1
2
3
4
5
6
ДОПОЛНИ-ТЕЛЬНАЯ НАГРУЗКА 1 408
ДОПОЛНИ-ТЕЛЬНАЯ НАГРУЗКА 2 410


100
2650
C'
A
B
B'
A'
C
МАТРИЦА 1
МАТРИЦА 2
МАТРИЦА 3
МАТРИЦА 4
МАТРИЦА 5
МАТРИЦА 6
108-1 ConSource V1/V2/V3
108-2 ConSource V1/V2/V3
108-N ConSource V1/V2/V3
108-IC ConSource V3
1
2
3
4
5
6
408 ДОПОЛНИ-ТЕЛЬНАЯ НАГРУЗКА 1
410 ДОПОЛНИ-ТЕЛЬНАЯ НАГРУЗКА 2
2600

ФИГ. 26

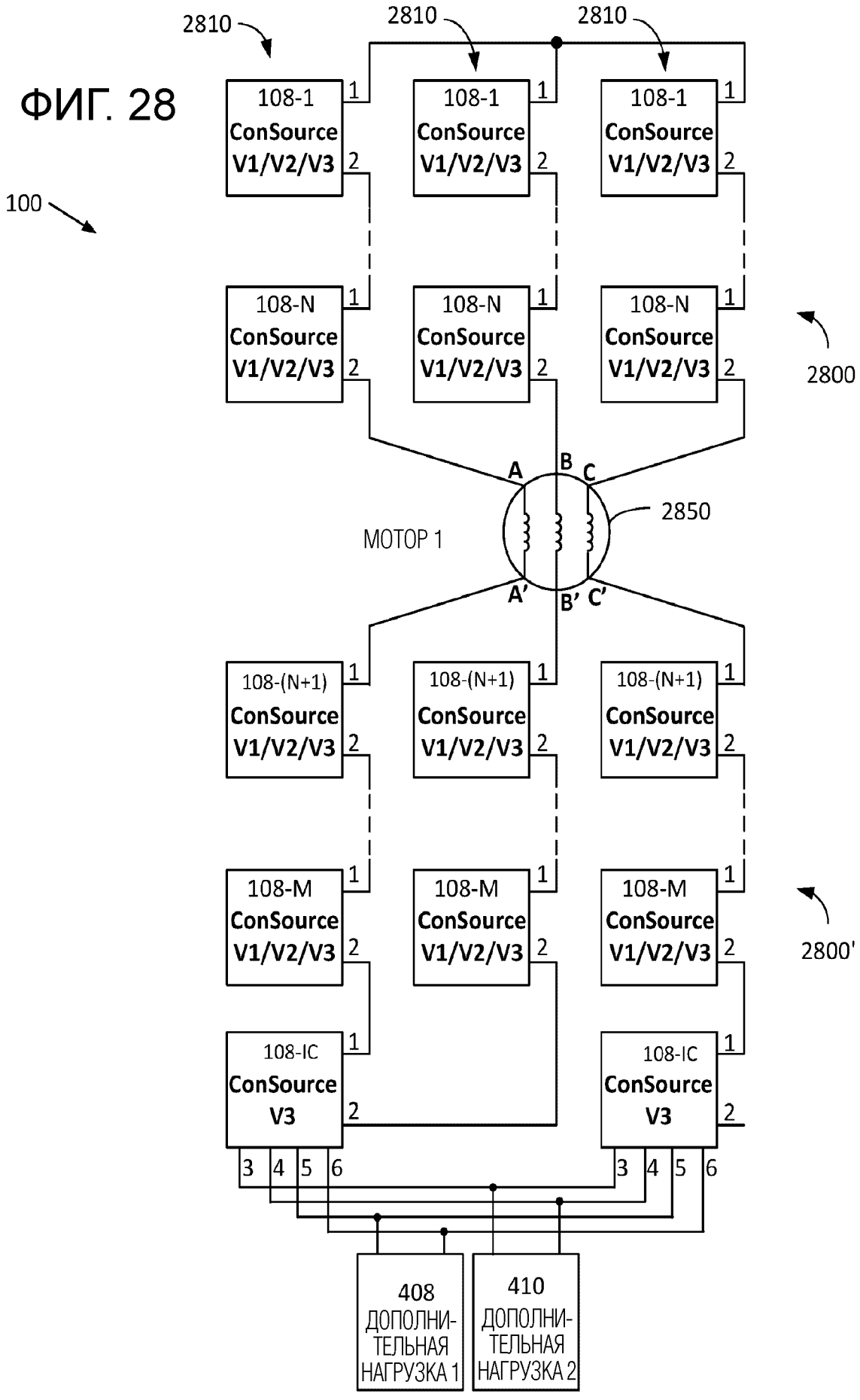
ФИГ. 27A


МОТОР 1
A
C
B
2200
100
2705
2700
108-1 ConSource V1/V2/V3
108-2 ConSource V1/V2/V3
108-N ConSource V1/V2/V3
108-IC ConSource V3
408 ДОПОЛ-НИТЕЛЬНАЯ НАГРУЗКА 1
410 ДОПОЛ-НИТЕЛЬНАЯ НАГРУЗКА 2
2705'
2700'
B'
2200'
C'
A'
МОТОР 2

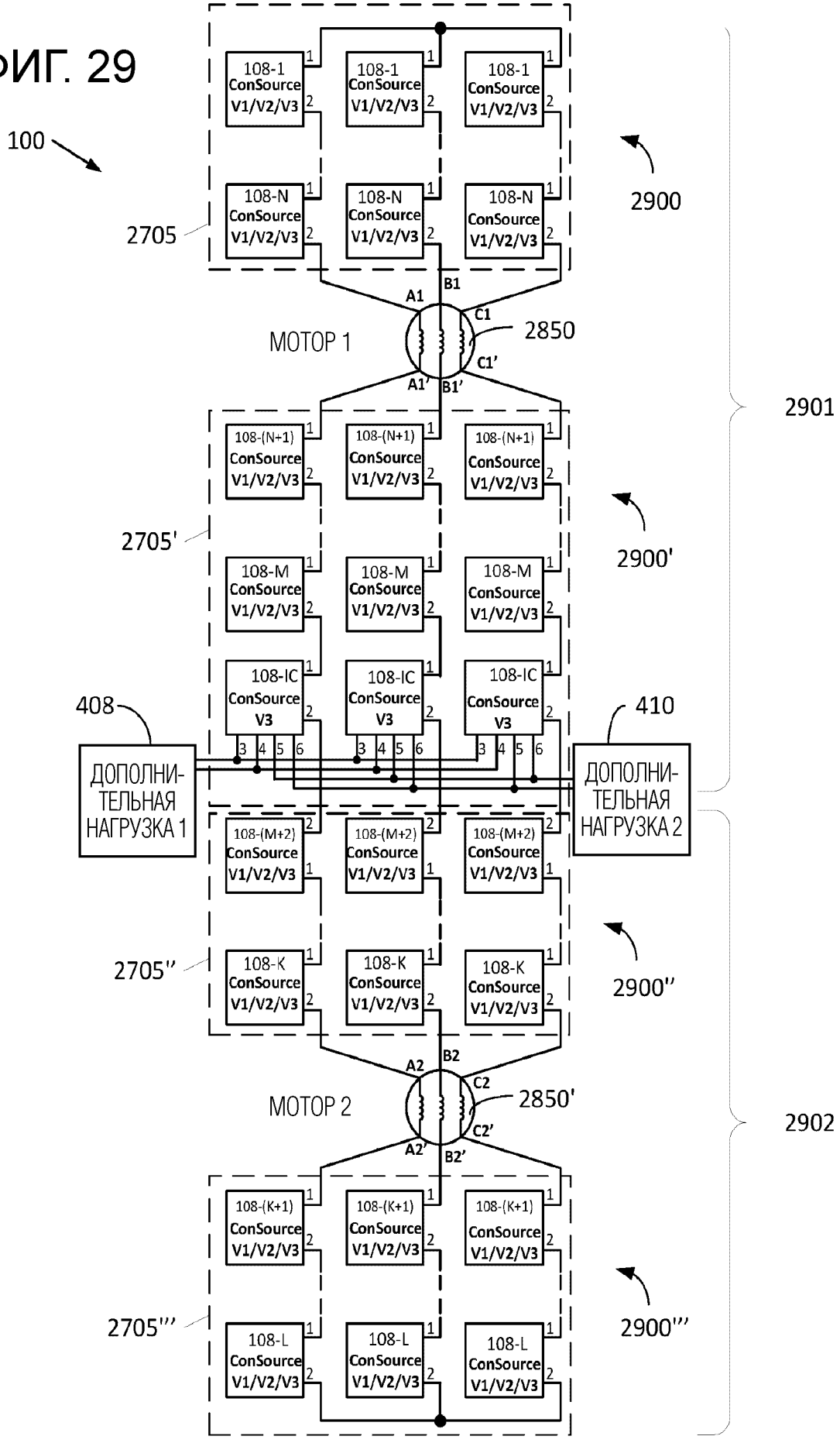

100
C1
B1
2200
A1
A3
B3
2200''
C3
2705
2705''
2750
2750''
108-1
108-N
108-IC
108-P
108-Q
108-M
408 ДОПОЛ-НИТЕЛЬНАЯ НАГРУЗКА 1
410 ДОПОЛ-НИТЕЛЬНАЯ НАГРУЗКА 2
2705'
2705'''
2750'
2750'''
A2
2200'
C2
B2
C4
2200'''
B4
A4

