



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006103792/28, 08.07.2004

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
08.07.2004

(30) Конвенционный приоритет:
09.07.2003 US 60/485,871

(43) Дата публикации заявки: 10.08.2006

(45) Опубликовано: 27.12.2009 Бюл. № 36

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 2003/0094928 A1, 22.05.2003. SU 1465930
A1, 15.03.1989. US 5498950 A, 12.03.1996. US
2003042866 A1, 06.03.2003.

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную
фазу: 09.02.2006

(86) Заявка РСТ:
US 2004/022046 (08.07.2004)

(87) Публикация РСТ:
WO 2005/008266 (27.01.2005)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городиский и
Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову,
рег.№ 595

(72) Автор(ы):

ДАРСИ Дэnnис М. (US),
КОЛЕЛЛО Гари М. (US)

(73) Патентообладатель(и):

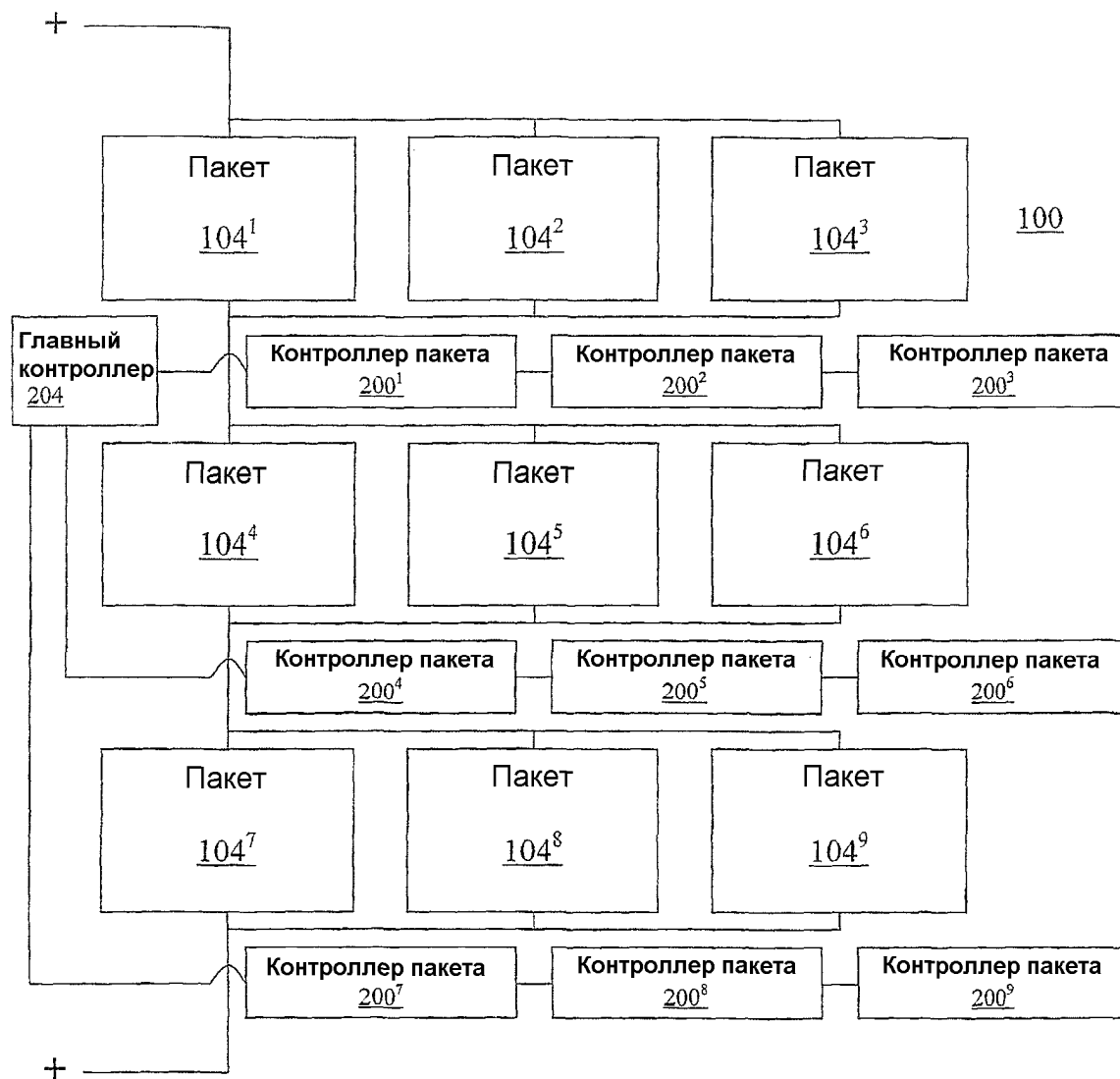
ПРЕМИУМ ПАУЭР КОРПОРЕЙШН (US)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ И ЗАРЯДКИ ВЫБРАННОЙ ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ БАТАРЕИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к работе батарей с проточным электролитом, в частности к способам и системам управления, контроля, зарядки и/или разрядки батарей с проточным электролитом. Техническим результатом изобретения является усовершенствование способа и/или аппаратуры для управления, контроля, зарядки и разрядки элементов в батарее с проточным электролитом. Система управления отдельным пакетом в батарее с проточным электролитом содержит

