

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039535**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.02.08

(21) Номер заявки
201892463

(22) Дата подачи заявки
2017.05.23

(51) Int. Cl. **H02P 25/08** (2016.01)
H02P 3/18 (2006.01)
H02P 3/16 (2006.01)
H02P 9/40 (2006.01)
H02P 25/04 (2006.01)

(54) **ДВИГАТЕЛЬ И СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДОМ С УЛУЧШЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ**

(31) **62/340,326; 15/601,784**

(32) **2016.05.23; 2017.05.22**

(33) **US**

(43) **2019.06.28**

(86) **PCT/US2017/033948**

(87) **WO 2017/205342 2017.11.30**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и патентовладелец:

ГАРСИЯ РЕДЖИНАЛЬД (US)

(74) Представитель:

Нилова М.И. (RU)

(56) **US-B1-6628105**
US-B1-6392370
JP-A-2011259571
GB-A-1597486
US-A-4127803
US-A1-20040222756
US-A-4684867

(57) Описаны усовершенствованные устройства и способы возвращения магнитной энергии двигателя в систему двигателя. Раскрыты усовершенствованные системы и конфигурации батарей для улучшения восстановления магнитной энергии двигателя и повышения эффективности двигателя. Источник питания имеет первый полюс и второй полюс. Фазная обмотка выполнена с возможностью приема электрической энергии от источника питания для создания магнитного поля для сообщения движения ротору. Батарея имеет первый полюс и второй полюс, первый полюс батареи выполнен с возможностью приема энергии магнитного поля фазной обмотки, второй полюс батареи связан с первым полюсом источника питания и имеет полярность, которая противоположна полярности первого полюса источника питания.

B1

039535

039535

B1

Уровень техники

В двигателях обычно используется ротор, который вращается относительно статора. Многие электродвигатели вызывают движение ротора посредством магнитного поля, приложенного к ротору. Такие двигатели могут включать в себя двигатели с коммутируемым реактивным сопротивлением, двигатели с изменяемым коммутируемым реактивным сопротивлением, индукторные двигатели, электродвигатели с постоянными магнитами и т.п.

Однако стандартным двигателям, в которых используется магнитное поле для вращения ротора, присущи потери энергии, рассеиваемой в магнитном поле. Такие потери энергии могут ухудшать характеристики этих двигателей, что приводит к снижению эксплуатационной эффективности.

Таким образом, необходимы усовершенствованные устройства, системы и способы захвата энергии магнитных полей и снижения потерь энергии в двигателях.

Сущность изобретения

Устройства, системы и способы, раскрытые в настоящем описании, сконструированы для удовлетворения потребности в повышении эффективности двигателя и улучшении захвата энергии магнитного поля.

Раскрыта схема управления приводом для двигателя согласно одному варианту реализации, содержащая источник питания, имеющий первый полюс и второй полюс. Фазная обмотка связана с первым полюсом источника питания и выполнена с возможностью приема электрической энергии от источника питания для создания магнитного поля для сообщения движения ротору. Ключ связывает фазную обмотку с вторым полюсом источника питания. Батарея имеет первый полюс и второй полюс, первый полюс батареи выполнен с возможностью приема энергии магнитного поля фазной обмотки, второй полюс батареи связан с первым полюсом источника питания и имеет полярность, которая противоположна полярности первого полюса источника питания.

Согласно одному варианту реализации раскрыт двигатель, который содержит ротор и источник питания, имеющий первый полюс и второй полюс. Статор содержит фазную обмотку, связанную с первым полюсом источника питания и выполненную с возможностью приема электрической энергии от источника питания для создания магнитного поля для сообщения движения ротору. Ключ связывает фазную обмотку с вторым полюсом источника питания. Батарея имеет первый полюс и второй полюс, первый полюс батареи выполнен с возможностью приема энергии магнитного поля фазной обмотки, второй полюс батареи связан с первым полюсом источника питания и имеет полярность, которая противоположна полярности первого полюса источника питания.

Согласно одному варианту реализации раскрыт способ, включающий управление двигателем, имеющим схему управления приводом. Схема управления приводом содержит источник питания, имеющий первый полюс и второй полюс. Фазная обмотка связана с первым полюсом источника питания и выполнена с возможностью приема электрической энергии от источника питания для создания магнитного поля для сообщения движения ротору. Ключ связывает фазную обмотку с вторым полюсом источника питания. Батарея имеет первый полюс и второй полюс, первый полюс батареи выполнен с возможностью приема энергии магнитного поля фазной обмотки, второй полюс батареи связан с первым полюсом источника питания и имеет полярность, которая противоположна полярности первого полюса источника питания.

Согласно одному варианту реализации раскрыта схема управления приводом для двигателя, содержащая источник питания, имеющий первый полюс и второй полюс. Фазная обмотка связана с первым полюсом источника питания и выполнена с возможностью приема электрической энергии от источника питания для создания магнитного поля для сообщения движения ротору. Ключ связывает фазную обмотку с вторым полюсом источника питания. Выпрямитель связан с фазной обмоткой и выполнен с возможностью выпрямления тока, полученного из магнитного поля фазной обмотки, для выработки выпрямленного тока. Устройство для накопления энергии выполнено с возможностью приема выпрямленного тока от выпрямителя и сохранения энергии, полученной из выпрямленного тока.

Краткое описание чертежей

Признаки и преимущества систем, устройств и способов, раскрытых в настоящем описании, будут оценены по достоинству и станут более понятными после ознакомления с подробным описанием, приложенной формулой и сопроводительными чертежами.

На фиг. 1 схематически показана диаграмма схемы управления приводом согласно одному варианту реализации настоящего изобретения.

На фиг. 2 показана временная диаграмма результатов испытания работы и выходной мощности схемы управления приводом согласно одному варианту реализации настоящего изобретения.

На фиг. 3А показан вид сбоку корпуса двигателя согласно одному варианту реализации настоящего изобретения.

На фиг. 3В показан вид спереди половины корпуса двигателя, показанного на фиг. 3А, взятый по средней линии.

На фиг. 3С показан вид сзади половины корпуса двигателя, показанного на фиг. 3А, взятый по той же средней линии, как и показанный на фиг. 3В.

На фиг. 4 показан вид сверху статора согласно одному варианту реализации настоящего изобретения.

На фиг. 5 схематически показана диаграмма монтажной схемы статора согласно одному варианту реализации настоящего изобретения.

На фиг. 6 показан вид сверху ротора согласно одному варианту реализации настоящего изобретения.

На фиг. 7 показан вид сверху ротора и статора согласно одному варианту реализации настоящего изобретения.

На фиг. 8 схематически показана диаграмма схемы управления приводом согласно одному варианту реализации настоящего изобретения.

На фиг. 9 схематически показана диаграмма измененной версии схемы управления приводом, показанной на фиг. 8.

На фиг. 10 схематически показана диаграмма схемы управления приводом согласно одному варианту реализации настоящего изобретения.

На фиг. 11 схематически показана диаграмма монтажной схемы статора согласно одному варианту реализации настоящего изобретения.

На фиг. 12 схематически показана диаграмма схемы управления приводом согласно одному варианту реализации настоящего изобретения.

На фиг. 13 схематически показана диаграмма измененной версии схемы управления приводом, показанной на фиг. 12.

Осуществление изобретения

На фиг. 1 показан вариант реализации схемы 10 управления приводом согласно одному варианту реализации настоящего изобретения. Схема 10 управления приводом может быть использована для управления двигателем. Двигатель может быть использован для выработки механической мощности.

Схема 10 управления приводом может включать источник 12 питания, используемый для подачи энергии одной или более фазным обмоткам 14a, 14b, 14c. Источник 12 питания может содержать батарею, звено постоянного тока или другую форму источника питания. Предпочтительно источник 12 питания выполнен с возможностью перезарядки и соответственно может содержать батарею или тому подобный элемент. Согласно одному варианту реализации, показанному на фиг. 1, источник 12 питания вырабатывает входное напряжение постоянного тока для фазных обмоток 14a, 14b, 14c. Согласно другим вариантам реализации источником 12 питания может быть обеспечено входное напряжение переменного тока.

Источник 12 питания содержит два полюса. Как показано на фиг. 1, источник 12 питания имеет полюсы противоположной полярности, включая положительный полюс 16 и отрицательный полюс 18. Положительный полюс 16 может быть связан с питающим концом, или концом без точки, фазной обмотки 14a.

Фазная обмотка 14a может быть выполнена с возможностью прохождения электрического тока через нее для формирования магнитного поля. Ток может проходить от источника 12 питания таким образом, что фазная обмотка 14a принимает электрическую энергию от источника 12 питания для создания магнитного поля. Фазная обмотка 14a может быть частью статора и связана со статором, и магнитное поле может использоваться для сообщения движения ротору. Несмотря на то, что фазная обмотка 14a показана как одиночная катушка, фазная обмотка 14a может содержать любое количество катушек или обмоток.

Ключ 20a может быть связан с ключевым концом, или концом с точкой, фазной обмотки 14a. Ключ 20a может связывать ключевой конец, или конец с точкой, фазной обмотки 14a с отрицательным полюсом 18 источника 12 питания таким образом, что ток проходит через фазную обмотку 14a и ключ 20a и достигает отрицательного полюса 18, когда ключ 20a замкнут. Ключ 20a может содержать полупроводник, или механический, или электромеханический ключ. В одном из вариантов реализации, в котором используется полупроводниковый ключ, могут использоваться полупроводниковые ключи различных типов, такие как транзисторы, тиристоры, фотоэлементы или другой полупроводниковый ключ. Согласно одному варианту реализации, показанному на фиг. 1, может быть использован n-p-n-транзистор с коллектором, связанным с фазной обмоткой 14a, и эмиттером, связанным с отрицательным полюсом 18.

Диод 22a может быть связан с ключевым концом, или концом с точкой, фазной обмотки 14a. Диод 22a также может быть соединен с концом обмотки, соединенной с ключом 20a. Диод 22a может быть прямым смещением относительно фазной обмотки 14a. Диод 22a также может служить выпрямителем для выпрямления тока, выработанного магнитным полем фазной обмотки 14a, для выработки выпрямленного тока.

Устройство для накопления энергии может быть связано с ключевым концом, или концом с точкой, фазной обмотки 14a через диод 22a. Устройство для накопления энергии может содержать батарею 24. Батарея 24 может иметь два полюса. Как показано на фиг. 1, батарея 24 имеет полюса противоположной полярности, включая положительный полюс 26 и отрицательный полюс 28. Положительный полюс 26 может быть связан с фазной обмоткой 14a, и отрицательный полюс 28 может быть связан с положительным полюсом 16 источника 12 питания. Батарея 24 может содержать герметичную свинцовую кислотную батарею. Согласно другим вариантам реализации могут использоваться батареи других типов, такие как никель-кадмиевая (NiCd) батарея, никель-металлогидридная (NiMH) батарея, литий-ионная (Li-ion) батарея, литий-ион-полимерная (Li-ion polymer) батарея, щелочная батарея многократно-

го использования или батареи других типов. Согласно одному из вариантов реализации, в котором источник 12 питания содержит батарею, батарея может содержать герметичную свинцовую кислотную батарею. Батарея также может содержать батареи других типов, такие как кадмий-никелевая (NiCd) батарея, никель-металлогидридная (NiMH) батарея, литий-ионная (Li-ion) батарея, литий-ион-полимерная (Li-ion polymer) батарея, щелочная батарея многократного использования или батареи других типов.

Еще одно устройство для накопления энергии может быть связано с ключевым концом, или концом с точкой, фазной обмотки 14а через диод 22а. Устройство для накопления энергии может содержать батарею 30. Батарея 30 может включать два полюса. Как показано на фиг. 1, батарея 30 имеет полюса противоположной полярности, включая положительный полюс 32 и отрицательный полюс 34. Положительный полюс 32 может быть связан с фазной обмоткой 14а, и отрицательный полюс 34 может быть связан с отрицательным полюсом 18 источника 12 питания. Батарея 30 может содержать герметичную свинцовую кислотную батарею. Согласно другим вариантам реализации могут использоваться батареи других типов, такие как никель-кадмиевая (NiCd) батарея, никель-металлогидридная (NiMH) батарея, литий-ионная (Li-ion) батарея, литий-ион-полимерная (Li-ion polymer) батарея, щелочная батарея многократного использования или батареи других типов.