ФИГ. 27B

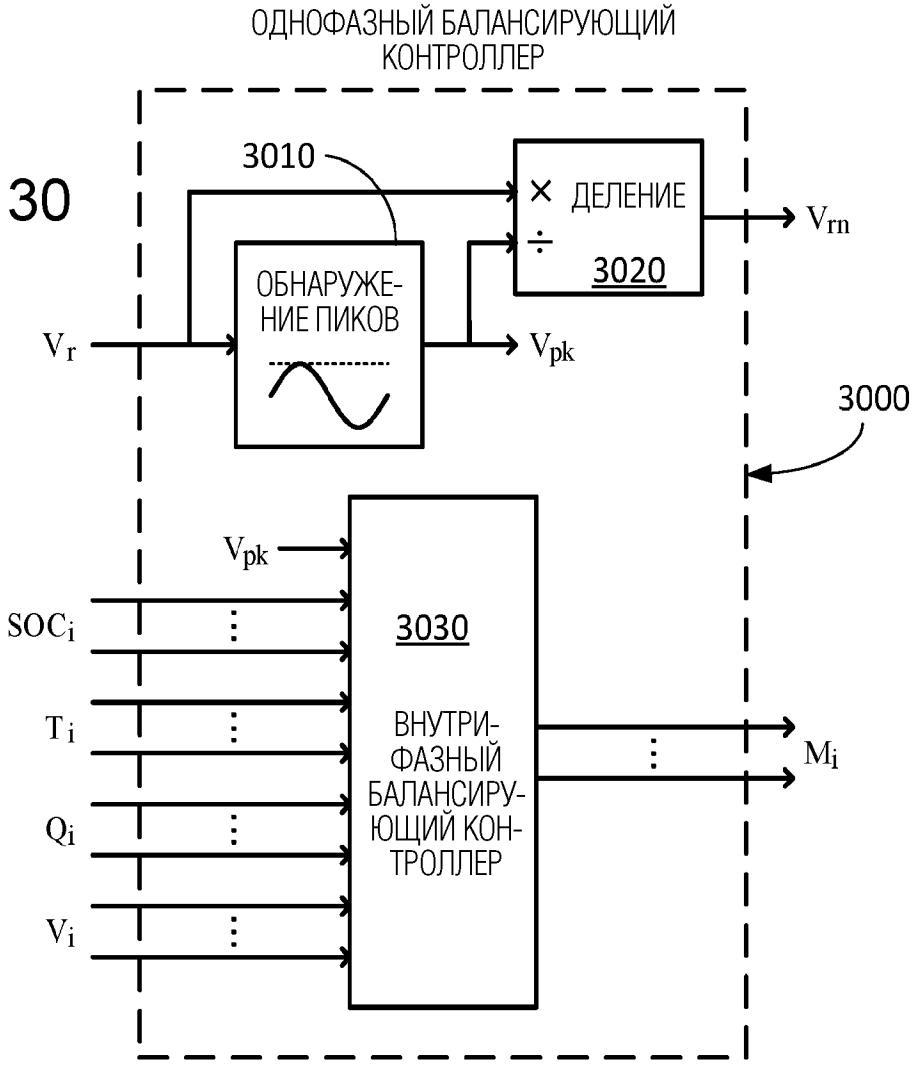
ФИГ. 28


100
2810
2810
2810
108-1 ConSource V1/V2/V3
108-N ConSource V1/V2/V3
108-(N+1) ConSource V1/V2/V3
108-M ConSource V1/V2/V3
108-IC ConSource V3
2800
2800'
2850
МОТОР 1
A
B
C
A'
B'
C'
408 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ НАГРУЗКА 1
410 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ НАГРУЗКА 2

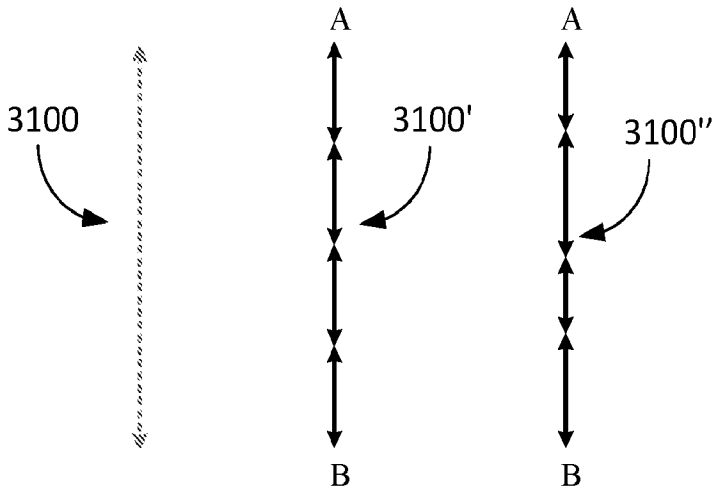
ФИГ. 29

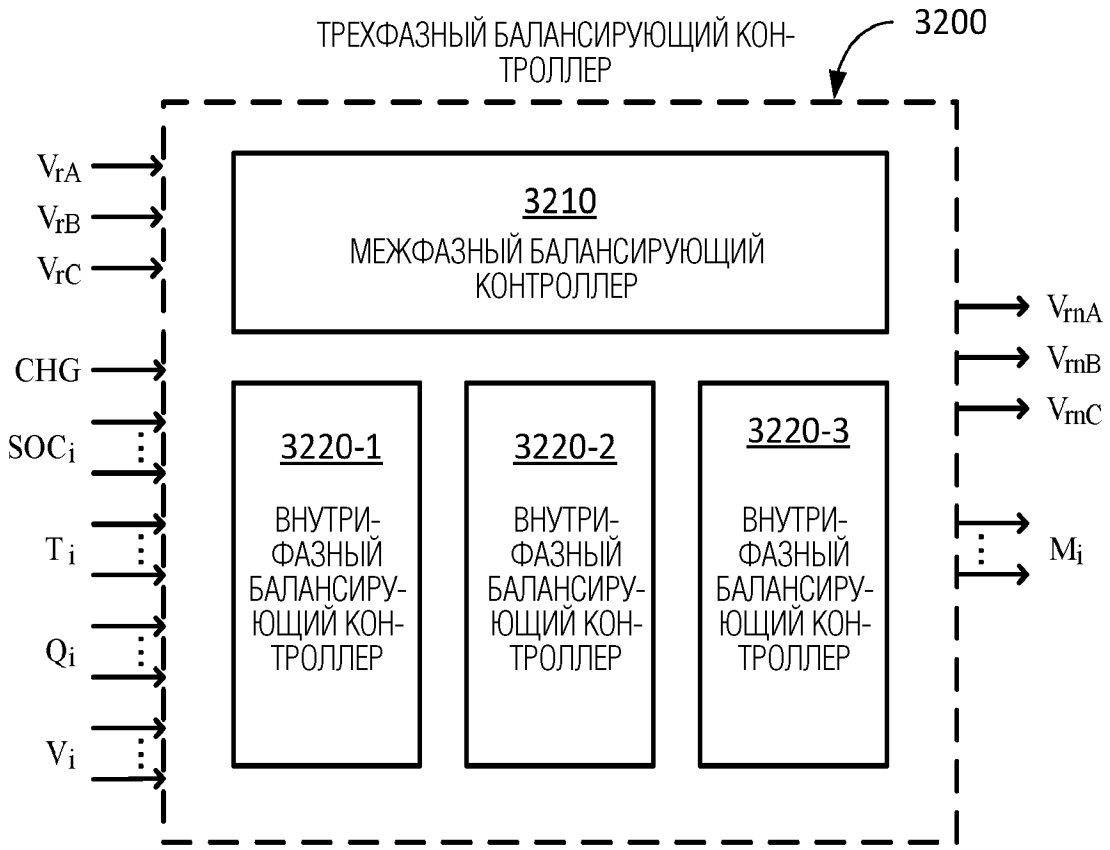

100
2705
2900
2901
МОТОР 1
2850
A1
B1
C1
C1'
A1'
B1'
2705'
2900'
408
410
ДОПОЛНИ-
ТЕЛЬНАЯ
НАГРУЗКА 1
ДОПОЛНИ-
ТЕЛЬНАЯ
НАГРУЗКА 2
2705''
2900''
МОТОР 2
2850'
A2
B2
C2
C2'
A2'
B2'
2902
2705'''
2900'''
108-1 ConSource V1/V2/V3
108-N ConSource V1/V2/V3
108-(N+1) ConSource V1/V2/V3
108-M ConSource V1/V2/V3
108-IC ConSource V3
108-(M+2) ConSource V1/V2/V3
108-K ConSource V1/V2/V3
108-(K+1) ConSource V1/V2/V3
108-L ConSource V1/V2/V3

ФИГ. 30

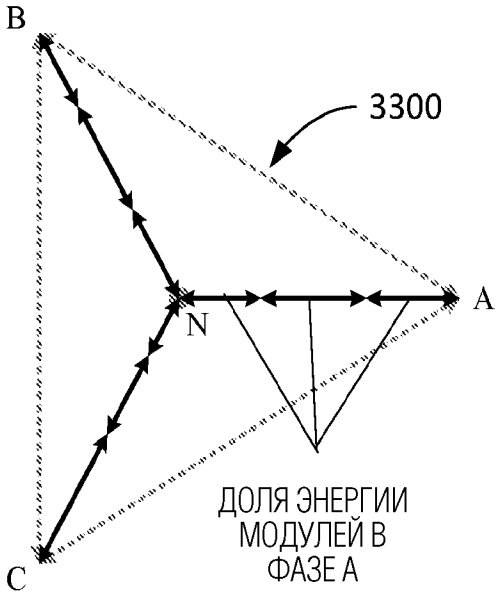

ОДНОФАЗНЫЙ БАЛАНСИРУЮЩИЙ КОНТРОЛЛЕР
3010
ОБНАРУЖЕ-НИЕ ПИКОВ
× ДЕЛЕНИЕ ÷
3020
V_r
V_{pk}
V_{rn}
3000
V_{pk}
SOC_i
T_i
Q_i
V_i
3030
ВНУТРИ-ФАЗНЫЙ БАЛАНСИРУ-ЮЩИЙ КОН-ТРОЛЛЕР
M_i