контроллер пакета для взаимного соединения в ходе работы с по меньшей мере одним из множества пакетов аккумуляторных элементов в батарее с проточным электролитом, входной датчик для предоставления информации о рабочем состоянии упомянутого, по меньшей мере, одного пакета аккумуляторных элементов, средство вывода управляющего сигнала для индивидуального управления состоянием зарядки в упомянутом, по меньшей мере, одном пакете аккумуляторных элементов исходя из информации о рабочем состоянии. 10



Фиг.2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2006103792/28, 08.07.2004**

(24) Effective date for property rights:
08.07.2004

(30) Priority:
09.07.2003 US 60/485,871

(43) Application published: **10.08.2006**

(45) Date of publication: **27.12.2009 Bull. 36**

(85) Commencement of national phase: **09.02.2006**

(86) PCT application:
US 2004/022046 (08.07.2004)

(87) PCT publication:
WO 2005/008266 (27.01.2005)

Mail address:
**129090, Moskva, ul. B.Spasskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu, reg.№ 595**

(72) Inventor(s):

**DARSI Dehnnis M. (US),
KOLELLO Gari M. (US)**

(73) Proprietor(s):

PREMIUM PAUEhR KORPOREJShN (US)

(54) DEVICE FOR CONTROLLING AND CHARGING SELECTED GROUP OF BATTERY CELLS

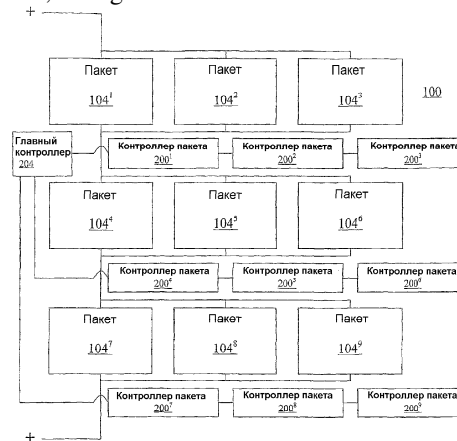
(57) Abstract:

FIELD: physics; control.

SUBSTANCE: invention relates to operation of a battery with flowing electrolyte, specifically to methods and systems for monitoring, controlling, charging and/or discharging batteries with flowing electrolyte. The system for controlling a separate packet in battery with flowing electrolyte has a packet controller for mutual connection during operation with at least one of several packets of accumulator cells in a battery with flowing electrolyte, an input sensor for providing information on operating status of the said at least one packet of accumulator cells, apparatus for outputting a control signal for separate control of the charge status in the said at least one packet of accumulator cells, based on information on operating status.

EFFECT: improved method and/or device for monitoring, controlling, charging and discharging cells in a battery with flowing electrolyte.

11 cl, 8 dwg



Ссылка на соответствующие заявки

Эта заявка имеет отношение и испрашивает преимущества предварительной заявки на патент США № 60/485871 под названием "Свойства, управление и способы, относящиеся к батарее с проточным электролитом и источнику бесперебойного питания с использованием батареи с проточным электролитом", полное содержание которой включено в настоящую заявку посредством данной ссылки.

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится в целом к работе батарей с проточным электролитом. В частности, в одном из своих аспектов изобретение относится к способам и системам управления, контроля, зарядки и/или разрядки (обобщенно - «управление») батарей с проточным электролитом.

