

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **041540**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.11.03

(51) Int. Cl. **H02J 9/06** (2006.01)
B60K 1/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
202090789

(22) Дата подачи заявки
2020.04.17

(54) **СИСТЕМА ДЛЯ ДОСТАВКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И ЕЕ МОНТАЖНАЯ СИСТЕМА**

(31) **16/390,614; 16/390,655; 16/390,694**

(32) **2019.04.22**

(33) **US**

(43) **2020.10.30**

(56) **WO-A1-2017096173**
RU-C2-2551411
US-A1-20140157008
US-A1-20070188130
US-A1-20110133559

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ТРАНСПОРТЕЙШН АйПи
ХОЛДИНГС, ЛЛС (US)

(72) Изобретатель:
Каттенкулер Джейсон, Янг Генри
Тодд, Кривонак Эндрю Луис, Мёрфи
Марк, Цимашевич Ихар, Химмелрайт
Николь Лиэнн, Волфф Джеффри
Джон (US)

(74) Представитель:
Поликарпов А.В., Соколова М.В.,
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатъев
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В. (RU)

(57) Система для доставки электрической энергии содержит стек модулей, токопроводящую шину и одно или несколько устройств накопления электрической энергии. Стек модулей содержит несколько расположенных рядом друг над другом модулей, каждый из которых имеет соответствующий корпус и внутренние электрические компоненты. Токопроводящая шина ориентирована параллельно расположенным в стеке модулям. Шина установлена вдоль боковой стороны стека модулей и электрически соединена с одним или несколькими модулями. Шина электрически соединена с устройствами накопления электрической энергии и расположена между устройствами накопления электрической энергии и стеком модулей. Монтажная система содержит монтажную опору, направляющие стержни и подъемные элементы для крепления модулей в системе для доставки энергии. Система для доставки энергии содержит опорную конструкцию, которая механически поддерживает каждое из устройств накопления энергии вдоль по меньшей мере двух опорных направлений, которые ортогональны друг другу.

B1**041540****041540****B1**

Предпосылки изобретения

Область техники

Варианты выполнения изобретения, описанного в настоящем документе, относятся к системам для доставки электрической энергии к различным компонентам для выполнения работы.

Уровень техники

Некоторые транспортные средства используют колеса с электроприводом для движения и динамического торможения. Например, гибридные транспортные средства могут содержать двигатели в сочетании с генераторами переменного тока, выпрямителями, инверторами и т.п., которые соединены с колесами транспортных средств через тяговые двигатели. Генератор переменного тока преобразует механическую энергию в электрическую энергию, которая передается на тяговые двигатели, которые преобразуют электрическую энергию обратно в механическую энергию, чтобы во время режима движения приводить в движение колеса.

По меньшей мере, в некоторых известных системах для доставки энергии, которые содержат генераторы переменного тока, выпрямители, инверторы, двигатели, конденсаторы, резисторы, катушки индуктивности и/или тому подобное, эти компоненты расположены в нескольких отдельных узлах, которые расположены друг от друга на расстоянии и электрически соединены через токопроводящие элементы, такие как электрические кабели. Например, инверторы могут быть расположены рядом с тяговыми двигателями, а выпрямитель может быть расположен на некотором расстоянии от инверторов и соединен с инверторами с помощью отрезков одного или нескольких метров электрического кабеля. Раздельная компоновка и расстояния между компонентами систем доставки электрической энергии может являться причиной того, что эти компоненты занимают значительное пространство на транспортном средстве, которое может быть ограничено. Кроме того, передача электрического тока на расстояния между различными компонентами может привести к потере энергии (например, из-за сопротивления по длине проводников), что снижает к.п.д. Кроме того, из-за расстояния между компонентами может потребоваться использование более крупных и более тяжелых компонентов (например, более крупных конденсаторов и т.п.), чем если бы компоненты были более плотно упакованы, что увеличивает вес транспортного средства и снижает топливный к.п.д. транспортного средства, а также дополнительно ограничивает доступное пространство на транспортном средстве. Может быть желательным иметь системы и способы, отличающиеся от тех, которые доступны в настоящее время.

Сущность изобретения

В одном или нескольких вариантах выполнения предложена система для доставки электрической энергии, которая содержит стек модулей, токопроводящую шину и одно или несколько устройств накопления энергии. Стек модулей содержит несколько модулей, расположенных рядом друг с другом вдоль оси стека. Каждый из модулей имеет соответствующий корпус и внутренние электрические компоненты, расположенные внутри корпуса. Токопроводящая шина ориентирована вдоль плоскости, параллельной оси стека. Шина установлена вдоль боковой стороны стека модулей и электрически соединена с одним или с несколькими модулями. Одно или несколько устройств накопления энергии электрически соединены с шиной и проходят с боковой стороны шины в сторону от стека модулей, так что шина расположена между одним или несколькими устройствами накопления энергии и стеком модулей.

В одном или нескольких вариантах выполнения предложена монтажная система для установки модуля. Монтажная система содержит монтажную опору, несколько направляющих стержней и несколько подъемных элементов. Монтажная опора содержит заднюю стенку и опорную платформу. Направляющие стержни соединены с задней стенкой и проходят от нее. Направляющие стержни расположены над опорной платформой. Первый направляющий стержень из направляющих стержней расположен на заданной высоте над опорной платформой, с обеспечением возможности вставления первого направляющего стержня внутри канала модуля, когда модуль располагают на опорной платформе. Первый направляющий стержень выполнен с возможностью направления перемещения модуля относительно опорной платформы в направлении загрузки к задней стенке. Подъемные элементы расположены на задней стенке или вблизи нее. Когда модуль приближается к задней стенке, первый подъемный элемент из нескольких подъемных элементов может взаимодействовать с модулем по наклонному контактному интерфейсу между первым подъемным элементом и модулем для подъема последнего с опорной платформы в ответ на дополнительное перемещение модуля в направлении загрузки. Когда модуль находится в полностью загруженном положении по отношению к монтажной опоре, модуль поддерживается задней стенкой, первым подъемным элементом и/или первым направляющим стержнем, при этом модуль отделен от опорной платформы зазором.

В одном или нескольких вариантах выполнения предложена система для доставки электрической энергии, которая содержит токопроводящую шину, несколько устройств накопления электрической энергии и опорную конструкцию. Устройства накопления электрической энергии установлены и электрически подсоединены к токопроводящей шине. Устройства накопления электрической энергии выступают с общей стороны токопроводящей шины. Опорная конструкция расположена на расстоянии от токопроводящей шины. Опорная конструкция входит во взаимодействие с каждым из устройств накопления электрической энергии и окружает его, по меньшей мере, частично, так что опорная конструкция

механически поддерживает каждое из устройств накопления электрической энергии вдоль по меньшей мере двух опорных направлений, которые ортогональны друг другу.

Краткое описание фигур

Далее кратко описаны прилагаемые чертежи, на которых:

- фиг. 1 изображает принципиальную схему системы в соответствии с одним вариантом выполнения;
- фиг. 2 изображает вид системы для доставки электрической энергии в аксонометрии в соответствии с одним вариантом выполнения;
- фиг. 3 изображает первый вид модуля системы для доставки электрической энергии спереди в аксонометрии в соответствии с одним вариантом выполнения;
- фиг. 4 изображает второй вид модуля, показанного на фиг. 3, спереди в аксонометрии;
- фиг. 5 изображает вид модуля, показанного на фиг. 3 и 4, сзади в аксонометрии;
- фиг. 6 изображает вид модуля, показанного на фиг. 3-5, спереди в аксонометрии в первом частично собранном состоянии в соответствии с одним вариантом выполнения;
- фиг. 7 изображает вид модуля, показанного на фиг. 3-6, спереди в аксонометрии во втором частично собранном состоянии в соответствии с одним вариантом выполнения;
- фиг. 8 изображает схему, иллюстрирующую расположенные один над другим компоненты в корпусе модуля, показанного на фиг. 3-7, в соответствии с одним вариантом выполнения;
- фиг. 9 изображает вид модуля системы для доставки электрической энергии спереди в аксонометрии в соответствии с одним вариантом выполнения;
- фиг. 10 изображает вид системы для доставки электрической энергии, показанной на фиг. 2, спереди в аксонометрии, иллюстрирующий сторону стека модулей со стороны соединителей, в соответствии с одним вариантом выполнения;
- фиг. 11 изображает вид системы для доставки электрической энергии спереди в аксонометрии в соответствии с одним вариантом выполнения;
- фиг. 12 изображает, в соответствии с одним вариантом выполнения, вид системы для доставки электрической энергии, показанной на фиг. 11, спереди в аксонометрии с не показанным стеком модулей;
- фиг. 13 изображает вид в аксонометрии монтажной системы для установки модулей в стеке модулей в соответствии с одним вариантом выполнения;
- фиг. 14 изображает вид монтажной системы сбоку в разрезе, показывающий первый модуль стека модулей, готовый для установки, в соответствии с одним вариантом выполнения;
- фиг. 15 изображает вид монтажной системы сбоку в разрезе, показывающий первый модуль в первом промежуточном положении загрузки относительно монтажной опоры, в соответствии с одним вариантом выполнения;
- фиг. 16 изображает увеличенный вид в разрезе части монтажной системы, показанной на фиг. 15;
- фиг. 17 изображает увеличенный вид в разрезе части монтажной системы, показанной на фиг. 15 и 16, показывающий модуль во время второго этапа загрузки, на котором модуль перемещают как в поперечном, так и в вертикальном направлении относительно монтажной опоры;
- фиг. 18 изображает вид в разрезе монтажной системы, показанной на фиг. 15-17, показывающий модуль в полностью загруженном положении относительно монтажной опоры, в соответствии с одним вариантом выполнения;
- фиг. 19 изображает вид монтажной системы сбоку в разрезе, показывающий первый модуль в полностью загруженном положении и второй модуль, готовый для установки, в соответствии с одним вариантом выполнения;
- фиг. 20 изображает вид в разрезе монтажной системы, показывающий как первый, так и второй модули в полностью загруженном положении относительно монтажной опоры, в соответствии с одним вариантом выполнения;
- фиг. 21 изображает вид сбоку монтажной системы, показывающий четыре модуля, установленных на монтажной опоре в виде стека модулей, в соответствии с одним вариантом выполнения;
- фиг. 22 изображает вид в разрезе монтажной системы в соответствии с первым альтернативным вариантом выполнения, иллюстрирующий первый промежуточный этап загрузки первого модуля;
- фиг. 23 изображает вид в разрезе монтажной системы в соответствии с указанным альтернативным вариантом выполнения, показанной на фиг. 22, иллюстрирующий второй промежуточный этап загрузки первого модуля;
- фиг. 24 изображает вид в разрезе монтажной системы в соответствии с указанным альтернативным вариантом выполнения, показанной на фиг. 22 и 23, показывающий первый модуль в полностью загруженном положении;
- фиг. 25 изображает вид в разрезе монтажной системы в соответствии со вторым альтернативным вариантом выполнения, иллюстрирующий промежуточный этап загрузки первого модуля;
- фиг. 26 изображает вид в разрезе монтажной системы в соответствии с альтернативным вариантом выполнения, показанной на фиг. 25, показывающий первый модуль в полностью загруженном положении;

фиг. 27 изображает вид в аксонометрии части системы для доставки электрической энергии, показанной на фиг. 2;

фиг. 28 изображает вид сбоку системы для доставки электрической энергии, показывающий две опорные конструкции, в соответствии с вариантом выполнения, показанным на фиг. 27;

фиг. 29 изображает вид в аксонометрии части первого охватывающего элемента одной из опорных конструкций, показанных на фиг. 27 и 28, в соответствии с одним вариантом выполнения;

фиг. 30 изображает вид в аксонометрии части второго охватывающего элемента опорной конструкции;

фиг. 31 иллюстрирует часть одной из опорных конструкций, показанных на фиг. 27-30, в частично собранном состоянии в соответствии с одним вариантом выполнения;

фиг. 32 изображает часть опорной конструкции, показанной на фиг. 31, в полностью собранном состоянии в соответствии с одним вариантом выполнения;

фиг. 33 иллюстрирует опорную конструкцию для механической поддержки нескольких устройств накопления электрической энергии системы для доставки электрической энергии в соответствии с первым альтернативным вариантом выполнения;

фиг. 34 иллюстрирует опорную конструкцию для механической поддержки нескольких устройств накопления электрической энергии системы для доставки электрической энергии в соответствии со вторым альтернативным вариантом выполнения; и

фиг. 35 иллюстрирует опорную конструкцию для механической поддержки нескольких устройств накопления электрической энергии системы для доставки электрической энергии в соответствии с третьим альтернативным вариантом выполнения.

Подробное описание

Варианты выполнения изобретения, описанные в настоящем документе, относятся к системам для доставки электрической энергии к различным компонентам для выполнения работы. Некоторые варианты выполнения относятся к системам для доставки электрической энергии к двигателям, установленным на транспортных средствах. В одном варианте выполнения предложена система для доставки электрической энергии. Система может содержать стек модулей, токопроводящую шину и одно или несколько устройств накопления энергии. Стек модулей может содержать несколько модулей, расположенных рядом друг с другом вдоль оси стека. Каждый из модулей может иметь соответствующий корпус и внутренние электрические компоненты, расположенные внутри корпуса. Токопроводящая шина может быть ориентирована вдоль плоскости, параллельной оси стека, и установлена вдоль боковой стороны стека модулей и электрически соединена с одним или несколькими модулями. Устройства накопления энергии могут быть электрически соединены с шиной и проходить от боковой стороны шины в сторону от блока модулей, так что шина расположена между устройствами накопления энергии и стеком модулей.

В одном или нескольких вариантах выполнения предложена монтажная система для установки одного или нескольких модулей в систему доставки электрической энергии. Монтажная система может содержать монтажную опору, направляющие стержни и подъемные элементы. Направляющие стержни могут проходить от задней стенки монтажной опоры и могут быть расположены над опорной платформой монтажной опоры. Первый направляющий стержень из направляющих стержней может быть расположен на заданной высоте над опорной платформой с возможностью вставления внутрь канала модуля, когда модуль расположен на опорной платформе. Первый направляющий стержень может направлять перемещение модуля к задней стенке. Когда модуль приближается к задней стенке, первый подъемный элемент из подъемных элементов может взаимодействовать с модулем по наклонному контактному интерфейсу, чтобы поднять модуль с опорной платформы в ответ на дополнительное перемещение модуля к задней стенке. Когда модуль полностью загружен, он может поддерживаться задней стенкой, первым подъемным элементом и/или первым направляющим стержнем. Модуль может быть отделен от опорной платформы зазором.

В одном или нескольких вариантах выполнения система для доставки электрической энергии содержит токопроводящую шину, по меньшей мере одно устройство накопления энергии и опорную конструкцию. Устройства накопления электрической энергии установлены и электрически соединены с токопроводящей шиной. Устройства накопления электрической энергии выступают из общей стороны токопроводящей шины. Опорная конструкция расположена на некотором расстоянии от токопроводящей шины и входит во взаимодействие с по меньшей мере одним из устройств накопления электрической энергии и окружает его, по меньшей мере, частично, так что опорная конструкция механически поддерживает соответствующее устройство вдоль по меньшей мере двух опорных направлений, которые приблизительно ортогональны друг другу.

Принципиальная электрическая схема системы 100, выполненной в соответствии с одним вариантом выполнения, показана на фиг. 1. Система может представлять собой систему доставки энергии, подходящей для приведения в движение. Система может быть расположена на борту транспортного средства. Система может содержать шину 102 для подключения нагрузки. Шина для подключения нагрузки может иметь положительный токопроводящий рельс (токопровод) 104 и отрицательный токопроводящий рельс (токопровод) 106. Система может содержать двигатель 108 и генератор 110 переменного тока. Ге-

генератор переменного тока может быть механически соединен с двигателем посредством механической связи 112. Механическая связь может представлять собой вал.

Подходящий двигатель может представлять собой дизельный двигатель, бензиновый двигатель, многотопливный двигатель или тому подобное. Двигатель приводит в движение генератор через механическую связь, например вращая вал, чтобы вращать ротор генератора. Генератор переменного тока и двигатель могут быть выбраны на основе их взаимных рабочих характеристик (таких как выходной крутящий момент двигателя с уровнем приемлемого крутящего момента генератора переменного тока, скорость вращения двигателя относительно скорости вращения генератора переменного тока и т.п.), а также на основе предполагаемого конечного использования. В зависимости от напряжения, требований к току, могут быть подобраны различные компоненты и материалы. Кроме того, расстояние и воздушные зазоры могут определять значения расстояния и изоляции для некоторых компонентов. Наконец, для выбора подходящих компонентов для таких конечных использований могут использоваться температурные факторы.

Что касается генератора 110, он получает механический крутящий момент и в результате этого генерирует электрическую энергию (например, электрический ток), которая передается по шине 102 для подключения нагрузки различным компонентам для запитывания различных нагрузок. Генератор переменного тока электрически соединен с выпрямителем 114. Генератор преобразует механическую энергию от двигателя в электрический ток в формате переменного тока (упоминаемого в настоящем документе как AC). Выпрямитель принимает переменный ток от генератора переменного тока и преобразует переменный ток в электрический ток в формате постоянного тока (называемого в настоящем документе DC). Выходной постоянный ток от выпрямителя подается на положительный токопровод шины для подключения нагрузки. Шина для подключения нагрузки, включая положительные и отрицательные токопроводы, может называться звеном постоянного тока, которое обеспечивает постоянный ток для различных компонентов системы.

Система может содержать два узла 116 двигателя, соединенных между положительным и отрицательным токопроводами шины для подключения нагрузки. Каждый узел двигателя может содержать соответствующий инвертор 118 и тяговый двигатель 120. Инверторы обозначены на фиг. 1 как ИНВ1 и ИНВ2, а тяговые двигатели обозначены как ТД1 и ТД2. Указанные два узла двигателя могут быть соединены с колесами на одной оси или на разных осях транспортного средства. Тяговые двигатели могут представлять собой двигатели переменного тока (AC). Инверторы могут преобразовывать постоянный ток от выпрямителя в трехфазный переменный ток для соответствующих тяговых двигателей. Система, как вариант, может иметь больше или меньше двух узлов двигателя. В другом варианте выполнения двигатели могут представлять собой двигатели постоянного тока, причем инверторы выполнены с возможностью преобразования постоянного тока из звена постоянного тока в форму сигнала мощности постоянного тока, подходящую для питания двигателей постоянного тока.

Система также может содержать по меньшей мере одну схему 126 прерывателя (называемую в настоящем документе прерывателем), электрически соединенную с сеткой 122 сопротивлений. Сетка сопротивлений может содержать резистивные элементы 128, выполненные с возможностью рассеивания электрического тока в виде тепла. Прерыватель управляет подачей электрического тока в сетку сопротивлений. В проиллюстрированном варианте выполнения прерыватель последовательно соединен с одним или несколькими резистивными элементами с формированием резистора 124, присоединенного между положительным и отрицательным токопроводами. На фиг. 1 показаны только один прерыватель и только одно плечо резисторов, но в другом варианте выполнения система может иметь несколько прерывателей и/или несколько плеч резисторов, расположенных параллельно. Сетка сопротивлений, как вариант, может включать конструкцию корпуса. Сетка сопротивлений выполнена с возможностью рассеивания тепловой энергии (например, тепла), которая генерируется во время динамического торможения. Как вариант, сетка сопротивлений может также содержать одну или несколько воздуходувок для усиления отвода тепла от распределительной коробки во внешнюю среду. Прерыватель может использоваться для регулирования требуемого напряжения на шине для подключения нагрузки (например, звена постоянного тока) путем модуляции эффективного сопротивления вдоль плеча резисторов между положительным и отрицательным токопроводами. Прерыватель может регулировать электрический ток вдоль шины для подключения нагрузки и предотвращать большие требования к мощности двигателя во время перехода между режимом работы с движением и режимом динамического торможения. Несмотря на то, что прерыватель показан на фиг. 1 отдельно от сетки сопротивлений, прерыватель может, как вариант, быть включен в сетку сопротивлений.

Прерыватель представляет собой электронное переключающее устройство, управляемое с возможностью переключения между открытым и закрытым состояниями. В открытом состоянии прерыватель не проводит электрический ток от положительного токопровода через соответствующий резистор. В закрытом состоянии прерыватель проводит электрический ток через плечо резисторов. Когда прерыватель находится в закрытом состоянии, то, по меньшей мере, некоторая часть электрического тока, проводимого в плече резисторов, преобразуется в тепло, которое рассеивается из распределительной сети. Прерыватель может содержать внутренние электрические компоненты, такие как один или несколько транзисто-

ров, диодов, катушек индуктивности и/или тому подобное. Транзисторы могут содержать или представлять собой биполярные транзисторы с изолированным затвором (БТИЗ) или транзисторы других типов. Резистивные элементы могут быть резисторами, которые преобразуют электрическую энергию в тепловую энергию. Несмотря на то, что в некоторых вариантах выполнения на фиг. 1 резистивные элементы показаны отдельными от прерывателя, они могут быть составными компонентами прерывателя. Работа прерывателя может контролироваться принимаемыми сигналами, которые генерируются одним или несколькими процессорами.

Система выполнена с возможностью избирательного переключения на различные режимы работы. Эти режимы работы могут включать режим движения и режим динамического торможения. В режиме движения электрическая энергия может генерироваться генератором переменного тока (который приводится в действие двигателем) и передается по шине для подключения нагрузки к тяговым двигателям для питания двигателя. Движение может включать движение транспортного средства, в которое интегрирована эта система. Например, тяговые двигатели могут быть механически связаны с колесами транспортного средства и могут вращать колеса на основе полученной электрической энергии. В режиме динамического торможения генератор не может использоваться для приведения транспортного средства в движение. Скорее, транспортное средство работает в режиме динамического торможения, чтобы замедлять транспортное средство, используя импульс транспортного средства и существующий крутящий момент колес для генерирования электрической энергии через тяговые двигатели (а не генератор переменного тока). Электрический ток, генерируемый тяговыми двигателями, может подаваться на шину для подключения нагрузки. Динамическое торможение может использоваться отдельно или в сочетании с тормозами на основе трения для замедления транспортного средства. В одном варианте выполнения, по меньшей мере, некоторая часть электрической энергии, генерируемая тяговыми двигателями, может передаваться в сетку сопротивлений для рассеивания энергии в виде тепла. В качестве альтернативы, если имеется система накопления электрической энергии, то, по меньшей мере, некоторая часть электрической энергии может направляться на аккумуляторную батарею или другое устройство накопления электрической энергии для хранения и будущего использования электрической энергии. В качестве альтернативы, некоторая часть электрической энергии может использоваться в режиме реального времени для питания различных электронных устройств, которые потребляют электрическую энергию (например, компрессоры, лампы, насосы).

Фиг. 2 изображает вид в аксонометрии системы 200 для доставки электрической энергии, выполненной в соответствии с одним вариантом выполнения. Система для доставки электрической энергии имеет интегрированную модульную конструкцию и может представлять собой часть системы, показанной на фиг. 1. Например, система для доставки электрической энергии может представлять собой несколько компонентов и/или схем системы, расположенных между генератором 110 и тяговыми двигателями 120, такие как выпрямитель 114, шина 102 для подключения нагрузки (например, звена постоянного тока), прерыватель 126 и инверторы 118. Система для доставки электрической энергии может содержать альтернативные или дополнительные компоненты (которые имеют сходный или не сходный тип или конфигурацию), чем компоненты в системе, показанной на фиг. 1, и/или может не иметь одного или нескольких компонентов, включенных в систему.