ФИГ. 31

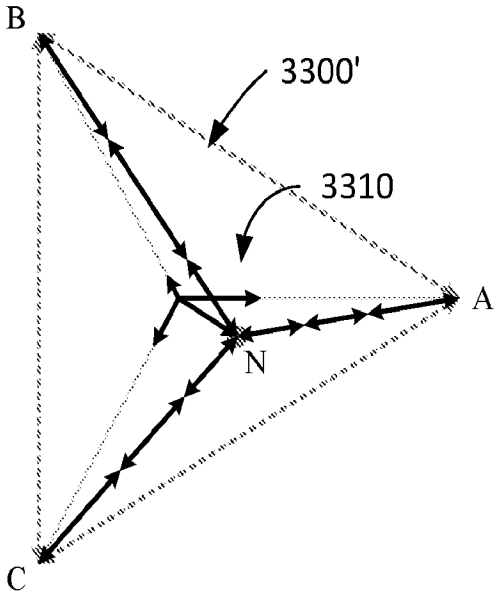

A
3100
3100'
3100''
A
B
B



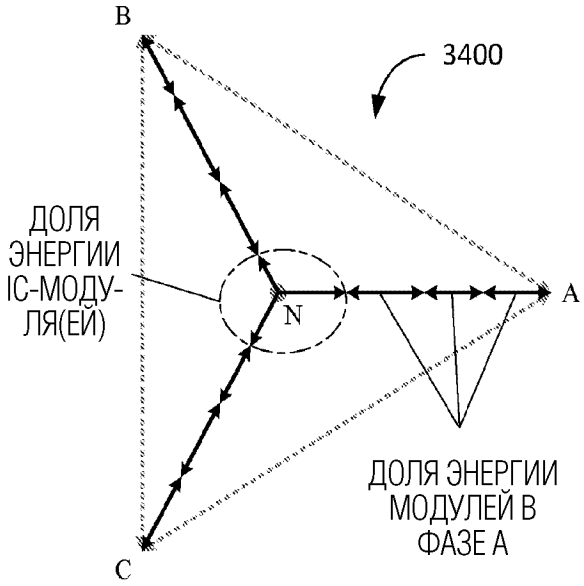
ФИГ. 32



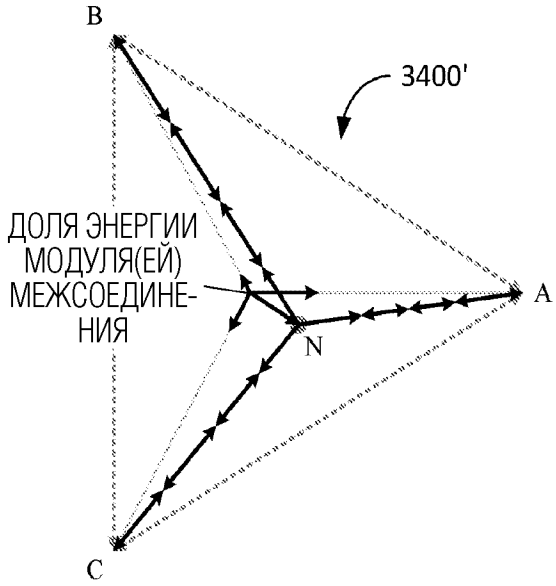
ФИГ. 33A



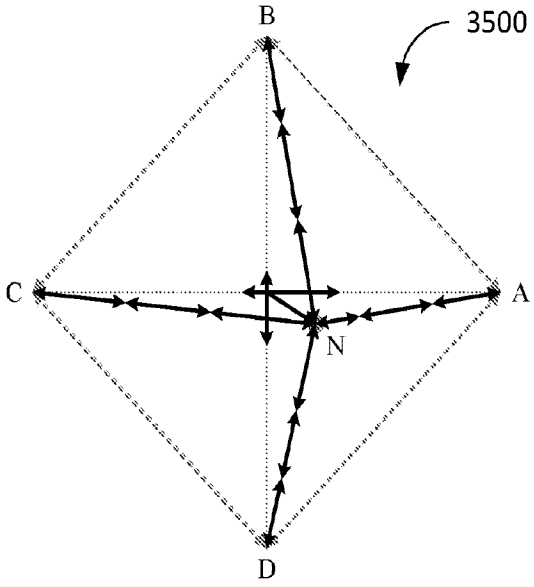
ФИГ. 33B



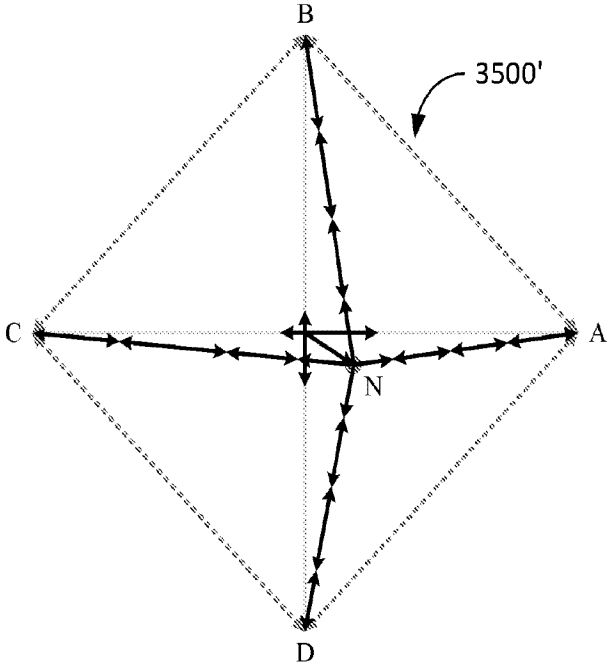
ФИГ. 34A



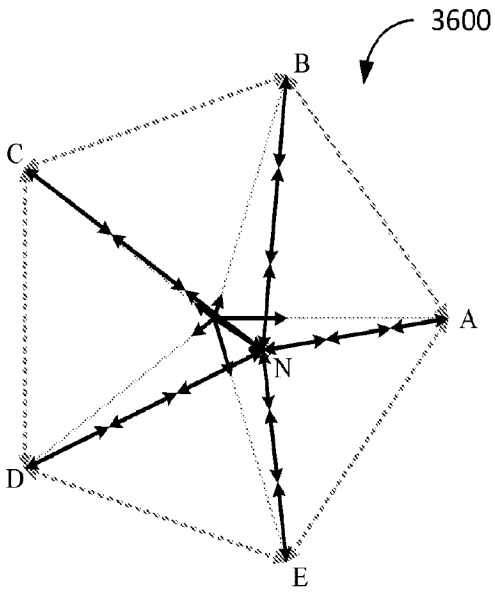
ФИГ. 34B



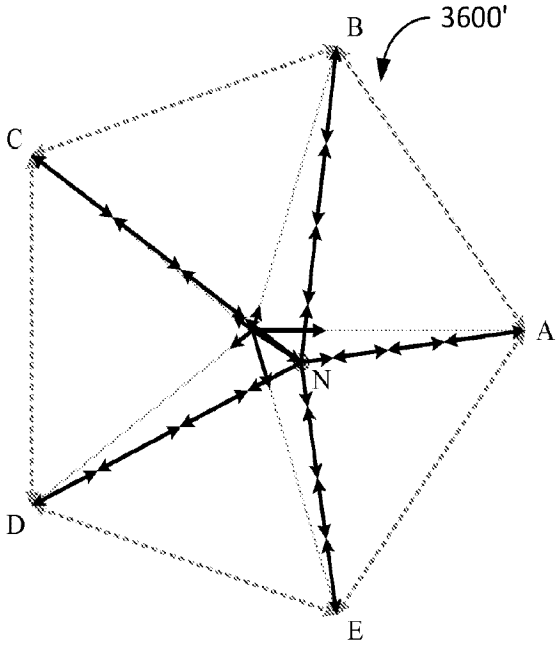
ФИГ. 35A



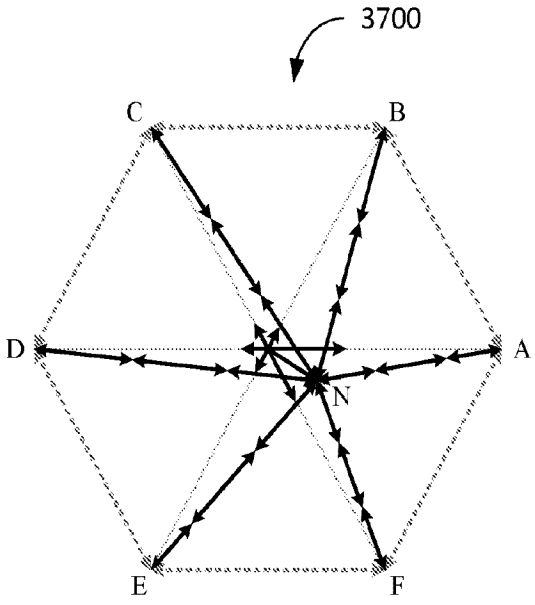