Уровень техники

Полные отключения электроэнергии и прочие нежелательные перебои в энергоснабжении представляют собой проблему для потребителей электроэнергии. Даже секунды отключения или незначительных отклонений от нормы по качеству электроэнергии (уровню питания) могут трансформироваться в миллионы долларов потерь для бизнеса. Научно-исследовательский институт электроэнергетики США (EPRI, от англ. «Electric Power Research Institute») оценивает, что нарушения в энергоснабжении обходятся промышленности до 400 миллиардов долларов в год.

Сеть электроснабжения общественного пользования не была рассчитана и не была оснащена для бесперебойных поставок электроэнергии. Она также лишена возможности регулировать, приводить к необходимым стандартам и «подправлять» (повышать качество) той электроэнергии, которую она поставляет, что повышает риск получения потребителями выбросов и падений, а также других нежелательных изменений качества электроэнергии. К тому же более 2,5 миллионов миль электропроводов, которые передают энергию от главной государственной электросети, подвержены всем типам рисков. Суровая погода может стать причиной крупных аварий, но даже случайно упавший провод или поврежденная опора могут привести к остановке производства, оставить рабочих без работы и/или нарушить связь.

Альтернативы использованию сети электроснабжения общественного пользования (коммунальной сети) включают в себя распределенные системы генерирования энергии, которые, будучи однажды установленными в месте нахождения потребителя, могут наращивать генерируемую мощность для непрерывного и резервного питания, устранять «узкие места» в передаче и распределении энергии и поддерживать общую энергетическую систему путем генерирования временной резервной мощности. Модели с распределенным питанием также предоставляют потребителям большую гибкость в выборе их системы энергоснабжения на основе их индивидуальных потребностей, и при этом они размещаются и устанавливаются за гораздо меньшее время, чем требуется для проведения модернизации обычной централизованной системы генерирования энергии.

Однако существующие альтернативные предложения пока еще не вполне удовлетворяют потребностям компаний в распределенных системах генерирования энергии. Топливные элементы, например, требуют дальнейшей разработки, прежде чем они смогут использоваться в качестве распределенных источников энергии. Другие возможные варианты включают в себя солнечные элементы, ветровые установки, поршневые двигатели и микротурбины. Однако все эти варианты для своей эффективной работы требуют локального накопления энергии. Солнечная энергия и

энергия ветра представляют собой по сути случайные источники энергии, т.е. они доступны не всегда, не весь день и не каждый день. Топливные элементы и микротурбины представляют собой стационарные устройства, которые могут использовать природный газ. Эти технологии, однако, не способны «следовать за

5 нагрузкой». Следовательно, временная потребность в энергии удовлетворяется посредством ее накопления. Таким образом, применение этих технологий требует наличия доступных, надежных и эффективных накопительных систем.

Одним из типов систем накопления (аккумулирования) энергии являются

10 электролитические батареи. Такая батарея может быть выполнена в виде набора (массива) из пакетов элементов (обычно кислотно-свинцовых аккумуляторных элементов), причем каждый такой пакет элементов имеет свой собственный электролит. Поскольку каждый пакет представляет собой закрытую систему, то напряжение разомкнутой цепи (V_{oc}) на пакете указывает на величину заряда,

15 запасенного в этом конкретном пакете. Различия в напряжениях разомкнутой цепи между различными пакетами может быть использовано для определения того, какие пакеты в системе заряжены полностью, а какие заряжены только частично.

Другой тип электролитических батарей - это батареи с проточным электролитом. В

20 одной из таких батарей используется множество пакетов элементов, причем пакеты совместно используют общий проточный электролит. Поскольку пакеты используют электролит совместно, то измерения напряжения разомкнутой цепи на пакете указывают только на то, накопил ли пакет некоторое ненулевое значение заряда, но не указывают на состояние заряда данного пакета относительно других пакетов в

25 системе. Кроме того, различия в напряжениях разомкнутой цепи между различными пакетами обычно указывает на некоторое внутреннее отклонение от нормы, которое приводит к понижению внутреннего сопротивления пакета.

Например, в батарее с проточным электролитом на основе бромида цинка пакеты

30 совместно используют электролит в виде водного раствора бромида цинка и имеют свои собственные электроды для осаждения и растворения элементарного цинка в течение циклов зарядки и разрядки. В батареях этого типа потоку электролита в пакете могут препятствовать неудачно размещенные отложения цинка. Кроме того, зародышеобразование на электродах может привести к образованию дендритов и

35 появлению наростов между элементами. В любом случае внутреннее сопротивление подверженного данным явлениям пакета понижается, что приводит к соответствующему падению напряжения разомкнутой цепи на этом пакете.