Когда ключ 20а замкнут, ток протекает через фазную обмотку 14а к отрицательному полюсу 18 источника 12 питания. Ток, протекающий через фазную обмотку 14а, образует магнитное поле, которое используется для сообщения движения ротору. Энергия сохраняется в магнитном поле. Когда ключ 20а разомкнут, ток не протекает через ключ 20а. Энергия магнитного поля передается через диод 22а батарее 24. Положительный полюс 26 батареи 24 принимает энергию магнитного поля от фазной обмотки 14а. Результирующее напряжение, приложенное к батарее 24, заряжает батарею 24. Энергия магнитного поля передается батарее 24 и сохраняется в батарее 24. Энергия магнитного поля также может быть передана через диод 22а батарее 30. Результирующее напряжение, приложенное к батарее 30, заряжает батарею 30. Энергия магнитного поля передается батарее 30 и сохраняется в батарее 30.

Когда ключ 20а снова замыкается, ток снова протекает через него. Когда затем ключ 20а открывается, батарея 24 снова заряжается. Энергия, сохраняемая в батарее 24, может быть введена назад в работу обмоток 14а, 14b, 14с или может быть введена в источник 12 питания. Энергия магнитного поля соответственно может быть возвращена в систему. Батарея 30 может служить для сохранения любой избыточной выработанной энергии, когда ключи 20а, 20b, 20с разомкнуты, для предотвращения повреждения схемы и полезного извлечения этой энергии.

Согласно одному варианту реализации может быть использована только батарея 24. Согласно другим вариантам реализации также может быть использована батарея 30.

Полюс 28 батареи 24 имеет полярность, противоположную полярности полюса 16 источника 12 питания, с которым он соединен. Согласно другим вариантам реализации полярность каждого полюса 16, 18 источника 12 питания и каждого полюса 26, 28 батареи 24 может быть переключена таким образом, что полярность полюса 28 батареи 24 остается противоположной полярности полюса 16 источника 12 питания, с которым он соединен.

Использование батареи 24 с полюсом 28, полярность которого противоположна полярности полюса 16 источника 12 питания, позволяет обеспечить низкую пульсацию крутящего момента и мягкую коммутацию, что повышает эффективность, как показано в диаграммах на фиг. 2.

Батарея 24 может быть выполнена таким образом, что напряжение на батарее 24 равно или меньше, чем напряжение на источнике 12 питания. Поддерживание напряжения батареи 24 равным или меньше, чем напряжение источника 12 питания, может обеспечить повышенную эффективность и улучшенную работу схемы 10 управления приводом и двигателя. Батарея 24 может быть выполнена таким образом, что напряжение батареи 24 остается равным или меньше, чем напряжение источника 12 питания. Согласно одному из вариантов реализации, в котором источником 12 питания является батарея, как источник 12 питания, так и батарея 24 могут быть выполнены таким образом, что напряжение на батарее 24 меньше или равно напряжению на источнике 12 питания. Согласно одному варианту реализации напряжение батареи 24 может быть меньше, чем напряжение на источнике 12 питания.

Схема 10 управления приводом может использоваться в многофазном двигателе, в котором множество обмоток могут быть последовательно активированы для получения необходимой выходной мощности двигателя. Как показано на фиг. 1, может быть использовано трехфазное активирование, с обмотками 14а, 14b, 14с, работающими последовательно для получения необходимой выходной мощности двигателя. Фазная обмотка 14b может быть связана с ключом 20b и диодом 22b подобным образом, как и фазная обмотка 14а с ее соответствующим ключом 20а и диодом 22а. Фазная обмотка 14с может быть связана с ключом 20с и диодом 22с подобным образом, как и фазная обмотка 14а с ее соответствующим ключом 20а и диодом 22а.

Каждая фазная обмотка 14b, 14с может быть связана с батареей 24 для зарядки батареи 24 подобным образом, как описано в отношении обмотки 14а. Зарядка батареи 24 может происходить последовательно с последовательной работой ключей 20а, 20b, 20с. Каждая фазная обмотка 14b, 14с может быть связана с батареей 30 для зарядки батареи 30 подобным образом, как описано в отношении обмотки 14а. Зарядка батареи 30 может происходить последовательно с последовательной работой ключей 20а, 20b,

20с. Несмотря на то, что на фиг. 1 показана трехфазная конфигурация, в другом варианте реализации могут использоваться большее или меньшее количество фаз.

Схема 10 управления приводом может использоваться в электродвигателе с коммутируемым реактивным сопротивлением или электродвигателе с изменяемым коммутируемым реактивным сопротивлением. Активирование обмоток 14а, 14b, 14с может вызвать магнитное притяжение ротора к соответствующей обмотке 14а, 14b, 14с. Последовательное активирование обмоток 14а, 14b, 14с может создать магнитное притяжение ротора в последовательности, которая принуждает ротор вращаться необходимым способом. Контроллер 36 может использоваться для размыкания и замыкания каждого из ключей 20а, 20b, 20с в необходимой последовательности для создания необходимого вращения ротора. Контроллер 36 может использоваться для управления вращением двигателя вперед и назад, временем работы, а также управления скоростью путем управления работой ключей 20а, 20b, 20с. Контроллер 36 может быть выполнен с возможностью реверсивной работы и может обеспечивать изменяемое управление скоростью. Контроллер 36 может быть выполнен с возможностью обеспечивать гибкое управление скоростью, которое может быть выполнено с возможностью оптимизации рабочей скорости на основании различных типов работы и случаев применения двигателя. Контроллер 36 может быть выполнен с возможностью его программирования для обеспечения необходимой работы контроллера 36 и соответствующего двигателя.

Схема управления приводом 10 может быть использована в двигателе с конфигурацией 12/8, означающей, что используются двенадцать (12) полюсов статора и восемь (8) полюсов ротора. Статор может иметь наружную периферийную область цилиндрической формы.

Двигатель может быть двигателем с коммутируемым реактивным сопротивлением или двигателем с изменяемым коммутируемым реактивным сопротивлением. Согласно другим вариантам реализации могут быть использованы другие конфигурации.

На фиг. 2 показана временная диаграмма результатов испытания работы и выхода схемы 10 управления приводом, показанной на фиг. 1. На фиг. 2 показан потенциальный выход и работа схемы 10 управления приводом в двигателе с коммутируемым реактивным сопротивлением в конфигурации 12/8, со статором, имеющим наружную периферийную область цилиндрической формы. Работа и выход, показанные на фиг. 2, могут изменяться согласно различным конфигурациям и режимам работы схемы 10 управления приводом и двигателя.

В каждой диаграмме, показанной на фиг. 2, горизонтальная ось обозначает время в миллисекундах.

Самая верхняя диаграмма показывает фазный ток через соответствующую из обмоток 14а, 14b, 14с. Вертикальная ось самой верхней диаграммы обозначает фазный ток в амперах. Ток через каждую обмотку 14а, 14b, 14с показан соответствующей линией, причем ток фазы А показан сплошной линией, ток фазы В показан пунктирными линиями, и ток фазы С показан штрихпунктирной линией. Ток фазы С, например, показан как повышающийся от примерно 0 А до диапазона от 100 А до 140 А во время активирования и затем показан как уменьшающийся вновь до примерно 0 А, поскольку соответствующий ключ 20с замкнут и прекращает ток, протекающий через соответствующую обмотку 14с. Ток фазы С показан как возрастающий до периода 31а мягкой коммутации до окончания 33а коммутации. Другой период 31b мягкой коммутации фазы С имеет место после соответствующей мягкой коммутации и завершения периодов коммутации фаз В и А. Период 31b мягкой коммутации фазы С длится до окончания 33b коммутации.

Средняя диаграмма показывает ток, подаваемый в батарею 24. Вертикальная ось средней диаграммы обозначает ток, поступающий в батарею 24, в амперах. Ток батареи демонстрирует выброс 35а, 35b, 35с в каждом случае, когда соответствующий ключ 20а, 20b, 20с замыкается с отсечкой тока, протекающего через соответствующую обмотку 14а, 14b, 14с. Энергия магнитного поля соответствующей обмотки 14а, 14b, 14с соответственно передается батарее 24 в каждом случае выброса 35а, 35b, 35с в средней диаграмме, показанной на фиг. 2.

Самая нижняя диаграмма показывает крутящий момент, обеспеченный ротором, в схеме 10 управления приводом. Вертикальная ось самой нижней диаграммы обозначает выходной крутящий момент в ньютон-метрах. Крутящий момент изменяется примерно между 1 Нм и 2 Нм. Выброс 37а, 37b, 37с крутящего момента появляется в каждом случае, в котором соответствующий ключ 20а, 20b, 20с замыкается с отсечкой тока, протекающего через соответствующую обмотку 14а, 14b, 14с.

Схема 10 управления приводом может привести КПД двигателя, выраженный в отношении подводимой мощности к выходной мощности, к значению 96% и выше. Согласно одному из вариантов реализации, в котором схема 10 управления приводом используется в двигателе с конфигурацией 12/8, со статором, имеющим наружную периферийную область цилиндрической формы, с ротором и статором, имеющими длину примерно 66 мм, КПД примерно 97,1% может обеспечить выходную мощность 4500 Вт при скорости вращения 3000 об/мин. Согласно одному из вариантов реализации, в котором схема 10 управления приводом используется в двигателе с конфигурацией 12/8, со статором, имеющим наружную периферийную область цилиндрической формы, и с ротором и статором, имеющими длину примерно 71 мм, КПД примерно 98% может обеспечить выходную мощность 1500 Вт при скорости вращения 3000 об/мин. Улучшенные КПД также наблюдаются при различных уровнях выходной мощности (меньше и больше чем 4500 Вт и 1500 Вт) и конфигурациях двигателя.

На фиг. 3А показан вид сбоку корпуса 41 двигателя согласно одному варианту реализации настоящего изобретения. В корпусе 41 двигателя может быть размещен статор и ротор. Статор и ротор могут иметь конфигурацию 12/8, и статор может иметь наружную периферийную область цилиндрической формы. Вал 43 может проходить из корпуса 41 для выдачи вращательной энергии от ротора.

Корпус 41 двигателя может быть использован в сочетании со схемой 10 управления приводом, показанной на фиг. 1. Батареи 24, 30, источник 12 питания и контроллер 36 могут быть расположены снаружи корпуса 41 двигателя. Электрические соединители 45 могут использоваться для соединения с контроллером 36. Датчик 47 положения может быть использован для определения положения ротора и предоставления этой информации в контроллер 36. Датчик 47 положения может содержать решающее устройство, датчик Холла или другую форму датчика положения. Согласно другим вариантам реализации датчик 47 положения может быть не использован. Согласно одному варианту реализации батареи 24, 30, источник 12 питания и контроллер 36 могут быть расположены внутри корпуса 41. Согласно одному варианту реализации контроллер 36 может управлять двигателем удаленно или локально.

Размеры корпуса 41 двигателя могут быть следующими. Длина статора и ротора может составлять примерно 60 мм. Согласно одному варианту реализации длина статора и ротора может составлять 66 мм. Длина 49 корпуса 41 двигателя, включая колпаки, может составлять примерно 140 мм. Согласно одному варианту реализации длина 49 может составлять 138 мм. Длина 51 вала 43, проходящего в наружном направлении из корпуса 41 двигателя, может составлять примерно 50 мм. Диаметр 53 вала 43 может составлять примерно 25 мм. Диаметр 55 внутренней роторной полости в статоре (исключая полюса статора) может составлять примерно 130 мм.

На фиг. 3В показан вид спереди половины корпуса 41 двигателя, взятый по средней линии. Наружный диаметр (двойной позиционный номер 57) корпуса 41 двигателя может составлять примерно 210 мм. Ширина корпуса 41 двигателя (двойной позиционный номер 59) может составлять примерно 165 мм. Согласно одному варианту реализации ширина корпуса 41 двигателя может составлять 166 мм. Диаметр 61 отверстия в соединительных пластинах корпуса 41 двигателя может составлять примерно 11 мм.