ФИГ. 35B



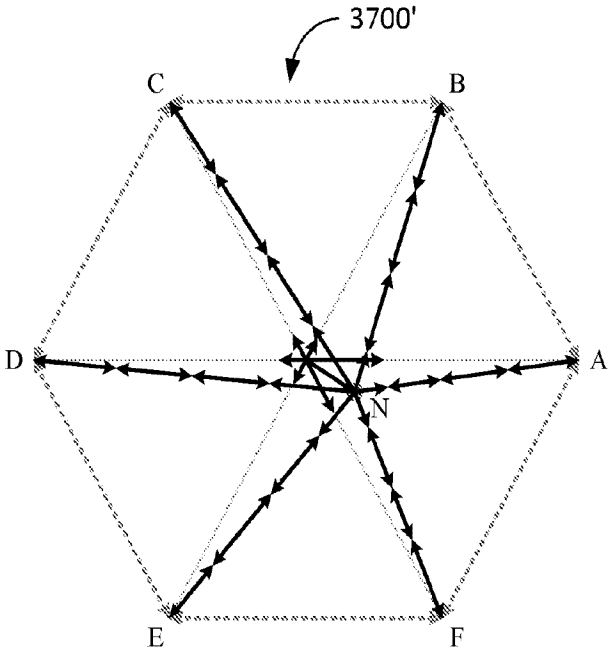
ФИГ. 36A



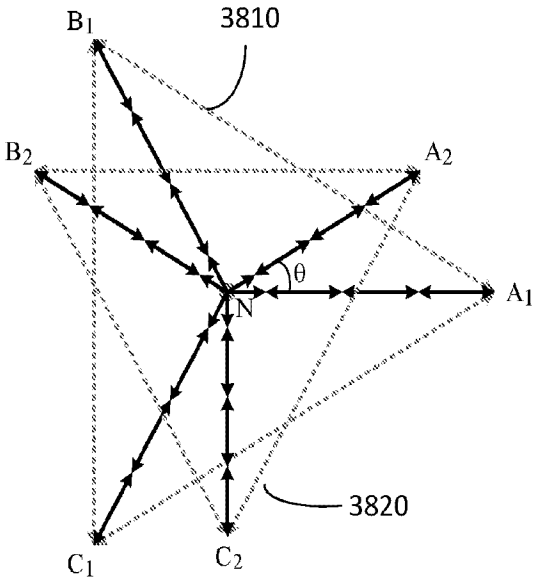
ФИГ. 36B



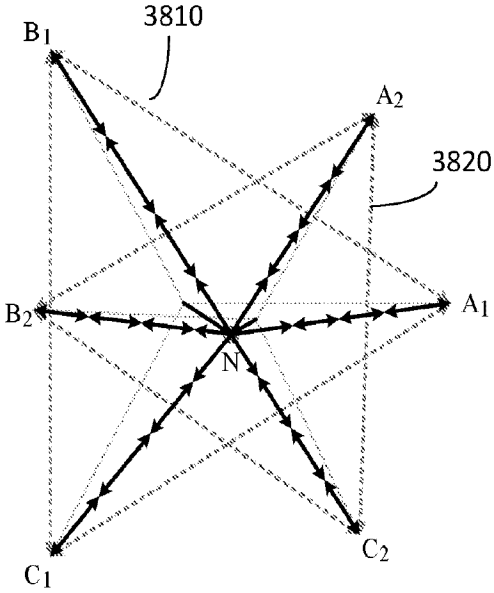
ФИГ. 37A



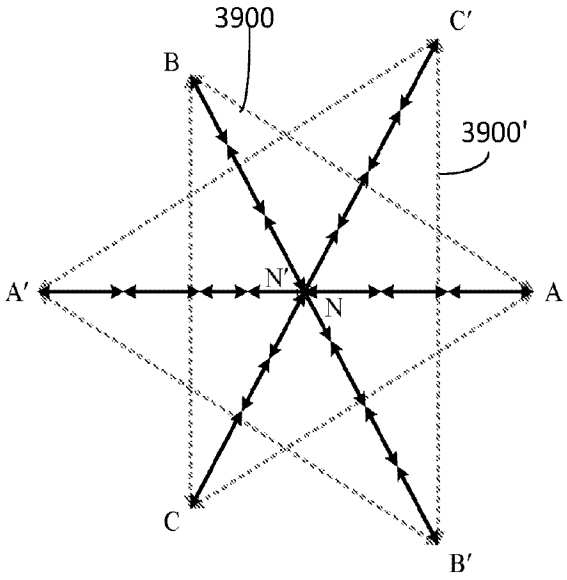
ФИГ. 37B



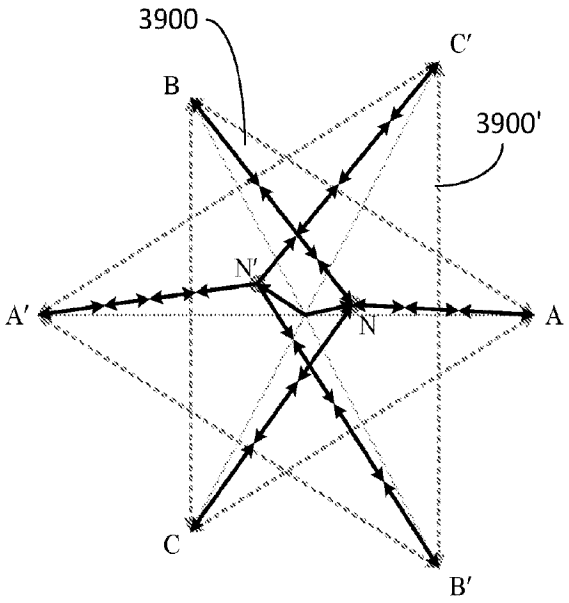
ФИГ. 38A



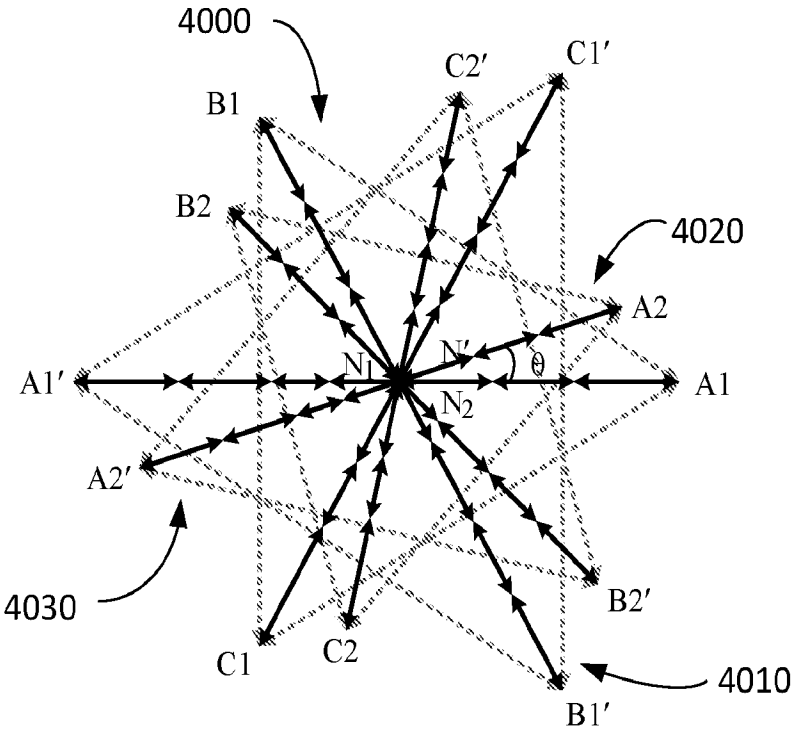
ФИГ. 38B



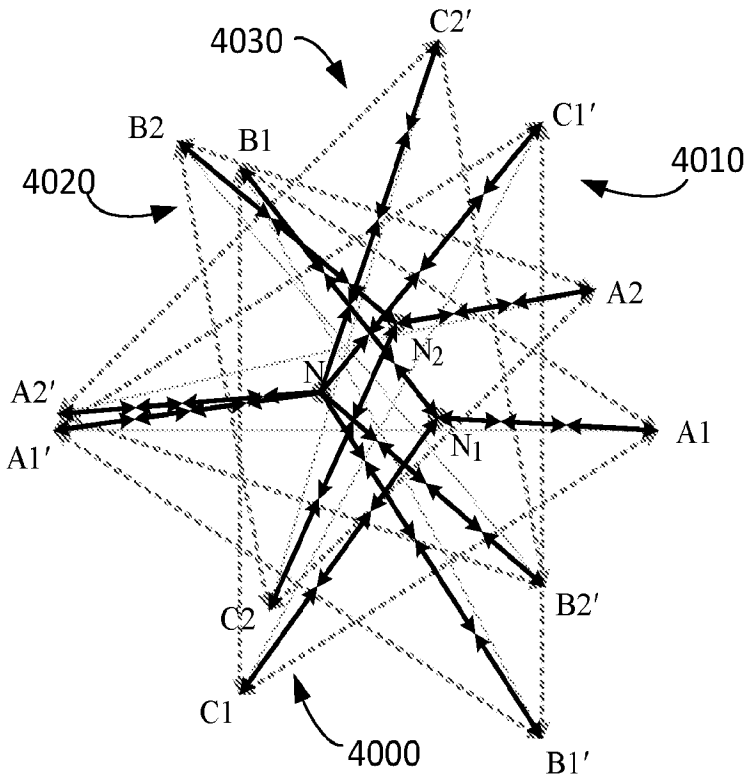
ФИГ. 39A