Различия в напряжениях разомкнутой цепи между различными пакетами в системах

40 батарей с проточным электролитом может влиять на циклы зарядки и разрядки пакетов и, в принципе, на работу батареи в целом. Например, в упомянутой выше батарее с электролитом на основе бромида цинка пониженное напряжение разомкнутой цепи в конкретном пакете приводит к увеличению скорости аккумуляции цинка в дефектном пакете в течение цикла зарядки и снижению

45 скорости восстановления цинка в этом дефектном пакете в течение цикла разрядки. Кроме того, дополнительно накопленный в дефектном пакете цинк обычно приходит из электролита, в нормальных условиях используемого соседними пакетами. В результате такой пониженной доступности цинка может понизиться

50 энергоаккумулирующая способность (емкость) этих соседних пакетов. Еще одним следствием этого является то, что пакет, имеющий увеличенный запас цинка, не полностью подвергается «зачистке» (т.е. удалению осажденного металла) в течение разрядки, что в конце концов приводит к накоплению цинка на электродах

дефектного пакета в такой степени, что оно вызывает внутреннее короткое замыкание между элементами пакета. Это может в принципе привести к выходу из строя пакета и, возможно, всей батареи в целом. Еще одно следствие заключается в том, что
 5 увеличение аккумуляирования цинка ограничивает каналы, через которые протекает электролит. Поскольку поток электролита действует и как охладитель пакета, то такое ограничение потока может привести к перегреву пакета и расплавлению некоторых его критически важных конструктивных деталей.

Известные из предшествующего уровня техники решения этой проблемы
 10 подразумевали полную «зачистку», т.е. полный разряд, каждого пакета в батарее или, иными словами, полное удаление любого запасенного заряда из всех элементов во всех пакетах. В идеальном случае этот процесс устраняет те отклонения от нормы, которые изначально приводили к различию в напряжении разомкнутой цепи между
 15 различными пакетами. Например, полная «зачистка» обычно растворяет дендриты между пластинами и/или осадки, препятствующие протеканию электролита. Однако полная «зачистка» батареи с проточным электролитом обычно представляет собой длительную процедуру (часто занимающую до завершения один или два дня), и при этом может требоваться ее повторение каждые несколько дней в случае повторного
 20 возникновения проблемы. Полная «зачистка» батареи обычно делает ее недоступной для электрических применений (неработоспособной) или приводит к значительно пониженной емкости, что влечет за собой необходимость приобретения и установки дополнительных резервных систем аккумулирующих батарей. Кроме того, в полной «зачистке» часто нет необходимости, поскольку лишь меньшая часть пакетов в
 25 батарее обычно работает с отклонениями.

Таким образом, имеется необходимость в усовершенствованных способах и аппаратуре для управления, контроля, зарядки и/или разрядки элементов в батарее с проточным электролитом.

30 Раскрытие изобретения

Изобретение устраняет недостатки предшествующего уровня техники, предлагая в различных своих вариантах реализации усовершенствованные способы, системы и признаки, предназначенные для управления, контроля, зарядки и/или разрядки
 (обобщенно - «управление») батарей с проточным электролитом. В соответствии с
 35 одним своим аспектом изобретение устраняет недостатки предшествующего уровня техники, предлагая способы, системы и признаки, предназначенные для управления отдельными пакетами аккумуляторных элементов (ячеек) в батарее с проточным электролитом. В другом варианте реализации изобретение предлагает способы,
 40 системы и признаки, предназначенные для управления отдельными аккумуляторными элементами в батарее с проточным электролитом. Среди прочих преимуществ изобретение увеличивает ту гибкость, с которой могут подвергаться зарядке и разрядке пакеты элементов; делает возможной регулярную и постоянную эксплуатацию батареи без ее отключения; обеспечивает поддержание батареи на
 45 предсказуемой и согласованной зарядной емкости; снижает вероятность отказов пакетов вследствие, например, блокирования потока электролита, теплового выхода из строя и/или образования дендритов; снижает риск неоднородного покрытия пластин элементов металлом; увеличивает число возможных циклов заряда/разряда; и
 50 снижает затраты, связанные с необходимостью поддержания резервных систем батарей.