На фиг. 3С показан вид сзади половины корпуса 41 двигателя, взятый по средней линии, показанной на фиг. 3В.

Размеры корпуса 41 двигателя и его компонентов в случае необходимости могут быть различными. Двигатель и корпус 41 двигателя, как показано на фиг. 3А-3С, могут быть использованы с любой схемой управления приводом, раскрытой в этой заявке.

Как показано на фиг. 1, согласно одному варианту реализации устройство для накопления энергии, содержащее или батарею 24, или батарею 30, может содержать альтернативную форму устройства для накопления энергии, такую как конденсатор, включая поляризованный конденсатор. Согласно другим вариантам реализации могут быть использованы устройства для накопления энергии других типов. Источник 12 питания согласно одному варианту реализации может содержать альтернативную форму источника питания, такую как солнечная панель, или источник питания другого типа.

Согласно одному варианту реализации, показанному на фиг. 1, энергия батареи 24 возвращается назад в систему для использования при управлении двигателем. Согласно другим вариантам реализации энергия батареи 24 или батареи 30 может передаваться внешнему источнику для питания внешнего устройства. Батарея 24 или батарея 30 может быть выполнена с контактами, такими как переключки, или контактами других типов, обеспечивающими отключение батарей от системы или соединение с отдельным устройством. Согласно одному варианту реализации, в котором схема 10 управления приводом используется с корпусом 41 двигателя, показанным на фиг. 3А-3С, батареи 24, 30 могут быть расположены снаружи корпуса 41 двигателя и выполнены с контактами для соединения с внешним устройством и питания энергией внешнего устройства.

Схема 10 управления приводом может использоваться в сочетании с ротором и статором для получения необходимого двигателя. Объем охраны настоящего изобретения не ограничивается устройствами и системами, раскрытыми в настоящем описании, но дополнительно включает способы обеспечения этих устройств и систем, а также способ управления этими устройствами и системами. Например, способ может включать работу или обеспечение двигателя, имеющего схему 10 управления приводом. Двигателем можно управлять таким образом, что напряжение батареи 24 меньше, чем напряжение источника 12 питания, или равно ему, или только меньше, чем напряжение источника 12 питания. Двигателем можно управлять таким образом, что напряжение батареи 24 поддерживается меньше, чем напряжение источника 12 питания, или равно ему, или только меньше, чем напряжение источника 12 питания. Двигателем можно управлять таким образом, что напряжение батареи 24 изменяется, но все-таки остается меньше, чем напряжение источника 12 питания, или равно ему, или только меньше, чем напряжение источника 12 питания. Способ может включать управление двигателем таким образом, что энергия одной или одновременно обеих батарей 24, 30 возвращается назад в источник 12 питания или назад в обмотки 14а, 14б, 14с.

Схемы управления приводом, роторы и статоры, описанные в настоящем описании, могут не только использоваться в двигателе с коммутлируемым реактивным сопротивлением или двигателе с изменяемым коммутлируемым реактивным сопротивлением, но также могут использоваться в конфигурации индукционного двигателя переменного тока или конфигурации электродвигателя с постоянными магнитами, по-

мимо двигателей других типов.

На фиг. 4 показан вариант реализации статора 38, который может использоваться со схемой управления приводом, раскрытой в настоящем описании. Статор 38 имеет наружную периферийную область квадратной формы. Имеющая квадратную форму наружная периферийная область отличается от имеющей цилиндрическую форму наружной периферийной области статора, описанного со ссылкой на фиг. 3А-3С. Статор 38 может иметь шесть полюсов 40а, 40b, 40с, 40d, 40е, 40f, расположенных симметрично вокруг внутренней полости 65 ротора. Полюса 40а-40f статора выступают внутрь к центру внутренней полости 65 ротора, причем каждый из них имеет по существу прямоугольную форму с криволинейной поверхностью, обращенной к внутренней полости ротора. Последовательность отверстий 42а, 42b, 42с, 42d, 42е, 42f, 42g, 42h может быть расположена вокруг статора между внутренней полостью 65 ротора и наружной периферийной областью статора 38. Отверстия 42а-42h могут использоваться для соединения пластин статора друг с другом для получения статора 38. Дополнительные отверстия 44а, 44b могут использоваться для соединения пластин статора друг с другом для получения статора 38.

Квадратная форма статора 38 может выгодно улучшить приложение магнитного поля к ротору, снабженному обмотками, обернутыми вокруг полюсов 40а-40f статора. Усиленные линии магнитного потока могут быть результатом увеличенной площади поверхности между внутренней полостью ротора 65 и имеющей квадратную форму наружной периферийной областью. Имеющая квадратную форму наружная периферийная область также может препятствовать смещению пластин статора, что может уменьшить шум, который возникает вследствие взаимодействия магнитных полей обмоток с соединительными болтами пластин статора. Имеющая квадратную форму наружная периферийная область может также снизить производственные затраты и количество частей корпуса двигателя вследствие уменьшения необходимости в корпусе двигателя. Шаг полюсов ротора (как показано на фиг. 6) также может обеспечить большую максимальную область в фазо-индукционном профиле для обеспечения дополнительного времени для удаления токов.

Размеры статора 38 могут быть следующими. Ширина 46 статора 38 может составлять примерно 10 дюймов (254 мм). Высота статора 38 также может составлять примерно 10 дюймов (254 мм). Диаметр 48, измеренный между противоположными полюсами статора, или внутренний диаметр внутренней полости 65 ротора может составлять примерно 4,3 дюйма (109 мм). Согласно одному варианту реализации диаметр 48 может составить 4,317 дюйма (109,65 мм). Наружный диаметр 50 внутренней полости 65 ротора (который не включает полюса статора) может составлять примерно 7,2 дюйма (183 мм). Согласно одному варианту реализации наружный диаметр 50 может составлять 7,250 дюйма (184,15 мм). Ширина 52 полюса статора может составлять примерно 1,2 дюйма (30,48 мм). Согласно одному варианту реализации ширина 52 может составлять примерно 1,1760 дюйма (29,87 мм). Диаметр 54 отверстий 42а-42h может составлять примерно 0,63 дюйма (16 мм). Согласно одному варианту реализации диаметр 54 может составлять примерно 0,6250 дюйма (15,875 мм). Смещение 56 центра угловых отверстий 42а, 42с, 42е, 42g от наружной периферийной области статора 38 может составлять примерно 0,88 дюйма (22,35 мм). Согласно одному варианту реализации смещение 56 может составлять примерно 0,8750 дюйма (22,225 мм). Диаметр 58 дополнительных отверстий 44а, 44b может составлять примерно 0,25 дюйма (6,35 мм).

Согласно другим вариантам реализации конфигурация или размеры статора 38 в случае необходимости могут быть различными.

На фиг. 5 показан вариант реализации фазных обмоток 60а, 60b, 60с, намотанных вокруг полюсов статора 38. Фазная обмотка 60а может быть намотана вокруг полюса 40а статора. Провод фазной обмотки 60а может быть соединен с противоположной обмоткой, расположенной на противоположном полюсе 40d статора. Фазная обмотка 60b может быть намотана вокруг полюса 40b статора. Провод фазной обмотки 60b может быть соединен с противоположной обмоткой, расположенной на противоположном полюсе 40е статора. Фазная обмотка 60с может быть намотана вокруг полюса 40с статора. Провод фазной обмотки 60с может быть соединен с противоположной обмоткой, расположенной на противоположном полюсе 40f статора. Фазные обмотки 60а, 60b, 60с могут быть соединены таким образом, что каждая обмотка активируется последовательно для образования вращающегося магнитного притяжения для ротора, расположенного во внутренней роторной полости. Фазные обмотки 60а, 60b, 60с по конструкции и работе могут соответствовать фазным обмоткам 14а, 14b, 14с, описанным со ссылкой на фиг. 1.

На фиг. 6 показан вариант реализации ротора 62, который может использоваться со схемой управления приводом, раскрытой в настоящем описании. Ротор 62 содержит четыре полюса 64а, 64b, 64с, 64d, симметрично проходящих в наружном направлении от центрального отверстия 66 ротора 62. Ротор 62 включает восьмигранную центральную часть 68 Т-образными конструкциями, проходящими в наружном направлении от центральной части 68 и образующими полюса 64а-64d ротора. Наружная периферийная область полюсов 64а-64d ротора может иметь криволинейную форму, которая может соответствовать криволинейной форме полюсов 40а-40f статора. Т-образные конструкции могут содержать выступы, проходящие по существу перпендикулярно направлению, в котором полюса статора проходят от центральной части 68. Выступы могут выгодно обеспечивать дополнительное время для удаления токов и могут обеспечить увеличенную область перекрытия с полюсами 40а-40f статора.

Размеры ротора 62 могут быть следующими. Диаметр 70 центрального отверстия ротора 66 может

составлять примерно 1,38 дюйма (35,05 мм). Согласно одному варианту реализации диаметр 70 может составлять 1,3750 дюйма (34,92 мм). Диаметр 72 наружной периферийной области полюсов 64a-64d ротора (от наружной поверхности полюса 64a до наружной поверхности полюса 64c и также от наружной поверхности полюса 64b до наружной поверхности полюса 64d) может составлять примерно 4,3 дюйма (109,22 мм). Согласно одному варианту реализации диаметр 72 может составлять 4,3280 дюйма (108,71 мм).

Ширина 74 полюсов 64a-64d ротора может составлять примерно 1,67 дюйма (42,41 мм). Согласно одному варианту реализации ширина 74 может составлять 1,6680 дюйма (42,36 мм). Высота 76 каждого полюсного наконечника соответствующего полюса 64a-64d ротора может составлять примерно 0,49 дюйма (12,44 мм). Согласно одному варианту реализации высота 76 каждого полюсного наконечника может составлять 0,4908 дюйма (12,466 мм). Высота смещения 78 каждого полюсного наконечника соответствующего полюса 64a-64d ротора от центральной части 68 может составлять 0,31 дюйма (7,874 мм). Согласно одному варианту реализации высота смещения 78 может составлять 0,3120 дюйма (7,925 мм).

Согласно другим вариантам реализации конфигурация или размеры ротора 62 в случае необходимости могут быть различными.

Согласно одному варианту реализации размеры статора 38 и соответствующего ротора 62 могут быть следующими. Ширина 46 статора 38 может составлять примерно 4 дюйма (101,6 мм). Внутренний диаметр 48 статора 38 может составлять примерно 1,73 дюйма (43,94 мм). Согласно одному варианту реализации внутренний диаметр 48 может составлять 1,7268 дюйма (43,86 мм). Наружный диаметр 50 статора 38 может составлять примерно 2,9 дюйма (73,66 мм). Ширина 74 полюсов 64a-64d ротора может составлять примерно 0,67 дюйма (17,02 мм). Согласно одному варианту реализации ширина 74 может составлять 0,6672 дюйма (16,947 мм). Высота 78 смещения каждого полюсного наконечника соответствующего полюса 64a-64d ротора может составлять примерно 0,12 дюйма (3,048 мм). Согласно одному варианту реализации высота 78 смещения каждого полюсного наконечника соответствующего полюса 64a-64d ротора может составлять примерно 0,1248 дюйма (3,17 мм). Высота 78 смещения каждого полюсного наконечника соответствующего полюса 64a-64d ротора может составлять примерно 0,12 дюйма (3,048 мм). Диаметр 70 центрального отверстия 66 ротора может составлять примерно 0,55 дюйма (13,97 мм). Диаметр 72 наружной периферийной области полюсов 64a-64d ротора может составлять примерно 1,73 дюйма (43,942 мм). Согласно одному варианту реализации диаметр 72 наружной периферийной области полюсов 64a-64d ротора может составлять 1,7312 дюйма (43,97 мм).