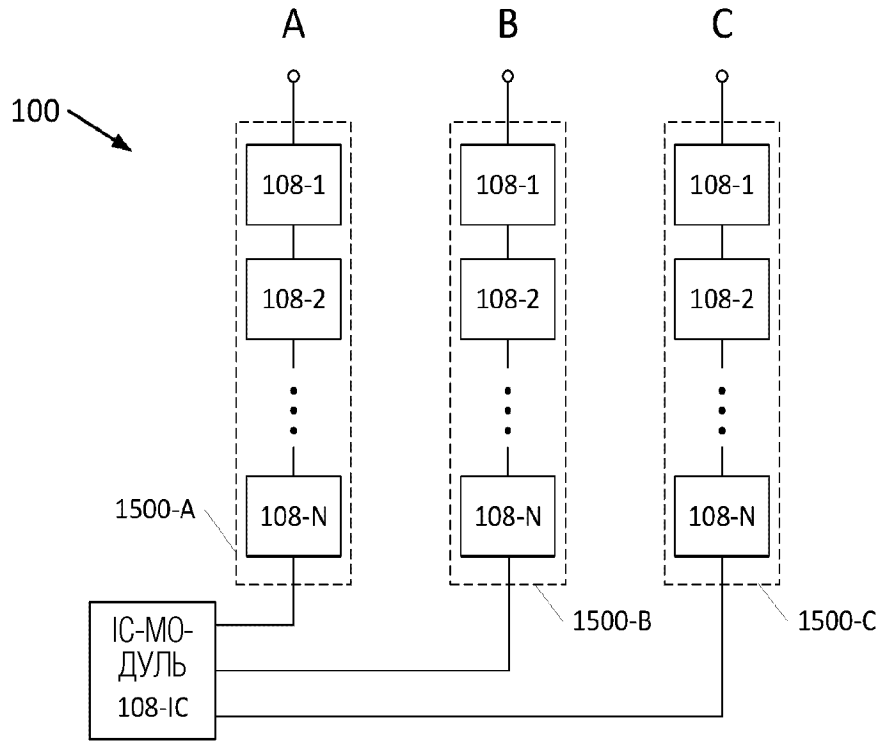
ФИГ. 39B



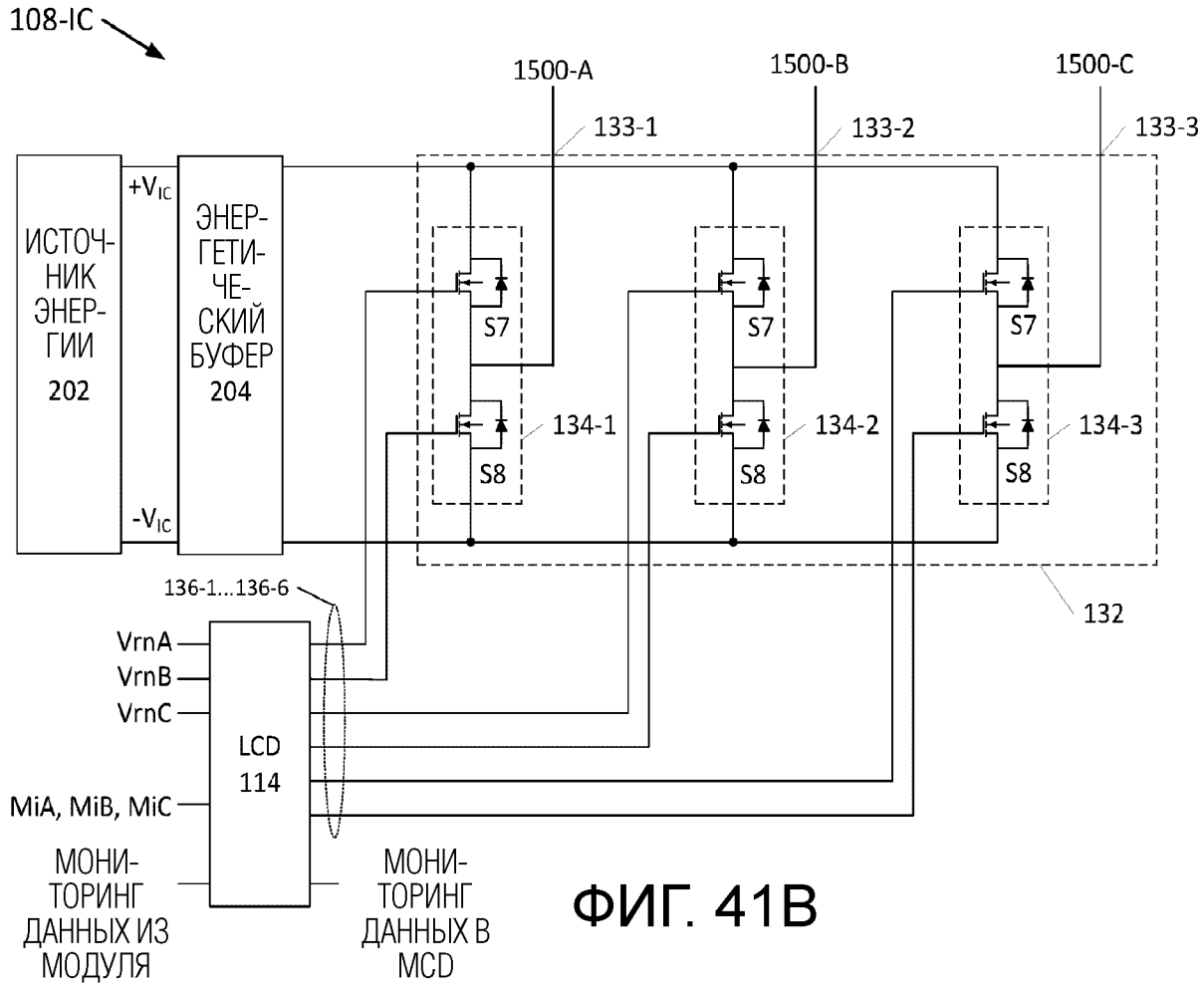
ФИГ. 40A



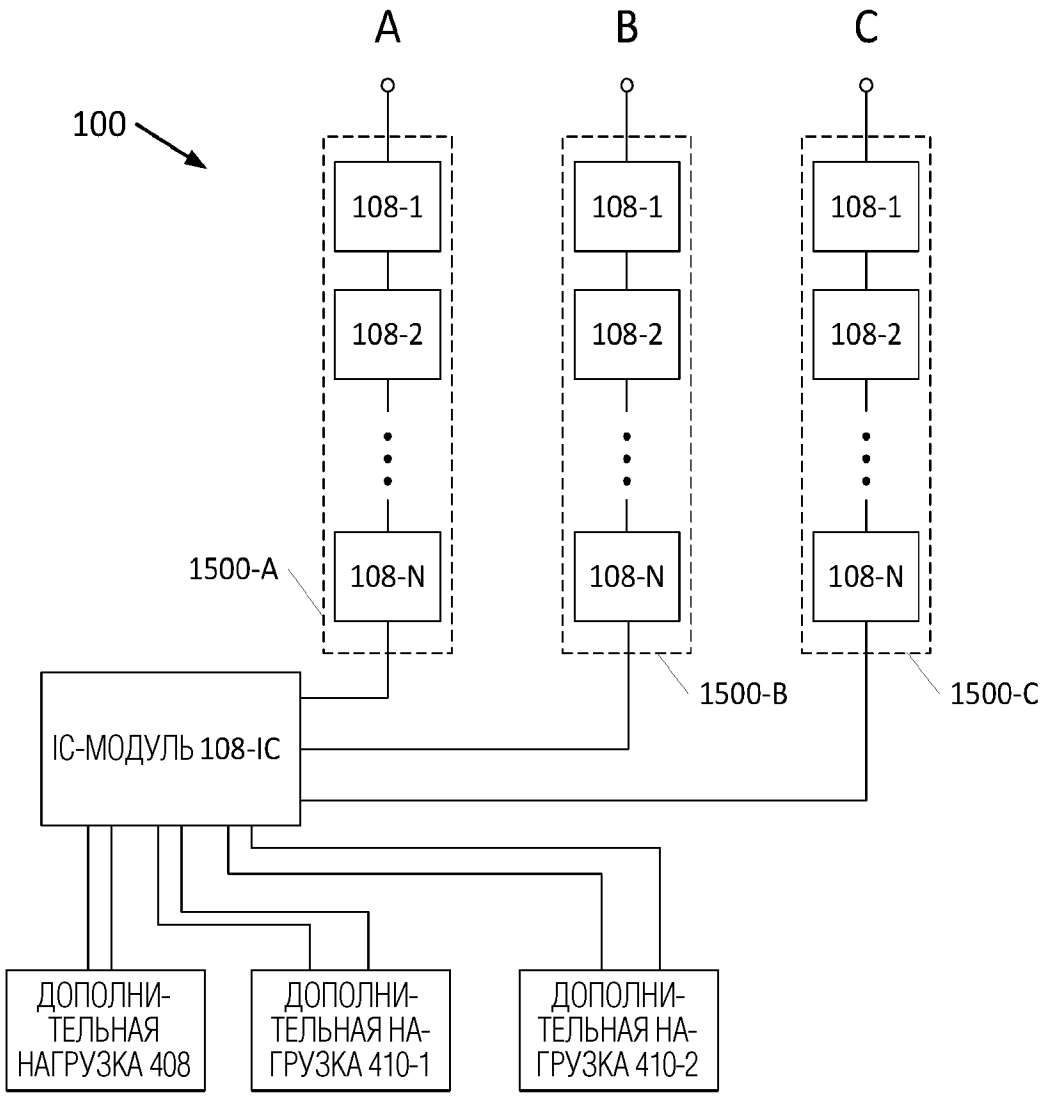
ФИГ. 40B



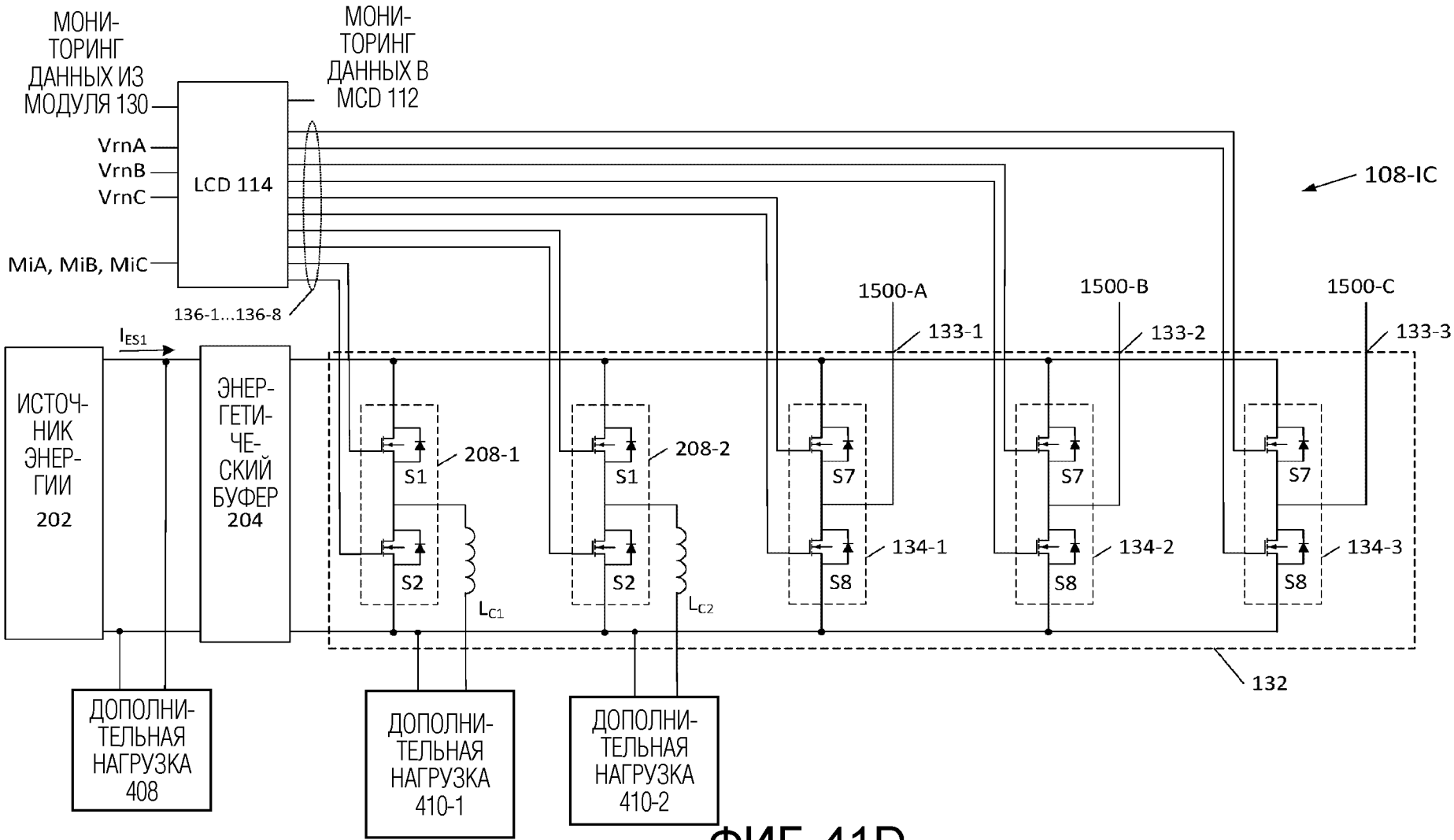
ФИГ. 41A



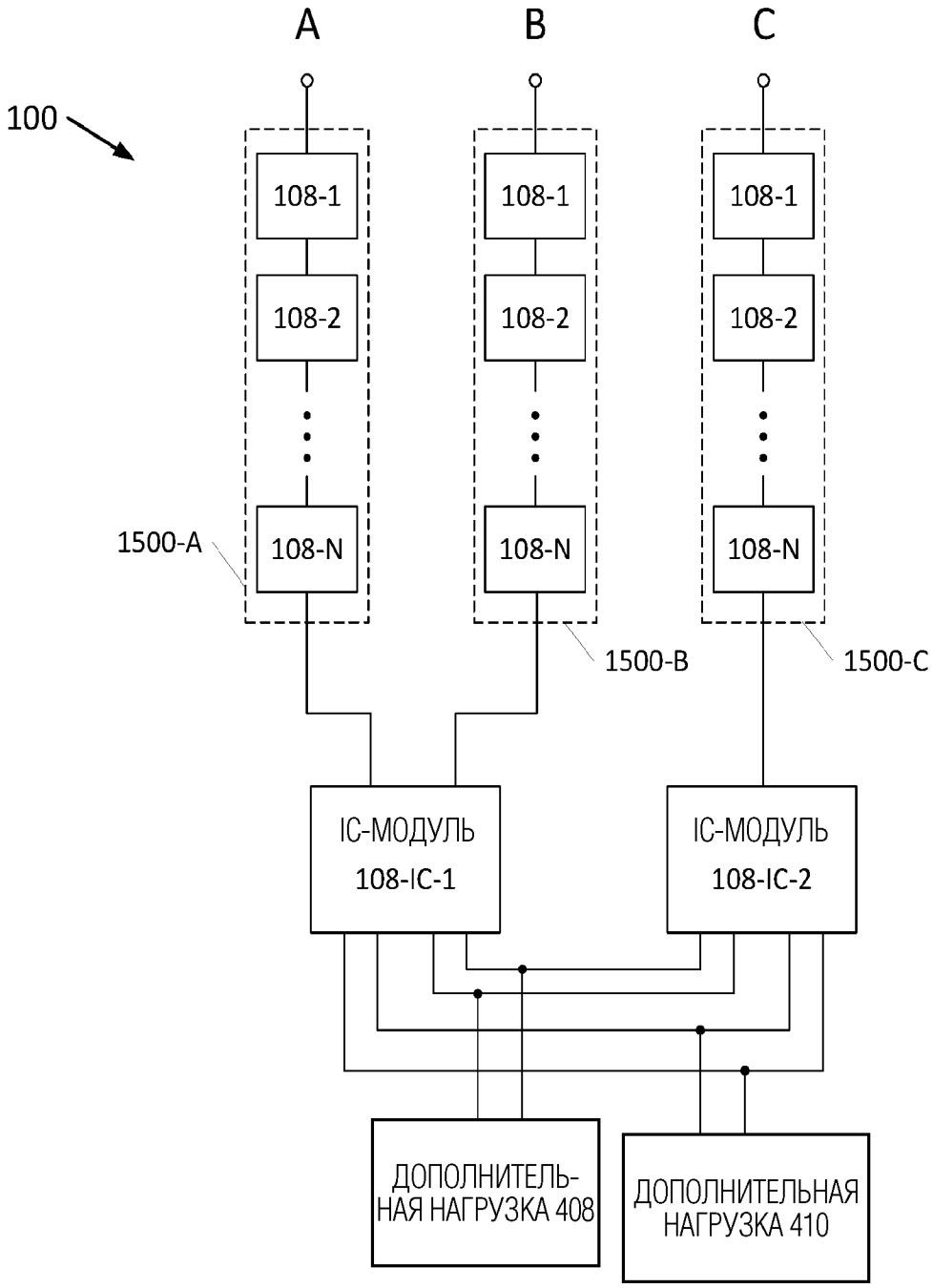
ФИГ. 41B


A
B
C
100
108-1
108-2
108-N
1500-A
1500-B
1500-C
IC-МОДУЛЬ 108-IC
ДОПОЛНИ-ТЕЛЬНАЯ НАГРУЗКА 408
ДОПОЛНИ-ТЕЛЬНАЯ НА-ГРУЗКА 410-1
ДОПОЛНИ-ТЕЛЬНАЯ НА-ГРУЗКА 410-2