В одном своем аспекте изобретение предлагает системы и способы индивидуального управления пакетами элементов в батарее с проточным

электролитом, имеющей множество пакетов элементов. Предпочтительно, эта батарея представляет собой батарею с проточным электролитом на основе бромида цинка. Вместе с тем изобретение может быть использовано с любой подходящей батареей с проточным электролитом. В соответствии с одной из конфигураций изобретение
5 включает в себя контроллер пакета для взаимного соединения в ходе работы с одним из множества пакетов элементов в батарее. В соответствии с одним из признаков контроллер пакета управляет электрическим током индивидуально через данный пакет элементов. В соответствии с одним вариантом реализации система включает в
10 себя множество контроллеров пакетов, каждый из которых предназначен для взаимного соединения в ходе работы с соответствующим ему одним из множества пакетов элементов. В одной предпочтительной конфигурации взаимное соединение между пакетами элементов и контроллерами пакетов может быть осуществлено посредством электрического взаимного соединения. Однако в других конфигурациях
15 это взаимное соединение может быть оптическим, комбинацией электрического и оптического соединений или любым подходящим способом непосредственного или электрически изолированного взаимного соединения.

В соответствии с альтернативным вариантом реализации вместо наличия
20 индивидуальных контроллеров отдельных пакетов элементов отдельными пакетами элементов управляет единственный главный контроллер. Как и в случае индивидуальных контроллеров, единственный главный контроллер управляет электрическим током в каждом пакете элементов поочередно от пакета к пакету; таким образом обеспечиваются все главные преимущества индивидуальных
25 контроллеров пакетов. В другом альтернативном варианте реализации вместо наличия единственного главного контроллера отдельными пакетами элементов управляет некоторое множество контроллеров, меньшее, чем число пакетов элементов. Еще в одном альтернативном варианте реализации изобретение предлагает
30 многоуровневую архитектуру контроллеров пакетов, в которой главный контроллер обеспечивает направление на один или более дополнительных контроллеров пакетов для выполнения управления отдельным пакетом.

В некоторых вариантах реализации управление током в каждом пакете элементов по существу или полностью не подвержено влиянию управления током в другом
35 пакете элементов. Вместе с тем в некоторых вариантах реализации допускается, чтобы управление током в некотором конкретном пакете влияло на управление током в другом пакете, но предсказуемым и контролируемым образом.

В одном варианте реализации контроллер пакета подает управляющие сигналы на
40 один или более твердотельных (полупроводниковых) переключателей для управления электрическим током, подаваемым на пакет элементов (например, зарядным током) и/или отводимым от пакета элементов (например, разрядным током). В соответствии с одним из подходов главный и/или индивидуальные контроллеры регулируют коэффициент заполнения управляющего сигнала для одного или более твердотельных
45 переключателей для управления током пакетов элементов.

В соответствии с альтернативным вариантом реализации изобретение предлагает индивидуальный ПТ/ПТ-преобразователь/контроллер («ПТ/ПТ-преобразователь» означает преобразователь постоянного тока в постоянный ток) для каждого пакета
50 элементов. Предпочтительно, ПТ/ПТ-преобразователь/контроллер управляет электрическим током, подаваемым на пакет элементов и отводимым от пакета элементов. В соответствии с одним признаком каждый из ПТ/ПТ-преобразователей/контроллеров работает по существу или полностью

независимо один от другого и обеспечивает, например, зарядку, разрядку, осаждение металла на электродах, «зачистку» электродов, протекание электролита и управление рабочим режимом соответствующего пакета элементов. В соответствии с другим признаком каждый ПТ/ПТ-преобразователь/контроллер обеспечивает напряжение, ток, протекание электролита и контроль температуры соответствующего пакета элементов. В соответствии с другим признаком ПТ/ПТ-преобразователь/контроллер в ответ, например, на состояние недостаточного тока, избыточного тока, недостаточного напряжения, избыточного напряжения, недостаточного заряда, избыточного заряда и/или избыточной температуры может выключить из цепи соответствующий отдельный пакет элементов (например, для обслуживания) без существенного влияния на работу батареи в целом.