На фиг. 7 показан статор 38, показанный на фиг. 4 и 5, сопряженный с ротором 62, показанным на фиг. 6. Провод фазной обмотки, который может быть таким, как показанный на фиг. 5, не показан на фиг. 7. Ротор 62 расположен во внутренней роторной полости статора 38. Полюса 64a-64d ротора ориентированы относительно полюсов 40a-40f статора таким образом, что по меньшей мере один из полюсов ротора смещен относительно полюса статора. Согласно одному из вариантов реализации, в котором ротор 62 и статор 38 используются в двигателе с коммутируемым реактивным сопротивлением или двигателе с изменяемым реактивным сопротивлением, смещение полюса ротора от одного из полюсов статора уменьшает возможность "зависания", при котором полюс 64a-64d ротора больше не притягивается к следующему соответствующему полюсу 40a-40f статора в последовательности.

Статор 38, ротор 62 и их сочетание, как показано на фиг. 7, могут быть использованы со схемой 10 управления приводом. Улучшенная эффективность результирующего двигателя может быть получена на основании конструкции статора 38 и ротора 62. Корпус 41 двигателя, показанный на фиг. 3A-3C, может быть изменен с возможностью размещения конструкции наружной периферийной области статора 38. Статор 38 и ротор 62 и их сочетание, как показано на фиг. 7, могут быть использованы с любой схемой управления приводом, раскрытой в настоящем описании.

Согласно одному варианту реализации количество статорных и роторных полюсов соответствующего статора 38 и ротора 62 может быть увеличено или уменьшено при необходимости. Согласно одному варианту реализации статор 38 и ротор 62 могут быть использованы в конфигурации 12/8, т.е. с двенадцатью полюсами статора и восемью полюсами ротора. Такие варианты реализации могут быть использованы с любой схемой управления приводом, раскрытой в настоящем описании.

На фиг. 8 показан вариант реализации схемы 80 управления приводом согласно одному варианту реализации настоящего изобретения. Схема 80 управления приводом может быть использована для управления двигателем. Двигатель может быть использован для выработки механической выходной мощности.

Схема 80 управления приводом может быть выполнена подобно схеме 10 управления приводом, показанной на фиг. 1. Однако схема 80 управления приводом включает только эквивалент батареи 24, показанной на фиг. 1, и не включает эквивалент батареи 30, показанной на фиг. 1. Как описано выше со ссылкой на фиг. 1, эквивалент батареи 30 может быть использован или не использован в определенных вариантах реализации.

Схема 80 управления приводом включает источник 82 питания, конструкция и работа которого подобны конструкции и работе источника 12 питания, описанного со ссылкой на фиг. 1. Источник 82 питания используется для подачи энергии в фазную обмотку 84a. Несмотря на то, что на чертеже показана только одна фазная обмотка 84a, дополнительные фазные обмотки могут быть соединены с источником

82 питания подобным образом, как и дополнительные фазные обмотки 14b и 14c соединяются с источником 12 питания на фиг. 1.

Конструкция и работа фазной обмотки 84a могут быть подобны конструкции и работе фазной обмотки 14a, описанной со ссылкой на фиг. 1. Фазная обмотка 84a может быть связана с положительным полюсом источника 82 питания таким образом, что фазная обмотка 84a принимает электрическую энергию от источника 82 питания для создания магнитного поля. Фазная обмотка 84a может быть выполнена с возможностью передачи электрического тока через нее для создания магнитного поля, которое может использоваться для сообщения движения ротору.

Конструкция и работа ключа 86a могут быть подобны конструкции и работе ключа 20a, описанного со ссылкой на фиг. 1. Ключ 86a может связывать ключевой конец, или конец с точкой, фазной обмотки 84a с отрицательным полюсом источника 82 питания таким образом, что ток проходит через фазную обмотку 84a и ключ 86a, достигая отрицательного полюса источника 82 питания, когда ключ 86a замкнут.

Конструкция и работа диода 88a могут быть подобны конструкции и работе диода 22a, как описано со ссылкой на фиг. 1. Диод 88a может быть прямосмещенным относительно фазной обмотки 84a.

Устройство для накопления энергии может быть связано с ключевым концом, или концом с точкой, фазной обмотки 84a через диод 88a. Устройство для накопления энергии может быть выполнено подобно батарее 90 и может иметь конструкцию и работу, подобные конструкции и работе устройства для накопления энергии, описанного со ссылкой на фиг. 1, которое содержит батарею 24. Батарея 90 может иметь два полюса. Как показано на фиг. 8, батарея 90 имеет полюса противоположной полярности, включая положительный полюс 92 и отрицательный полюс 94. Положительный полюс 92 может быть связан с фазной обмоткой 84a, и отрицательный полюс 94 может быть связан с положительным полюсом источника 82 питания.

Несмотря на то, что на фиг. 8 показаны только ключ 86a и диод 88a, дополнительные ключи и диоды, подобные ключам 20b, 20c и диодам 22b, 22c, показанным на фиг. 1, могут быть связаны с дополнительными фазными обмотками и батареей 90 и использоваться подобно ключам 20b, 20c и диодам 22b, 22c, показанным на фиг. 1.

Коммутатор 96 и делитель напряжения, включающий два резистора 98, 100, могут использоваться для управления размыканием и замыканием ключа 86a. Коммутатор 96 и делитель напряжения могут использоваться в качестве части контроллера, работа которого подобна работе контроллера 36, описанного со ссылкой на фиг. 1. Коммутатор 96 и делитель напряжения также могут использоваться для управления дополнительными ключами, показанными на фиг. 8, подобно контроллеру 36, управляющему ключами 20b, 20c, показанными на фиг. 1.

Основной выключатель 102 питания может быть связан с источником 82 питания и может использоваться для включения или выключения подачи энергии к фазной обмотке 84a или дополнительным фазным обмоткам схемы, если такие присутствуют.

При использовании, когда ключ 86a замкнут, ток протекает через фазную обмотку 84a к отрицательному полюсу источника 82 питания. Ток, протекающий через фазную обмотку 84a, образует магнитное поле, которое используется для сообщения движения ротору. Энергия сохраняется в магнитном поле. Когда ключ 86a размыкается, ток больше не протекает через ключ 86a. Энергия магнитного поля передается через диод 88a в батарею 90. Результирующее напряжение на батарее 90 заряжает батарею 90. Энергия магнитного поля передается батарее 90 и сохраняется в батарее 90.

Когда ключ 86a снова замкнут, ток снова протекает через него. Когда ключ 86a после этого размыкается, батарея 90 снова заряжается. Энергия, сохраняемая в батарее 90, может быть введена назад в работу обмотки 84a или может быть возвращена назад в источник 82 питания. Энергия магнитного поля соответственно может быть возвращена в систему.

Полюс 94 батареи 90 имеет полярность, противоположную полярности полюса источника 82 питания, с которым он соединен. Использование батареи 90 с ее полюсом 94, имеющим полярность, противоположную полярности полюса источника 82 питания, может обеспечить низкую пульсацию крутящего момента и мягкую коммутацию, подобные результатам, показанным на фиг. 2.

Батарея 90 может быть выполнена таким образом, что напряжение на батарее 90 равно напряжению на источнике 82 питания или меньше него. Поддерживание напряжения батареи 90 равным напряжению источника 82 питания или меньше него может обеспечить улучшенную эффективность и работу схемы 80 управления приводом и двигателя. Батарея 90 может быть выполнена таким образом, что напряжение батареи 90 остается равным напряжению источника 82 питания или меньше него. Согласно одному из вариантов реализации, в котором источником 82 питания является батарея, как источник 82 питания, так и батарея 90 могут быть выполнены таким образом, что напряжение на батарее 90 меньше чем напряжение на источнике 82 питания или равно ему. Согласно одному варианту реализации напряжение батареи 90 может быть меньше, чем напряжение на источнике 82 питания.

Дополнительные фазные обмотки, ключи и диоды могут использоваться в многофазной конфигурации, как описано выше со ссылкой на схему 10 управления приводом, показанную на фиг. 1. Схема 80 управления приводом и ее компоненты могут быть изменены подобным образом, как описано в отношении схемы 10 управления приводом и ее компонентов.

На фиг. 9 показано изменение схемы 80 управления приводом, показанной на фиг. 8, причем схема 104 управления приводом включает дополнительную фазную обмотку 106а. Дополнительная фазная обмотка 106а имеет свой ключевой конец, или конец с точкой, связанный с батареей 90 через диод 88а. Дополнительная фазная обмотка 106а имеет свой неключевой конец, или конец без точки, связанный с источником 82 питания через диод 108а. Диод 108а является прямосмещенным относительно фазной обмотки 106а. Диод 108а может блокировать прохождение тока от источника 82 питания через фазную обмотку 106а.

Фазная обмотка 106а может быть выполнена пассивной таким образом, что магнитное поле, выработанное фазной обмоткой 84а, индуцирует ток в фазной обмотке 106а. Фазная обмотка 106а соответственно может использоваться для извлечения энергии магнитного поля, выработанной фазной обмоткой 84а. Ток, индуцированный в фазной обмотке 106а, может быть передан батарее 90 через диод 88а. В результате чего может быть достигнуто улучшенное восстановление энергии магнитного поля. Фазная обмотка 106а может считаться вторичной обмоткой, и фазная обмотка 84а может считаться первичной обмоткой.

Фазная обмотка 106а может быть намотана на полюс статора с фазной обмоткой 84а в бифилярном расположении. Согласно другим вариантам реализации для извлечения энергии магнитного поля фазной обмотки 84а могут использоваться дополнительные обмотки на полюсе статора (дополнительные вторичные обмотки). Согласно одному из вариантов реализации, в котором используются множество запитанных первичных фазных обмоток (в многофазном варианте реализации), для извлечения энергии магнитного поля из каждой из соответствующих первичных фазных обмоток может использоваться соответствующая дополнительная вторичная фазная обмотка (подобная фазной обмотке 106а).

Схема 104 управления приводом и ее компоненты могут быть изменены подобным образом, как описано в отношении схемы 10 управления приводом и ее компонентов.

На фиг. 10 показан вариант реализации схемы 110 управления приводом согласно одному варианту реализации настоящего изобретения. Схема 110 управления приводом может быть использована для управления двигателем. Двигатель может быть использован для выработки механической выходной мощности.

Схема 110 управления приводом может быть выполнена подобно схеме 10 управления приводом, показанной на фиг. 1. Однако схема 110 управления приводом включает фазную обмотку 112а с концом с точкой, или ключевым концом, который не связан с батареей 114. Напротив, дополнительная фазная обмотка 116а (или вторичная фазная обмотка) используется таким образом, что магнитное поле, выработанное фазной обмоткой 112а, индуцирует ток в фазной обмотке 116а. Фазная обмотка 116а соответственно может использоваться для извлечения энергии магнитного поля, выработанного фазной обмоткой 112а. Ток, индуцированный в фазной обмотке 116а, может быть передан батарее 114 через диод 121а. Также в результате может быть достигнуто улучшенное извлечение энергии магнитного поля. Ток, индуцированный в фазной обмотке 116а, также может быть передан батарее 118 через диод 121а.

Схема 110 управления приводом включает источник 120 питания, конструкция и работа которого подобны конструкции и работе источника 12 питания, описанного со ссылкой на фиг. 1. Источник 120 питания используется для подачи энергии в фазную обмотку 112а. Несмотря на то, что на чертеже показана только одна фазная обмотка 112а, дополнительные фазные обмотки могут быть соединены с источником питания 120 подобно тому, как дополнительные фазные обмотки 14b и 14c соединяются с источником 12 питания, показанным на фиг. 1.

Конструкция и работа фазной обмотки 112а могут быть подобны конструкции и работе фазной обмотки 14а, как описано со ссылкой на фиг. 1. Фазная обмотка 112а может быть связана с положительным полюсом источника 120 питания таким образом, что фазная обмотка 112а принимает электрическую энергию от источника 120 питания для образования магнитного поля. Фазная обмотка 112а может быть выполнена с возможностью передачи через нее электрического тока для образования магнитного поля, которое может использоваться для сообщения движения ротору.

Конструкция и работа ключа 122а могут быть подобны конструкции и работе ключа 20а, как описано выше со ссылкой на фиг. 1. Ключ 122а может связывать ключевой конец, или конец с точкой, фазной обмотки 112а с отрицательным полюсом источника 120 питания таким образом, что ток проходит через фазную обмотку 112а и ключ 122а, достигая отрицательного полюса источника питания, когда ключ 122а замкнут.