Система для доставки электрической энергии подает электрический ток для питания одной или нескольких нагрузок. Система для доставки электрической энергии может быть включена в транспортное средство, такое как внедорожное транспортное средство (ОНV), железнодорожное транспортное средство (например, локомотив), морское судно, автомобиль или тому подобное, для доставки электрического тока с заданными свойствами к двигателям, используемым для продвижения транспортного средства. Заданные свойства могут включать формат (т.е. форму электрического сигнала) тока (например, постоянный или переменный), фазу тока, напряжение тока, протекание тока и/или тому подобное. Система для доставки электрической энергии может быть выполнена с возможностью преобразования, модификации и/или преобразования принятого электрического тока в ток питания с заданными свойствами и подачи его к нагрузкам. В одном или нескольких вариантах выполнения система для доставки электрической энергии принимает электрический ток от генератора переменного тока на транспортном средстве и подает электрический ток на один или несколько тяговых двигателей, используемых для вращения колеса или воздушного винта транспортного средства.

В одном варианте выполнения система для доставки электрической энергии может быть относительно компактной. Плотное размещение компонентов - это технический результат, состоящий в уменьшении занимаемой площади и, следовательно, позволяющий занимать меньше места. Кроме того, предложенная в настоящем документе система для доставки электрической энергии может быть модульной. Модульность может обеспечивать быстрый и эффективный ремонт и замену компонентов. Непосредственная близость компонентов из-за модульности и компактности может уменьшать потери энергии на основе сопротивления и может обеспечивать возможность уменьшения размера и/или веса, по меньшей мере, некоторых из компонентов.

Система 200 для доставки электрической энергии может содержать различные компоненты, которые соединены вместе в отдельный блок. Компоненты содержат стек 202 модулей, состоящий из не-

скольких модулей 204, токопроводящую плоскость (т.е. плоский элемент, который изготовлен из металла или иным образом способен проводить электричество, например шина) 206, и одно или несколько устройств 208 накопления электрической энергии. Модули в стеке модулей (также называемом в настоящем документе стеком) расположены рядом друг с другом вдоль оси 210 стека. Каждый из модулей может содержать корпус 212 и внутренние электрические компоненты (показанные на фиг. 6-9), удерживаемые корпусом и/или в корпусе. Стек может быть расположен так, что его ось ориентирована вертикально. Например, ось стека может быть параллельна направлению силы тяжести (гравитационной силе) или по существу параллельна направлению силы тяжести (например, в пределах заданной погрешности ± 1 , 2, 5%, 1, 2, 5° или т.п. от направления силы тяжести). Например, первый модуль 204А является самым нижним модулем в стеке, второй модуль 204В находится непосредственно над первым модулем 204А, третий модуль 204С находится непосредственно над вторым модулем 204В, а четвертый модуль 204D является самым верхним модулем в стеке. Второй и третий модули 204В, 204С являются внутренними модулями в стеке, поскольку эти модули ограничены первым и четвертым модулями 204А, 204D, которые представляют собой наружные модули, расположенные на соответствующих концах стека. В альтернативном варианте выполнения модули могут быть сложены в стек по-другому, например по оси стека, которая ортогональна вертикальной оси (или оси по высоте). Для удовлетворения конкретных параметров применения стек, как вариант, может содержать больше или меньше четырех модулей.

Функциональность модулей относится к модификации, передаче, распределению, рассеиванию и/или т.п. электрического тока. Например, внутренние электрические компоненты модулей могут содержать транзисторы, диоды, катушки индуктивности, проводники, переключатели, платы управления, соединители и/или тому подобное, как описано в настоящем документе более подробно. В одном варианте выполнения по меньшей мере два из модулей в стеке имеют функции, отличные друг от друга. Например, один из модулей может быть использован для рассеивания электрического тока, а другой модуль может быть использован для распределения и/или модификации электрического тока. Как вариант, по меньшей мере два из модулей в стеке могут быть использованы для обеспечения одних и тех же функций.

Корпуса модулей могут иметь одинаковый форм-фактор. Форм-фактор относится к общему размеру и форме корпуса, таким как общие размеры вдоль трех взаимно перпендикулярных осей. Два корпуса с одинаковым форм-фактором могут быть не идентичными друг другу из-за различий в материалах, количестве, расположении, размере и/или форме отверстий в стенках корпусов, количестве, расположении, размере и/или форме особенностей на стенках корпусов и тому подобное. На фиг. 2 все четыре модуля в стеке имеют одинаковый форм-фактор. Например, корпуса имеют формы прямоугольной призмы (например, параллелепипеда), имеющие большую поперечную ширину и продольную глубину, чем вертикальные высоты (вдоль оси стека).

В одном варианте выполнения из по меньшей мере двух модулей один имеет внутренние электрические компоненты, отличающиеся от внутренних электрических компонентов другого из модулей. Например, внутренние электрические компоненты четвертого модуля 204D могут иметь конфигурацию, отличную от внутренних электрических компонентов третьего модуля 204С. Конфигурация внутренних электрических компонентов может относиться к типу электрических компонентов и расположению компонентов в сборке внутри соответствующего модуля. Соответствующая конфигурация внутренних электрических компонентов влияет на функциональность модуля. В одном варианте выполнения внутренние электрические компоненты по меньшей мере двух из модулей в стеке имеют одинаковую конфигурацию, так что по меньшей мере два модуля имеют одинаковый тип и одинаковое расположение электрических компонентов. Например, внутренние электрические компоненты четвертого модуля 204D могут иметь ту же конфигурацию, что и внутренние электрические компоненты второго модуля 204В. Модули, которые имеют одинаковые конфигурации внутренних компонентов, могут быть повторением (или копиями) друг друга, так что они состоят из компонентов одного типа и производятся с использованием одних и тех же этапов изготовления и сборки.

В одном варианте выполнения по меньшей мере один из модулей представляет собой модуль инвертора, который имеет функциональные возможности, аналогичные каждому из инверторов 118 системы 100, показанной на фиг. 1. Модуль инвертора может принимать электрический ток и изменять электрический ток так, чтобы тот имел заданные электрические характеристики или свойства для использования конкретной нагрузкой, такой как тяговый двигатель. Например, модуль инвертора может преобразовывать постоянный ток в переменный ток для использования конкретной нагрузкой.

В одном варианте выполнения по меньшей мере один из модулей в стеке представляет собой модуль выпрямителя, который имеет функциональные возможности, аналогичные выпрямителю 114, показанному на фиг. 1. Модуль выпрямителя может принимать переменный ток от источника питания, такого как генератор переменного тока, и может преобразовывать переменный ток в постоянный ток. Модуль выпрямителя может также распределять постоянный ток на различные другие модули в стеке, например на один или несколько модулей инвертора.

Модули в стеке могут также содержать по меньшей мере один модуль прерывателя, который функционирует аналогично прерывателю 126, показанному на фиг. 1. Среди других функций, модуль преры-

вателя может быть выполнен с возможностью рассеивания тока в виде тепла путем передачи принятого тока в сетку сопротивлений, которая может содержать один или несколько элементов сопротивления. Модуль прерывателя может получать ток от модуля выпрямителя.

В неограничивающем иллюстративном варианте выполнения стек может содержать два модуля инвертора, один модуль выпрямителя и один модуль прерывателя. Модуль выпрямителя выполнен с возможностью распределения электрического тока, полученного от источника питания, на два модуля инвертора. Расположение модуля выпрямителя между модулями инвертора обеспечивает одинаковое расстояние пути тока от модуля выпрямителя до каждого из модулей инвертора, что может обеспечивать более равномерное распределение тока, чем если бы модуль выпрямителя располагался на конце стека. Два модуля инвертора могут подавать ток, полученный от модуля выпрямителя, на соответствующие нагрузки, например на два разных тяговых двигателя. Модуль прерывателя может быть расположен на конце стека. Прерыватель может генерировать и излучать импульсы волнового сигнала от и/или в направлении сетки сопротивлений вдоль токовой петли. Расположение модуля прерывателя на конце стека может уменьшать влияние электромагнитных помех (ЭМП) на модули в стеке из-за импульсов волнового сигнала, чем если бы модуль прерывателя был расположен более центрально из-за большего расстояния от прерывателя до, по меньшей мере, некоторых из других модулей.

В конкретной конструкции не ограничивающего иллюстративного варианта выполнения, описанного выше, первый модуль 204А представляет собой модуль прерывателя, второй модуль 204В представляет собой первый модуль инвертора, третий модуль 204С представляет собой модуль выпрямителя, а четвертый модуль 204D представляет собой второй модуль инвертора. Таким образом, первый модуль 204В инвертора расположен между модулем выпрямителя и модулем прерывателя. Как вариант, второй модуль инвертора может быть размещен на верхнем конце стека для целей замедления и/или уменьшения теплового повреждения. Например, поскольку при создании тепла и огня они распространяются вертикально вверх, то если второй модуль инвертора в верхней части стека загорается или испытывает тепловое убегание (уход параметров при изменении температуры), существует меньшая вероятность распространения теплового повреждения вниз на другие модули в стеке, чем если бы тот же самый модуль инвертора был расположен ниже других модулей в стеке. Кроме того, самый верхний модуль может быть наиболее открытым модулем в стеке, обеспечивая максимальный доступ для активных методов охлаждения и пожаротушения, таких как сброс огнезащитного состава на модуль. По этой причине стек может быть организован таким образом, чтобы модуль инвертора, имеющий наибольшую вероятность возгорания и/или теплового убегания, располагался наверху стека, а другой модуль инвертора располагался ниже, между модулем выпрямителя и модулем прерывателя. В альтернативном варианте выполнения модуль прерывателя может быть расположен в верхней части стека, а модуль выпрямителя может быть вторым модулем 204В между двумя модулями инвертора. Расположение модулей может основываться на ориентации и/или местоположении системы для доставки электрической энергии на транспортном средстве, как, например, на местоположении относительно охлаждающей жидкости, относительно тяговых двигателей, относительно источника электроэнергии (например, генератора переменного тока) и тому подобное.

Токосоводящая плоскость 206 системы 200 для доставки электрической энергии упоминается в настоящем документе как шина. Шина электрически соединена с одним или несколькими модулями в стеке. Например, шина может электрически соединять модуль выпрямителя и модули инвертора для передачи тока от модуля выпрямителя к модулям инвертора. Шина может работать как звено постоянного тока, аналогично шине 102 для подключения нагрузки, показанной на фиг. 1. Шина может содержать несколько токосоводящих слоев, которые ламинированы вместе. Токосоводящие слои могут представлять собой металлические листы. Шина может быть плоской и ориентированной вдоль плоскости 214. В проиллюстрированном варианте выполнения плоскость шины параллельна оси 210 стека модулей. Шина установлена вдоль стороны 216 стека модулей и проходит через несколько модулей. Сторона 216 стека упоминается в настоящем документе как сторона стека со стороны шины (далее сторона шины стека). Шина имеет первую сторону 218 и вторую сторону 220, противоположную первой стороне 218. Первая сторона 218 обращена к стеку модулей. Вторая сторона 220 обращена от стека модулей. Шина может быть прикреплена к стеку модулей с помощью одного или нескольких крепежных элементов, таких как болты, винты, гайки, хомуты, скобы и/или тому подобное. Шина может быть отдельно электрически соединена с модулями посредством одного или нескольких проводников, которые проходят между первой стороной шины и стороной шины стека модулей. Проводники могут включать жесткие металлические контакты, гибкие кабели и/или тому подобное.

Модуль выпрямителя может быть расположен в центре в стеке в качестве одного из внутренних модулей для достижения однородного и равномерного распределения тока от модуля выпрямителя по шине к модулям инвертора (относительно расположения модуля выпрямителя на конце стека). Например, модуль выпрямителя может подавать постоянный ток на шину вдоль своей центральной области, а шина распространяет или распределяет ток в противоположных направлениях (вверх и вниз) на разные модули инвертора. Такое расположение компонентов, что ток распространяется в противоположных направлениях вдоль шины, может снизить локальную тепловую нагрузку на шину и/или модули. Умень-

шение локальной тепловой нагрузки может снизить риск повреждения, связанного с нагревом, из-за пожара, теплового убегания и тому подобного, и может продлить срок службы и/или улучшить рабочие характеристики системы 200 для доставки электрической энергии.

Система для доставки электрической энергии в проиллюстрированном варианте выполнения может содержать несколько устройств 208 накопления электрической энергии, установленных на шине и электрически соединенных с шиной. Устройства накопления электрической энергии обычно проходят от второй стороны 220 шины (например, в направлении от стека модулей). Поэтому шина расположена между устройствами накопления энергии и стеком модулей. В одном варианте выполнения устройства накопления энергии представляют собой конденсаторы, такие как фильтрующие конденсаторы звена постоянного тока. Устройства накопления электрической энергии упоминаются в настоящем документе как конденсаторы, хотя в дополнение к конденсаторам или вместо конденсаторов может использоваться устройство накопления электрической энергии другого типа, такое как аккумуляторная батарея или топливные элементы, в зависимости от требований конкретного применения.

Конденсаторы являются цилиндрическими и проходят от шины вдоль соответствующих центральных осей 222. В проиллюстрированном варианте выполнения конденсаторы проходят от шины так, что центральные оси 222 параллельны друг другу и перпендикулярны оси 210 аккумуляторной батареи. Центральные оси 222 могут быть перпендикулярны плоскости 214 шины. В проиллюстрированном варианте выполнения система для доставки электрической энергии может содержать сборку из восьми конденсаторов, но в других вариантах выполнения может иметься большее или меньшее количество конденсаторов. Конденсаторы могут иметь одинаковую конфигурацию или, по меньшей мере, некоторые из конденсаторов могут иметь разные конфигурации (например, разные размеры, твердотельные по сравнению с электролитическими, полимерные по сравнению с керамическими и т.д.). В проиллюстрированном варианте выполнения конденсаторы расположены вблизи стека модулей таким образом, что только толщина шины между первой и второй сторонами 218, 220 может отделять конденсаторы от стека модулей. Непосредственная близость конденсаторов к стеку модулей может обеспечить возможность уменьшения количества конденсаторов и/или размеров конденсаторов по отношению к количеству и/или размерам конденсаторов, которые потребовались бы для обеспечения аналогичной величины рабочих характеристик, если конденсаторы были удалены на большее расстояние от стека модулей.

Система 200, показанная на фиг. 2, имеет относительно компактную, модульную форму, которая полезна в различных применениях, в том числе в транспортных средствах. Например, модуль выпрямителя может быть электрически подключен к источнику питания на транспортном средстве, такому как генератор переменного тока, который приводится в действие двигателем. Как вариант, сторона 224 блока модулей, которая находится напротив стороны 216 шины, может иметь электрические соединители для электрического соединения модулей с проводниками, такими как электрические кабели и провода, которые передают электрический ток к устройствам, удаленным от системы для доставки энергии, и от этих устройств. Сторона 224 упоминается в настоящем документе как сторона 224 соединителей стека модулей. В одном варианте выполнения модуль выпрямителя электрически соединен с одним или несколькими электрическими кабелями или другими проводниками, которые проходят от стороны 224 соединителей стека модулей к генератору переменного тока (или к другому источнику питания) для переноса тока в модуль выпрямителя. Модуль выпрямителя может принимать переменный ток от генератора переменного тока и преобразовывать переменный ток в постоянный ток. Модуль выпрямителя подает постоянный ток на шину, которая распределяет постоянный ток на оба модуля инвертора. Модули инвертора могут преобразовывать полученный постоянный ток в переменный ток и передавать переменный ток дистанционно. Например, каждый из модулей инвертора может быть электрически соединен, посредством одного или нескольких электрических кабелей или других проводников, с другим соответствующим тяговым двигателем, который используется для вращения одного или нескольких колес и/или одного или нескольких движителей транспортного средства. Кабели могут проходить от модулей инвертора вдоль стороны 224 соединителей стека модулей.

В не ограничивающем примере система для доставки электрической энергии может быть реализована на борту внедорожного транспортного средства, такого как большой карьерный самосвал. Внедорожное транспортное средство может быть рассчитано на полезную нагрузку весом до 100 т или более. Система для доставки электрической энергии выполнена с возможностью подачи тока на тяговые двигатели для вращения больших колес внедорожного транспортного средства. Например, внедорожное транспортное средство может иметь номинальную мощность системы 1200 лошадиных сил. Питание системы может быть подано на тяговые двигатели через систему доставки электрической энергии.

Фиг. 3 изображает первый вид спереди в аксонометрии модуля 300 системы для доставки электрической энергии, выполненной в соответствии с одним вариантом выполнения. Фиг. 4 изображает второй вид модуля 300, показанного на фиг. 3, спереди в аксонометрии. Фиг. 5 изображает вид модуля 300, показанного на фиг. 3 и 4, сзади в аксонометрии. Модуль 300 может представлять собой один из модулей 204 системы 200 для доставки электрической энергии, показанной на фиг. 2. Модуль 300 может содержать корпус 302 и внутренние электрические компоненты 304, удерживаемые корпусом 302.

Корпус модуля проходит от переднего конца 306 до заднего конца 308, противоположного перед-

нему концу 306. Передний конец виден на фиг. 3 и 4. Задний конец виден на фиг. 5. Корпус может содержать переднюю сторону 310 на переднем конце и заднюю сторону 312 на заднем конце. Корпус также имеет несколько стенок, проходящих от передней стороны 310 к задней стороне 312, включая верхнюю сторону 314, нижнюю сторону 316, сторону 318 со стороны шины (далее сторона шины) и сторону 320 со стороны соединителей (далее сторона соединителей). Нижняя сторона противоположна верхней стороне. Сторона шины находится напротив стороны соединителей. При сборке в стек модулей сторона шины модуля может ограничивать часть стороны 216 шины (показанной на фиг. 2) стека модулей, а сторона соединителей модуля может ограничивать часть стороны 224 соединителей (фиг. 2) стека модулей. Вид на фиг. 3 показывает переднюю сторону, верхнюю сторону и сторону соединителей корпуса. Вид на фиг. 4 показывает переднюю сторону, нижнюю сторону и сторону шины. Вид на фиг. 5 показывает заднюю сторону, верхнюю сторону и сторону шины. В неограничивающем примере высота корпуса между верхней и нижней сторонами может составлять от четырех до десяти дюймов (от 10 до 25 см), например приблизительно шесть дюймов (15 см) (например, с погрешностью 0,5 дюйма (1,25 см)); поперечная ширина корпуса между стороной шины и стороной соединителей может составлять от 18 до 24 дюймов (от 46 до 61 см), например приблизительно 21 дюйм (53 см); а продольная глубина корпуса между передней и задней сторонами (не включая полку) может составлять от 16 до 21 дюйма (от 41 до 53 см), например приблизительно 18 дюймов (46 см).

В одном варианте выполнения корпус может содержать раму 322, верхнюю панель 324 и нижнюю панель 326. Рама может представлять собой единый монолитный (например, цельный) элемент, который является бесшовным. Как вариант, рама может представлять собой монолитный элемент, состоящий из композитного материала, такого как полиэстер со стеклом. Верхняя панель установлена на раме 322, чтобы образовать, по меньшей мере часть, верхней стороны корпуса. Нижняя панель установлена на раме 322, образуя, по меньшей мере, часть, нижней стороны корпуса. Верхняя и нижняя панели могут быть почти плоскими, за исключением, как вариант, частей вдоль их краев для соединения с рамой. Корпус может содержать полку 328, которая выступает вперед за пределы передней стороны, так что дистальный конец полки ограничивает передний конец корпуса. Полка может лежать в одной плоскости с верхней панелью. Например, верхняя часть полки может ограничивать участок верхней стороны корпуса. В проиллюстрированном варианте выполнения полка может содержать одну или несколько ручек 330 для перемещения вручную (например, путем скольжения) модуля относительно стека модулей, например, для загрузки модуля в стек или извлечения модуля из стека. В альтернативном варианте выполнения рама может представлять собой сборку из нескольких отдельных элементов рамы, соединенных вместе в соединениях посредством крепежных элементов, клеев или тому подобного.

Корпус имеет переднее вентиляционное отверстие 332, проходящее через переднюю сторону 310, и заднее вентиляционное отверстие 334, проходящее через заднюю сторону 312. Переднее и заднее вентиляционные отверстия проточно соединены с внутренней полостью 336 (показанной на фиг. 6) корпуса для обеспечения прохода охлаждающей текучей среды (например, воздуха) через корпус для поглощения и рассеивания тепла от модуля. Модуль в показанном варианте выполнения может содержать уплотнительную прокладку 338, установленную на задней стороне и окружающую заднее вентиляционное отверстие камеры. Уплотнительная прокладка может быть, по меньшей мере, частично, встроена в заднюю сторону, например в канавку вдоль задней стороны. Уплотнительная прокладка является, по меньшей мере, частично, сжимаемой для обеспечения уплотнения между корпусом и задней стенкой монтажной опоры, когда модуль помещен в стек. Корпус также может содержать каналы 340, которые проходят в продольном направлении через корпус от переднего конца к заднему концу. Каналы открыты вдоль передней и задней сторон. Каналы выполнены с возможностью приема в них направляющих стержней для выравнивания и направления движения модуля относительно стека модулей при загрузке и выгрузке модуля.

В одном варианте выполнения один или несколько внутренних электрических компонентов 304 модуля могут выступать наружу из корпуса, чтобы быть открытыми вдоль наружной стороны корпуса. Например, несколько токопроводящих силовых контактов 342 открыты вдоль стороны соединителей корпуса. Силовые контакты 342 выполнены с возможностью электрического соединения с одним или несколькими электрическими соединителями для передачи тока к стеку модулей и/или от стека модулей к удаленному устройству, такому как источник питания или нагрузка. Модуль также может содержать несколько соединителей 344, установленных на корпусе вдоль стороны соединителей вблизи передней стороны. Соединители 344 могут использоваться, например, для соединения проводов для передачи сигналов управления и/или сигналов данных для управляющих компонентов внутри модуля для управления работой модуля.

Фиг. 6 изображает, в соответствии с одним вариантом выполнения, вид модуля 300, показанного на фиг. 3-5, спереди в аксонометрии в первом частично собранном состоянии. Фиг. 7 изображает, в соответствии с одним вариантом выполнения, вид модуля 300, показанного на фиг. 3-6, спереди в аксонометрии во втором частично собранном состоянии. Верхняя панель снята с рамы 322 корпуса 302, чтобы показать внутренние электрические компоненты 304, расположенные во внутренней полости 336 корпуса. На фиг. 6 модуль может содержать теплоотвод 346 и внутренние электрические компоненты, установленные на

теплоотводе. Внутренние электрические компоненты могут включать транзисторы 348, такие как биполярные транзисторы с изолированным затвором (БТИЗ) или им подобные. Внутренние электрические компоненты также могут включать драйверы 350 для управления затворами, которые электрически соединены между транзисторами и плоскими кабелями 352. Внутренние электрические компоненты, расположенные над теплоотводом 346, включая транзисторы и драйверы для управления затворами, могут представлять собой силовую электронику 354, которая используется для обработки (например, получения и подачи) и/или изменения (например, преобразования и трансформации) электрического тока, используемого для питания нагрузок.

На фиг. 7 внутренние электрические компоненты также содержат токопроводящие шины 356, которые установлены на силовой электронике 354, показанной на фиг. 6. Токопроводящие шины электрически соединены с транзисторами. Каждая из токопроводящих шин может содержать один или несколько токопроводящих слоев, которые ламинированы. Шины электрически соединяют силовую электронику в корпусе с токопроводящими силовыми контактами 342 вдоль наружной стороны корпуса.

В неограничивающем примере модуль 300 может представлять собой один из модулей инвертора в стеке модулей и/или модуль прерывателя в стеке модулей. Например, модули инвертора и модуль прерывателя могут иметь внутренние электрические компоненты с одинаковой конфигурацией (например, одинаковыми типами и расположением компонентов), даже несмотря на то, что модули инвертора используются для выполнения функций, отличных от функций модуля прерывателя. Следовательно, проиллюстрированный модуль может, как вариант, быть использован как один из модулей инвертора или как модуль прерывателя.