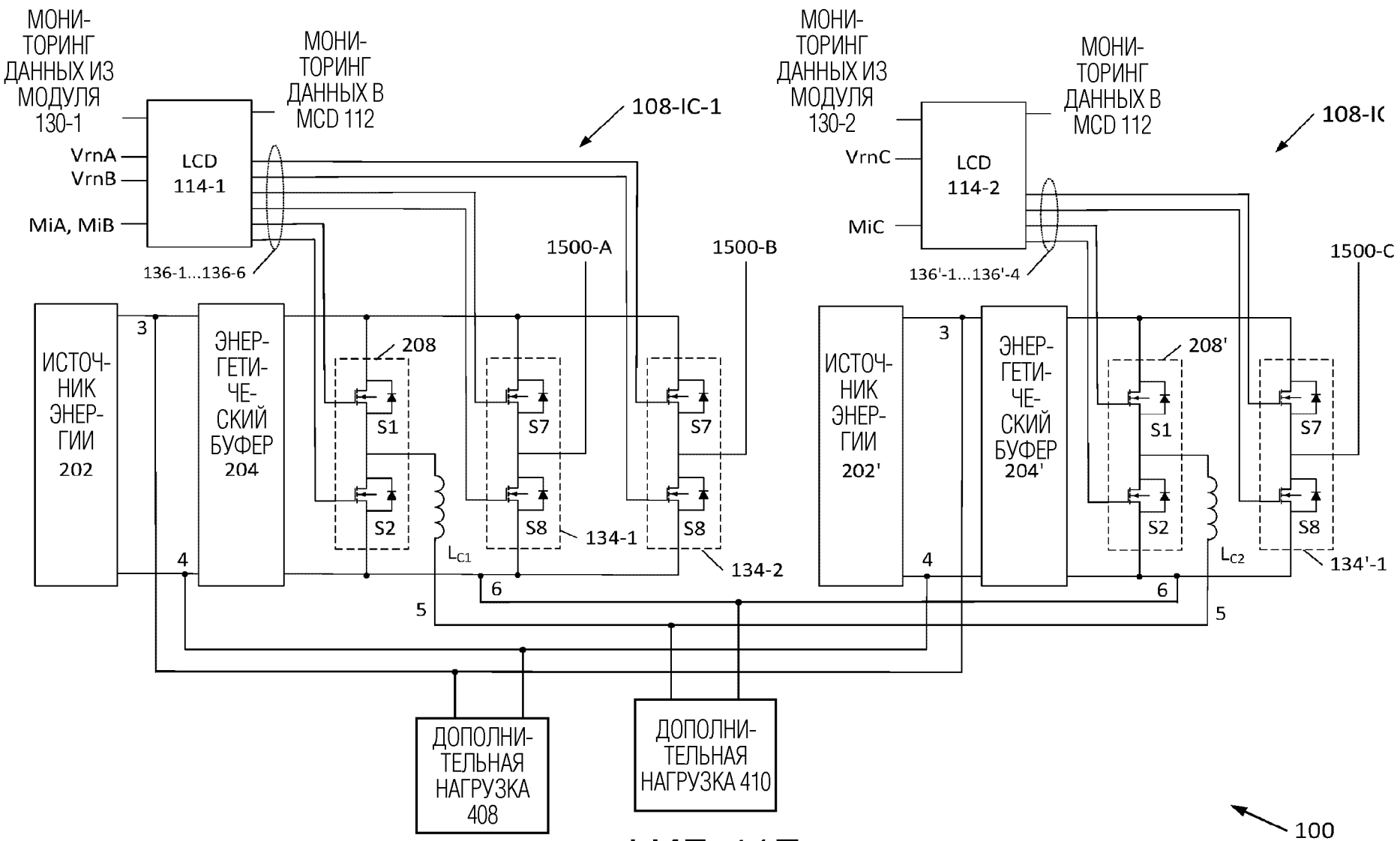
ФИГ. 41C


МОНИ-
ТОРИНГ
ДАННЫХ ИЗ
МОДУЛЯ 130
МОНИ-
ТОРИНГ
ДАННЫХ В
MCD 112
VrnA
VrnB
VrnC
MiA, MiB, MiC
LCD 114
136-1...136-8
108-IC
1500-A
1500-B
1500-C
133-1
133-2
133-3
I_{ES1}
ИСТОЧ-
НИК
ЭНЕР-
ГИИ
202
ЭНЕР-
ГЕТИ-
ЧЕ-
СКИЙ
БУФЕР
204
208-1
208-2
S1
S2
S7
S8
134-1
134-2
134-3
L_{C1}
L_{C2}
132
ДОПОЛНИ-
ТЕЛЬНАЯ
НАГРУЗКА
408
ДОПОЛНИ-
ТЕЛЬНАЯ
НАГРУЗКА
410-1
ДОПОЛНИ-
ТЕЛЬНАЯ
НАГРУЗКА
410-2