Конструкция и работа диода 121а могут быть подобны конструкции и работе диода 22а, как описано выше со ссылкой на фиг. 1. Диод 121а может быть прямосмещенным относительно фазной обмотки 116а. Диод 123а может быть соединен между источником 120 питания и концом без точки фазной обмотки 116а. Диод 123а может блокировать прохождение тока от источника 120 питания через фазную обмотку 116а.

Устройство для накопления энергии может быть связано с концом с точкой фазной обмотки 116а через диод 121а. Устройство для накопления энергии может быть выполнено как батарея 114, и его конструкция и работа могут быть подобны конструкции и работе устройства для накопления энергии, описанного выше со ссылкой на фиг. 1, которое содержит батарею 24. Батарея 114 может иметь два по-

люса. Как показано на фиг. 10, батарея 114 имеет полюса противоположной полярности, включая положительный полюс 125 и отрицательный полюс 127. Положительный полюс 125 может быть связан с фазной обмоткой 116а, и отрицательный полюс 127 может быть связан с положительным полюсом источника 120 питания.

Еще одно устройство для накопления энергии может быть связано с ключевым концом, или концом с точкой, фазной обмотки 116а через диод 121а. Устройство для накопления энергии может быть выполнено как батарея 118, и его конструкция и работа могут быть подобны конструкции и работе устройства для накопления энергии, описанного со ссылкой на фиг. 1, которое содержит батарею 30. Батарея 118 может иметь два полюса. Как показано на фиг. 10, батарея 118 имеет полюса противоположной полярности, включая положительный полюс 126 и отрицательный полюс 128. Положительный полюс 126 может быть связан с фазной обмоткой 116а, и отрицательный полюс 128 может быть связан с отрицательным полюсом источника 120 питания.

Несмотря на то, что на фиг. 10 показаны только обмотки 112а, 116а, ключ 122а и диоды 121а и 123а, дополнительные обмотки, ключи и диоды, подобные обмоткам 14b, 14с, ключам 20b, 20с и диодам 22b, 22с, показанным на фиг. 1, могут быть использованы подобным образом. Дополнительные вторичные обмотки 116а и диоды 123а могут быть использованы для извлечения магнитной энергии из соответствующих первичных обмоток. Контроллер может управлять ключом 122а или многоточечными переключателями подобным образом, как описано в отношении контроллера 36, показанного на фиг. 1.

При использовании, когда ключ 122а замкнут, ток протекает через фазную обмотку 112а к отрицательному полюсу источника 120 питания. Диод 123а блокирует ток, протекающий через фазную обмотку 116а. Ток, протекающий через фазную обмотку 112а, образует магнитное поле, которое используется для сообщения движения ротору. Энергия сохраняется в магнитном поле. Когда ключ 122а разомкнут, ток больше не протекает через ключ 122а. Магнитное поле индуцирует ток во вторичной фазной обмотке 116а, который передается через диод 121а, для сохранения в форме энергии в батареях 114, 118. Результирующее напряжение на батарее 114 заряжает батарею 114. Энергия магнитного поля передается батарее 114 и сохраняется в батарее 114. Результирующее напряжение на батарее 118 заряжает батарею 118. Энергия магнитного поля передается батарее 118 и сохраняется в батарее 118.

Когда ключ 122а снова замкнут, ток снова протекает через него. Затем, когда ключ 122а размыкается, батарея 114 снова заряжается. Батарея 118 также может заряжаться. Энергия, сохраняемая в батарее 114, может быть введена назад в работу обмотки 112а или может быть введена в источник питания 120. Энергия магнитного поля соответственно может быть возвращена в систему.

Полюс 127 батареи 114 имеет полярность, противоположную полярности полюса источника 120 питания 120, с которым он соединен. Использование батареи 114 с ее полюсом 127, полярность которого противоположна полярности полюса источника 120 питания, позволяет обеспечить низкую пульсацию крутящего момента и мягкую коммутацию, подобно результатам, показанным на фиг. 2.

Батарея 114 может быть выполнена таким образом, что напряжение на батарее 114 равно напряжению на источнике 120 питания или меньше него. Поддерживание напряжения батареи 114 равным напряжению источника 120 питания или меньше него может обеспечить улучшенную эффективность и работу схемы 110 управления приводом и двигателя. Батарея 114 может быть выполнена таким образом, что напряжение батареи 114 остается равным напряжению источника 120 питания 120 или меньше него. Согласно одному из вариантов реализации, в котором источник 120 питания является батареей, и источник 120 питания и батарея 114 могут быть выполнены таким образом, что напряжение на батарее 114 меньше чем напряжение на источнике 120 питания или равно ему. Согласно одному варианту реализации напряжение батареи 114 может быть меньше, чем напряжение на источнике 120 питания.

Дополнительные первичные фазные обмотки, вторичные фазные обмотки, ключи и диоды могут использоваться в многофазной конфигурации, как описано выше в отношении схемы 10 управления приводом, показанной на фиг. 1. Схема 110 управления приводом и ее компоненты могут быть изменены подобным образом, как описано в отношении схемы 10 управления приводом и ее компонентов.

На фиг. 11 показан вариант реализации фазных обмоток 84а, 84b, 84с, 106а, 106b, 106с, намотанных вокруг полюсов 132а, 132b, 132с, 132d, 132е, 132f статора 130. Фазные обмотки 84а, 106а показаны и описаны на примере первичной фазной обмотки 84а и вторичной фазной обмотки 106а, показанных на фиг. 9. Фазные обмотки 84а, 106а могут быть намотаны вокруг полюса 132а статора в бифилярном расположении. Провод фазных обмоток 84а, 106а может быть соединен с противоположными бифилярными обмотками на противоположном полюсе 132d статора.

Статор 130 может использоваться в многофазной или трехфазной обмотке таким образом, что используются три пары проводов (84а и 106а; 84b и 106b; и 84с и 106с). Каждая пара может быть намотана на соответствующем полюсе (84а и 106а на полюсе 132а; 84b и 106b на полюсе 132b; и 84с и 106с на полюсе 132с) статора. Провод фазных обмоток может быть соединен с противоположными бифилярными обмотками, расположенными на противоположных полюсах (132d, 132е, и 132f) статора. Каждая пара может включать первичную обмотку (84а, 84b, 84с) и вторичную обмотку (106а, 106b, 106с), причем каждая первичная обмотка выполнена и работает подобно первичной обмотке 84а, описанной со ссылкой на фиг. 9, и каждая вторичная обмотка выполнена и работает подобно вторичной обмотке 106а, описан-

ной со ссылкой на фиг. 9. Фазные обмотки 84а, 84b, 84с могут быть подключены таким образом, что каждая обмотка активируется в последовательности для создания вращающегося магнитного притяжения для ротора, расположенного во внутренней роторной полости статора. Вторичные фазные обмотки 106а, 106b, 106с могут быть подключены с возможностью извлечения энергии магнитного поля соответствующих первичных фазных обмоток 84а, 84b, 84с.

Фазные обмотки 112а, 116а, показанные на фиг. 10, могут быть подключены подобным образом, как описано в отношении обмоток 84а, 106а со ссылкой на фиг. 11. Дополнительные обмотки могут быть использованы для обеспечения многофазной или трехфазной обмотки, как описано со ссылкой на фиг. 11.

Согласно еще одному варианту реализации количество параллельных проводов в обмотке может быть больше двух, как в бифилярной обмотке, и сама обмотка может быть трифилярной, квадрофилярной или может иметь еще большее количество параллельных проводов.

Любая из схем управления приводом, раскрытых в настоящем описании, может быть изменена с включением дополнительных обмоток (бифилярных или с еще большим количеством параллельных проводов) или вторичных обмоток, как раскрыто со ссылкой на фиг. 9-11. Согласно одному варианту реализации количество статорных и роторных полюсов соответствующего статора и ротора, как показано на фиг. 11, может быть увеличено или уменьшено при необходимости. Согласно одному варианту реализации статор и ротор могут быть использованы в конфигурации 12/8 с двенадцатью статорными полюсами и восьмью роторными полюсами. Такие варианты реализации могут быть использованы с любой схемой управления приводом, раскрытой в настоящем описании.

На фиг. 12 показан вариант реализации схемы 134 управления приводом согласно одному варианту реализации настоящего изобретения. Схема 134 управления приводом может быть использована для управления двигателем. Двигатель может быть использован для выработки механической выходной мощности.

Схема 134 управления приводом может включать источник 136 питания, используемый для подачи энергии в одну или более фазных обмотки (присутствующие в устройстве 138 управления двигателем). Источник 136 питания может содержать батарею (на фиг. 12 показаны множество батарей), звено постоянного тока или другую форму источника питания. Согласно одному варианту реализации, показанному на фиг. 12, источник 136 питания вырабатывает входной постоянный ток для одной или более фазных обмоток (в устройстве 138 управления двигателем). Согласно другим вариантам реализации источником 136 питания может быть обеспечен входной переменный ток.

Источник 136 питания имеет два полюса. Как показано на фиг. 12, источник 136 питания имеет полюса противоположной полярности, включая положительный полюс 140 и отрицательный полюс 142.

Положительный полюс 140 может быть связан с одной или более фазных обмоток (в устройстве 138 управления двигателем). Каждая из одной или более фазных обмоток может быть связана с положительным полюсом 140 подобным образом, как описано в отношении любой фазной обмотки, описанной в настоящем описании. Отрицательный полюс 142 может быть связан с каждой из одной или более фазных обмоток подобным образом, как описано в отношении любой фазной обмотки, описанной в настоящем описании.

Устройство 138 управления двигателем может включать ротор, статор, фазные обмотки, ключи, диоды и контроллер, которые могут быть выполнены способом, описанным в настоящем описании.

Устройство 138 управления двигателем может быть выполнено с возможностью обеспечения выходов 144, 146 электрической энергии. Выходы 144, 146 электрической энергии могут получать энергию магнитного поля от одной из обмоток способом, описанным в настоящем описании. Выходы 144, 146 электрической энергии могут включать переменный ток благодаря колебаниям энергии, обеспеченной магнитным полем соответствующей обмотки.

Выходная энергия 144, 146 может передаваться через выпрямитель 148. Выпрямитель 148 может быть выполнен с возможностью выпрямления переменного тока для обеспечения энергии в форме, подходящей для зарядки устройств 150, 152, 154 для накопления энергии. Каждое из устройств 150, 152, 154 для накопления энергии может содержать конденсатор. Согласно другим вариантам реализации каждое из устройств 150, 152, 154 для накопления энергии может содержать батарею или устройство для накопления энергии другого типа. Могут использоваться сочетания накапливающих энергию устройств различных типов.

Выпрямитель 148 может содержать полнопериодный выпрямитель, как показано на фиг. 12, или согласно другим вариантам реализации он может содержать выпрямитель другого типа.

Устройства 150, 152, 154 для накопления энергии могут сохранять энергию, проходящую через выпрямитель 148. Устройства 150, 152, 154 для накопления энергии могут принимать энергию, выработанную магнитным полем обмоток. Устройство 150, 152, 154 для накопления энергии может принимать выпрямленный ток от выпрямителя и сохранять энергию выпрямленного тока. Устройства 150, 152, 154 для накопления энергии могут передавать энергию назад в источник 136 питания или назад в обмотки (в устройстве 138 управления двигателем). Согласно другим вариантам реализации другие схемы управления приводом, раскрытые в настоящем описании, включая схему 10 управления приводом, показанную на фиг. 1, могут быть изменены с возможностью включения выпрямителя, такого как полнопери-

одный выпрямитель, для выпрямления тока, полученного из магнитного поля фазной обмотки.

Устройства 150, 152, 154 для накопления энергии могут быть выполнены таким образом, что напряжение на устройствах 150, 152, 154 для накопления энергии равно напряжению на источнике 136 питания или меньше него. Поддерживание напряжения устройств 150, 152, 154 для накопления энергии равным напряжению источника 136 питания или меньше него может обеспечить улучшенные эффективность и работу схемы 134 управления приводом и двигателя. Устройства 150, 152, 154 для накопления энергии могут быть выполнены таким образом, что напряжение устройств 150, 152, 154 для накопления энергии остается равным напряжению источника 136 питания или меньше него. Согласно одному варианту реализации напряжение устройств 150, 152, 154 для накопления энергии может быть меньше, чем напряжение на источнике 136 питания.