Фиг. 8 изображает схему, иллюстрирующую, в соответствии с одним вариантом выполнения, установленные в стек компоненты внутри корпуса модуля 300, показанного на фиг. 3-7. Токопроводящие шины 356 (показанные на фиг. 7) расположены в верхней части стека непосредственно над силовой электроникой 354 (фиг. 6). Силовая электроника расположена непосредственно над теплоотводом 346 (фиг. 6), который называется первым теплоотводом. Первый теплоотвод расположен непосредственно над вторым теплоотводом 360, который находится непосредственно над управляющей электроникой 362. Управляющая электроника может включать одну или несколько печатных плат, интегральных схем и/или тому подобное, которые содержат одно или несколько обрабатывающих устройств для управления работой модуля. Управляющая электроника может быть установлена непосредственно на втором теплоотводе. Один или оба теплоотвода могут содержать ребра для отвода тепла в охлаждающий воздух, который проходит через внутреннюю полость корпуса между вентиляционными отверстиями 332 и 334, показанными на фиг. 3-5. Силовая электроника и управляющая электроника расположены вдоль противоположных сторон теплоотводов (и охлаждающий воздух проходит через теплоотводы). В альтернативном варианте выполнения модуль может иметь один теплоотвод или по меньшей мере три теплоотвода, в зависимости от количества рассеиваемого тепла, необходимого для конкретного применения.

Фиг. 9 изображает вид спереди в аксонометрии модуля 400 системы для доставки электрической энергии, выполненной в соответствии с одним вариантом выполнения. Модуль может представлять собой один из модулей 204 системы 200 для доставки электрической энергии, показанной на фиг. 2. Модуль 400 может содержать корпус 402 и внутренние электрические компоненты 404, удерживаемые корпусом 402. Верхняя панель корпуса на фиг. 9 не показана, чтобы проиллюстрировать некоторые из внутренних электрических компонентов 404 внутри корпуса 402, которые в противном случае были бы скрыты верхней панелью. Корпус 402 может быть копией или, по меньшей мере, аналогичен корпусу 302 модуля 300, показанному на фиг. 3-7. Например, корпус 402 может иметь такой же форм-фактор, что и корпус 302. Как описано выше, все модули в стеке модулей могут иметь одинаковый форм-фактор, например одинаковый размер (например, измерения по трем направлениям) и форму.

В неограничивающем примере модуль 400, изображенный на фиг. 9, может представлять собой модуль выпрямителя (например, 204С) стека 202 модулей, показанного на фиг. 2. По меньшей мере, некоторые из внутренних электрических компонентов 404 модуля 400 выпрямителя отличаются от внутренних электрических компонентов 304 модуля 300 инвертора и/или прерывателя. Например, модуль 400 имеет одну токопроводящую шину 406, в отличие от нескольких дискретных шин. Шина механически и электрически соединена с тремя силовыми контактами 342, проходящими вдоль наружной стороны корпуса 402, для соединения с электрическими кабелями. Электрические кабели могут соединять модуль 400 выпрямителя с генератором переменного тока или с другим источником питания. В дополнение к отличию в шине, внутренние электрические компоненты 404 модуля 400 выпрямителя могут иметь другие отличия от внутренних электрических компонентов 304 модуля 300 инвертора и/или прерывателя. Например, вместо второго теплоотвода 360 (показанного на фиг. 8) модуль 400 выпрямителя может иметь демпфирующую пластину, а вместо платы управления или интегральной схемы - демпфирующую плату. Модуль 400 выпрямителя может также иметь диоды и/или другие компоненты, отличные от модуля 300. Как вариант, модуль 400 выпрямителя может содержать теплоотвод, который является копией или, по меньшей мере, аналогом теплоотвода 346 модуля 300, показанного на фиг. 6 и 8.

В соответствии с одним вариантом выполнения, фиг. 10 изображает вид системы 200 для доставки электрической энергии спереди в аксонометрии, показывающий сторону 224 соединителей стека 202

модулей. Токопроводящие силовые контакты 342 модулей 204 соединены с соответствующими электрическими кабелями 502, которые отходят от стека модулей. Например, кабели, подключенные к выводам питания модулей 204В, 204D инвертора, могут проходить к различным соответствующим тяговым двигателям или другим нагрузкам. Кабели, подключенные к модулю 204С выпрямителя, могут проходить к генератору переменного тока или к другому источнику питания. Кабели, подключенные к модулю 204А прерывателя, могут проходить к сетке сопротивлений для рассеивания электрической энергии в виде тепла.

Система для доставки электрической энергии может содержать монтажную опору 504, на которой установлены модули. Монтажная опора конструктивно поддерживает модули. Монтажная опора может содержать заднюю стенку 506 и одну или несколько опорных платформ 508. В показанном варианте выполнения монтажная опора имеет две опорные платформы. Опорные платформы расположены под стек модулей. Задняя стенка может быть переборкой, которая разделяет и отделяет два пространства. Задние стороны модулей или, по меньшей мере, уплотнительные прокладки 338 на них (показанные на фиг. 5) могут взаимодействовать и упираться в заднюю стенку, когда модули загружены в стек модулей. Как вариант, шина 206, установленная вдоль стека модулей, может быть установлена на монтажной опоре независимо.

Как описано более подробно в настоящем документе, монтажная опора поддерживает модули так, что модули в стеке модулей не взаимодействуют напрямую друг с другом. Например, модули отделены друг от друга зазорами 510, образованными между смежными модулями в стеке. Например, заданный зазор образован между нижней стороной верхнего модуля в соседней паре модулей и верхней стороной нижнего модуля в соседней паре. Зазоры позволяют потоку воздуха между модулями рассеивать тепло и ограничивать и/или предотвращать распространение огня и/или тепловое убежание между модулями. Зазоры также позволяют независимо извлекать модули по одному в любом порядке, поскольку нижние модули в стеке не поддерживают вес верхних модулей в стеке. Несмотря на то, что это не вполне ясно показано на фиг. 10, когда первый модуль полностью загружен в стек модулей, даже самый нижний первый модуль 204А может быть отделен от опорных платформ зазором. Первый модуль может временно взаимодействовать с опорными элементами и скользить вдоль них при загрузке и выгрузке первого модуля, но он выполнен с возможностью отделения от опорных элементов при достижении полностью загруженного положения, как более подробно описано в настоящем документе.

В одном варианте выполнения система 200 также может содержать опорный элемент 512, который расположен на некотором расстоянии от задней стенки 506. Опорный элемент механически соединен с несколькими модулями в стеке и выполнен с возможностью обеспечивать жесткую опору для модулей. Опорный элемент в показанном варианте выполнения соединен с модулями на их передних сторонах 310, например, с помощью болтов и гаек или других крепежных элементов. Опорный элемент может представлять собой или содержать металлический уголок, который проходит вдоль двух ортогональных плоскостей и соединяется с каждым из модулей в углу между передней стороной модуля и стороной 320 соединителей модуля. Опорный элемент может соединять модули вместе, чтобы уменьшить перемещения модулей относительно друг друга. Например, опорный элемент может усиливать жесткость стека модулей, чтобы поддерживать неизменным размер зазоров при воздействии приложенных усилий, таких как вибрации, ускорения и ударные усилия, во время движения транспортного средства, на котором расположена система для доставки электрической энергии. Кроме того, опорный элемент может быть электропроводящим и может использоваться для обеспечения пути заземления. Например, для электрического соединения с общей точкой и заземления заземляющих элементов опорный элемент может соединять заземляющие элементы каждого из модулей с монтажной опорой.

В соответствии с одним вариантом выполнения, фиг. 11 изображает вид системы 200 спереди в аксонометрии. В проиллюстрированном варианте выполнения система 200 может содержать кожух 600. Стек 202 модулей, шина 206 и устройства 208 накопления энергии обычно размещаются внутри кожуха. Монтажная опора 504 (показана на фиг. 10) также может быть размещена внутри кожуха. Кожух имеет коробчатую форму с несколькими стенками, включая переднюю стенку 602, две противоположные боковые стенки 604, нижнюю стенку 606 под опорными платформами 508, верхнюю стенку (не видна на фиг. 11) и заднюю стенку 608 напротив передней стенки. Некоторые из стенок, включая переднюю и две боковые стенки, имеют окна 610 для доступа к компонентам внутри кожуха и/или для обеспечения прохождения воздуха через кожух. Кожух, как вариант, может иметь дополнительные окна и/или другие типы отверстий для обеспечения прохождения воздуха через кожух и уменьшения веса. Кожух может обеспечивать возможность перемещения системы для доставки электрической энергии как единого модульного устройства. Кожух также может защищать компоненты системы от повреждений в результате внешних воздействий, а также от мусора и загрязнений. В качестве альтернативы, вместо размещения внутри кожуха, монтажная опора может быть встроена в кожух как его неотъемлемая часть.

В соответствии с одним вариантом выполнения, фиг. 12 изображает вид системы 200 для доставки электрической энергии, показанной на фиг. 11, спереди в аксонометрии с не показанным стеком модулей. Шина 206 может быть установлена на кожухе 600 и/или на монтажной опоре 504 с помощью одного или нескольких монтажных кронштейнов 612. В проиллюстрированном варианте выполнения верти-

кально ориентированная шина соединена с монтажными кронштейнами на верхнем и нижнем концах шины. В одном варианте выполнения задняя стенка 506 монтажной опоры ограничивает проходящие через нее пазы 614. Пазы выполнены с возможностью совмещения с задними вентиляционными отверстиями 334 модулей 204 (показаны на фиг. 5), когда модули установлены на монтажной опоре, чтобы обеспечивать потоку воздуха возможность проходить через заднюю стенку в модули для охлаждения там внутренних электрических компонентов.

В соответствии с одним вариантом выполнения, фиг. 13 изображает вид в аксонометрии монтажной системы 700 для установки модулей в стек модулей. Монтажная система 700 может использоваться для установки модулей 204 системы 200 в стек 202, как показано на фиг. 2 и 10. Монтажная система не ограничивается использованием с модулями 204 системы 200, однако, монтажная система может использоваться для установки модулей других типов, таких как серверные модули в серверной стойке, ящики в шкафу или предмете мебели и/или тому подобное.

Монтажная система может содержать монтажную опору 702, направляющие стержни 704 и подъемные элементы 706. Установленные модули также могут представлять собой компоненты монтажной системы. На фиг. 13 никакие модули не показаны. Монтажная опора может содержать заднюю стенку 708 и по меньшей мере одну опорную платформу 710. В проиллюстрированном варианте выполнения монтажная опора имеет две опорные платформы 710. Монтажная опора может быть такой же или аналогичной монтажной опоре 504, показанной на фиг. 10, так что задняя стенка 708 представляет собой заднюю стенку 506, а две опорные платформы 710 представляют собой опорные платформы 508.

Направляющие стержни 704 могут механически выравнивать и направлять установку модулей на монтажной опоре. Например, направляющие стержни могут зацеплять модули, чтобы гарантировать, что модули должным образом совмещаются с монтажной опорой, когда они в нее загружаются. Направляющие стержни механически соединены с задней стенкой 708. Направляющие стержни выступают из передней стороны 712 задней стенки. Передняя сторона обращена к модулям в стеке (когда модули установлены). Направляющие стержни расположены над опорными платформами. Направляющие стержни закреплены консольным образом, проходя от закрепленного конца 714 на задней стенке к дистальному концу 716, который отстоит от задней стенки и удерживается в пространстве благодаря жесткости направляющего стержня. Направляющие стержни могут быть неподвижно закреплены через отверстия в задней стенке с помощью крепежных элементов (таких как гайки, заклепки и/или тому подобное), штамповочной клепкой, точечной сваркой и т.п. В проиллюстрированном варианте выполнения направляющие стержни расположены в двух вертикальных столбцах 718. Один из направляющих стержней в каждом столбце совмещен с соответствующим направляющим стержнем в другом столбце, образуя пару стержней. Каждая пара стержней связана с отдельным модулем из модулей в стеке модулей. Два вертикальных столбца расположены на противоположных сторонах пазов 720, выполненных проходящими через заднюю стенку. Пазы 720 могут представлять собой пазы 614 задней стенки 506, показанные на фиг. 12. Пазы 720 обеспечивают возможность прохождения воздушного потока через заднюю стенку. Направляющие стержни могут иметь прочный состав, например содержать один или несколько металлов. В одном варианте выполнения направляющие стержни имеют винтовую резьбу. Направляющие стержни монтажной системы могут быть точными копиями или повторениями друг друга, так что направляющие стержни имеют общий размер, форму, состав и тому подобное. Несмотря на то, что в проиллюстрированном варианте выполнения направляющие стержни расположены в двух столбцах, в альтернативном варианте выполнения направляющие стержни могут быть расположены в одном столбце или по меньшей мере в трех столбцах.

Подъемные элементы 706 представляют собой компоненты, установленные на задней стенке или рядом с ней. В процессе установки подъемные элементы выполнены с возможностью механического взаимодействия (при непосредственном физическом контакте) с модулями. Более конкретно, подъемные элементы выполнены с возможностью, по меньшей мере, частичной поддержки веса модулей, когда модули достигают полностью загруженного положения относительно монтажной опоры. Подъемные элементы также могут содействовать сборке системы для доставки электрической энергии, обеспечивая выравнивание модулей с соответствующими компонентами, которые соединяются с модулями, такими как вертикальная шина 206, электрические соединители, боковые стенки монтажной опоры, опорный элемент 512 и/или тому подобное. Без подъемных элементов модули могут быть неправильно совмещены с такими компонентами.

В проиллюстрированном варианте выполнения подъемные элементы механически соединены с задней стенкой и расположены на расстоянии от направляющих стержней. Например, каждый подъемный элемент на фиг. 13 отдельно и независимо соединен с задней стенкой. Подъемные элементы могут быть соединены с задней стенкой с помощью крепежных элементов (таких как гайки, заклепки и/или тому подобное), штамповочной клепкой, точечной сваркой или тому подобным. Подъемные элементы, как вариант, расположены в двух вертикальных столбцах, которые коллинеарны столбцам направляющих стержней. Как и направляющие стержни, подъемные элементы разных столбцов могут совмещаться попарно. Для поддержки модулей подъемные элементы могут иметь прочный состав, который может содержать один или несколько металлов. Подъемные элементы в проиллюстрированном варианте вы-

полнения выступают из передней стороны задней стенки на более короткие длины, чем направляющие стержни. Подъемные элементы, показанные на фиг. 13, также упоминаются в настоящем документе как штифты.

Фиг. 14 изображает вид сбоку в разрезе монтажной системы 700, показывающий первый модуль 722 стека модулей, готовый для установки, в соответствии с одним вариантом выполнения. Первый модуль 722 может представлять самый нижний модуль 204А, показанный на фиг. 2 и 10. Поперечное сечение берется вдоль плоскости, которая проходит через один из столбцов 718 направляющих стержней 704 и подъемных элементов 706, а также через часть корпуса 724 модуля 722. Корпус 724 имеет по меньшей мере один канал 726, выполненный с возможностью приема в нем соответствующего одного направляющего стержня. В проиллюстрированном варианте выполнения, показанном на фиг. 13 и 14, корпус может иметь два канала, причем каждый из двух каналов выполнен с возможностью приема одного из двух направляющих стержней в соответствующей паре. На фиг. 14 показан только один из каналов. В канал, который не виден на фиг. 14, вставляется направляющий стержень другого столбца. Каналы проходят вдоль длины модуля 722 между его задней стороной 728 и его передней стороной 730. Каждый канал имеет заднее отверстие 732 на задней стороне. Каналы, как вариант, полностью проходят от задней стороны к передней стороне и имеют передние отверстия 734 на передней стороне. В качестве альтернативы, каналы не проходят полностью до передней стороны, так что передние отверстия для каналов расположены в аксиальном направлении между задней стороной и передней стороной.

В одном варианте выполнения модуль выполнен с возможностью загрузки в направлении 736 загрузки относительно монтажной опоры 702 для установки модуля. Направление загрузки направлено к задней стенке 708. Вес модуля может поддерживаться полностью или, по меньшей мере, частично, посредством опорных платформ 710. Например, нижняя сторона 738 модуля расположена на верхней поверхности 740 опорных платформ (например, в непосредственном зацеплении с ней). Модуль может принудительно перемещаться в направлении загрузки при воздействии не него внешней силы. Например, оператор может взяться за ручку на полке 742 модуля, чтобы протолкнуть модуль в направлении 736 загрузки к задней стенке. Как вариант, машина (например, робот) может быть запрограммирована для толкания модуля. Нижняя сторона модуля может скользить вдоль опорных платформ к задней стенке. Например, усилие, действующее на модуль, может быть достаточным для превышения сопротивления, связанного со статическим трением между модулем и верхней поверхностью опорных платформ. Механическая поддержка, обеспечиваемая платформами, может уменьшать величину усилия, необходимого для загрузки модуля, как в отношении оператора, так и/или машины, поднимающей и несущей модуль в направлении загрузки. В неограничивающем примере модуль может быть относительно тяжелым для человека, например от 50 до 150 фунтов (например, от 22 до 68 кг). В проиллюстрированном варианте выполнения опорные платформы выступают наружу из задней стенки за дистальные концы 716 направляющих стержней 704, что позволяет размещать заднюю часть модуля на поддерживающих платформах до того, как направляющие стержни будут вставлены в каналы 726.

Во время сборки стека модулей задняя часть модуля может опираться на опорные платформы до выполнения любых необходимых настроек модуля для выравнивания каналов с соответствующими направляющими стержнями. После того, как каналы совмещены с направляющими стержнями, модуль скользит по опорной платформе в направлении загрузки, чтобы направляющие стержни вошли в соответствующие каналы модуля. Задние отверстия 732 каналов могут образовывать наклонные входные части 744, чтобы снизить риск взаимного удара между дистальными концами направляющих стержней и задними отверстиями. Например, диаметр каждого канала может сужаться коническим образом от заднего отверстия на задней стороне вовнутрь (в направлении к передней стороне) вдоль наклонной входной части.

Направляющие стержни самой нижней пары направляющих стержней расположены на определенной высоте над опорными платформами, а каналы модуля расположены на определенной высоте над нижней стороной модуля, чтобы обеспечить возможность вставления направляющих стержней в соответствующие каналы, тогда как нижняя сторона модуля поддерживается опорными платформами. Взаимодействие между направляющими стержнями и каналами может направлять модуль к задней стенке в правильном положении с монтажной опорой, когда модуль перемещается в направлении загрузки. Например, направляющие стержни ориентированы параллельно направлению загрузки. В одном варианте выполнения опорные платформы поддерживают весь вес модуля или, по меньшей мере, его большую часть во время начального этапа загрузки модуля к задней стенке. Например, когда модуль опирается на опорные платформы, направляющие стержни могут вообще не поддерживать никакой вес или могут поддерживать только небольшой процент (например, менее 10%) веса.

В соответствии с одним вариантом выполнения, фиг. 15 изображает вид монтажной системы 700 сбоку в разрезе, показывающий первый модуль 722 в первом промежуточном положении загрузки относительно монтажной опоры 702. В проиллюстрированном варианте выполнения модуль расположен ближе к задней стенке 708, чем в исходном положении, показанном на фиг. 14, из-за того, что он принудительно скользит вдоль опорных платформ 710 в направлении 736 загрузки. До того, как модуль упирается в заднюю стенку, он взаимодействует по меньшей мере с одним из подъемных элементов 706. Как описано выше, подъемные элементы 706 в показанном варианте выполнения представляют собой штиф-

ты, установленные на задней стенке. Штифты расположены попарно, так что соседние пары расположены вертикально. Штифт, показанный на фиг. 15, который зацепляет модуль, является первым штифтом 706А (например, первым подъемным элементом). Другой штифт в паре с первым штифтом скрыт первым штифтом и поэтому на фиг. 15 не виден.

Корпус 724 модуля может иметь по меньшей мере одно гнездо, расположенное 746 вдоль задней стороны 728. Указанное по меньшей мере одно гнездо может быть расположено на некотором расстоянии от каналов 726. Например, промежуточная часть 748 корпуса отделяет каждое гнездо от соседнего канала. Основываясь на расположении штифтов в парах, как показано на фиг. 13, модуль может иметь два гнезда на задней стороне, так что, когда модуль достигает штифтов, в каждое из гнезд вставляются разные штифты из пары. Направление и совмещение, обеспечиваемые стержнями 706 внутри каналов 726, могут обеспечивать возможность совмещения гнезд модуля с соответствующими штифтами на задней стенке, предотвращая (или, по меньшей мере, уменьшая вероятность) взаимного удара.

В одном варианте выполнения модуль продолжает поддерживаться опорными платформами при установлении первоначального физического контакта со штифтами. Таким образом, модуль может скользить вдоль опорных платформ в направлении загрузки из положения, показанного на фиг. 14, в положение, показанное на фиг. 15. Для формирования открытой области зазора между направляющим стержнем и внутренними поверхностями канала диаметр каждого канала 726 (например, даже в его самой узкой части) может быть больше, чем диаметр вставленного в него соответствующего направляющего стержня 704. На фиг. 15, когда модуль поддерживается на опорных платформах, направляющий стержень расположен в верхней области канала, а открытая область 750 зазора образуется в канале под направляющим стержнем.

В одном варианте выполнения, когда к участку 754 дистального конца каждого из направляющих стержней в каналах модуля имеется доступ через передние отверстия 734 каналов, крепежные элементы 752 могут быть соединены с участками дистального конца. Участки дистального конца проходят до соответствующих дистальных концов 716 направляющих стержней. Крепежные элементы с возможностью отсоединения соединены с направляющими стержнями для прикрепления модуля к монтажной опоре, предотвращая перемещение модулей в направлении, противоположном направлению загрузки, относительно монтажной опоры. Крепежные элементы могут прикладывать зажимное усилие к корпусу модуля в направлении загрузки. В одном варианте выполнения направляющие стержни имеют спиральную резьбу, а крепежные элементы представляют собой гайки с внутренней резьбой, которые могут быть посредством резьбы соединены с направляющими стержнями. Крепежные элементы также могут содержать шайбы, зажатые между гайками и взаимодействующей поверхностью корпуса. Гайки и шайбы могут прикладывать зажимное усилие, затягивая гайки для аксиального перемещения гаек к задней стенке относительно направляющих стержней. Как вариант, крепежные элементы могут также использоваться в процессе установки, чтобы помочь перемещать модуль из положения, показанного на фиг. 15, в полностью загруженное положение, в котором модуль упирается в заднюю стенку. В других вариантах выполнения крепежные элементы могут включать или представлять собой один или несколько захватов, зажимов, хомутов или тому подобное.

Фиг. 16 изображает увеличенный вид в разрезе части монтажной системы 700, показанной на фиг. 15. Несмотря на то, что последующее описание конкретно идентифицирует и описывает элементы, показанные на фиг. 16, это описание может применяться к аналогичным элементам, которые не видны на фиг. 16. Например, несмотря на то, что на фиг. 16 показаны один направляющий стержень 704 и один штифт 706, расположенные в одном вертикальном столбце, взаимодействующем с модулем 722, описание может также применяться к соответствующему стержню и соответствующему штифту в другом вертикальном столбце (как показано на фиг. 13). Когда модуль приближается к задней стенке 708, штифт 706 входит во взаимодействие с модулем, образуя наклонный контактный интерфейс 760 между штифтом и модулем. Наклонный контактный интерфейс принудительно поднимает модуль с опорных платформ 710 (показанных на фиг. 15), реагируя на дополнительное перемещение модуля в направлении загрузки. Например, наклонный контактный интерфейс имеет наклон или уклон в поперечном направлении к плоскости опорных платформ. Наклонный контактный интерфейс преобразует боковое перемещение модуля в направлении загрузки (параллельное плоскости опорных платформ) в вертикальное перемещение модуля от опорных платформ.