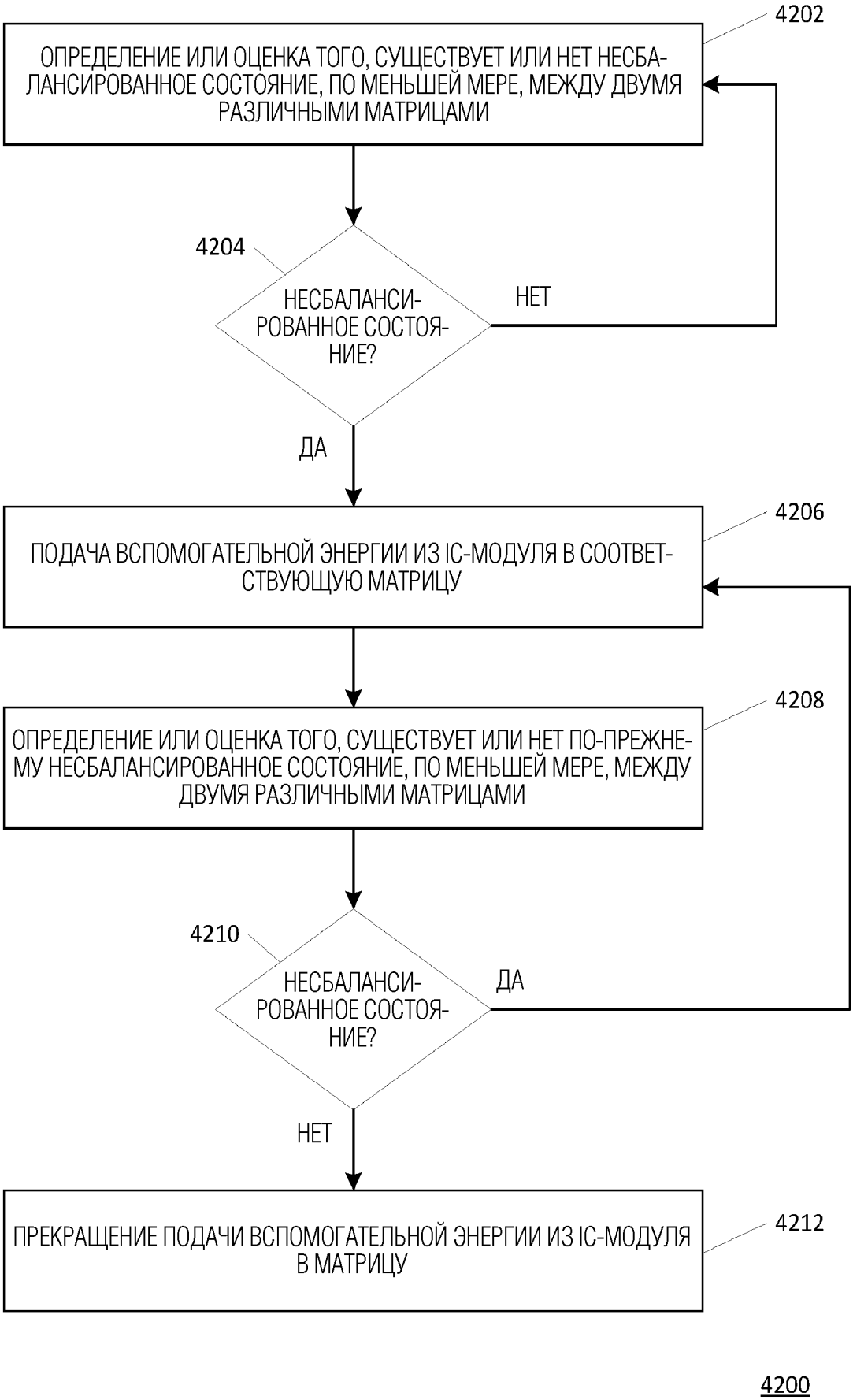
ФИГ. 41D


A
B
C
100
108-1
108-2
108-N
1500-A
1500-B
1500-C
IC-МОДУЛЬ
108-IC-1
IC-МОДУЛЬ
108-IC-2
ДОПОЛНИТЕЛЬ-
НАЯ НАГРУЗКА 408
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ
НАГРУЗКА 410

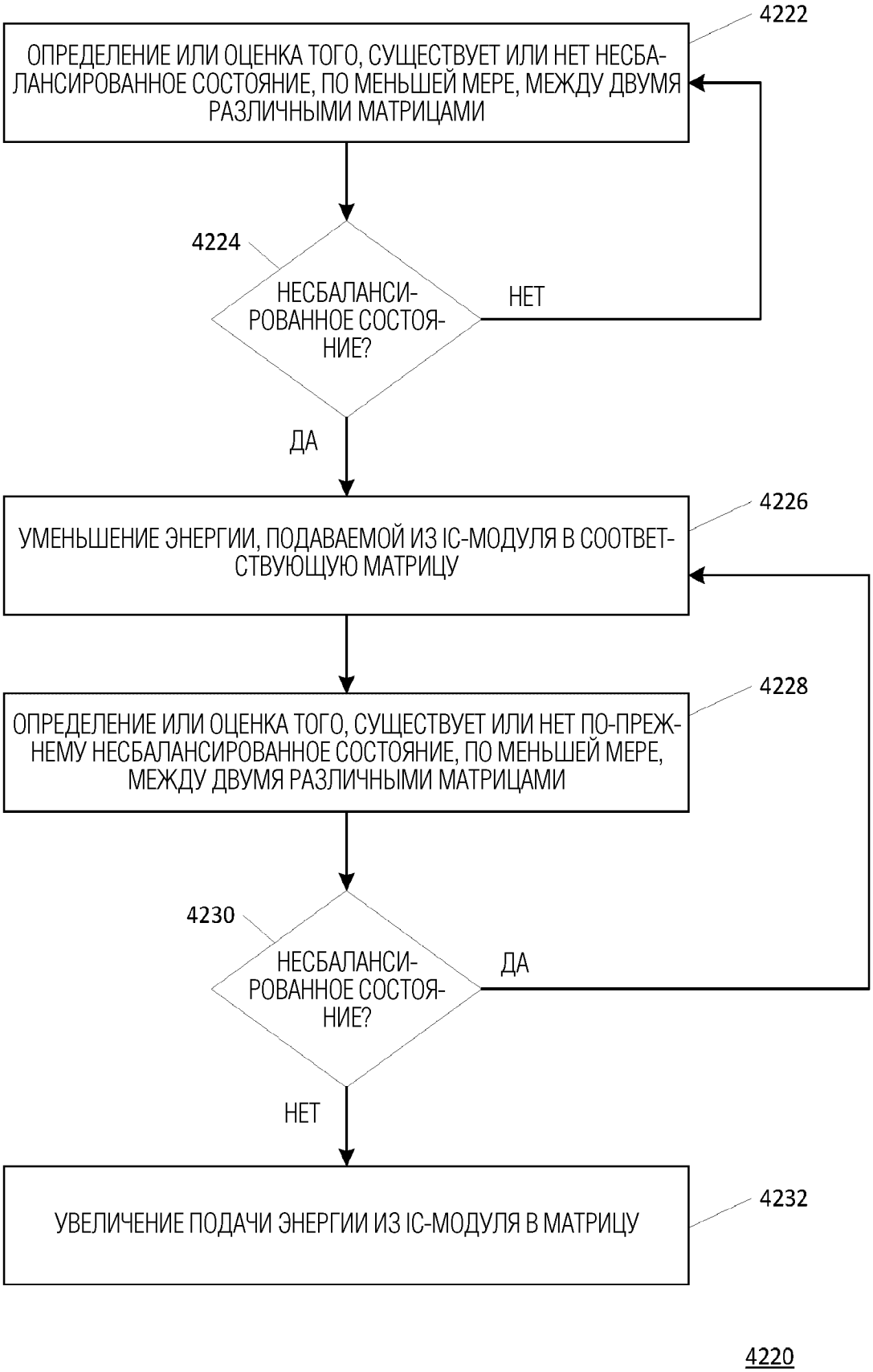
ФИГ. 41E


МОНИ-
ТОРИНГ
ДАННЫХ ИЗ
МОДУЛЯ
130-1
МОНИ-
ТОРИНГ
ДАННЫХ В
MCD 112
108-IC-1
VrnA
VrnB
MiA, MiB
LCD
114-1
136-1...136-6
1500-A
1500-B
МОНИ-
ТОРИНГ
ДАННЫХ ИЗ
МОДУЛЯ
130-2
МОНИ-
ТОРИНГ
ДАННЫХ В
MCD 112
108-IC
VrnC
MiC
LCD
114-2
136'-1...136'-4
1500-C
ИСТОЧ-
НИК
ЭНЕР-
ГИИ
202
ЭНЕР-
ГЕТИ-
ЧЕ-
СКИЙ
БУФЕР
204
208
S1
S2
S7
S8
134-1
134-2
L_{C1}
ИСТОЧ-
НИК
ЭНЕР-
ГИИ
202'
ЭНЕР-
ГЕТИ-
ЧЕ-
СКИЙ
БУФЕР
204'
208'
S1
S2
S7
S8
134'-1
L_{C2}
3
4
5
6
ДОПОЛНИ-
ТЕЛЬНАЯ
НАГРУЗКА
408
ДОПОЛНИ-
ТЕЛЬНАЯ
НАГРУЗКА 410
100

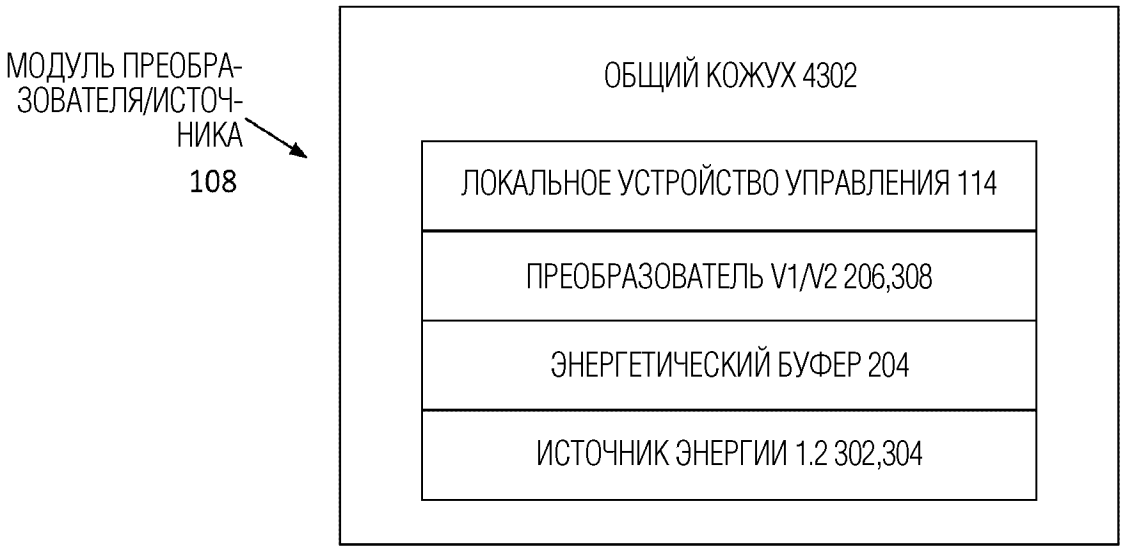
ФИГ. 41F


4202
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЛИ ОЦЕНКА ТОГО, СУЩЕСТВУЕТ ИЛИ НЕТ НЕСБАЛАНСИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПО МЕНЬШЕЙ МЕРЕ, МЕЖДУ ДВУМЯ РАЗЛИЧНЫМИ МАТРИЦАМИ
4204
НЕСБАЛАНСИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ?
НЕТ
ДА
4206
ПОДАЧА ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ ИЗ IC-МОДУЛЯ В СООТВЕТСТВУЮЩУЮ МАТРИЦУ
4208
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЛИ ОЦЕНКА ТОГО, СУЩЕСТВУЕТ ИЛИ НЕТ ПО-ПРЕЖНЕМУ НЕСБАЛАНСИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПО МЕНЬШЕЙ МЕРЕ, МЕЖДУ ДВУМЯ РАЗЛИЧНЫМИ МАТРИЦАМИ
4210
НЕСБАЛАНСИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ?
ДА
НЕТ
4212
ПРЕКРАЩЕНИЕ ПОДАЧИ ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ ИЗ IC-МОДУЛЯ В МАТРИЦУ
4200