На фиг. 13 показано изменение варианта реализации, показанного на фиг. 12. Согласно одному варианту реализации, показанному на фиг. 13, положительный полюс 140 источника 136 питания связан с положительным входом устройства 138 управления двигателем. Отрицательный полюс 142 источника 136 питания связан с отрицательным входом устройства 138 управления двигателем. Выходы 144, 146 устройства управления двигателем проходят через трансформатор 158 перед выпрямлением выпрямителем 159. Таким образом, переменный ток, обеспеченный выходами 144, 146, может быть изменен трансформатором 158 перед выпрямлением выпрямителем 159. Подобно варианту реализации, описанному со ссылкой на фиг. 12, выпрямитель 159 может быть выполнен с возможностью выпрямления переменного тока для обеспечения энергии в форме, подходящей для зарядки устройств 150, 152, 154 для накопления энергии. Выпрямитель 159 на фиг. 13 показан как диод и согласно другим вариантам реализации может содержать выпрямитель другого типа, такого как полнопериодный выпрямитель, показанный на фиг. 12. Согласно другим вариантам реализации другие схемы управления приводом, раскрытые в настоящем описании, включают схему 10 управления приводом, показанную на фиг. 1, могут быть изменены с включением трансформатора для изменения тока, полученного из магнитного поля фазной обмотки. Трансформатор может обеспечивать различный ток для выпрямителя.

Схемы управления приводом, раскрытые в настоящем описании, могут использоваться в сочетании с ротором и статором для получения необходимого двигателя. Объем охраны настоящего изобретения не ограничивается устройствами и системами, раскрытыми в настоящем описании, но дополнительно включает способы обеспечения этих устройств и систем, а также способ управления этими устройствами и системами. Например, способ может включать работу или обеспечение двигателя, имеющего любую из схем управления приводом. Двигателем можно управлять таким образом, что напряжение устройства для накопления восстановленной энергии меньше чем напряжение источника питания или равно ему или только меньше чем напряжение источника питания. Способ может включать управление двигателем таким образом, что энергия устройства для накопления энергии (которое может содержать одну или более батарей) возвращается назад в источник питания или назад в обмотки.

Схемы управления приводом, роторы и статоры, описанные в настоящем описании, могут использоваться не только в двигателе с коммутируемым реактивным сопротивлением или двигателе с изменяемым коммутируемым реактивным сопротивлением, но также могут использоваться в конфигурации индукционного двигателя переменного тока или конфигурации электродвигателя с постоянными магнитами помимо двигателей других типов.

Схемы управления приводом, двигатели, роторы и статоры, раскрытые в настоящем описании, могут выгодно использоваться автономно с источником питания, таким как солнечная панель в качестве источника.

Любые устройства из схем управления приводом, двигателей, роторов и статоров могут использоваться в различных областях техники, таких как производственные системы управления, автомобилестроение, сфера потребления, офисная техника, электровелосипеды, моторикши и водонасосное оборудование, помимо прочего.

Область производственных систем управления может включать инверторы блоков питания, станки с ЧПУ, ИБП (источник бесперебойного электропитания), устройство управления двигателем, устройства позиционного управления, робототехнические и автоматизированные системы, лифты, вибрационные питатели и токарные станки, помимо прочего.

Область автомобилестроения может включать электрическое управление тормозной системой/антиблокировочную тормозную систему (ABS), активную подвеску, управление сиденьями и зеркалами и рулевое управление с электроусилителем, помимо прочего.

Сфера потребления может включать стиральные машины, посудомоечные машины, устройства для кондиционирования воздуха, компрессоры холодильников и морозильных камер и бытовые прессы, помимо прочего.

Область офисной техники может включать лентопротяжные устройства, принтеры, копировальные аппараты и магнито-оптические приводы, помимо прочего.

Область водонасосного оборудования может включать оборудование для бассейнов и спа, а также оборудование для фермерских хозяйств (для перекачки для зерна), помимо прочего.

Признаки схем управления приводом, двигателей, роторов и статоров, а также других компонентов,

раскрытых в настоящем описании, могут быть заменены, объединены или исключены для достижения необходимого результата.

В завершение, следует понимать, что несмотря на то, что аспекты настоящего описания выведены на первый план согласно конкретными вариантами реализации, специалисту понятно, что эти описанные варианты реализации являются только иллюстрациями принципов предмета настоящего изобретения, раскрытого в настоящем описании. Таким образом, следует понимать, что описанный предмет настоящего изобретения никоим образом не ограничивается конкретными методами, протоколами и/или реагентами и т.п., описанными в настоящем описании. Также, различные модификации или изменения или альтернативные конфигурации описанного предмета настоящего изобретения могут быть выполнены в соответствии с описаниями, представленными в настоящем описании, без отступления от принципа настоящего изобретения. Наконец, терминология, используемая в настоящем описании, применяется только с целью описания конкретных вариантов реализации и не предполагает ограничения объема охраны систем, устройств и способов, раскрытых в настоящем описании, который определяется исключительно формулой. Соответственно, системы, устройства и способы не ограничиваются точно теми, которые показаны на чертеже и описаны в настоящем описании.

Определенные варианты реализации систем, устройств и способов, описанных в настоящем описании, включают наилучший режим их выполнения. Разумеется, изменения этих описанных вариантов реализации станут очевидными для специалистов после ознакомления с приведенным выше описанием. Ожидается, что специалисты будут использовать такие изменения как соответствующие, и системы, устройства и способы могут быть осуществлены иным способом, нежели конкретно описанный в настоящем описании. Соответственно, системы, устройства и способы включают все модификации и эквиваленты предмета настоящего изобретения, изложенного в приложенной формуле согласно применимому закону. Кроме того, любые сочетания вышеописанных вариантов реализации во всех возможных его изменениях охвачены системами, устройствами и способами, если иное не указано в настоящем описании или иным способом явно не противоречит контексту.

Группирование альтернативных вариантов реализации, элементов или этапов систем, устройств и способов не должны рассматриваться как ограничения. Каждый член группы может быть указан и заявлен индивидуально или в любом сочетании с членами другой группы, раскрытыми в настоящем описании. Ожидается, что один или более членов группы могут быть включены в группу или исключены из группы по причинам удобства и/или патентоспособности. Когда происходит любое такое включение или исключение, описание считается содержащим данную группу как измененное таким образом исполнение письменного описания всех групп Маркуша, используемых в приложенной формуле.

Если не указано иное, все числа, выражающие характеристику, пункт, количество, параметр, свойство, срок и т.п., использованные в настоящем описании и приложенной формуле, должны пониматься как изменяемые во всех случаях термином "примерно". Используемый в настоящем описании термин "примерно" означает, что характеристика, пункт, количество, параметр, свойство или срок, квалифицированный таким образом, охватывают приближение, которое может изменяться. Термины "приблизительный (приблизительно)" и "существенный (существенно)" представляют количество, которое может отличаться от установленного количества и все же оставлять возможность выполнения необходимой операции или процесса, описанных в настоящем описании.

Термины "любой", "этот" и подобные определители, используемые в контексте описания систем, устройств и способов (особенно в контексте приложенной формулы), должны рассматриваться как включающие единственное и множественное число, если в настоящем описании не указано иное, или это иным образом явно не противоречит контексту. Все описанные в настоящем описании способы могут быть выполнены в любом пригодном порядке, если в настоящем описании не указано иное, или это иным образом явно не противоречит контексту. Использование любого и всех примеров или приведенного в качестве примера выражения (например, "такой как") в настоящем описании предполагается просто для наилучшего объяснения систем, устройств и способов и не налагает ограничения на объем охраны систем, устройств и способов, заявленных иным образом. Никакое выражение в настоящем описании не должно рассматриваться как указание любого незаявленного элемента, существенного для практической реализации систем, устройств и способов.

Все патенты, патентные публикации и другие публикации, на которые имеются ссылки и которые идентифицированы в настоящем описании, индивидуально и недвусмысленным образом полностью включены в настоящий документ по ссылке с целью описания и раскрытия, например, составов и методологий, описанных в таких публикациях, которые могли бы использоваться в соединении с системами, устройствами и способами. Эти публикации обеспечены исключительно с целью их раскрытия до даты подачи настоящей заявки. Ничто в этом отношении не должно рассматриваться как признание отсутствия права предвзятать такое раскрытие на основании предшествующего изобретения или по любой другой причине. Все утверждения относительно даты или представления относительно содержания этих документов основаны на доступной информации и не составляют признания относительно правильности дат или содержания этих документов.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Схема управления приводом для двигателя, содержащая:
 - источник питания, имеющий первый полюс и второй полюс;
 - фазную обмотку, связанную с первым полюсом источника питания и выполненную с возможностью приема электрической энергии от источника питания для создания магнитного поля для сообщения движения ротору;
 - ключ, связывающий фазную обмотку с вторым полюсом источника питания; и
 - батарею, имеющую первый полюс и второй полюс, первый полюс батареи выполнен с возможностью приема энергии магнитного поля фазной обмотки, второй полюс батареи связан с первым полюсом источника питания и имеет полярность, которая противоположна полярности первого полюса источника питания,
 - в которой напряжение батареи равно напряжению источника питания или меньше него.
2. Схема управления приводом по п.1, в которой первый полюс батареи связан с фазной обмоткой.
3. Схема управления приводом по п.1, в которой ключ выполнен с возможностью передачи тока от фазной обмотки к второму полюсу источника питания, когда ключ замкнут.
4. Схема управления приводом по п.1, в которой батарея выполнена с возможностью возвращения энергии, принятой от магнитного поля фазной обмотки назад в источник питания.
5. Схема управления приводом по п.1, в которой батарея выполнена с возможностью приема энергии магнитного поля фазной обмотки, когда ключ разомкнут.
6. Схема управления приводом по п.1, в которой батарея является первой батареей, и схема управления приводом также содержит вторую батарею, имеющую первый полюс и второй полюс, при этом первый полюс второй батареи связан с фазной обмоткой и выполнен с возможностью приема энергии магнитного поля фазной обмотки, а второй полюс второй батареи связан с вторым полюсом источника питания и имеет полярность, которая является такой же, как полярность второго полюса источника питания.
7. Схема управления приводом по п.6, в которой второй полюс второй батареи имеет отрицательную полярность и второй полюс источника питания имеет отрицательную полярность.
8. Схема управления приводом по п.1, в которой фазная обмотка является первой фазной обмоткой, и схема управления приводом также содержит:
 - вторую фазную обмотку, связанную с первым полюсом источника питания и выполненную с возможностью иметь ток, индуцированный магнитным полем первой фазной обмотки, причем первый полюс батареи выполнен с возможностью приема тока второй фазной обмотки.
9. Схема управления приводом по п.1, в которой фазная обмотка связана со статором двигателя.
10. Схема управления приводом по п.1, в которой второй полюс батареи имеет отрицательную полярность и первый полюс источника питания имеет положительную полярность.
11. Схема управления приводом по п.1, в которой фазная обмотка является первой фазной обмоткой, ключ является первым ключом, и схема управления приводом также содержит:
 - вторую фазную обмотку, связанную с первым полюсом источника питания и выполненную с возможностью приема электрической энергии от источника питания для создания магнитного поля для сообщения движения ротору;
 - второй ключ, связывающий вторую фазную обмотку с вторым полюсом источника питания;
 - третью фазную обмотку, связанную с первым полюсом источника питания и выполненную с возможностью приема электрической энергии от источника питания для создания магнитного поля для сообщения движения ротору; и
 - третий ключ, связывающий третью фазную обмотку с вторым полюсом источника питания;
 - причем первый полюс батареи выполнен с возможностью приема энергии магнитного поля второй фазной обмотки и энергии магнитного поля третьей фазной обмотки.
12. Схема управления приводом по п.11, также содержащая контроллер для замыкания и размыкания каждого из первого ключа, второго ключа и третьего ключа.
13. Двигатель, содержащий:
 - ротор;
 - источник питания, имеющий первый полюс и второй полюс;
 - статор, содержащий фазную обмотку, связанную с первым полюсом источника питания и выполненную с возможностью приема электрической энергии от источника питания для создания магнитного поля для сообщения движения ротору;
 - ключ, связывающий фазную обмотку с вторым полюсом источника питания; и
 - батарею, имеющую первый полюс и второй полюс, при этом первый полюс батареи выполнен с возможностью приема энергии магнитного поля фазной обмотки, а второй полюс батареи связан с первым полюсом источника питания и имеет полярность, которая противоположна полярности первого полюса источника питания,
 - в котором напряжение батареи равно напряжению источника питания или меньше него.
14. Способ управления двигателем, имеющим ротор, статор и схему управления приводом, со-

держашую:

источник питания, имеющий первый полюс и второй полюс;

фазную обмотку статора, связанную с первым полюсом источника питания, выполненную с возможностью приема электрической энергии от источника питания для создания магнитного поля для сообщения движения ротору;

ключ, связывающий фазную обмотку статора с вторым полюсом источника питания; и

батарею, имеющую первый полюс и второй полюс, при этом первый полюс батареи выполнен с возможностью приема энергии магнитного поля фазной обмотки статора, а второй полюс батареи связан с первым полюсом источника питания и имеет полярность, которая противоположна полярности первого полюса источника питания,

при этом согласно способу

подают электрическую энергию от источника питания на фазную обмотку статора для создания магнитного поля для сообщения движения ротору, причем

напряжение батареи поддерживают равным напряжению источника питания или меньше него.