Один или оба штифта и корпус 724 модуля образуют наклонные поверхности, которые представляют собой части наклонного контактного интерфейса. Например, в проиллюстрированном варианте выполнения штифт имеет наклонную поверхность 762, которая образует, по меньшей мере, часть наклонной контактной поверхности. Наклонная поверхность образована вдоль наклонного участка 764 дистального конца штифта. Наклонный участок 764 дистального конца может иметь коническую форму. Когда модуль перемещается относительно штифта, контактная поверхность 766 в гнезде 746 модуля скользит вдоль наклонной поверхности. Угол наклона поверхности преобразует поперечное перемещение модуля в вертикальное перемещение от опорных платформ.

Заднее отверстие 768 гнезда на задней стороне 728 корпуса может быть утоплено для обеспечения расширенной области введения, чтобы не допустить соударения со штифтом. В проиллюстрированном

варианте выполнения утопленная часть 770 имеет угол наклона, который больше угла наклонной поверхности. В результате модуль не поднимается штифтом до тех пор, пока наклонная поверхность штифта не войдет во взаимодействие с внутренним краем модуля, который отделяет утопленную часть от основной части 772 гнезда. Внутренний край представляет собой контактную поверхность 766 модуля на наклонном контактном интерфейсе. Например, когда модуль перемещается в направлении загрузки, внутренний край контактирует и скользит по наклонной поверхности штифта.

В альтернативном варианте выполнения наклонная поверхность вдоль утопленной части 770 может, в дополнение к внутреннему краю, представлять собой контактную поверхность. Например, наклонная поверхность штифта может контактировать и скользить вдоль наклонной поверхности утопленной части для обеспечения подъема. В другом альтернативном варианте выполнения гнездо модуля не образует утопленную часть, а верхняя поверхность гнезда в заднем отверстии представляет собой контактную поверхность, которая входит во взаимодействие с поверхностью штифта. В еще одном альтернативном варианте выполнения штифт не имеет наклонной поверхности, а наклонный контактный интерфейс обеспечивается наклонной поверхностью утопленной части гнезда. Например, для подъема модуля край штифта может взаимодействовать и скользить вдоль наклонной поверхности утопленной части, когда штифт находится внутри гнезда.

В проиллюстрированном варианте выполнения штифт имеет промежуточную часть 774, расположенную в аксиальном направлении между задней стенкой и наклонным участком дистального конца. Поверхность 776 промежуточной части (например, промежуточная поверхность) находится между наклонной поверхностью и задней стенкой. Промежуточная поверхность имеет одинаковую высоту (или расстояние) над опорными платформами по длине промежуточной части. Например, промежуточная часть может представлять собой цилиндрическую часть, центральная ось которой параллельна плоскости опорных платформ, а промежуточная поверхность представляет собой наружную поверхность цилиндра, обращенную от опорных платформ. Когда контактная поверхность модуля входит во взаимодействие с наклонной поверхностью и скользит вдоль нее, благодаря наклонной поверхности модуль постепенно поднимается вертикально от опорных платформ с дополнительным перемещением в направлении загрузки. Когда контактная поверхность модуля выходит за пределы наклонной поверхности, контактная поверхность входит во взаимодействие с промежуточной поверхностью и перемещается вдоль нее. Поскольку промежуточная поверхность параллельна опорным платформам, то когда контактная поверхность скользит вдоль промежуточной поверхности, задний конец модуля может оставаться на постоянной высоте над опорными платформами.

Следовательно, в соответствии с по меньшей мере одним вариантом выполнения, монтажная система выполнена таким образом, что загружаемый модуль перемещается в поперечном направлении параллельно опорным платформам во время начального этапа загрузки, на котором модуль поддерживается опорными платформами. Затем модуль постепенно поднимается вверх от опорных платформ на втором этапе загрузки, на котором модуль перемещается как в поперечном, так и в вертикальном направлении. Наконец, перед тем как войти во взаимодействие с задней стенкой монтажной опоры, модуль снова перемещается в поперечном направлении параллельно опорным платформам благодаря промежуточной поверхности. В альтернативном варианте выполнения штифт не имеет промежуточной части, и наклонная поверхность полностью проходит к задней стенке или к заднему концу штифта.

Фиг. 17 изображает увеличенный вид в разрезе части монтажной системы 700, показанной на фиг. 15 и 16, показывающий модуль 722 во время второго этапа загрузки, на котором модуль перемещается как в поперечном, так и в вертикальном направлении относительно монтажной опоры 702. В проиллюстрированном положении контактная поверхность 766 модуля в гнезде 746 входит во взаимодействие с наклонной поверхностью 762 штифта 706 вблизи промежуточной поверхности 776. Когда модуль перемещается в направлении загрузки к задней стенке 708, благодаря наклонному контактному интерфейсу 760 между контактной поверхностью модуля и наклонной поверхностью штифта модуль поднимается штифтом с опорных платформ 710. В проиллюстрированном варианте выполнения нижняя сторона 738 модуля отделена от верхней поверхности 740 опорных платформ зазором 778 (например, просветом). Зазор указывает на то, что модуль не поддерживается опорными платформами в показанном положении модуля. Дополнительным свидетельством вертикального перемещения модуля относительно монтажной опоры является то, что направляющий стержень 704 расположен ниже в канале 726, показанном на фиг. 17 относительно предварительно поднятого положения, показанного на фиг. 16. Например, на фиг. 17 направляющий стержень 704 показан центрированным в канале, а на фиг. 16, как показано, он находится не в центре, а вблизи верхней области канала.

В одном варианте выполнения модуль может содержать прокладку 780, установленную на задней стороне 728 корпуса 724. Прокладка 780 может представлять собой уплотнительную прокладку 338, показанную на фиг. 5. Прокладка является сжимаемой и может состоять из упругого материала, такой как силикон, неопрен, каучук (например, натуральный или синтетический) и/или тому подобное. Прокладка может быть сжата между задней стороной модуля и задней стенкой, когда модуль находится в полностью загруженном положении относительно монтажной опоры. В сжатом состоянии прокладка может ослаблять вибрации. На фиг. 17 прокладка показана расположенной на расстоянии от задней стенки. На-

пример, чтобы предотвратить повреждение и напряжение в прокладке из-за сдвигающих усилий, когда модуль перемещается вертикально, прокладка может не касаться задней стенки. Наличие промежуточной поверхности 776 гарантирует, что когда прокладка находится в контакте с задней стенкой, модуль перемещается только в поперечном направлении (например, перпендикулярно плоскости задней стенки 708).

В соответствии с одним вариантом выполнения, фиг. 18 изображает вид в разрезе монтажной системы 700, показанной на фиг. 15-17, показывающий модуль 722 в полностью загруженном положении относительно монтажной опоры 702. В полностью загруженном положении модуль упирается в заднюю стенку 708 монтажной опоры. Прокладка 780, показанная на фиг. 17, не видна на фиг. 18, так как она зажата между задней стороной 728 модуля и задней стенкой. Модуль полностью отделен от опорных платформ 710 зазором 778. В проиллюстрированном варианте выполнения ни одна часть ни модуля, ни опорных платформ не перекрывает зазор, так что весь модуль отделен от опорных платформ. Вес модуля поддерживается задней стенкой, штифтами 706 в гнездах 746 и/или направляющими стержнями 704 в каналах 726.

Модуль может достигать полностью загруженного положения при выравнивании модуля у задней стенки, так что канал 726 ориентирован приблизительно перпендикулярно (например, в пределах установленной допустимой погрешности, такой как погрешность 1, 3 или 5°) к плоскости задней стенки. Модуль может быть перемещен из положения, показанного на фиг. 17, в полностью загруженное положение, показанное на фиг. 18, путем затягивания крепежного элемента 752 для приложения зажимного усилия к корпусу 724 в направлении загрузки, которое перемещает модуль. В одном варианте выполнения, в котором крепежный элемент представляет собой резьбовую гайку, к гайке можно приложить крутящий момент путем ее вращения, в результате чего крепежный элемент толкает выступ 782 корпуса на передней стороне 730 или вблизи нее в направлении задней стенки. В ответ на приложение зажимного усилия нормальная сила, действующая на заднюю стенку в направлении, противоположном направлению загрузки, может привести к перемещению модуля к задней стенке. В альтернативном варианте выполнения модуль может быть перемещен в полностью загруженное положение путем его проталкивания вручную в направлении загрузки до тех пор, пока модуль не упрется в заднюю стенку, а затем затягивания крепежного элемента для закрепления модуля в полностью загруженном положении. Полный вес модуля может поддерживаться сочетанием усилий, включая зажимное усилие, прикладываемое крепежным элементом к корпусу, нормальную силу, прикладываемую задней стенкой к корпусу, и усилие, прикладываемое штифтами к гнездам корпуса.

В соответствии с одним вариантом выполнения, фиг. 19 изображает вид монтажной системы 700 сбоку в разрезе, показывающий первый модуль 722 в полностью загруженном положении и второй модуль 802, готовый к установке. Второй модуль 802 может представлять собой второй по счету модуль, начиная с самого нижнего модуля 204В в стеке 202, показанном на фиг. 2 и 10. Второй модуль может содержать корпус 804, который может иметь такой же или, по меньшей мере, похожий форм-фактор, что и корпус 724 первого модуля 722. Например, корпус 804 имеет два канала 806, в которые вставляется соответствующая пара направляющих стержней 704, и два гнезда 808, в которые вставляется соответствующая пара штифтов 706. Второй модуль также может содержать прокладку 814, установленную на задней стороне 816 корпуса, аналогично прокладке 780 (показанной на фиг. 17) на первом модуле. Второй модуль 802 расположен над первым модулем 722 в стеке так, что первый модуль находится между вторым модулем и опорными платформами 710.

На начальных этапах загрузки второй модуль может поддерживаться первым модулем. Например, нижняя сторона 810 второго модуля может быть помещена в физический контакт с верхней стороной 784 первого модуля. Первый модуль работает подобно опорным платформам, поскольку первый модуль может поддерживать полностью или, по меньшей мере, большую часть веса второго модуля. В проиллюстрированном варианте выполнения второй модуль поддерживается на полке 742 первого модуля. Полка компланарна с верхней стороной первого модуля и/или образует ее удлинение. Затем второй модуль перемещается оператором или машиной в направлении загрузки к задней стенке 708, так что второй модуль скользит вдоль верхней стороны первого модуля. Установка второго модуля аналогична установке первого модуля. Например, как только штифты зацепляются со вторым модулем посредством наклонного контактного интерфейса, второй модуль начинает подниматься с первого модуля с дополнительным перемещением второго модуля в направлении загрузки.

В соответствии с одним вариантом выполнения, фиг. 20 изображает вид в разрезе монтажной системы 700, показывающий как первый, так и второй модули 722, 802 в полностью загруженном положении относительно монтажной опоры 702. Когда второй модуль достигает полностью загруженного положения на задней стенке 708, второй модуль может быть закреплен в полностью загруженном положении с помощью крепежного элемента 812. Как показано на фиг. 20, второй модуль в полностью загруженном положении поддерживается штифтами 706 в гнездах 808, зажимным усилием, приложенным к корпусу 804 с помощью крепежного элемента 812, и/или нормальной силой, приложенной задней стенкой к задней стороне 816 корпуса. Прокладка 814 может быть сжата между задней стенкой и задней стороной для гашения вибрации. Второй модуль отделен от первого модуля зазором 820, образованным между нижней стороной 810 второго модуля и верхней стороной 784 первого модуля. Как вариант, когда

второй модуль установлен на монтажной опоре в полностью загруженном положении, вес второго модуля не поддерживается первым модулем.

Дополнительные модули стека модулей могут быть установлены на монтажной опоре таким же образом, как и второй модуль 802. Например, третий модуль непосредственно над вторым модулем (например, модуль 204С, показанный на фиг. 2 и 10) может быть загружен путем скольжения третьего модуля вдоль верхней стороны 822 второго модуля в направлении загрузки до тех пор, пока третий модуль не будет поднят со второго модуля благодаря зацеплению со штифтами 706 в третьей снизу паре на монтажной опоре. Таким образом, стек модулей собирается один за другим снизу вверх.

На фиг. 21 показан вид сбоку монтажной системы 700, показывающий четыре модуля, установленных на монтажной опоре 702 в блоке 828 модулей в соответствии с одним вариантом выполнения. Четыре модуля содержат первый модуль 722, второй модуль 802, третий модуль 830, расположенный над вторым модулем, и четвертый модуль 832, расположенный над третьим модулем 830. Четвертый модуль является самым верхним модулем в стеке. Все четыре модуля установлены в полностью загруженном положении относительно монтажной опоры. В одном варианте выполнения, в котором стек модулей полностью собран, как показано на фиг. 21, каждый из модулей отделен от соседних модулей в стеке (и от опорных платформ 710) зазорами. Например, первый модуль отделен от опорных платформ 710 зазором 778 и отделен от второго модуля сверху зазором 820. Третий модуль отделен от второго модуля снизу зазором 834 и от четвертого модуля сверху зазором 836.

Вид сбоку, показанный на фиг. 21, иллюстрирует несколько аспектов монтажной системы 700. Например, зазоры между модулями обеспечивают электрическую, механическую и тепловую изоляцию между модулями. Модули могут иметь внутренние электрические компоненты, которые выделяют тепло. Зазоры обеспечивают возможность прохождения охлаждающей жидкости, такой как воздух, жидкость или газ другого типа, между модулями, позволяя ей поглощать и рассеивать тепло из системы. Зазоры также полезны для предотвращения или, по меньшей мере, ограничения распространения тепловой энергии между модулями. Например, если один из модулей испытывает возгорание и/или тепловое убежание, зазоры могут ограничивать распространение возгорания и/или теплового убежания на соседние модули, что может уменьшить общее количество повреждений и потерь, вызванных возгоранием и/или тепловым убежением. Зазоры также могут обеспечивать наличие воздуха или другого диэлектрического материала, который электрически изолирует модули друг от друга. Электрическая изоляция может уменьшать влияние электромагнитных помех на модули, что может улучшать характеристики внутренних электронных компонентов модулей. Механическая изоляция, обеспечиваемая зазорами, позволяет индивидуально и независимо выгружать любой из модулей в стеке по отдельности, прикладывая одинаковое и ограниченное количество усилий. Например, если имеется подозрение, что первый модуль 722 неисправен, оператор может удалить первый модуль 722 из стека, чтобы выполнить его техническое обслуживание, не удаляя три вышерасположенных модуля. Без зазоров над первым модулем вес трех вышерасположенных модулей может быть приложен к верхней части первого модуля. В такой конструкции, в которой отсутствуют зазоры, все три вышерасположенных модуля должны быть удалены из стека, чтобы получить доступ к требуемому первому модулю.

Размеры зазоров между модулями могут быть выбраны и/или отрегулированы так, чтобы обеспечить требуемую степень тепловой и/или электрической изоляции между модулями. Например, высота зазоров может быть увеличена для обеспечения дополнительной электрической изоляции между модулями. В другом примере, если существует значительный риск возгорания, то высота зазоров может быть увеличена, чтобы уменьшить вероятность вторичного повреждения других модулей в стеке. В проиллюстрированном варианте выполнения все зазоры имеют одинаковые размеры, но в альтернативном варианте выполнения, по меньшей мере, некоторые из зазоров могут иметь отличающиеся размеры. Например, если четвертый модуль 832 имеет больший риск возгорания, является большим источником электромагнитных помех и/или более чувствителен к электромагнитным помехам, чем один или несколько других модулей в стеке, зазор 836 между четвертым модулем 832 и третьим модулем 830 может иметь размеры, превышающие зазоры между другими модулями, чтобы обеспечить повышенную изоляцию. Размер зазоров можно регулировать путем размещения подъемных элементов (например, штифтов) и направляющих стержней на задней стенке 708.

Как вариант, после установки модулей на монтажной опоре в зазоры может быть установлена одна или несколько вставок. Вставки могут содержать или представлять собой гасящие вибрации вставки для уменьшения относительного перемещения между модулями, охлаждающие вставки для обеспечения активного и/или принудительного охлаждения, противопожарные вставки и/или тому подобное. Вставки могут иметь различные формы, включая прокладки, пену, листы или тому подобное. Как вариант, вставки могут занимать только часть зазоров с сохранением проходов для воздуха и/или тому подобного. Гашение вибрации также может быть достигнуто с помощью прокладок, установленных между задней стенкой и задними сторонами модулей (например, прокладками 780, 814) и/или жестким опорным элементом 512, показанным на фиг. 10, который механически соединяет модули вместе на передних концах модулей или вблизи этих концов.

В альтернативном варианте выполнения, вместо скольжения каждого из модулей на расположенной

ниже опорной платформе или модуле при загрузке и выгрузке модуля, модули могут быть оснащены элементами качения, расположенными вдоль соответствующих верхних сторон или их нижней стороны. Элементы качения могут включать колеса, цилиндрические ролики или тому подобное. Наличие элементов качения может снизить сопротивление, вызванное трением, при загрузке и разгрузке модулей. В одном варианте выполнения, даже с элементами качения, при достижении полностью загруженного положения модули полностью поднимаются с расположенной ниже опорной платформы и/или модуля. Подъем образует просветы. Например, наклонный контактный интерфейс может приводить к подъему модулей до такой степени, что элементы качения отделяются от контактируемой поверхности.

Фиг. 22 изображает вид в разрезе монтажной системы 700 в соответствии с первым альтернативным вариантом выполнения, иллюстрирующий первый промежуточный этап загрузки первого модуля 722. Первый модуль поддерживается опорными платформами 710. В проиллюстрированном варианте выполнения подъемные элементы монтажной опоры 702 установлены на направляющих стержнях 704, а не отстоят от направляющих стержней установленными непосредственно на задней стенке 708. Например, подъемные элементы могут представлять собой шайбы 902, которые имеют коническую форму. Конические шайбы могут кольцеобразно окружать направляющие стержни. Конические шайбы расположены, по меньшей мере, вблизи задней стенки и, как вариант, могут быть расположены в контакте с задней стенкой. Наружные поверхности шайбы скошены с образованием наклонной поверхности 904, которая представляет собой часть наклонного контактного интерфейса, который поднимает модуль с опорной платформы. Например, когда модуль перемещается в направлении загрузки к задней стенке, коническая шайба в конечном итоге входит во взаимодействие с наклонной контактной поверхностью 905 вдоль входной части 744 канала 726 (в заднем отверстии 732). Наклонная поверхность 904 конической шайбы и контактная поверхность 905 входной части могут иметь дополнительные углы и могут образовывать наклонную контактную поверхность.

Фиг. 23 изображает вид в разрезе монтажной системы 700 в соответствии с альтернативным вариантом выполнения, показанной на фиг. 22, иллюстрирующий второй промежуточный этап загрузки первого модуля 722. В проиллюстрированном варианте выполнения крепежный элемент 906 установлен на дистальном концевом участке 754 направляющего стержня 704 до того, как модуль переместится в полностью загруженное положение. Крепежный элемент 906 в проиллюстрированном варианте выполнения представляет собой набор, включающий коническую шайбу 908 и резьбовую гайку 910. Коническая шайба 908 может быть копией или повторением конической шайбы 902. Коническая шайба 902, расположенная рядом с задней стенкой, может упоминаться как задний подъемный элемент или задняя коническая шайба, а коническая шайба 908, находящаяся во взаимодействии с гайкой 910, может упоминаться как передний подъемный элемент или передняя коническая шайба. Передняя коническая шайба может быть зеркальной копией задней конической шайбы. Передняя коническая шайба расположена в аксиальном направлении между гайкой и задней конической шайбой. Несмотря на то, что в альтернативном варианте выполнения крепежный элемент изображен как два отдельных элемента, крепежный элемент может представлять собой единый, цельный, монолитный элемент, который сочетает в себе функциональность конической шайбы и резьбовой гайки, такой как резьбовая коническая гайка. Наклонная поверхность 912 передней конической шайбы может взаимодействовать с наклонной контактной поверхностью 914 в переднем отверстии 734 канала 726. В одном варианте выполнения модуль перемещается из положения, показанного на фиг. 22 и 23, в полностью загруженное положение с использованием крепежного элемента 906, прикладывающего зажимное усилие к модулю.

Фиг. 24 изображает вид в разрезе монтажной системы 700 в соответствии с альтернативным вариантом выполнения, показанной на фиг. 22 и 23, показывающий первый модуль 722 в полностью загруженном положении. Приложение крутящего момента к гайке 910 вращает гайку и перемещает как гайку, так и переднюю коническую шайбу 908 в направлении задней стенки 708 относительно направляющего стержня 704. Как следствие, наклонная поверхность 912 передней конической шайбы расклинивается под контактной поверхностью 914 модуля, что приводит к дальнейшему перемещению модуля в направлении загрузки, а также способствует поднятию переднего конца 916 модуля с опорных платформ 710. Например, зажимное усилие, приложенное крепежным элементом 906 к модулю, и результирующая нормальная сила, приложенная задней стенкой к задней стороне модуля, может обеспечивать большую часть подъема переднего конца модуля. Дополнительное перемещение модуля в направлении загрузки приводит к тому, что задняя коническая шайба 902 поднимает задний конец 918 модуля с опорной платформы. Конечным результатом является формирование зазора 778 между модулем и опорной платформой. Конические шайбы, как вариант могут содержать сжимаемый материал, такой как прорезиненное покрытие, которое обеспечивает гашение вибрации. Дополнительные модули над первым модулем устанавливаются аналогично первому модулю.

В другом альтернативном варианте выполнения подъемные элементы монтажной системы могут содержать как штифты, показанные на фиг. 13-20, так и передние конические шайбы, показанные на фиг. 22-24. Например, крепежные элементы 752, показанные на фиг. 15, могут содержать коническую шайбу, похожую на переднюю коническую шайбу 908.

Фиг. 25 изображает вид в разрезе монтажной системы 700 в соответствии со вторым альтернатив-

ным вариантом выполнения, иллюстрирующий промежуточный этап загрузки первого модуля 722. На проиллюстрированном этапе промежуточной загрузки первый модуль поддерживается опорными платформами 710. Фиг. 26 изображает вид в разрезе монтажной системы 700 в соответствии с альтернативным вариантом выполнения, показанным на фиг. 25, показывающий первый модуль 722 в полностью загруженном положении. В проиллюстрированном варианте выполнения подъемные элементы являются клиновидными элементами. Например, опорные платформы 710 содержат соответствующие клиновидные элементы 950 (только один из которых виден на показанном разрезе). Клиновидный элемент 950 расположен, по меньшей мере, рядом с задней стенкой 708. Например, в показанном варианте выполнения клиновидный элемент расположен на некотором расстоянии от задней стенки, при этом клиновидный элемент может контактировать с задней стенкой. Клиновидный элемент может иметь наклонную поверхность 952, которая имеет наклон поперек плоскости (остальной части) опорной платформы.

Как показано на фиг. 25, когда модуль перемещается в направлении загрузки к задней стенке, нижняя сторона 738 модуля скользит вдоль опорной платформы. В конце концов угол 954 модуля между нижней стороной и задней стороной 728 входит во взаимодействие с наклонной поверхностью клиновидного элемента, что формирует наклонный контактный интерфейс между подъемным элементом и модулем. Со ссылкой теперь на фиг. 26, дополнительное перемещение модуля приводит к тому, что клиновидный элемент принудительно поднимает модуль над плоскостью остальной части опорной платформы. Крепежный элемент 956 соединяют с направляющим стержнем 704 для приложения зажимного усилия, которое закрепляет модуль в постоянном сцеплении с задней стенкой, что позволяет подвешивать передний конец 916 модуля над опорными платформами с образованием зазора 958. Несмотря на то, что задний конец 918 модуля остается в контакте с опорной платформой через клиновидный элемент, большая часть нижней стороны модуля отстоит на некоторое расстояние от опорной платформы, чтобы обеспечить образование зазора.