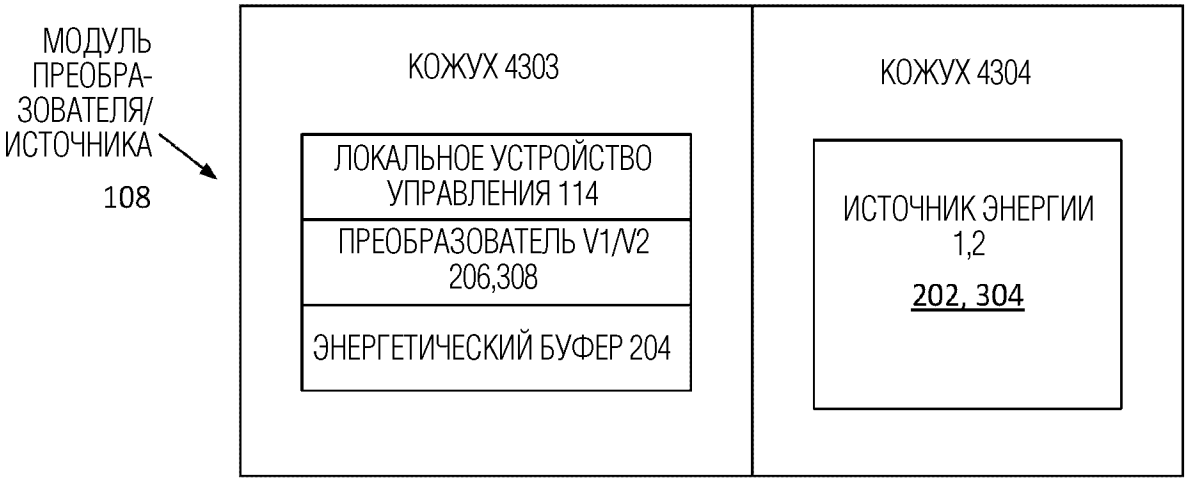
ФИГ. 42A


4222
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЛИ ОЦЕНКА ТОГО, СУЩЕСТВУЕТ ИЛИ НЕТ НЕСБАЛАНСИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПО МЕНЬШЕЙ МЕРЕ, МЕЖДУ ДВУМЯ РАЗЛИЧНЫМИ МАТРИЦАМИ
4224
НЕСБАЛАНСИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ?
НЕТ
ДА
4226
УМЕНЬШЕНИЕ ЭНЕРГИИ, ПОДАВАЕМОЙ ИЗ IC-МОДУЛЯ В СООТВЕТСТВУЮЩУЮ МАТРИЦУ
4228
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЛИ ОЦЕНКА ТОГО, СУЩЕСТВУЕТ ИЛИ НЕТ ПО-ПРЕЖНЕМУ НЕСБАЛАНСИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПО МЕНЬШЕЙ МЕРЕ, МЕЖДУ ДВУМЯ РАЗЛИЧНЫМИ МАТРИЦАМИ
4230
НЕСБАЛАНСИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ?
ДА
НЕТ
4232
УВЕЛИЧЕНИЕ ПОДАЧИ ЭНЕРГИИ ИЗ IC-МОДУЛЯ В МАТРИЦУ
4220

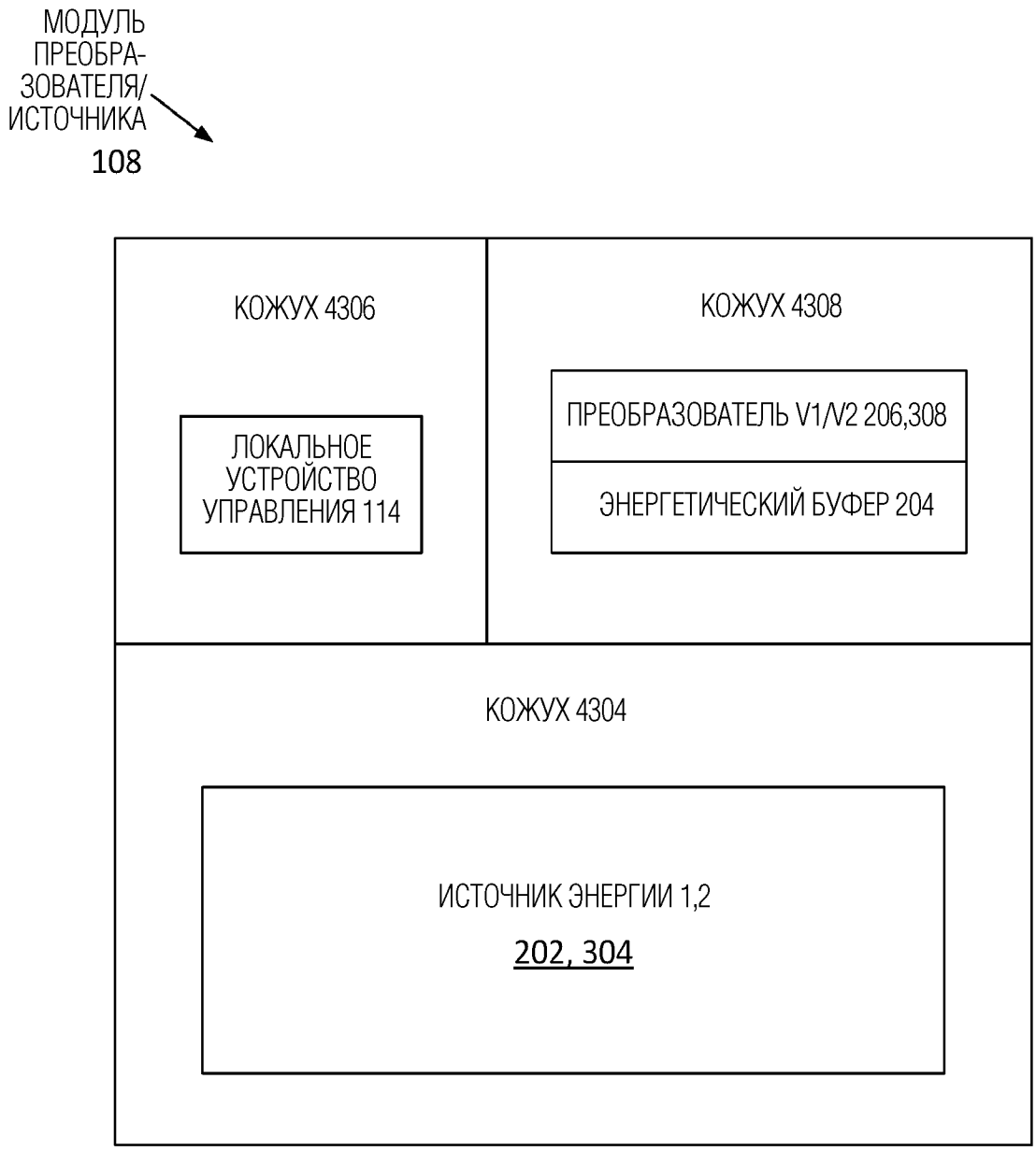
ФИГ. 42B



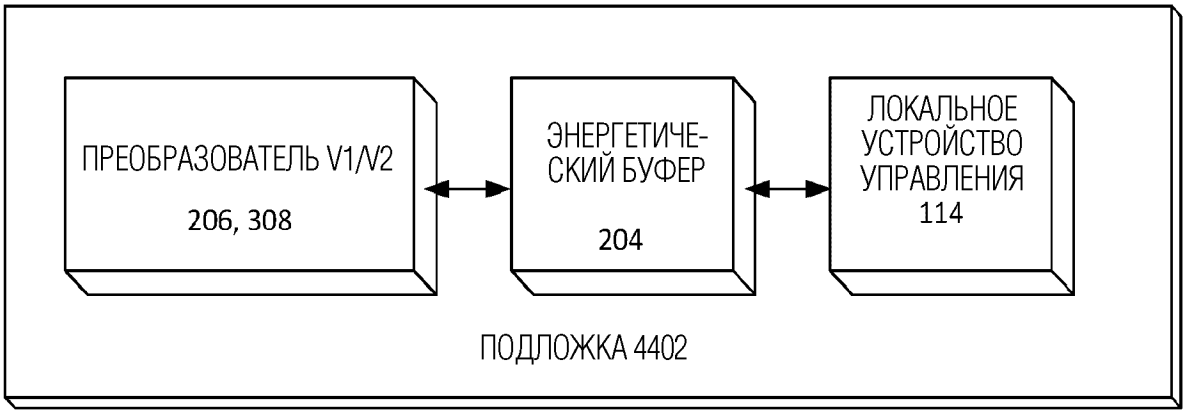
ФИГ. 43A



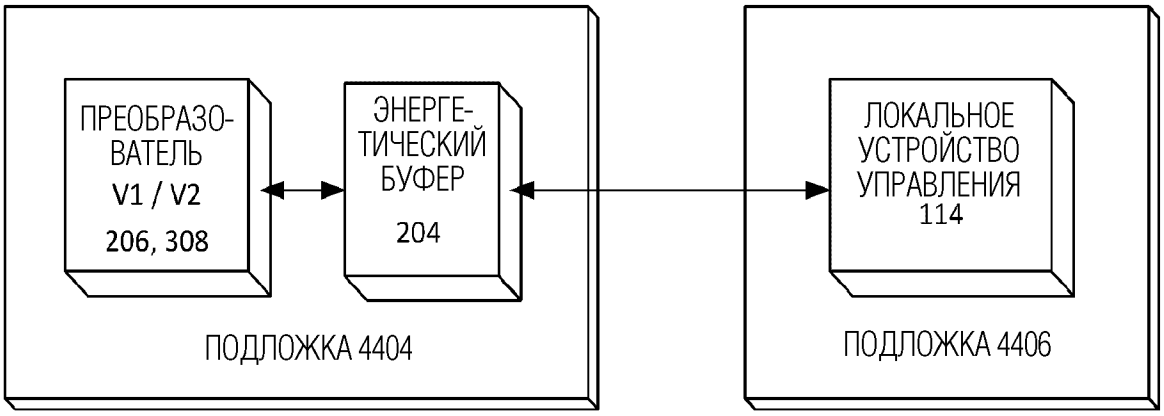
ФИГ. 43B


МОДУЛЬ ПРЕОБРА-ЗОВАТЕЛЯ/ ИСТОЧНИКА
108
КОЖУХ 4306
ЛОКАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ 114
КОЖУХ 4308
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ V1/V2 206,308
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БУФЕР 204
КОЖУХ 4304
ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ 1,2
202, 304

ФИГ. 42C



ФИГ. 44A



ФИГ. 44B