15. Способ по п.14, согласно которому этап управления двигателем включает возвращение энергии из батареи назад в источник питания.

16. Схема управления приводом для двигателя, содержащая:

источник питания, имеющий первый полюс и второй полюс;

фазную обмотку, связанную с первым полюсом источника питания и выполненную с возможностью приема электрической энергии от источника питания для создания магнитного поля для сообщения движения ротору;

ключ, связывающий фазную обмотку с вторым полюсом источника питания;

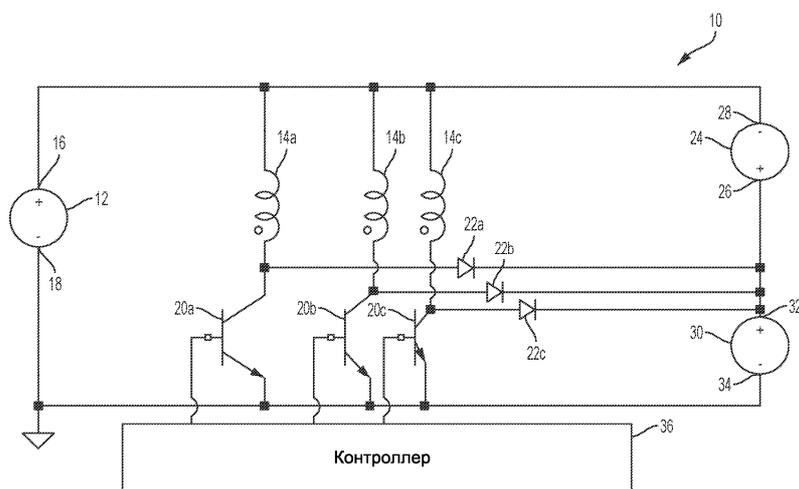
выпрямитель, связанный с фазной обмоткой и выполненный с возможностью выпрямления тока, полученного из магнитного поля фазной обмотки, с выработкой выпрямленного тока; и

устройство для накопления энергии, выполненное с возможностью приема выпрямленного тока от выпрямителя и сохранения энергии, полученной из выпрямленного тока,

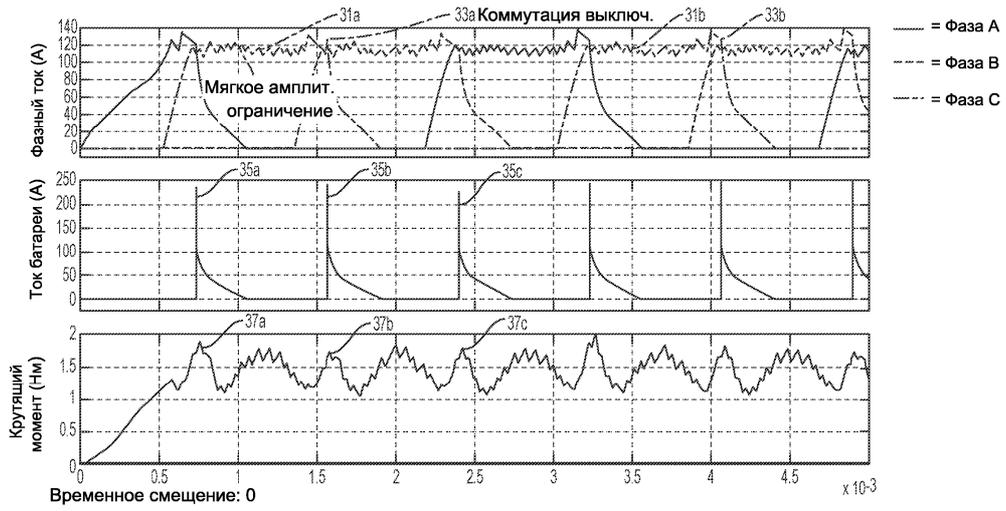
в которой напряжение устройства для накопления энергии равно напряжению источника питания или меньше него.

17. Схема управления приводом по п.16, в которой выпрямитель является полнопериодным выпрямителем.

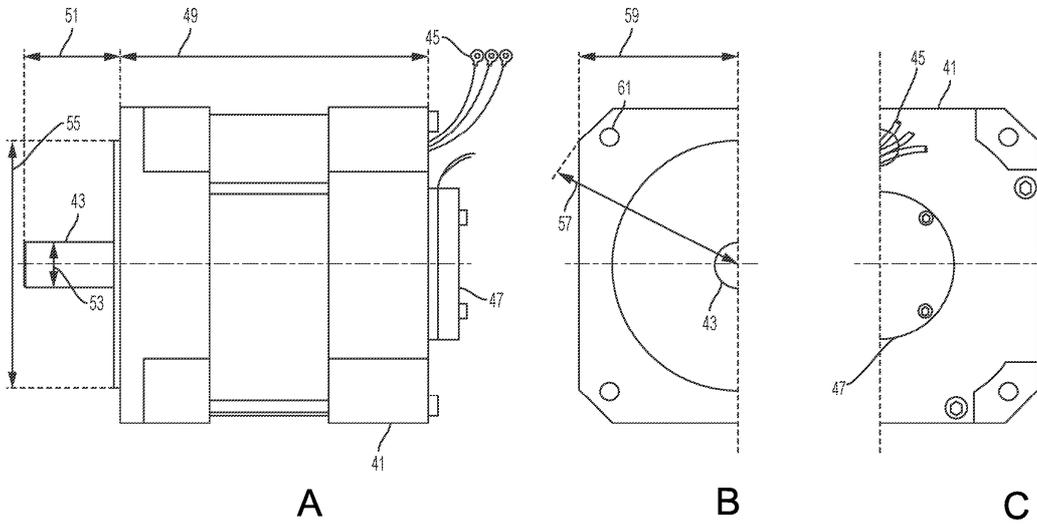
18. Схема управления приводом по п.16, также содержащая трансформатор, соединенный между фазной обмоткой и выпрямителем и выполненный с возможностью изменения тока, полученного из магнитного поля фазной обмотки, для выработки тока, который выпрямляется выпрямителем.