В проиллюстрированном варианте выполнения первый модуль может содержать клиновидный элемент 960, который выступает за пределы верхней стороны 784. Клиновидный элемент первого модуля может иметь такую же конфигурацию или, по меньшей мере, аналогичную конфигурацию (например, размер и форму), что и клиновидный элемент 950 опорной платформы. Когда второй модуль загружается в стек модулей, клиновидный элемент первого модуля принудительно поднимает второй модуль 802 с верхней стороны первого модуля.

Фиг. 27 изображает вид в аксонометрии части системы 200, показанной на фиг. 2. На проиллюстрированной части системы для доставки электрической энергии показаны устройства 208 накопления электрической энергии, которые в проиллюстрированном варианте выполнения представляют собой конденсаторы. Система для доставки электрической энергии ориентирована относительно поперечной оси 1001, оси 1002 высоты и продольной оси 1003. Оси 1001-1003 взаимно перпендикулярны. Оси 1001-1003 не должны иметь какой-либо конкретной ориентации относительно силы тяжести, хотя по меньшей мере в одном варианте выполнения ось 1002 по высоте проходит в вертикальном направлении, параллельном силе тяжести.

Конденсаторы механически и электрически соединены с токопроводящей шиной (или токопроводящей плоскостью) 206 и обычно выступают из второй стороны 220 шины, обращенной от блока 202 модулей. Конденсаторы могут быть цилиндрическими и могут проходить вдоль соответствующих центральных осей 222 от соответствующего соединительного конца 1006 до соответствующего дистального конца 1008, противоположного соединительному концу 1006. Соединительные концы расположены на шине и электрически и механически с ней соединены. Дистальные концы отстоят от шины на некоторое расстояние. Таким образом, конденсаторы отстоят от шины консольным образом. Как описано выше, центральные оси конденсаторов могут быть перпендикулярны плоскости 214 шины. Плоскость 214 может быть ориентирована параллельно оси 1002 высоты. Конденсаторы могут выступать в поперечном направлении от шины, так что центральные оси 222 параллельны поперечной оси 1001.

В одном или нескольких вариантах выполнения система для доставки электрической энергии может содержать по меньшей мере одну опорную конструкцию 1004, которая поддерживает части конденсаторов и/или других устройств накопления электрической энергии, которые расположены на некотором расстоянии от токопроводящей шины. Опорные конструкции расположены на некотором расстоянии от токопроводящей шины. Опорные конструкции могут взаимодействовать с частями конденсаторов, которые расположены между соединительными концами и дистальными концами, чтобы обеспечить конструктивную опору для конденсаторов. Опорные конструкции входят во взаимодействие с каждым из конденсаторов в сборке и, по меньшей мере, частично, окружают его. В проиллюстрированном варианте выполнения система для доставки электрической энергии может содержать две опорные конструкции. Каждая из опорных конструкций входит во взаимодействие с четырьмя конденсаторами в другом столбце двух соседних столбцов конденсаторов и, по меньшей мере, частично, окружает их. В альтернативном варианте выполнения система для доставки электрической энергии может иметь другое количество опорных конструкций, а не две, показанные на фиг. 27.

Когда конденсаторы соединены с шиной, опорные конструкции могут поддерживать нагрузку, чтобы уменьшать усилия, воздействующие на соединительные концы конденсаторов. Например, нагрузка, поддерживаемая опорными конструкциями, может включать часть веса конденсаторов. В неограничи-

вающем примере каждый из конденсаторов может весить по меньшей мере пять фунтов (~2,3 кг), например десять фунтов (~4,5 кг), поэтому конструктивная поддержка, обеспечиваемая опорными конструкциями в местах, отстоящих от шины, значительно уменьшает (или устраняет) силы скручивания, действующие на соединительные концы из-за длины и веса конденсаторов. Нагрузка, поддерживаемая опорными конструкциями, также может включать усилия, относящиеся к перемещению транспортного средства, в котором расположена система для доставки электрической энергии. Например, во время перемещения и другой работы транспортного средства на систему для доставки электрической энергии могут воздействовать вибрации, ускорения и ударные силы (например, вследствие неровной местности и т.д.). Опорные конструкции могут предотвращать или, по меньшей мере, ограничивать перемещение конденсаторов относительно шины и других компонентов системы для доставки электрической энергии из-за вибраций, ускорений и/или ударных сил во время перемещения транспортного средства. Опорные конструкции также могут поглощать и рассеивать такие силы, чтобы уменьшать величину усилия, действующего на конденсаторы, относительно устройств накопления электрической энергии, непосредственно присоединенных к монтажной опоре. Уменьшение величины усилий, действующих на конденсаторы, может улучшить эксплуатационные характеристики и/или увеличить срок службы конденсаторов, поскольку большие усилия могут повредить конденсаторы или соединители между конденсаторами и шиной.

В одном или нескольких вариантах выполнения опорные конструкции механически поддерживают соответствующие конденсаторы вдоль по меньшей мере двух опорных направлений 1010, 1012, которые ортогональны друг другу. Например, первое опорное направление 1010, показанное на фиг. 27, направлено вертикально вверх параллельно оси 1002 высоты, чтобы указывать, что опорная конструкция поддерживает вес конденсатора (который направлен вниз по оси 1002 высоты под действием силы тяжести). Второе опорное направление 1012, показанное на фиг. 27, направленное параллельно продольной оси или оси 1003 глубины, указывает, что опорная конструкция ограничивает перемещение конденсатора вдоль продольной оси 1003 из-за вибраций, ускорений и/или ударных сил. На фиг. 27 также показано третье опорное направление 1014, которое параллельно и противоположно первому опорному направлению 1010 вдоль оси 1002 высоты. Таким образом, опорные конструкции ограничивают перемещение конденсаторов вверх из-за вибраций, ускорений и/или ударных сил. Третье опорное направление 1014 является ортогональным второму опорному направлению 1012. Несмотря на то, что это не указано в проиллюстрированном варианте выполнения, опорные конструкции также могут поддерживать конденсаторы в четвертом опорном направлении, которое параллельно и противоположно второму опорному направлению 1012 вдоль продольной оси 1003 (и ортогонально первому и третьему опорным направлениям 1010, 1014). Следовательно, конструктивные опоры поддерживают каждый из конденсаторов, по меньшей мере в одном вертикальном направлении, параллельном оси высоты, и по меньшей мере в одном продольном направлении, параллельном продольной оси (или оси глубины) (которая ортогональна как оси высоты, так и поперечной оси). Опорные направления 1010, 1012, 1014, обеспечиваемые опорными конструкциями, находятся в общей плоскости 1016. Плоскость 1016 параллельна плоскости 214 шины и отделена от нее. Как вариант, в дополнение или вместо опорных направлений, показанных на фиг. 27, опорные конструкции поддерживают конденсаторы по меньшей мере в двух ортогональных опорных направлениях в плоскости 1016, которые не параллельны осям 1001-1003.

Опорные конструкции могут быть прикреплены к монтажной опоре 504 системы для доставки электрической энергии, к кожуху 600 (показан на фиг. 11) или к другому компоненту на транспортном средстве. В проиллюстрированном варианте выполнения опорные конструкции прикреплены к балке (или кронштейну) 1018 монтажной опоры. Балка может механически поддерживать опорные конструкции относительно монтажной опоры, жестко прикрепляя опорные конструкции к монтажной опоре. Когда система для доставки электрической энергии подвергается воздействию усилий, связанных с вибрацией, ускорением и/или ударами, механическое крепление опорных конструкций к монтажной опоре уменьшает относительное перемещение между опорными конструкциями (и конденсаторами) и монтажной опорой. В проиллюстрированном варианте выполнения балка расположена над верхней частью 1020 опорных конструкций, причем опорные конструкции могут быть соединены с балкой посредством крепежных элементов, клея и/или тому подобного. Опорные конструкции могут быть прикреплены к монтажной опоре относительно шины по отдельности. Например, опорные конструкции устанавливают на балку монтажной опоры в месте, отстоящем на некоторое расстояние от шины. В альтернативном варианте выполнения, в дополнение к верхней части или вместо верхней части, опорные конструкции могут быть соединены с монтажной опорой в одном или нескольких других местах, таких как нижняя часть 1022 опорных конструкций или вдоль боковой стороны опорных конструкций.

Фиг. 28 изображает вид сбоку системы 200 для доставки электрической энергии, показывающий две опорные конструкции 1004, в соответствии с вариантом выполнения, показанным на фиг. 27. В проиллюстрированном варианте выполнения опорные конструкции окружают, по меньшей мере, большую часть периметра каждого из конденсаторов 208 для поддержки конденсаторов в многочисленных опорных направлениях. Конденсаторы могут быть цилиндрическими с круглыми периметрами или перифериями. Опорные конструкции на фиг. 28 окружают каждый конденсатор почти по всей его периферии,

если не по всей периферии, так что опорные конструкции поддерживают конденсаторы в совокупности радиально проходящих опорных направлений 1024. По меньшей мере, некоторые из радиально проходящих опорных направлений 1024 ортогональны друг другу.

В проиллюстрированном варианте выполнения каждая опорная конструкция представляет собой сборку, которая может содержать первый охватывающий элемент 1030 и второй охватывающий элемент 1032, которые соединяются вместе вокруг конденсаторов для поддержки конденсаторов. Конструкция опорных конструкций может упоминаться как двусторонняя конструкция. Первый охватывающий элемент 1030 имеет внутреннюю сторону 1034 и вогнутые канавки 1036, проходящие вдоль его внутренней стороны. Вогнутые канавки отстоят друг от друга по высоте первого охватывающего элемента. Аналогично, второй охватывающий элемент 1032 каждой опорной конструкции имеет внутреннюю сторону 1038 и вогнутые канавки 1040, проходящие вдоль его внутренней стороны, которые отстоят друг от друга по высоте второго охватывающего элемента.

Опорные конструкции показаны в собранном состоянии на фиг. 28. В собранном состоянии внутренние стороны 1034, 1038 первого и второго охватывающих элементов обращены друг к другу. Конденсаторы вставляются в соответствующие вогнутые канавки 1036, 1040 охватывающих элементов. Например, данный конденсатор 208А помещен в одну вогнутую канавку 1036А первого охватывающего элемента и одну вогнутую канавку 1040А второго охватывающего элемента. Вогнутая канавка первого охватывающего элемента окружает первую периметрическую часть конденсатора, а вогнутая канавка второго охватывающего элемента окружает вторую периметрическую часть конденсатора. Вторая периметрическая часть может по окружности отстоять от первой периметрической части, так что первый и второй охватывающие элементы не перекрывают друг друга. Вогнутые канавки первого и второго охватывающих элементов входят во взаимодействие с наружными поверхностями конденсаторов, чтобы поддерживать конденсаторы в радиально проходящих опорных направлениях.

Когда первый охватывающий элемент соединен со вторым охватывающим элементом, между внутренними сторонами первого и второго охватывающих элементов может быть образована линия 1042 стыка, проходящая вдоль тех частей 1044 охватывающих элементов, которые граничат с вогнутыми канавками. Например, некоторые части 1044 расположены между двумя вогнутыми канавками, а другие части 1044 расположены в верхней части 1020 и в нижней части 1022 опорной конструкции. Как вариант, внутренние стороны могут отстоять друг от друга у линии стыка с образованием узкого зазора между двумя охватывающими элементами. В качестве альтернативы, внутренние стороны охватывающих элементов могут упираться друг в друга по линии стыка.

В проиллюстрированном варианте выполнения каждая из двух опорных конструкций имеет вертикальную ориентацию, так что опорные конструкции проходят параллельно друг другу и параллельно оси 1002 высоты, показанной на фиг. 27. В альтернативном варианте выполнения опорные конструкции могут иметь другую ориентацию, например продольную ориентацию, параллельную продольной оси 1003, показанной на фиг. 27. Продольная ориентация может быть ортогональной показанной вертикальной ориентации. Например, система для доставки электрической энергии может содержать четыре продольно проходящие опорные конструкции, причем, вместо двух вертикально-опорных конструкций, показанных в проиллюстрированном варианте выполнения, каждая опорная конструкция окружает два конденсатора.

В соответствии с одним вариантом выполнения, фиг. 29 изображает вид в аксонометрии части первого охватывающего элемента 1030 одной из опорных конструкций 1004, показанных на фиг. 27 и 28. Фиг. 30 изображает вид в аксонометрии части второго охватывающего элемента 1032 той же самой опорной конструкции. Первый и второй охватывающие элементы 1030, 1032 могут представлять собой части любой из двух опорных конструкций, которые поддерживают сборку конденсаторов, как показано на фиг. 27 и 28. На проиллюстрированных частях первого и второго охватывающих элементов 1030, 1032 изображены концы опорной конструкции, такие как верхняя часть 1020.

В одном варианте выполнения первый охватывающий элемент может содержать стержни 1050, которые выступают из его внутренней стороны 1034. Например, стержни установлены на частях 1044 первого охватывающего элемента, которые граничат с вогнутыми канавками 1036. Эти стержни могут быть, по меньшей мере, частично, встроены в материал первого охватывающего элемента. Например, первый охватывающий элемент может быть, по меньшей мере, частично, состоять из композитного материала, пластмассы и/или тому подобного. Стержни могут быть встроены в материал путем закрепления конца каждого стержня в отверстии в материале с помощью клея, эпоксидной смолы или тому подобного, или же могут быть встроены на месте во время формирования первого охватывающего элемента, например в процессе формования или тому подобного. Стержни могут содержать металлический материал и крепежный элемент. В одном варианте выполнения стержни имеют спиральную резьбу, на которую может навинчиваться резьбовая гайка или другой резьбовой крепежный элемент. Стержни выступают с внутренней стороны в параллельной ориентации. Несмотря на то, что в показанной части первого охватывающего элемента изображены два стержня, в других вариантах выполнения весь первый охватывающий элемент может содержать более двух стержней. Стержни могут использоваться для соединения первого охватывающего элемента со вторым охватывающим элементом. В других вариантах выполнения могут использоваться другие крепежные элементы, такие как зажимы и быстроразъемные соединения.

Как показано на фиг. 30, второй охватывающий элемент имеет отверстия 1052, расположенные вдоль его внутренней стороны 1038. Каждое из отверстий имеет размеры и форму, подходящие для размещения в нем одного стержня первого охватывающего элемента для соединения вместе первого и второго охватывающих элементов. Диаметры отверстий могут быть немного больше, чем диаметры стержней, чтобы можно было вставлять стержни внутрь отверстий без взаимного удара или иного ограничения соединения, а также чтобы обеспечивать совмещение и направление во время операции соединения. Например, взаимодействие между стержнями и внутренними поверхностями отверстий может обеспечить направляющую, которая направляет соединение между двумя охватывающими элементами, когда два охватывающих элемента перемещаются навстречу друг другу и по направлению к расположенным между ними конденсаторам. Отверстия расположены так, чтобы совмещаться со стержнями, так что отверстия расположены на частях 1044 второго охватывающего элемента, которые граничат с вогнутыми канавками 1040. Отверстия, как вариант, проходят полностью через всю толщину второго охватывающего элемента от внутренней стороны 1038 этого элемента к его наружной стороне 1054, противоположной внутренней стороне. Как вариант, стержни могут выступать на некоторое расстояние из первого охватывающего элемента, которое тем больше, чем больше вес второго охватывающего элемента, так что, когда охватывающие элементы соединены вместе, дистальный кончик 1056 каждого стержня в конечном итоге выходит из отверстия и проходит за наружную сторону второго охватывающего элемента.

В одном или нескольких вариантах выполнения первый и второй охватывающие элементы содержат сжимаемые вкладыши 1060, расположенные в соответствующих вогнутых канавках 1036, 1040. Когда охватывающие элементы соединены вместе, сжимаемые вкладыши 1060 могут взаимодействовать с наружными поверхностями конденсаторов. Сжимаемые вкладыши прикреплены вдоль соответствующих криволинейных внутренних поверхностей 1062 охватывающих элементов, которые образуют вогнутые канавки. Вкладыши могут быть прикреплены к внутренним поверхностям с помощью клеев, крепежных элементов или тому подобного. В одном варианте выполнения сжимаемые вкладыши содержат материал, отличный от материала охватывающих элементов. Например, сжимаемые вкладыши могут быть менее жесткими и более гибкими и сжимаемыми, чем материал охватывающих элементов. Как вариант, вкладыши могут содержать или представлять собой пену или вспененный материал, такой как силиконовая пена или тому подобное. Во время процесса соединения, когда первый и второй охватывающие элементы перемещаются к конденсаторам, чтобы взаимодействовать с конденсаторами и охватывать их, сжимаемые вкладыши могут уменьшать и/или более равномерно распределять сжимающие усилия, действующие на конденсаторы. Например, если это необходимо, вкладыши могут сжимать различные количества конденсаторов в разных местах, чтобы зажимные усилия, действующие на конденсаторы, были более равномерными. Сжатие вкладышей во время соединения также может обеспечивать неотъемлемое преимущество самоцентрирующейся опорной конструкции на конденсаторах.

Фиг. 31 иллюстрирует часть одной из опорных конструкций 1004, показанных на фиг. 27-30, в частично собранном состоянии, в соответствии с одним вариантом выполнения. Чтобы собрать опорную конструкцию, первый и второй охватывающие элементы 1030, 1032 располагают вдоль противоположных сторон соответствующих конденсаторов 208 и совмещают друг с другом, чтобы обеспечить возможность размещения стержней 1050 в соответствующих отверстиях 1052. Охватывающие элементы проталкивают в направлении друг к другу и к конденсаторам между ними. В одном варианте выполнения как первый охватывающий элемент, так и второй охватывающий элемент могут перемещаться относительно конденсаторов. Охватывающие элементы перемещаются навстречу друг другу вдоль соединительной оси 1066. Взаимодействие стержней внутри отверстий направляет перемещение вдоль соединительной оси и содействует совмещению охватывающих элементов. В частично собранном состоянии, показанном на фиг. 31, сжимаемые вкладыши 1060 только начинают взаимодействовать с наружными поверхностями 1068 конденсаторов.

В соответствии с одним вариантом выполнения, на фиг. 32 изображена часть опорной конструкции 1004, показанной на фиг. 31 в полностью собранном состоянии. В одном или нескольких вариантах выполнения, как только дистальные кончики 1056 стержней 1050 проходят из отверстий вдоль наружной стороны 1054 второго охватывающего элемента 1032, крепежные элементы 1070 соединяются с дистальными кончиками для закрепления вместе первого и второго охватывающих элементов. Крепежные элементы 1070 в одном варианте выполнения представляют собой гайки, которые посредством резьбы соединяются с резьбовыми стержнями. Приложение вращающего момента к гайкам для вращения гаек на стержнях может прикладывать зажимное усилие, которое сближает два охватывающих элемента вдоль соединительной оси 1066 (показано на фиг. 31). Зажимное усилие, прикладываемое затягиванием гаек, может обеспечивать возможность самоцентрировки опорной конструкции вокруг конденсаторов. Например, если между первым охватывающим элементом и конденсаторами имеется больший зазор, чем между вторым охватывающим элементом и конденсаторами, то для обеспечения самоцентрировки в результате действия зажимного усилия первый охватывающий элемент может перемещаться на большее расстояние к конденсаторам и ко второму охватывающему элементу, чем расстояние, на которое перемещается второй охватывающий элемент. Сжимаемые вкладыши 1060 могут распределять зажимные усилия для обеспечения относительно равномерных сжимающих усилий по периметру конденсаторов.

В одном варианте выполнения, после соединения первых и вторых охватываемых элементов вместе для сборки опорной конструкции на конденсаторах, собранную опорную конструкцию затем прикрепляют к монтажной опоре 504. Как вариант, опорная конструкция может быть прикреплена к монтажной опоре с помощью монтажного кронштейна 1072, который присоединяет верхнюю часть 1020 опорной конструкции к балке 1018 монтажной опоры (как показано на фиг. 27). Опорная конструкция может быть собрана еще до прикрепления опорной конструкции к монтажной опоре для того, чтобы в процессе соединения оба охватываемых элемента свободно перемещались вдоль соединительной оси.

Фиг. 33 иллюстрирует опорную конструкцию 1100 для механической поддержки нескольких устройств накопления электрической энергии, таких как конденсаторы, системы для доставки электрической энергии в соответствии с первым альтернативным вариантом выполнения. Вместо двух опорных конструкций 1004, показанных на фиг. 27-32, могут быть использованы две из опорных конструкций 1100. Опорная конструкция 1100 имеет единый монолитный (например, цельный) корпус 1102, который имеет несколько проходящих через него отверстий 1104. Отверстия полностью проходят через толщину корпуса. Отверстия расположены на некотором расстоянии друг от друга по площади поверхности опорной конструкции. Каждое из отверстий имеет такие размеры и такое расположение, что обеспечивается возможность размещения в нем одного конденсатора. В показанном варианте выполнения изобретения опорная конструкция имеет четыре отверстия, которые расположены в разных квадрантах опорной конструкции.

Для того, чтобы установить опорную конструкцию на конденсаторы (или на другие устройства накопления энергии), которые выступают из шины, опорную конструкцию перемещают в направлении установки относительно конденсаторов. Направление установки ориентировано на шине 206 вдоль поперечной оси 1001, показанной на фиг. 27, таким образом, что дистальные концы 1008 являются первыми частями конденсаторов, которые вставляют в отверстия в опорной конструкции. Благодаря расположению четырех отверстий в вершинах четырехугольника опорная конструкция может быть установлена на верхней группе из четырех конденсаторов, показанных на фиг. 27, или на нижней группе из четырех конденсаторов. Для механической поддержки всех восьми конденсаторов в сборке другая опорная конструкция, которая является копией показанной конструкции, может быть установлена в другой группе из четырех конденсаторов. В качестве альтернативы, опорная конструкция 1100 может быть видоизменена, чтобы получить восемь отверстий, размер и расположение которых обеспечивает механическую поддержку всех восьми конденсаторов, используя единую опорную конструкцию.

В показанном варианте выполнения отверстия не имеют замкнутые формы (например, замкнутые окружности), а скорее являются открытыми по углам 1106 опорной конструкции. Открытые углы могут обеспечивать возможность, по меньшей мере, частичного, отклонения или изгибания опорной конструкции, по мере того как опорная конструкция загружается на конденсаторы, что может обеспечить выравнивание и/или самоцентрировку опорной конструкции относительно конденсаторов. Опорная конструкция может, как вариант, иметь сжимаемые вкладыши (не показаны), расположенные вдоль внутренних поверхностей 1108 конструкции, которые ограничивают отверстия. Как и опорные конструкции 1004, опорная конструкция 1100 может взаимодействовать и, по меньшей мере, частично, окружать конденсаторы, и механически поддерживать конденсаторы по меньшей мере в двух опорных направлениях, которые ортогональны друг другу.

Фиг. 34 иллюстрирует опорную конструкцию 1200 для механической поддержки нескольких устройств накопления электрической энергии, таких как конденсаторы, системы для доставки электрической энергии в соответствии со вторым альтернативным вариантом выполнения. В проиллюстрированном варианте выполнения опорная конструкция имеет единый, монолитный (например, цельный) корпус 1202, который имеет несколько углублений 1204 на первой стороне 1206 корпуса. Углубления расположены в форме четырехугольника, аналогично отверстиям 1104 опорной конструкции 1100, показанной на фиг. 33. Углубления, как вариант, не проходят полностью через толщину корпуса. Скорее углубления напоминают кратеры или впадины. Углубления так расположены и имеют такие размеры, что, когда опорная конструкция перемещается в направлении установки к шине для закрепления опорной конструкции на конденсаторах, в углубления могут быть вставлены дистальные концы 1008 (как показано на фиг. 27) разных конденсаторов. Углубления закрывают дистальные концы конденсаторов. Корпус опорной конструкции может быть, по меньшей мере, частично, сжимаемым или отклоняемым, чтобы ослаблять и/или поглощать усилия. Например, этот корпус может содержать сжимаемую пену.

Как и опорная конструкция 1100, две из опорных конструкций 1200 могут использоваться для механической поддержки всех восьми конденсаторов. В качестве альтернативы, опорная конструкция 1200 может быть видоизменена и иметь восемь углублений, которые имеют такой размер и такое расположение, чтобы механически поддерживать все восемь конденсаторов, используя единую опорную конструкцию. Подобно опорным конструкциям 1004 и 1100, опорная конструкция 1200 может взаимодействовать и, по меньшей мере, частично, окружать конденсаторы и механически поддерживать конденсаторы по меньшей мере в двух опорных направлениях, которые ортогональны друг другу.

На фиг. 35 показана опорная конструкция 1300 для механической поддержки нескольких устройств 208 накопления электрической энергии, таких как конденсаторы, системы для доставки электрической

энергии в соответствии с третьим альтернативным вариантом выполнения. Опорная конструкция 1300 может содержать прочный корпус 1302 и несколько хомутов 1304, которые прикреплены к прочному корпусу 1302. Прочный корпус может представлять собой стойку, которая прикреплена к монтажной опоре, или может представлять собой часть монтажной опоры. Каждый хомут представляет собой полосу, которая захватывает и обернута вокруг одного из конденсаторов. Хомуты привязаны к прочному корпусу посредством ремешков 1306. Как и опорные конструкции 1004, 1100 и 1200, опорная конструкция 1300 может механически поддерживать конденсаторы вдоль по меньшей мере двух опорных направлений, которые ортогональны друг другу.

В одном или нескольких вариантах выполнения конкретный тип, материалы и/или размеры опорной конструкции(й), используемой для механической поддержки устройств хранения электрической энергии, могут быть выбраны на основе ожидаемого применения системы для доставки электрической энергии. Например, если система для доставки электрической энергии должна быть установлена на борту внедорожного транспортного средства, который испытывает значительные вибрации и/или ударные нагрузки из-за перемещения по неровной местности или из-за выполнения других операций, то тип опорной конструкции или материалы и их размеры, могут быть выбраны для обеспечения поддержки требуемой величины, чтобы противостоять такой вибрации и/или ударам, не повреждая устройств накопления энергии или не ухудшая их характеристик. В неограничивающем примере две части двусторонней опорной конструкции 1004, показанной на фиг. 27-32, могут обеспечивать большую поддержку, чем цельная опорная конструкция 1100, показанная на фиг. 33. На основе этого предположения опорная конструкция 1004 может быть выбрана для эксплуатации в более сложных условиях, в которых ожидается, что на систему доставки энергии будут действовать большие усилия, а опорная конструкция 1100 может быть выбрана для более привычных применений с меньшими ожидаемыми усилиями в системе для доставки энергии. Кроме того, выбор типа опорной конструкции, материалов, размеров и/или средства крепления опорной конструкции к монтажной опоре могут быть оптимизированы или выбраны на основании сложности условий предполагаемого использования. Например, тип и/или размер сжимаемых вкладышей внутри опорной конструкции может иметь выбранный уровень пластичности (или других свойств), предназначенный для поглощения и передачи усилий ожидаемой величины.

В одном или нескольких вариантах выполнения предложена система для доставки электрической энергии, которая содержит стек модулей, токопроводящую шину и одно или несколько устройств накопления энергии. Стек модулей содержит несколько модулей, расположенных рядом друг с другом вдоль оси стека. Каждый из модулей имеет соответствующий корпус и внутренние электрические компоненты внутри корпуса. Токопроводящая шина ориентирована вдоль плоскости, параллельной оси стека. Шина установлена вдоль стороны стека модулей и электрически соединена с одним или несколькими модулями. Указанное одно или несколько устройств накопления энергии электрически соединено с шиной и проходит, со стороны шины, обращенной от блока модулей, так что шина расположена между одним или несколькими устройствами накопления энергии и стеком модулей.

Как вариант, внутренние электрические компоненты по меньшей мере двух из модулей в стеке модулей имеют одинаковую конфигурацию. Внутренние электрические компоненты по меньшей мере одного модуля в блоке модулей отличаются от внутренних электрических компонентов другого модуля в стеке модулей.

Как вариант, корпуса модулей в стеке модулей имеют одинаковый форм-фактор.

Как вариант, модули в стеке модулей содержат модуль выпрямителя, расположенный между двумя модулями инвертора. Модуль выпрямителя выполнен с возможностью распределения электрического тока на два модуля инвертора через шину. Как вариант, модуль выпрямителя электрически соединен с генератором переменного тока, который подает электрический ток на модуль выпрямителя, а два модуля инвертора электрически соединены с различными соответствующими двигателями для подачи электрического тока для питания двигателей.

Как вариант, модули в стеке модулей содержат по меньшей мере один модуль инвертора, по меньшей мере один модуль выпрямителя и по меньшей мере один модуль прерывателя. Как вариант, первый модуль прерывателя указанного по меньшей мере одного модуля прерывателя расположен на конце стека модулей.

Как вариант, внутренние электрические компоненты внутри корпусов модулей содержат один или несколько из транзисторов, диодов или дросселей.

Как вариант, одно или несколько устройств накопления энергии содержат сборку конденсаторов, установленных на шине. Каждый из конденсаторов в сборке проходит от шины вдоль соответствующей центральной оси. Центральные оси конденсаторов параллельны друг другу и перпендикулярны как оси стека, так и плоскости шины.

Как вариант, система для доставки электрической энергии дополнительно содержит кожух. Стек модулей, шина и одно или несколько устройств накопления энергии обычно размещены внутри кожуха.

Как вариант, система для доставки электрической энергии дополнительно содержит монтажную опору. Модули в стеке модулей установлены на монтажной опоре и поддерживаются монтажной опорой так, что смежные модули стека модулей отделены друг от друга зазорами.

В одном или нескольких вариантах выполнения предложена система для доставки электрической энергии, которая содержит стек модулей и шину. Стек модулей содержит несколько модулей, расположенных рядом вдоль оси стека.

Каждый из модулей имеет соответствующий корпус и внутренние электрические компоненты, расположенные внутри корпуса. Шина установлена вдоль стороны стека модулей и электрически соединена с одним или несколькими модулями. Шина содержит многослойную сборку из нескольких токопроводящих плоскостей. Модули стека модулей включают модуль выпрямителя, расположенный между двумя модулями инвертора. Модуль выпрямителя выполнен с возможностью распределения электрического тока на два модуля инвертора через шину. Внутренние электрические компоненты модуля выпрямителя выполнены с возможностью преобразования электрического тока, полученного от источника питания, из формата переменного тока в формат постоянного тока. Внутренние электрические компоненты указанных двух модулей инвертора выполнены с возможностью преобразования электрического тока, полученного от модуля выпрямителя, из формата постоянного тока в формат переменного тока.

Как вариант, шина ориентирована вдоль плоскости, параллельной оси стека.

Как вариант, корпуса модулей в стеке модулей имеют одинаковый форм-фактор.

Как вариант, модуль выпрямителя электрически соединен с генератором переменного тока, который подает электрический ток в модуль выпрямителя. Два модуля инвертора электрически соединены с различными соответствующими двигателями для подачи электрического тока для питания двигателей.

Как вариант, модули в стеке модулей также содержат модуль прерывателя, расположенный на конце стека модулей.

Как вариант, система для доставки электрической энергии дополнительно содержит сборку конденсаторов, установленных на шине и проходящих со стороны шины, обращенной от блока модулей, так что шина расположена между стеком модулей и сборкой конденсаторов. Каждый из конденсаторов в сборке проходит вдоль соответствующей центральной оси, которая перпендикулярна оси стека.

В одном или нескольких вариантах выполнения предложена система для доставки электрической энергии, которая содержит стек модулей и токопроводящую шину. Стек модулей содержит несколько модулей, расположенных рядом друг с другом вдоль оси стека. Каждый из модулей имеет соответствующий корпус и внутренние электрические компоненты, расположенные внутри корпуса. Корпуса модулей в стеке модулей имеют одинаковый форм-фактор. Токопроводящая шина установлена вдоль боковой стороны стека модулей и электрически соединена с одним или несколькими модулями. Внутренние электрические компоненты по меньшей мере двух из модулей в стеке модулей имеют одинаковую конфигурацию. Внутренние электрические компоненты по меньшей мере одного модуля в стеке модулей отличаются от внутренних электрических компонентов другого модуля в стеке модулей.

Как вариант, модули в стеке модулей содержат модуль выпрямителя, расположенный между двумя модулями инвертора. Модуль выпрямителя выполнен с возможностью распределения электрического тока на два модуля инвертора через шину. Как вариант, модули в стеке модулей также содержат модуль прерывателя, расположенный на конце стека модулей, так что один из двух модулей инвертора расположен между модулем выпрямителя и модулем прерывателя.

В одном или нескольких вариантах выполнения предложена монтажная система для установки модуля. Монтажная система содержит монтажную опору, несколько направляющих стержней и несколько подъемных элементов. Монтажная опора содержит заднюю стенку и опорную платформу. Направляющие стержни соединены с задней стенкой и проходят от нее. Направляющие стержни расположены над опорной платформой. Первый направляющий стержень из направляющих стержней расположен на заданной высоте над опорной платформой, с тем, чтобы обеспечивать возможность вставления первого направляющего стержня внутри канала модуля, когда модуль располагают на опорной платформе. Первый направляющий стержень выполнен с возможностью направления перемещения модуля относительно опорной платформы в направлении загрузки к задней стенке. Подъемные элементы расположены на задней стенке или вблизи нее. Когда модуль приближается к задней стенке, первый подъемный элемент из подъемных элементов выполнен с возможностью взаимодействия с модулем по наклонному контактному интерфейсу между первым подъемным элементом и модулем для подъема модуля с опорной платформы, в ответ на дополнительное перемещение модуля в направлении загрузки. Когда модуль находится в полностью загруженном положении по отношению к монтажной опоре, он поддерживается задней стенкой, первым подъемным элементом и/или первым направляющим стержнем и отделен от опорной платформы зазором.

Как вариант, первый подъемный элемент имеет наклонную поверхность, которая образует, по меньшей мере, часть наклонного контактного интерфейса между первым подъемным элементом и модулем, так что контактная поверхность модуля скользит вдоль наклонной поверхности, чтобы преобразовать поперечное перемещение модуля в направлении загрузки в вертикальное перемещение модуля от опорной платформы. Как вариант, первый подъемный элемент имеет промежуточную поверхность, расположенную в аксиальном направлении между задней стенкой и наклонной поверхностью, причем промежуточная поверхность имеет одинаковую высоту над опорной платформой вдоль своей длины. Когда модуль перемещается в направлении загрузки, промежуточная поверхность первого подъемного элемен-

та входит во взаимодействие с контактной поверхностью модуля после того, как контактная поверхность переместилась за пределы наклонной поверхности.

Как вариант, первый подъемный элемент установлен на первом направляющем стержне и имеет коническую форму.

Как вариант, первый подъемный элемент установлен на задней стенке в месте, которое находится на расстоянии от первого направляющего стержня.

Как вариант, первый подъемный элемент представляет собой клиновидный элемент, который установлен на опорной платформе.

Как вариант, направляющие стержни являются консольными и проходят от задней стенки к соответствующим дистальным концевым участкам направляющих стержней. Монтажная система также содержит крепежный элемент, который выполнен с возможностью разъемного соединения с дистальным концевым участком первого направляющего стержня для приложения зажимного усилия к модулю для прикрепления модуля к монтажной опоре. Как вариант, первый направляющий стержень имеет резьбу, а крепежный элемент представляет собой гайку, выполненную с возможностью резьбового соединения с дистальным концевым участком первого направляющего стержня.

Как вариант, первый подъемный элемент, расположенный на задней стенке или вблизи нее, представляет собой задний подъемный элемент, а монтажная система содержит передний подъемный элемент, который выполнен с возможностью установки на дистальном концевом участке первого направляющего стержня. Передний подъемный элемент имеет коническую форму, которая расклинивается под модулем для подъема переднего конца модуля с опорной платформы, в ответ на перемещение переднего подъемного элемента в направлении загрузки относительно модуля.

В одном или нескольких вариантах выполнения предложена монтажная система, которая содержит монтажную опору и первый модуль. Монтажная опора содержит заднюю стенку, несколько направляющих стержней, соединенных с задней стенкой и проходящих от нее, несколько подъемных элементов, расположенных на задней стенке или вблизи нее, и опорную платформу, расположенную под направляющими стержнями. Первый модуль выполнен с возможностью установки на монтажную опору в стеке с другими модулями. Первый модуль имеет верхнюю сторону и нижнюю сторону, противоположную верхней стороне. Первый модуль имеет канал, выполненный с возможностью вставления в него первого направляющего стержня из направляющих стержней. Канал расположен на заданной высоте над нижней стороной для того, чтобы обеспечивать первому направляющему стержню возможность входить в канал, когда нижнюю сторону располагают на опорной платформе. Первый направляющий стержень выполнен с возможностью направления перемещения первого модуля относительно опорной платформы в направлении загрузки к задней стенке. Когда первый модуль приближается к задней стенке, первый подъемный элемент из подъемных элементов может взаимодействовать с первым модулем по наклонному контактному интерфейсу между первым подъемным элементом и первым модулем для подъема первого модуля с опорной платформы, в ответ на дополнительное перемещение первого модуля в направлении загрузки. В полностью загруженном положении по отношению к монтажной опоре первый модуль поддерживается задней стенкой, первым подъемным элементом и/или первым направляющим стержнем, при этом нижняя сторона первого модуля отделена от опорной платформы зазором.

Как вариант, монтажная система также содержит второй модуль, выполненный с возможностью установки на монтажную опору над первым модулем таким образом, что первый модуль находится между вторым модулем и опорной платформой. Когда второй модуль перемещается в направлении загрузки, он, по меньшей мере, частично, поддерживается верхней стороной первого модуля. По меньшей мере второй подъемный элемент из подъемных элементов выполнен с возможностью взаимодействия со вторым модулем по наклонному контактному интерфейсу между вторым подъемным элементом и вторым модулем для подъема второго модуля с первого модуля, в ответ на дополнительное перемещение второго модуля в направлении загрузки. В полностью загруженном положении второй модуль поддерживается задней стенкой, вторым подъемным элементом и/или вторым направляющим стержнем, при этом второй модуль отделен от первого модуля зазором.

Как вариант, второй модуль имеет канал, выполненный с возможностью вставления в него второго направляющего стержня из направляющих стержней для направления перемещения второго модуля в направлении загрузки. Канал расположен на определенной высоте над нижней стороной второго модуля, чтобы обеспечивать второму направляющему стержню возможность входить в канал, когда нижняя сторона второго модуля расположена на верхней стороне первого модуля.

Как вариант, монтажная система также содержит опорный элемент, который расположен на некотором расстоянии от задней стенки монтажной опоры и механически соединен как с первым модулем, так и со вторым модулем для ограничения перемещения первого и второго модулей относительно друг друга.

Как вариант, первый модуль имеет заднюю сторону, которая обращена к задней стенке, и прокладку, установленную на задней стороне. Прокладка выполнена с возможностью сжатия между задней стороной первого модуля и задней стенкой, когда первый модуль находится в полностью загруженном положении.

Как вариант, первый модуль имеет переднюю сторону, обращенную от задней стенки. Первый модуль содержит полку, выступающую из передней стороны с образованием переднего конца первого модуля. На полке имеется ручка. Верхняя сторона первого модуля проходит вдоль полки.

Как вариант, канал первого модуля на задней стороне первого модуля содержит заднее отверстие. Заднее отверстие утоплено с образованием наклонной поверхности. Наклонная поверхность на заднем отверстии выполнена с возможностью взаимодействия с первым подъемным элементом и образования части наклонного контактного интерфейса, который поднимает первый модуль с опорной платформы.

Как вариант, первый подъемный элемент установлен на задней стенке в месте, которое находится на расстоянии от первого направляющего стержня. Первый модуль образует гнездо на задней стороне первого модуля. Гнездо находится на расстоянии от канала и выполнено с возможностью вставления в него первого подъемного элемента, чтобы образовать часть наклонного контактного интерфейса, который поднимает первый модуль с опорной платформы.

Как вариант, первый подъемный элемент представляет собой клиновидный элемент, который установлен на опорной платформе. Первый модуль содержит клиновидный элемент, установленный на верхней стороне первого модуля. Клиновидный элемент на первом модуле представляет собой второй подъемный элемент из подъемных элементов и выполнен с возможностью взаимодействия со вторым модулем, установленным на монтажной опоре над первым модулем на наклонном контактном интерфейсе, чтобы поднимать второй модуль с первого модуля в ответ на дополнительное перемещение второго модуля в направлении загрузки.

Как вариант, направляющие стержни являются консольными и проходят от задней стенки до соответствующих дистальных концевых участков направляющих стержней. Монтажная система также содержит крепежные элементы, которые выполнены с возможностью разъемного соединения с дистальными концевыми участками направляющих стержней для приложения зажимного усилия к первому модулю и другим модулям для крепления первого модуля и других модулей к монтажной опоре.

В одном или нескольких вариантах выполнения предложена монтажная система, которая содержит модуль, выполненный с возможностью установки на монтажную опору. Модуль содержит корпус, имеющий верхнюю сторону, нижнюю сторону, противоположную верхней стороне, и заднюю сторону, проходящую между верхней стороной и нижней стороной. Модуль имеет канал, выполненный с возможностью вставления в него направляющего стержня монтажной опоры. Канал расположен на заданной высоте над нижней стороной для того, чтобы направляющий стержень мог войти в канал, когда нижнюю сторону располагают на опорной платформе. Когда нижняя сторона входит во взаимодействие с опорной платформой, перемещение модуля в направлении загрузки по направлению к задней стенке монтажной опоры направляется направляющим стержнем внутри канала. Модуль содержит наклонную поверхность, проходящую от задней стороны в поперечном направлении относительно задней стороны. Наклонная поверхность выполнена с возможностью взаимодействия с подъемным элементом монтажной опоры, чтобы, когда модуль приближается к задней стенке, сформировать наклонный контактный интерфейс, который поднимает модуль с опорной платформы, в ответ на дополнительное перемещение модуля в направлении загрузки относительно подъемного элемента. Нижняя сторона модуля может быть отделена от опорной платформы зазором, когда модуль находится в полностью загруженном положении по отношению к монтажной опоре.

В одном или нескольких вариантах выполнения предложена система для доставки электрической энергии, которая содержит токопроводящую плоскость или шину, несколько устройств накопления электрической энергии и опорную конструкцию. Устройства накопления электрической энергии установлены на токопроводящей плоскости и электрически соединены с ней. Устройства накопления электрической энергии выступают из общей стороны токопроводящей плоскости. Опорная конструкция отстоит от токопроводящей плоскости. Опорная конструкция находится во взаимодействии и, по меньшей мере, частично, окружает каждое из устройств накопления электрической энергии, так что опорная конструкция механически поддерживает каждое из устройств накопления электрической энергии вдоль по меньшей мере двух опорных направлений, которые ортогональны друг другу.

Как вариант, указанные по меньшей мере два опорных направления находятся в общей плоскости, которая параллельна токопроводящей плоскости.

Как вариант, токопроводящая плоскость ориентирована параллельно оси высоты, а устройства накопления электрической энергии выступают в поперечном направлении из боковой стороны токопроводящей плоскости, параллельной поперечной оси. Опорная конструкция поддерживает каждое из устройств накопления электрической энергии в вертикальном направлении, параллельном оси высоты, и в продольном направлении, ортогональном как оси высоты, так и поперечной оси.

Как вариант, опорная конструкция окружает, по меньшей мере, большую часть периметра каждого из устройств накопления электрической энергии.

Как вариант, система для доставки электрической энергии также содержит монтажную опору. Опорная конструкция и токопроводящая плоскость крепятся к монтажной опоре по отдельности. Как вариант, монтажная опора выполнена с возможностью размещения на борту транспортного средства и подвергается воздействию вибрации, ускорения и ударных усилий во время движения транспортного средства. Опорная конструкция выполнена с возможностью выдерживать вес устройств накопления

электрической энергии и уменьшать усилия, действующие на устройства накопления электрической энергии, связанные с вибрацией, ускорением и ударными усилиями во время движения транспортного средства относительно устройств накопления электрической энергии, непосредственно соединенных с монтажной опорой.

Как вариант, опорная конструкция содержит первый охватывающий элемент и второй охватывающий элемент, которые выполнены с возможностью соединения друг с другом. Каждый из первого и второго охватывающих элементов имеет набор вогнутых канавок, проходящих вдоль соответствующей их внутренней стороны. Когда первый охватывающий элемент соединен со вторым охватывающим элементом, внутренние стороны обращены друг к другу, и каждое из устройств накопления электрической энергии, по меньшей мере, частично, окружено соответствующей вогнутой канавкой первого охватывающего элемента и соответствующей вогнутой канавкой второго охватывающего элемента.

Как вариант, первый охватывающий элемент содержит стержни, которые выступают из его внутренней стороны. Второй охватывающий элемент имеет отверстия, выполненные с возможностью вставления в него стержней для совмещения первого и второго охватывающих элементов и направляющих соединения первого и второго охватывающих элементов.

Как вариант, вогнутые канавки первого и второго охватывающих элементов содержат сжимаемые вкладыши. Сжимаемые вкладыши выполнены с возможностью взаимодействия с наружными поверхностями соответствующих устройств накопления электрической энергии и сжатия между соответствующими охватывающими элементами и наружными поверхностями, когда первый и второй охватывающие элементы соединены вместе.

Как вариант, как первый охватывающий элемент, так и второй охватывающий элемент выполнены с возможностью перемещения относительно устройств накопления электрической энергии навстречу друг другу, когда первый и второй охватывающие элементы соединяются вместе.

Как вариант, опорная конструкция имеет единый монолитный корпус, который имеет несколько проходящих через него отверстий, которые отстоят друг от друга по площади поверхности опорной конструкции. Каждое из отверстий так расположено и имеет такой размер, что, когда опорная конструкция перемещается относительно устройств накопления электрической энергии в направлении установки к токопроводящей плоскости, обеспечивается возможность вставления в отверстия разных устройств накопления электрической энергии.

Как вариант, опорная конструкция имеет единый монолитный корпус, который имеет несколько углублений, отстоящих друг от друга вдоль первой стороны. Каждое из углублений так расположено и имеет такой размер, что, когда опорная конструкция перемещается относительно устройств накопления электрической энергии в направлении установки к токопроводящей плоскости, обеспечивается возможность вставления в углубления дистальных концов разных устройств накопления электрической энергии.

Как вариант, опорная конструкция содержит прочный корпус и несколько хомутов, привязанных к прочному корпусу. Каждый из хомутов входит во взаимодействие с одним из устройств накопления электрической энергии.