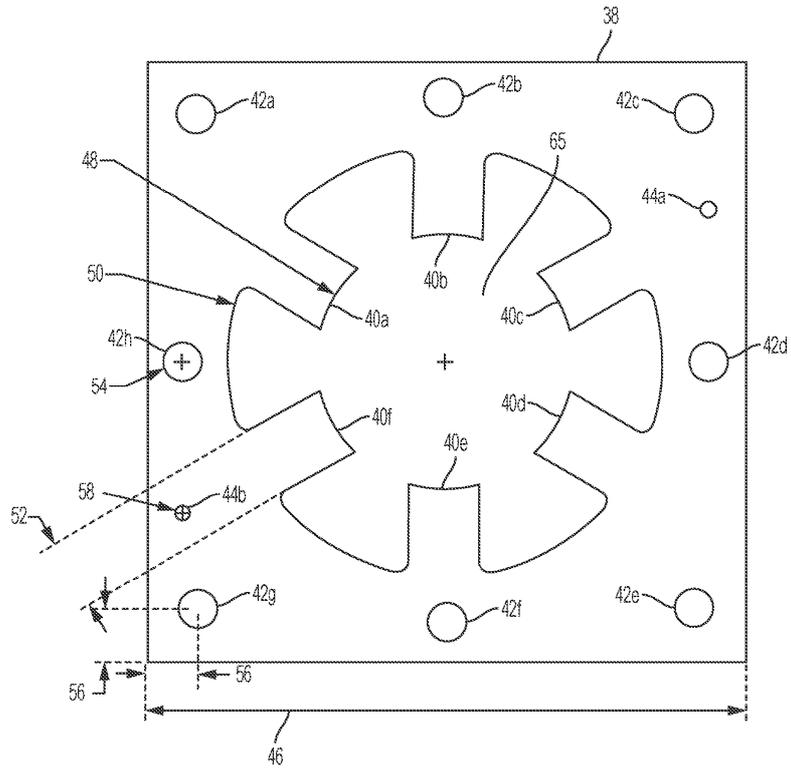
Фиг. 1



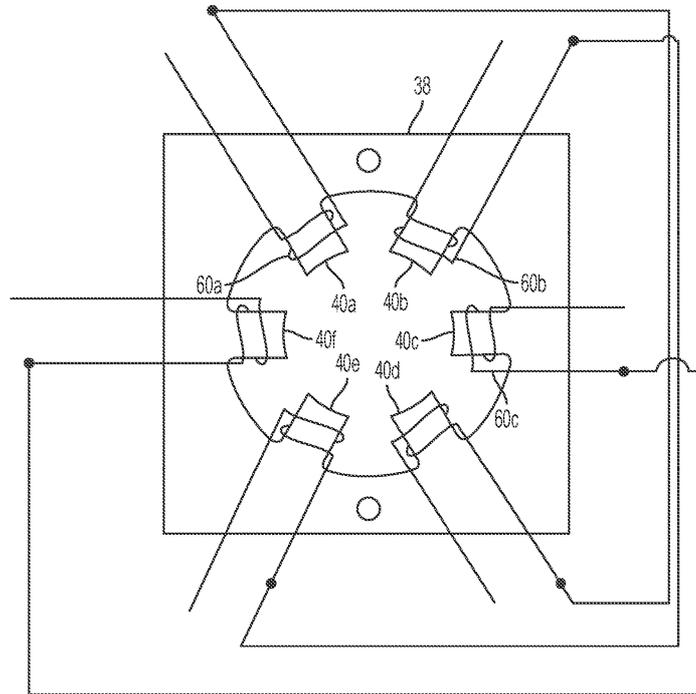
Фиг. 2



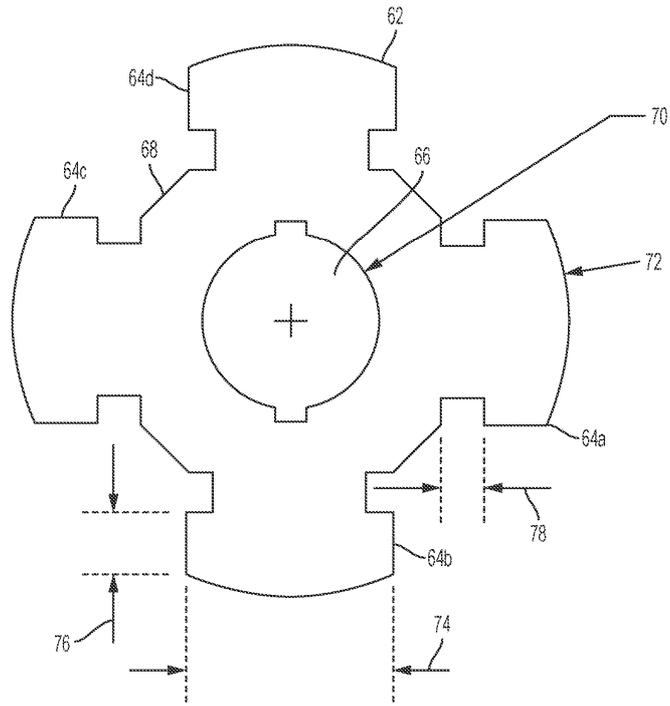
Фиг. 3



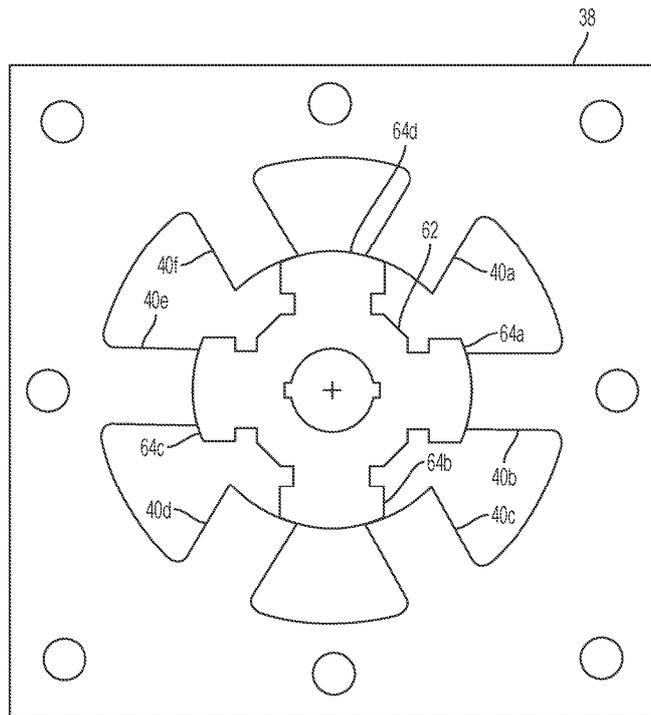
Фиг. 4



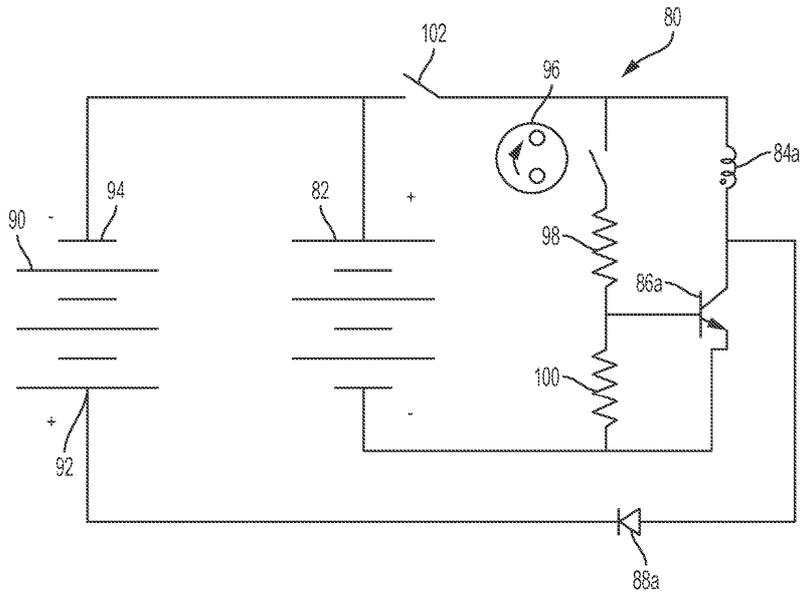
Фиг. 5



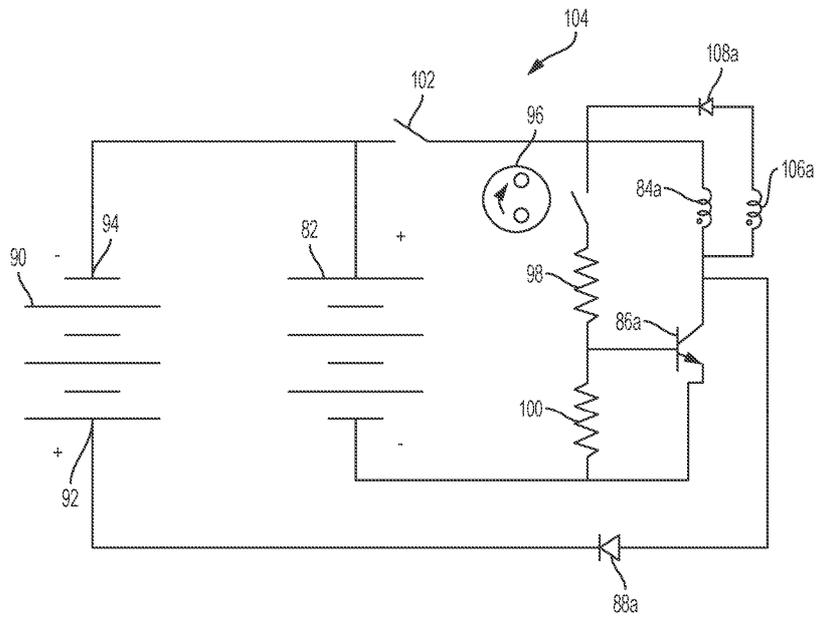
Фиг. 6



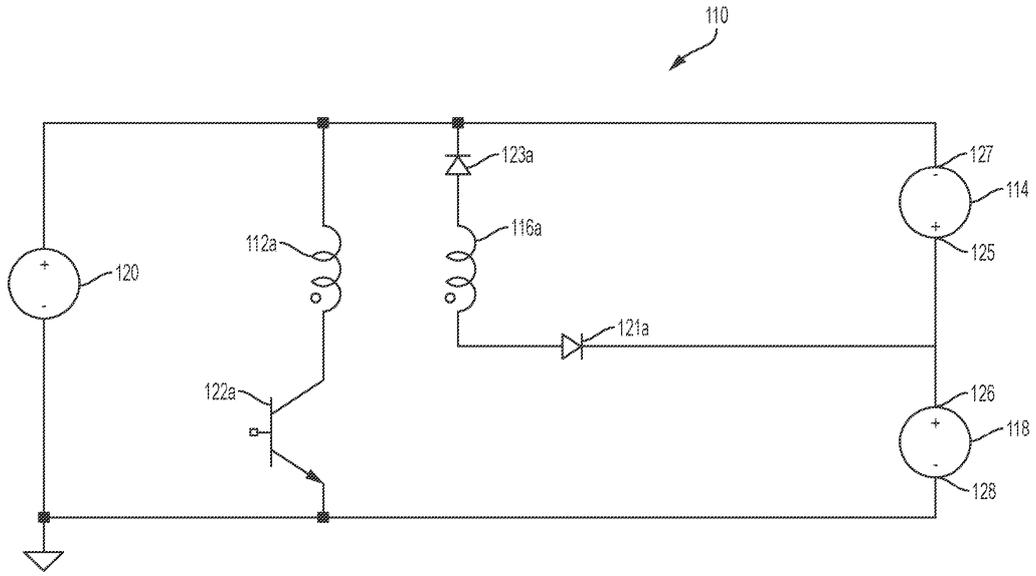
Фиг. 7



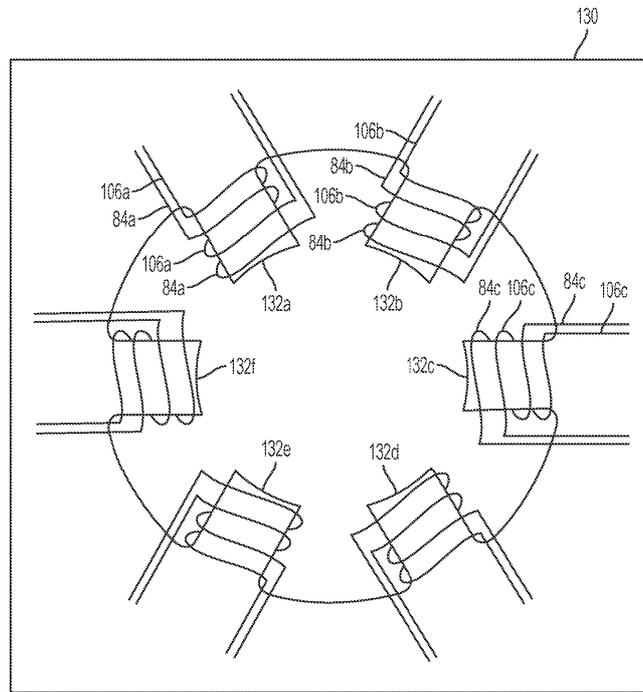
Фиг. 8



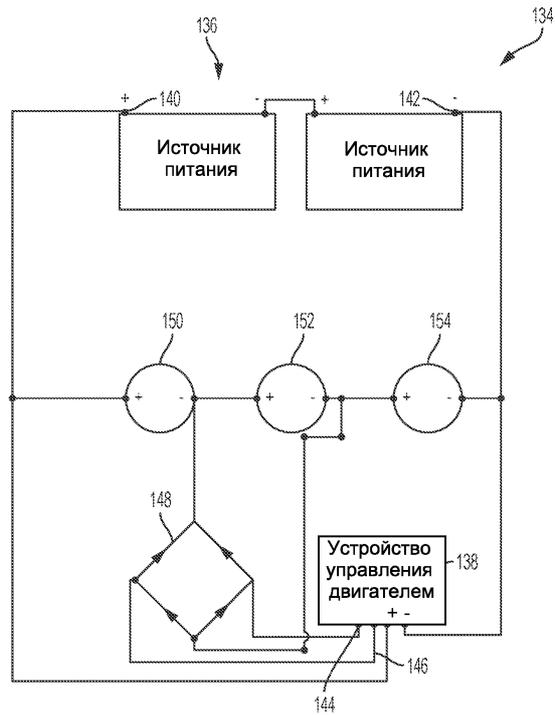
Фиг. 9



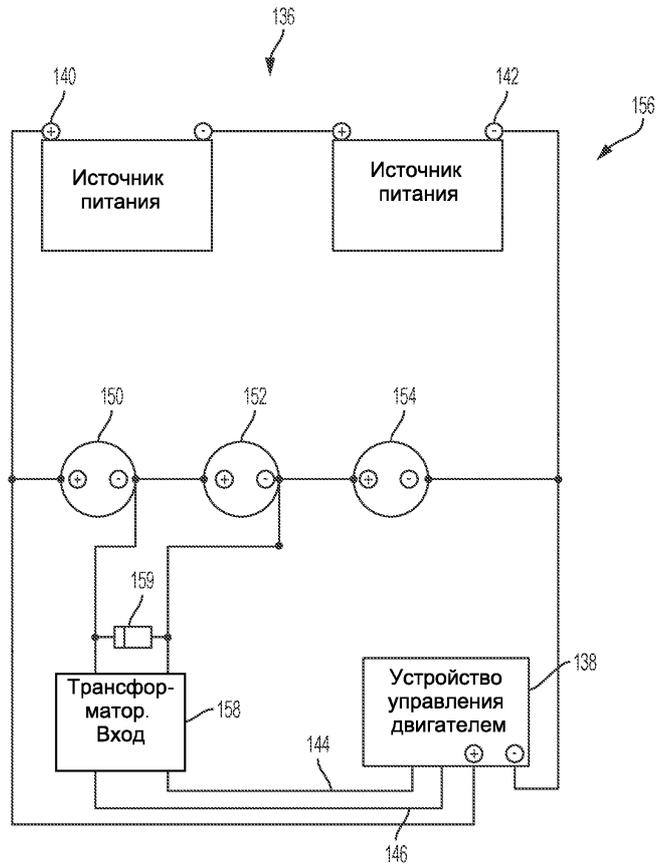
Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13