В одном или нескольких вариантах выполнения предложена опорная конструкция для поддержки нескольких устройств накопления электрической энергии, которые проходят консольным образом от токопроводящей плоскости. Опорная конструкция содержит первый охватывающий элемент и второй охватывающий элемент. Первый охватывающий элемент имеет внутреннюю сторону и несколько вогнутых канавок, отстоящих друг от друга по длине внутренней стороны. Второй охватывающий элемент имеет внутреннюю сторону и несколько вогнутых канавок, отстоящих друг от друга по длине внутренней стороны. Первый и второй охватывающие элементы выполнены с возможностью соединения друг с другом вокруг устройств накопления электрической энергии, так что внутренние стороны обращены друг к другу. Когда первый и второй охватывающие элементы соединены вместе, они отстоят от токопроводящей плоскости, вогнутые канавки первого охватывающего элемента входят во взаимодействие с первыми периметрическими частями устройств накопления электрической энергии и окружают их, а вогнутые канавки второго охватывающего элемента входят во взаимодействие со вторыми периметрическими частями устройств накопления электрической энергии и окружают их. Вторые периметрические части расположены по окружности на некотором расстоянии от первых периметрических частей.

Как вариант, первый охватывающий элемент содержит стержни, которые выступают из его внутренней стороны, а второй охватывающий элемент имеет отверстия, открытые вдоль его внутренней стороны. Отверстия выполнены с возможностью размещения в них стержней для совмещения первого и второго охватывающих элементов и направления соединения этих элементов. Как вариант, стержни имеют резьбу, а опорная конструкция дополнительно содержит гайки, которые посредством резьбы соединяются со стержнями для приложения зажимного усилия для закрепления первого и второго охватывающих элементов на устройствах накопления электрической энергии.

Как вариант, вогнутые канавки первого и второго охватывающих элементов содержат сжимаемые вкладыши. Сжимаемые вкладыши выполнены с возможностью взаимодействия и сжатия с наружными поверхностями соответствующих устройств накопления электрической энергии, когда первый и второй охватывающие элементы соединяются вместе.

Как вариант, первый и второй охватывающие элементы выполнены с возможностью соединения вдоль соединительной оси. Когда первый и второй охватывающие элементы соединяются вместе, как первый охватывающий элемент, так и второй охватывающий элемент перемещаются относительно устройств накопления электрической энергии навстречу друг другу вдоль соединительной оси.

Как вариант, первый и второй охватывающие элементы, когда они соединены друг с другом вокруг устройств накопления электрической энергии, механически поддерживают каждое из устройств накопления электрической энергии вдоль по меньшей мере двух опорных направлений, которые ортогональны друг другу в общей плоскости. Общая плоскость параллельна токопроводящей плоскости, от которой отходят устройства накопления электрической энергии.

В одном или нескольких вариантах выполнения предложена система для доставки электрической энергии, которая содержит монтажную опору, токопроводящую плоскость, несколько устройств накопления электрической энергии и опорную конструкцию. Монтажная опора выполнена с возможностью установки на транспортном средстве. Токопроводящая плоскость прикреплена к монтажной опоре. Устройства накопления электрической энергии установлены и электрически соединены с токопроводящей плоскостью. Устройства накопления электрической энергии выступают из общей стороны токопроводящей плоскости. Опорная конструкция отстоит от токопроводящей плоскости и прикреплена к монтажной опоре. Опорная конструкция находится во взаимодействии с каждым из устройств накопления электрической энергии и, по меньшей мере, частично, его окружает, так что опорная конструкция механически поддерживает каждое из устройств накопления электрической энергии вдоль по меньшей мере двух опорных направлений, которые ортогональны друг другу. Опорная конструкция выполнена с возможностью выдерживать вес устройств накопления электрической энергии и уменьшать усилия, действующие на устройства накопления электрической энергии, связанные с одной или несколькими вибрационными, ускоряющими или ударными усилиями во время движения транспортного средства относительно устройства накопления электрической энергии, подсоединенного непосредственно к монтажной опоре.

Описаны иллюстративные варианты выполнения изобретения, примеры которых проиллюстрированы на прилагаемых чертежах. Везде, где возможно, одинаковые номера позиций, используемые на чертежах, относятся к одинаковым или подобным частям. Некоторые варианты выполнения изобретения описаны в отношении внедорожных транспортных средств, предназначенных для выполнения операций, связанных с конкретной отраслью промышленности, таких как горная промышленность, строительство, сельское хозяйство и т.д., и могут включать самосвалы, краны, землеройные машины, горные машины, сельскохозяйственное оборудование, тракторы, погрузочно-разгрузочное оборудование, землеройная техника и т.д. Однако варианты выполнения изобретения также применимы для использования с другими транспортными средствами, такими как дорожные транспортные средства (например, автомобили, тягачи с прицепом, буровые установки, самосвалы и т.д.), железнодорожные и морские транспортные средства. Варианты выполнения изобретения также применимы для использования в стационарных, не транспортных средствах, для доставки электроэнергии на фабрики и на другие промышленные установки.

В той степени, в которой чертежи иллюстрируют схемы функциональных блоков различных вариантов выполнения, функциональные блоки не обязательно указывают на разделение между аппаратными схемами. Таким образом, например, один или несколько функциональных блоков (например, процессоры или запоминающие устройства) могут быть реализованы в одном аппаратном обеспечении (например, процессор сигналов общего назначения, микроконтроллер, оперативное запоминающее устройство, жесткий диск и т.п.). Аналогичным образом, программы могут быть автономными программами, могут быть включены в качестве подпрограмм в операционной системе, могут быть функциями в установленном программном блоке и т.п. Различные варианты выполнения не ограничены устройствами и инструментами, показанными на чертежах.

Описание является иллюстративным, а не ограничивающим. Например, варианты выполнения (и/или их аспекты) могут использоваться в сочетании друг с другом. Кроме того, может быть сделано много модификаций для адаптации конкретной ситуации или материала к идеям изобретения, не выходя за пределы его объема. Несмотря на то, что размеры и типы материалов, описанных в настоящем документе, определяют параметры объекта изобретения, они никоим образом не являются ограничивающими и представляют собой иллюстративные варианты выполнения. Многие другие варианты выполнения будут очевидны для специалиста в данной области техники после рассмотрения приведенного выше описания. Следовательно, объем изобретения должен быть определен со ссылкой на прилагаемую формулу изобретения вместе с полным объемом эквивалентов, на которые распространяются такие пункты формулы изобретения.

Настоящее описание использует примеры, чтобы раскрыть несколько вариантов выполнения изобретения, а также дать возможность специалисту использовать варианты выполнения изобретения на практике, включая создание и использование любых устройств или систем и выполнение любых включенных способов. Патентуемый объем изобретения определяется формулой изобретения и может включать другие примеры, которые известны специалисту в данной области техники. Такие другие примеры входят в объем формулы изобретения, если они имеют конструктивные элементы, которые не отличаются

ся от буквального языка формулы изобретения, или если они включают эквивалентные конструктивные элементы с несущественными отличиями от буквального языка формулы изобретения.

Используемый в настоящем документе термин "элемент" или "этап", указанный в единственном числе, следует понимать как не исключающий несколько упомянутых элементов или этапов, если только такое исключение не указано явным образом. Кроме того, ссылки на "один вариант выполнения" изобретения не предназначены для интерпретации как исключающие существование дополнительных вариантов выполнения, которые также включают перечисленные признаки. Кроме того, если прямо не указано иное, варианты выполнения, "содержащие", "включающие" или "имеющие" элемент или несколько элементов, имеющих конкретное свойство, могут содержать дополнительные такие элементы, не имеющие этого свойства. В прилагаемой формуле изобретения термины "включающий" и "в котором" используются как простые эквиваленты соответствующих терминов "содержащий" и "где". Кроме того, в следующей формуле изобретения термины "первый", "второй", "третий" и т.д. используются только в качестве меток и не предназначены для наложения числовых требований на элементы, к которым они относятся. Кроме того, ограничения следующей формулы изобретения не записаны в формате "средство плюс функция" и не предназначены для интерпретации на основе параграфа 112(f) главы 35 свода законов США, если и до тех пор пока такие ограничения не заявлены, явно используя фразу "средство для", за которой следует заявление о функции, без описания дальнейшей конструкции.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система для доставки электрической энергии, содержащая:

стек модулей, содержащий несколько модулей, расположенных друг над другом вдоль оси стека, причем каждый модуль имеет соответствующий корпус и внутренние электрические компоненты, расположенные внутри этого соответствующего корпуса, причем модули в стеке модулей содержат по меньшей мере один модуль инвертора, по меньшей мере один модуль выпрямителя и по меньшей мере один модуль прерывателя, выполненный с возможностью электрического соединения с сеткой сопротивлений, токопроводящую шину, ориентированную вдоль плоскости, параллельной оси стека, причем шина установлена вдоль стороны стека модулей и электрически соединена с одним или несколькими модулями, и

одно или несколько устройств накопления электрической энергии, электрически соединенных с шиной, причем указанные одно или несколько устройств накопления электрической энергии проходят со стороны шины, обращенной от стека модулей, так что шина расположена между указанными одним или несколькими устройствами накопления электрической энергии и стеком модулей.

2. Система по п.1, в которой внутренние электрические компоненты по меньшей мере двух модулей в стеке модулей имеют одинаковую конфигурацию, а внутренние электрические компоненты по меньшей мере одного модуля в стеке модулей отличаются от внутренних электрических компонентов другого модуля в стеке модулей.

3. Система по п.1, в которой корпуса модулей в стеке модулей имеют одинаковый форм-фактор.

4. Система по п.1, в которой первый модуль выпрямителя указанного по меньшей мере одного модуля выпрямителя расположен между двумя модулями инвертора указанного по меньшей мере одного модуля инвертора при отсутствии между указанными двумя модулями инвертора каких-либо других модулей, причем указанный первый модуль выпрямителя выполнен с возможностью распределения электрического тока к двум модулям инвертора через шину.

5. Система по п.1, в которой первый модуль прерывателя указанного по меньшей мере одного модуля прерывателя расположен на конце стека модулей.

6. Система по п.1, в которой указанные одно или несколько устройств накопления электрической энергии содержат сборку конденсаторов, установленную на шине, причем каждый из конденсаторов в сборке проходит от шины вдоль соответствующей центральной оси, причем центральные оси конденсаторов параллельны друг другу и перпендикулярны как оси стека, так и плоскости шины.

7. Система по п.1, дополнительно содержащая монтажную опору, причем модули в стеке модулей установлены на монтажной опоре и поддерживаются монтажной опорой таким образом, что смежные модули стека модулей отделены друг от друга зазорами.

8. Система по п.1, дополнительно содержащая монтажную систему, которая содержит:

монтажную опору, содержащую заднюю стенку и опорную платформу,

несколько направляющих стержней, присоединенных к указанной задней стенке и проходящих от нее, причем направляющие стержни расположены над опорной платформой и первый направляющий стержень из направляющих стержней расположен на заданной высоте над опорной платформой с обеспечением возможности введения первого направляющего стержня в канал одного из модулей при расположении модуля на опорной платформе, причем первый направляющий стержень выполнен с возможностью направления перемещения модуля относительно опорной платформы в направлении загрузки к задней стенке, и

несколько подъемных элементов, расположенных на указанной задней стенке или вблизи нее, при

этом первый подъемный элемент из указанных подъемных элементов выполнен с возможностью взаимодействия с модулем по наклонному контактному интерфейсу между первым подъемным элементом и модулем, когда модуль приближается к задней стенке, для поднятия модуля с опорной платформы в ответ на дополнительное перемещение модуля в направлении загрузки,

при этом, когда модуль находится в полностью загруженном положении по отношению к монтажной опоре, он поддерживается одним или несколькими из следующих элементов: задней стенкой, первым подъемным элементом или первым направляющим стержнем, причем модуль отделен от опорной платформы зазором.

9. Система по п.8, в которой первый подъемный элемент имеет наклонную поверхность, которая образует, по меньшей мере, часть наклонного контактного интерфейса между первым подъемным элементом и модулем, так что контактная поверхность модуля скользит вдоль указанной наклонной поверхности для преобразования поперечного перемещения модуля в направлении загрузки в вертикальное перемещение модуля от опорной платформы.

10. Система по п.9, в которой первый подъемный элемент имеет промежуточную поверхность, расположенную в аксиальном направлении между задней стенкой и наклонной поверхностью, причем промежуточная поверхность имеет одинаковую высоту над опорной платформой вдоль ее длины, при этом промежуточная поверхность первого подъемного элемента взаимодействует с контактной поверхностью модуля после того, как контактная поверхность переместилась за пределы наклонной поверхности при перемещении модуля в направлении загрузки.

11. Система по п.9, в которой первый подъемный элемент представляет собой один из следующих элементов:

- (i) установленный на первом направляющем стержне и имеющий коническую форму,
- (ii) установленный на задней стенке в месте, которое находится на расстоянии от первого направляющего стержня, или
- (iii) клиновидный элемент, который установлен на опорной платформе.

12. Система по п.8, в которой направляющие стержни расположены консольно и проходят от задней стенки к своим соответствующим дистальным концевым участкам, причем монтажная система также содержит крепежный элемент, который выполнен с возможностью разъемного соединения с дистальным концевым участком первого направляющего стержня для приложения зажимного усилия к модулю для прикрепления модуля к монтажной опоре.

13. Система по п.8, в которой первый подъемный элемент, который расположен на задней стенке или вблизи нее, представляет собой задний подъемный элемент, а монтажная система содержит передний подъемный элемент, который выполнен с возможностью установки на дистальном концевом участке первого направляющего стержня, причем передний подъемный элемент имеет коническую форму, которая заклинивается под модулем для поднятия переднего конца модуля с опорной платформы в ответ на перемещение переднего подъемного элемента в направлении загрузки относительно модуля.

14. Система по п.1, в которой указанные одно или несколько устройств накопления электрической энергии содержат множество устройств накопления электрической энергии, при этом система для доставки электрической энергии дополнительно содержит опорную конструкцию, расположенную на расстоянии от токопроводящей шины, при этом опорная конструкция взаимодействует с каждым из устройств накопления электрической энергии и, по меньшей мере, частично, окружает его так, что опорная конструкция механически поддерживает каждое из указанных устройств вдоль по меньшей мере двух опорных направлений, которые ортогональны друг другу.

15. Система по п.14, в которой указанные по меньшей мере два опорных направления находятся в общей плоскости, параллельной токопроводящей шине.

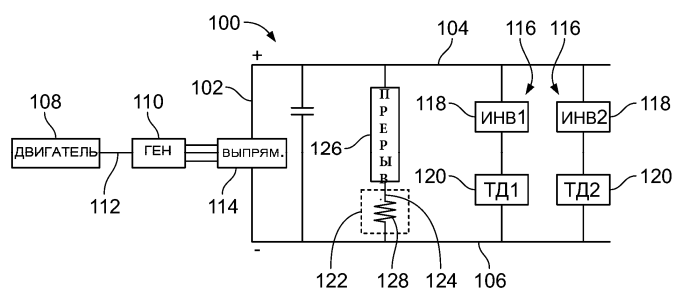
16. Система по п.14, в которой опорная конструкция окружает, по меньшей мере, большую часть периметра каждого из устройств накопления электрической энергии.

17. Система по п.14, дополнительно содержащая монтажную опору, выполненную с возможностью размещения на борту транспортного средства и с возможностью воздействия на нее вибрации, ускорения и ударных усилий во время движения транспортного средства, при этом опорная конструкция и токопроводящая шина прикреплены к монтажной опоре по отдельности, причем опорная конструкция выполнена с возможностью выдерживать вес устройств накопления электрической энергии и с возможностью уменьшать усилия, воздействующие на указанные устройства и связанные с вибрацией, ускорением и ударными усилиями во время движения транспортного средства, по сравнению с устройствами накопления электрической энергии, соединенными непосредственно с монтажной опорой.

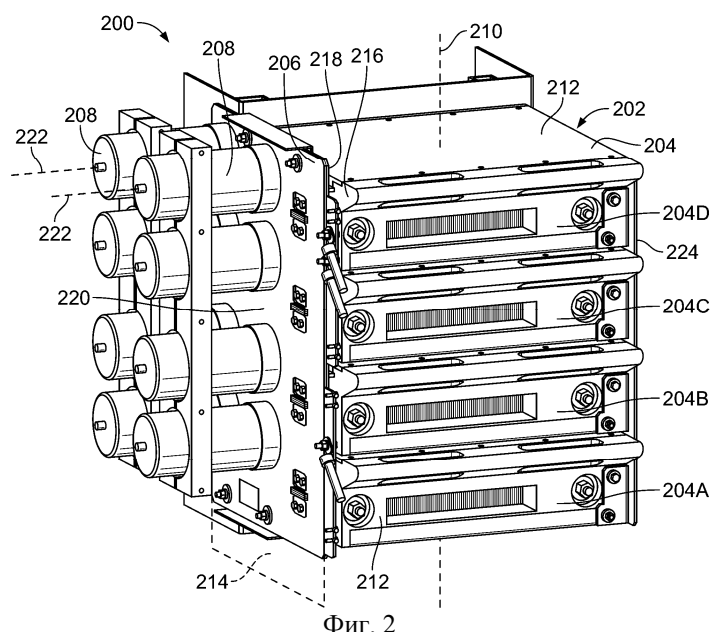
18. Система по п.14, в которой опорная конструкция содержит первый охватывающий элемент и второй охватывающий элемент, которые выполнены с возможностью соединения друг с другом, причем каждый из первого и второго охватывающих элементов имеет набор вогнутых канавок, проходящих вдоль их соответствующей внутренней стороны, при этом, когда первый охватывающий элемент соединен со вторым охватывающим элементом, указанные внутренние стороны обращены друг к другу, и каждое устройство накопления электрической энергии, по меньшей мере, частично, окружено соответствующей вогнутой канавкой первого охватывающего элемента и соответствующей вогнутой канавкой

второго охватывающего элемента.

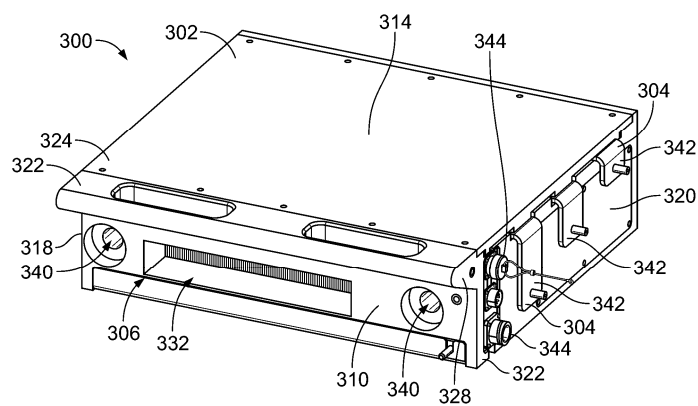
19. Система по п.14, в которой опорная конструкция имеет цельный монолитный корпус, который имеет несколько проходящих через него отверстий или нескольких углублений, расположенных вдоль его первой стороны, причем отверстия или углубления расположены на расстоянии друг от друга по площади поверхности опорной конструкции, и каждое из отверстий или углублений так расположено и имеет такой размер, что обеспечена возможность размещения разных устройств накопления электрической энергии в опорной конструкции при перемещении опорной конструкции относительно устройств накопления электрической энергии в направлении установки к токопроводящей шине.



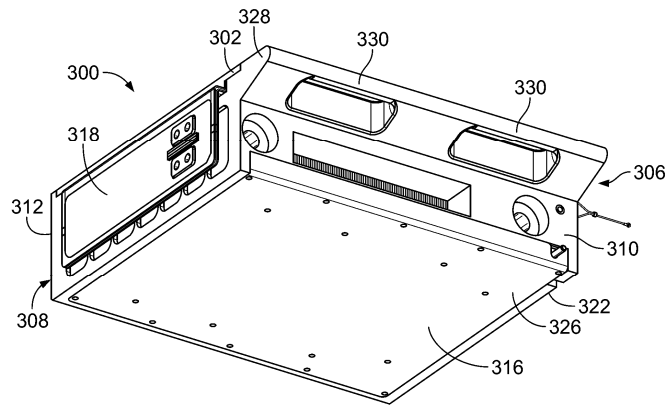
Фиг. 1



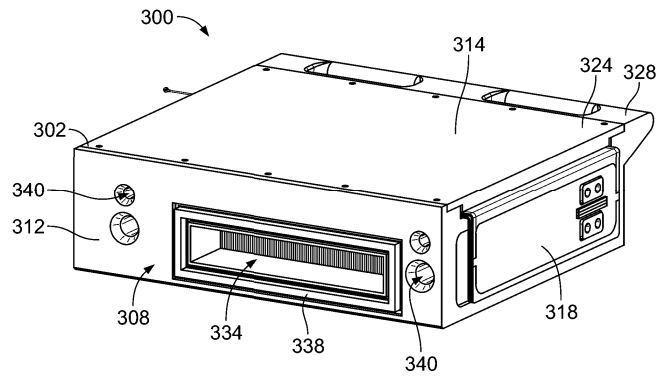
Фиг. 2



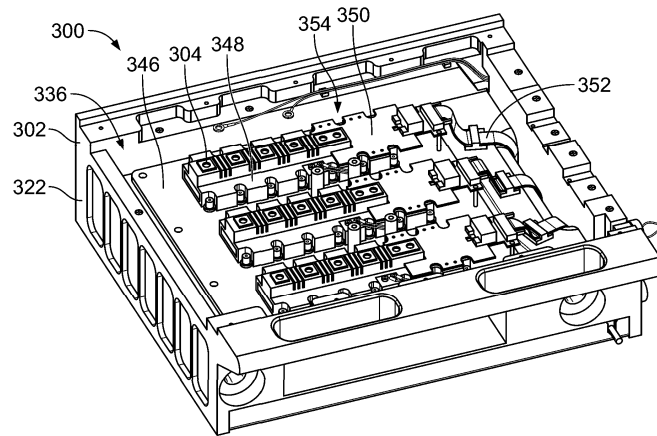
Фиг. 3



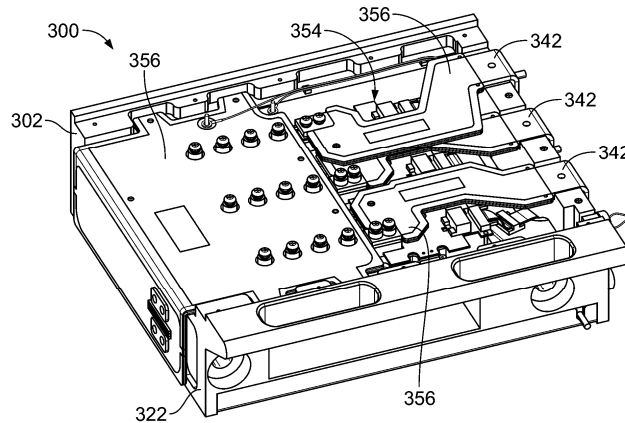
Фиг. 4



Фиг. 5



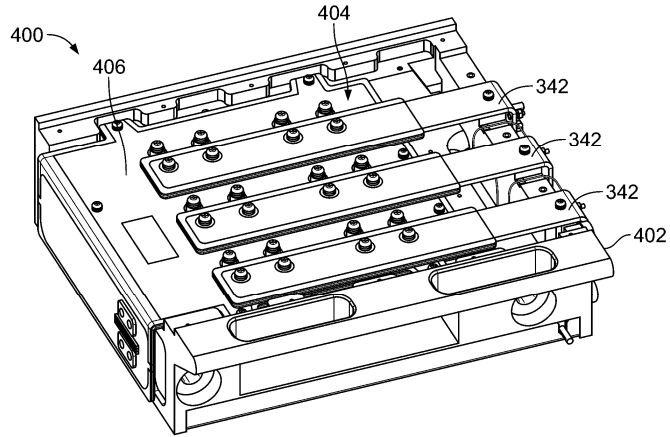
Фиг. 6



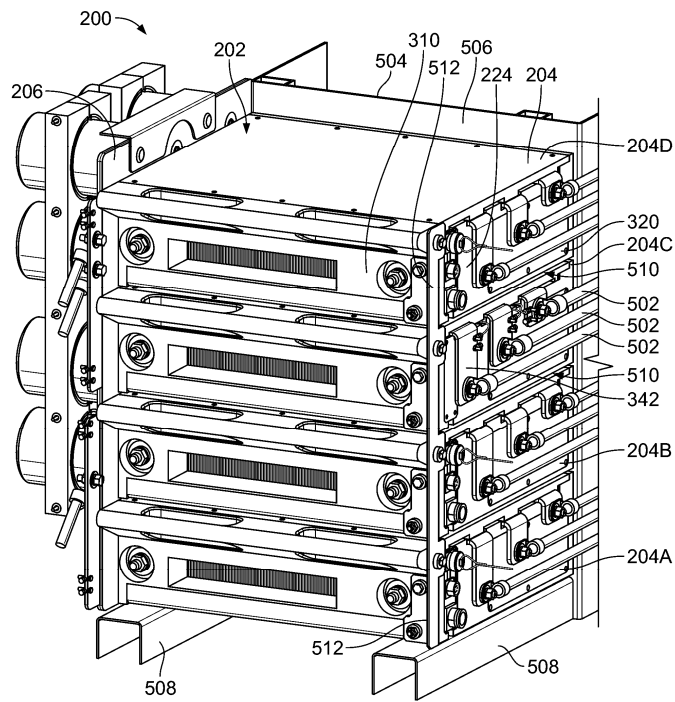
Фиг. 7

- 356 → Токпроводящие шины ← 300
- 354 → Силовая электроника
- 346 → 1-й теплоотвод
- 360 → 2-ой теплоотвод
- 362 → Управляющая электроника

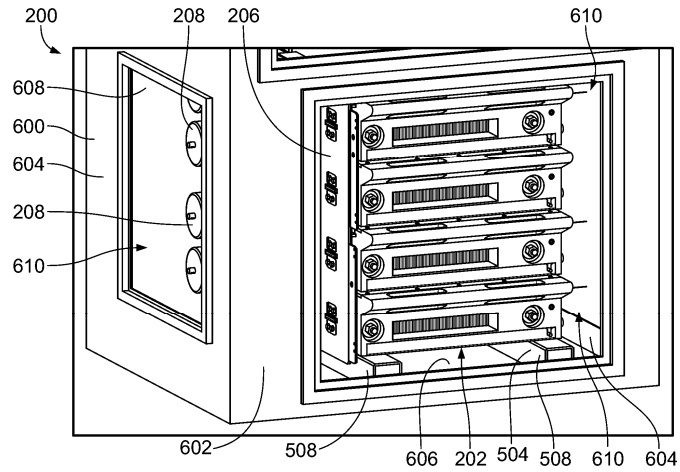
Фиг. 8



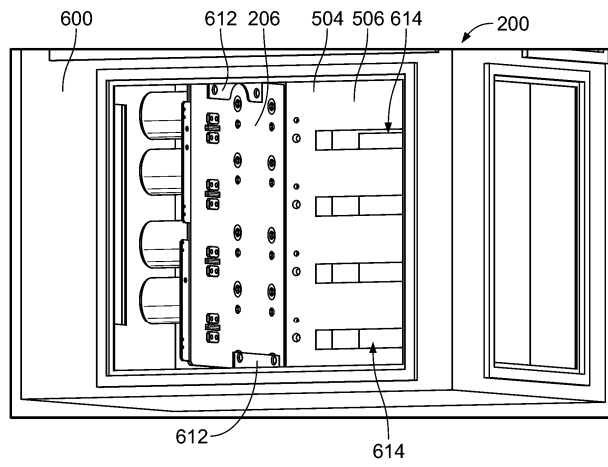
Фиг. 9



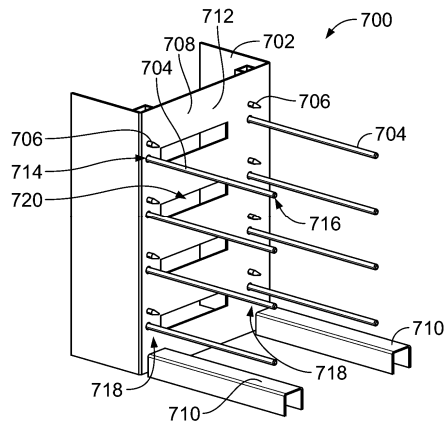
Фиг. 10



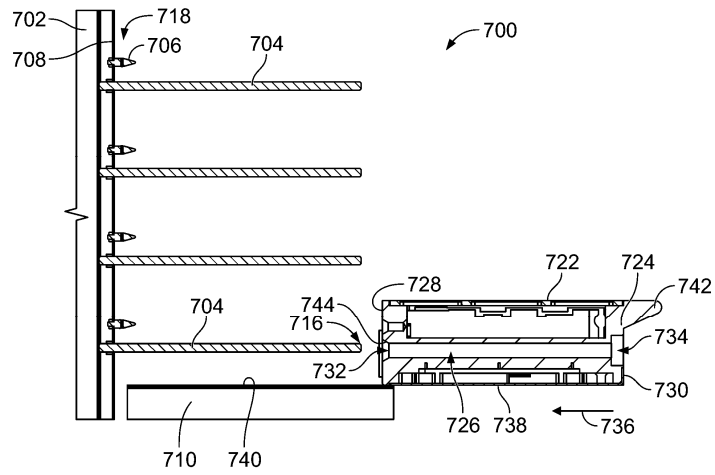
Фиг. 11



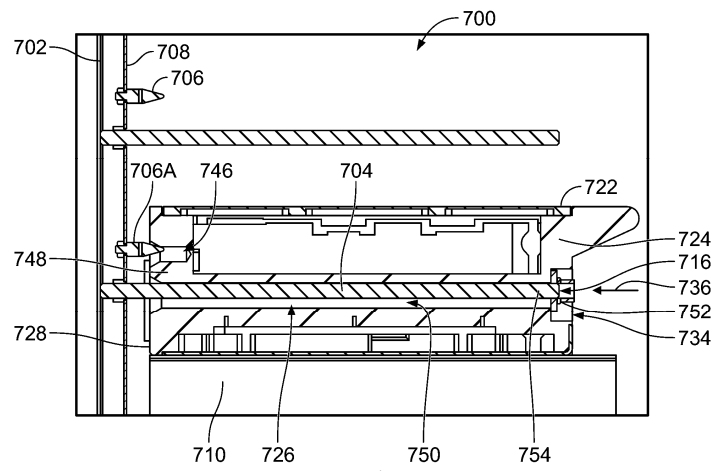
Фиг. 12



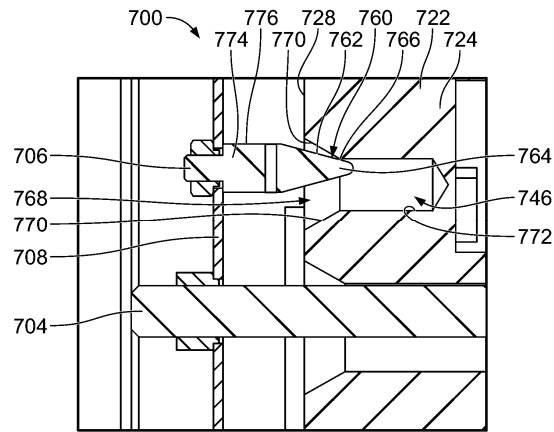
Фиг. 13



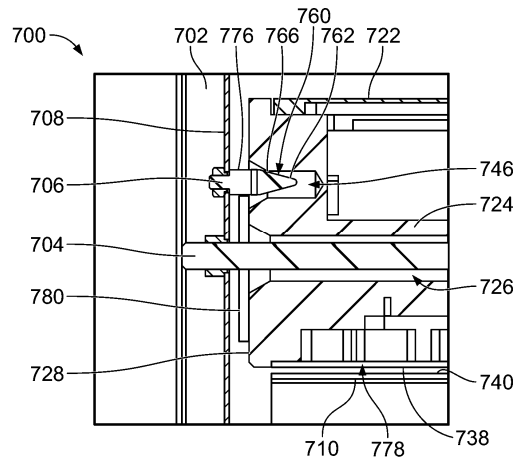
Фиг. 14



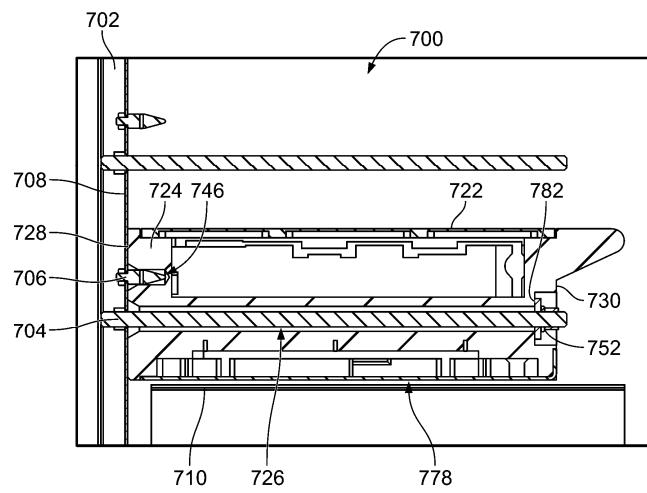
Фиг. 15



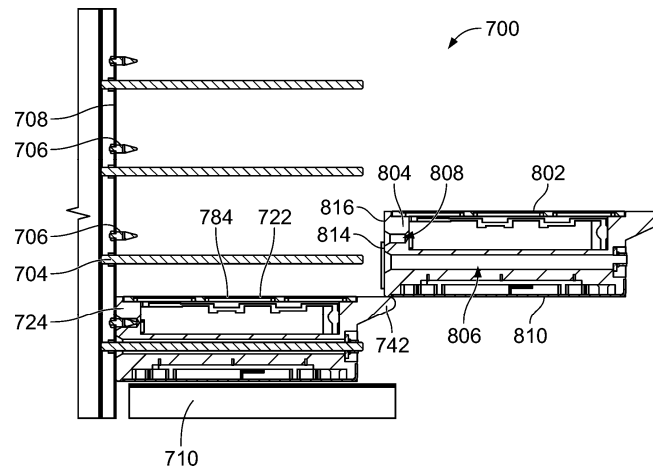
Фиг. 16



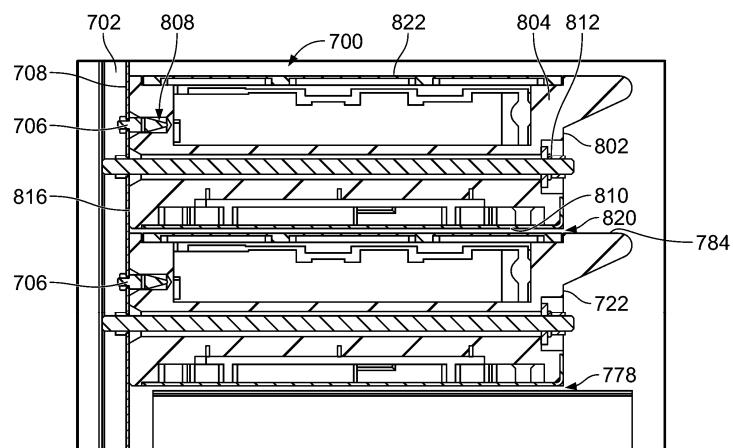
Фиг. 17



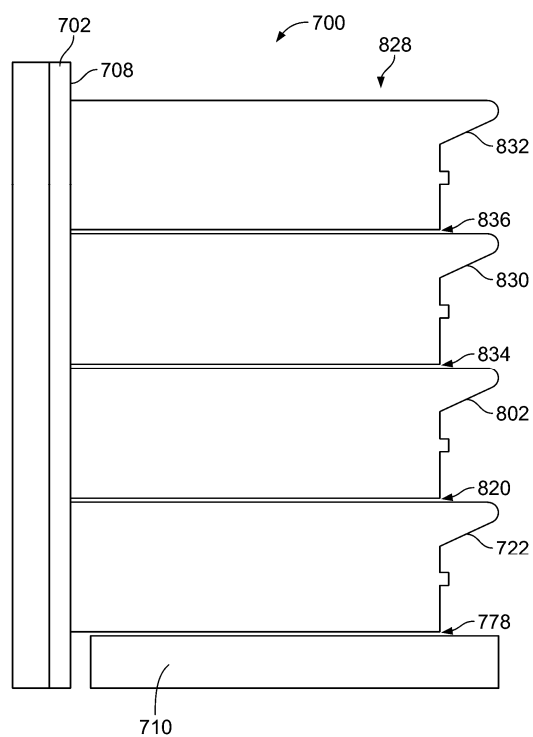
Фиг. 18



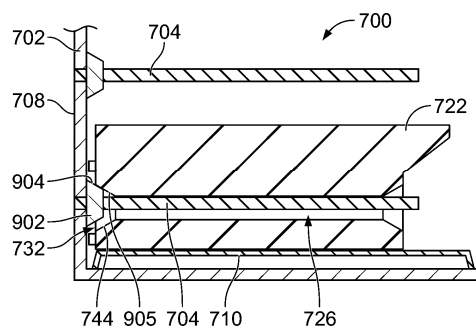
Фиг. 19



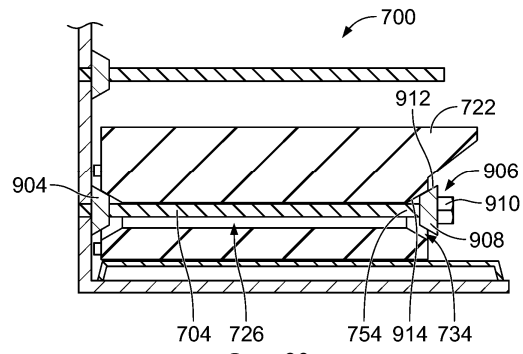
Фиг. 20



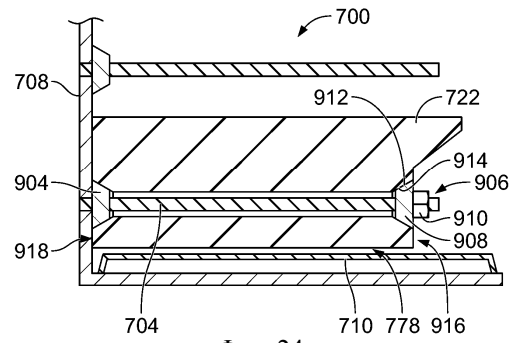
Фиг. 21



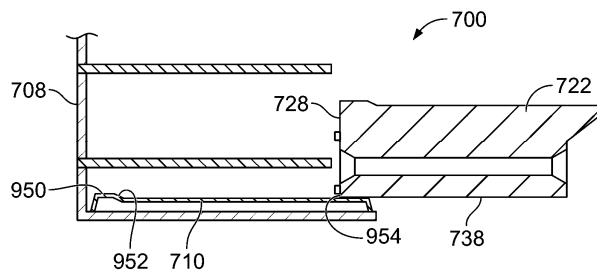
Фиг. 22



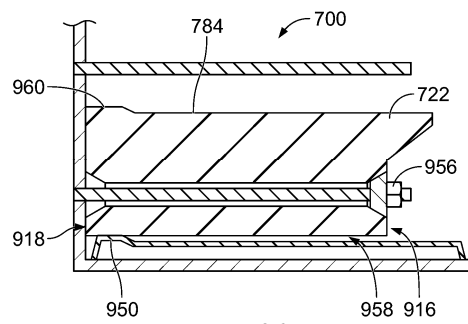
Фиг. 23



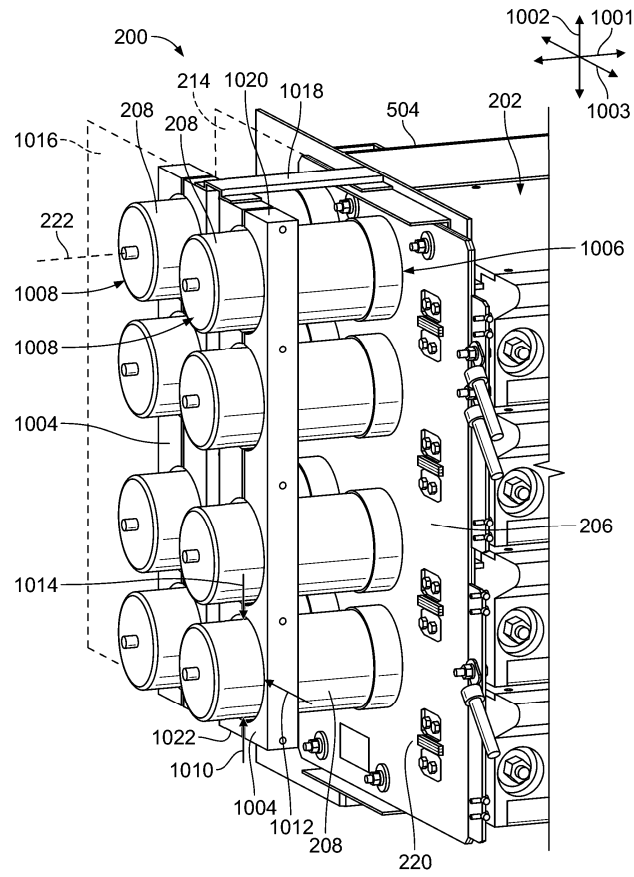
Фиг. 24



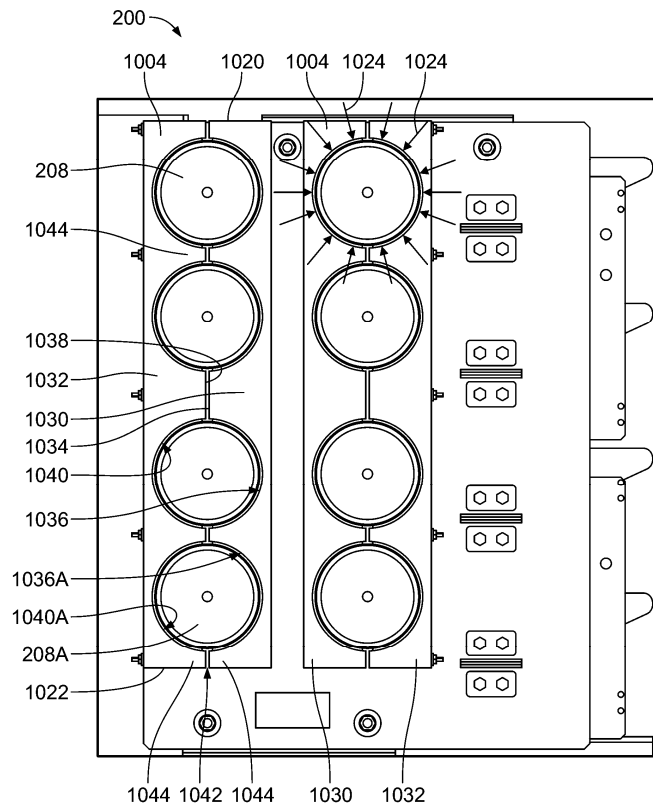
Фиг. 25



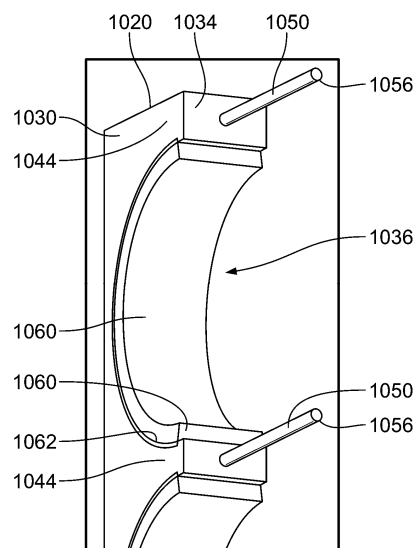
Фиг. 26



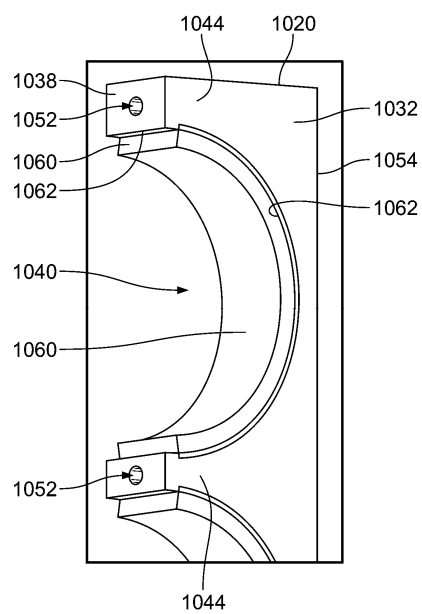
Фиг. 27



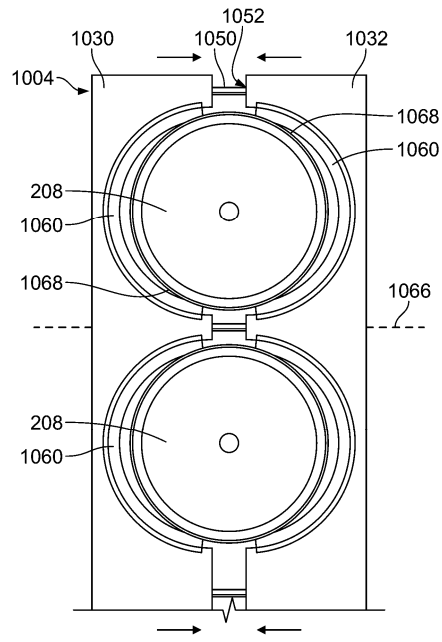
Фиг. 28



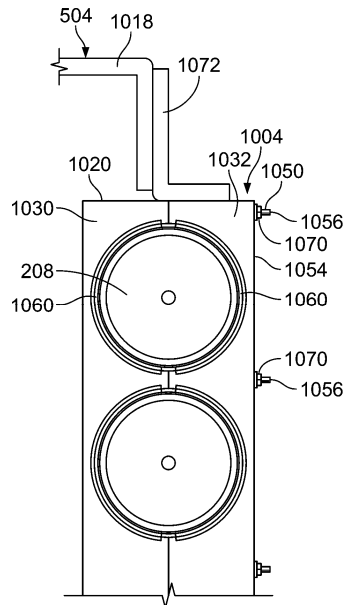
Фиг. 29



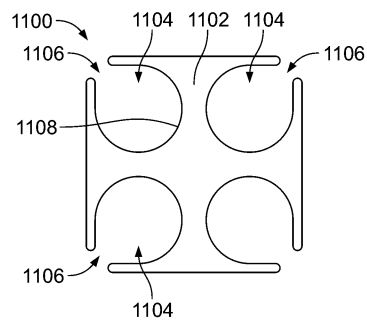
Фиг. 30



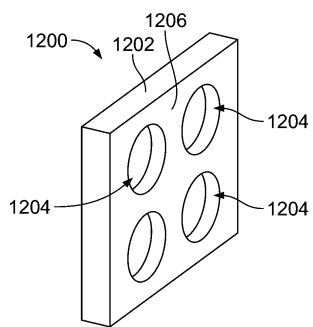
Фиг. 31



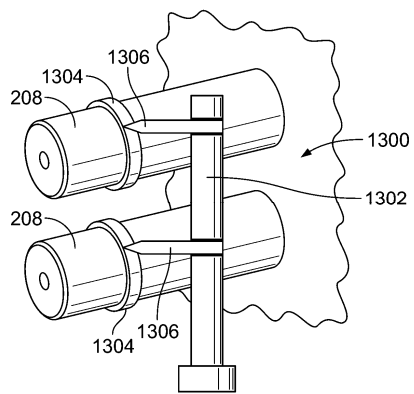
Фиг. 32



Фиг. 33



Фиг. 34



Фиг. 35