Из дальнейшего рассмотрения ясно, что термин «контроллер пакета» может включать в себя любую из рассмотренных выше конфигураций контроллера пакета, включая ПТ/ПТ-преобразователь/контроллер или любую другую подходящую конфигурацию контроллера, пригодную для управления отдельными пакетами элементов.

Согласно еще одному признаку изобретение обеспечивает контроль (отслеживание) тока через каждый пакет элементов и исходя из измеренного значения тока изменение тока, подаваемого на пакет элементов или исходящего из него. В одном из вариантов реализации контроллер пакета вычисляет среднее значение токов, протекающих через каждый из пакетов элементов, и затем регулирует ток через конкретные пакеты из всего множества пакетов элементов исходя из того, на сколько эта зафиксированная сила тока в амперах отличается от вычисленного среднего значения. Согласно одному варианту воплощения в изобретении предлагается пороговая величина отклонения тока от его среднего значения, которая должна быть превышена перед выполнением какой-либо регулировки электрического тока через пакет элементов. Например, в рамках изобретения могут требоваться большие отклонения от вычисленного среднего значения, чем плюс или минус 0,1 А, 0,25 А, 0,5 А, 0,75 А, 1 А, 1,5 А, 2 А, 2,5 А или 3 А, прежде чем будет выполнена регулировка тока через конкретный пакет элементов.

Согласно одному варианту реализации изобретения измерения тока во всех пакетах элементов производятся периодически, вычисляется среднее значение тока по всем пакетам элементов, токи ранжируются в порядке отклонения от этого среднего значения, и исходя из этого ранжирования составляется график регулировки тока в этих пакетах элементов; регулировка начинается с пакетов элементов с наибольшим отклонением от среднего значения и далее последовательно выполняется до пакетов с наименьшим отклонением от среднего значения. В одном из подходов в рамках изобретения токи регулируются по графику потерь тока, тогда как при других подходах изобретение предусматривает составление графика подачи дополнительного тока на «отклонившиеся» пакеты элементов и/или обеспечивает комбинацию избытка тока и недостатка тока в зависимости, например, от того, выше или ниже среднего значения находится подаваемый на пакет элементов ток.

В других вариантах реализации изобретение обеспечивает регулирование токов, подаваемых на множественные пакеты элементов, по существу параллельным образом, а в одном частном варианте реализации все токи всех пакетов элементов регулируются по существу параллельным или одновременным образом. Согласно одной конфигурации изобретения подаваемый на пакет элементов ток регулируется в режиме, при котором он линейно зависит от отклонения тока от среднего значения.

Вместе с тем в других вариантах реализации могут быть использованы другие подходящие взаимозависимости.

В другом аспекте изобретения подмножество токов через пакеты элементов контролируется по существу в реальном времени. Изобретение позволяет также
5 вычислять среднее значение токов через пакеты элементов в по существу реальном времени. Согласно дополнительному варианту реализации изобретение позволяет выполнять регулировки тока в по существу реальном времени и, необязательно, по
10 существу параллельным образом. Такое подмножество пакетов элементов может включать в себя все пакеты элементов.

Согласно альтернативному варианту реализации вместо вычисления среднего значения тока через пакеты элементов контроллер пакета контролирует ток через
15 некоторый пакет элементов и регулирует ток через этот пакет элементов исходя по существу исключительно из отклонения от ожидаемого значения тока через этот пакет элементов. В одном варианте воплощения изобретение обеспечивает пороговое отклонение от ожидаемого значения тока, которое должно быть превышено, прежде
20 чем выполняется какая-либо регулировка тока через этот пакет элементов. Например, в рамках изобретения могут требоваться большие отклонения от ожидаемого значения тока, чем плюс или минус 0,1 А, 0,25 А, 0,5 А, 0,75 А, 1 А, 1,5 А, 2 А, 2,5 А или 3 А, прежде чем будет выполнена регулировка тока через данный пакет элементов.

Согласно дополнительному признаку изобретение включает в себя запаздывание в
25 принятии решения о том, выполнять ли регулировку тока в данном пакете элементов. Изобретение может также включать в рассмотрение, например, состояние пакета элементов по напряжению, температуре, потоку электролита и/или заряду при
принятии решения о том, изменять ли ток через пакет элементов.

Хотя в некоторых своих аспектах изобретение исключает, в частности, пакеты
30 элементов батареи и конкретные устройства, включенные последовательно с пакетами элементов, через которые протекает ток зарядки/разрядки, в других аспектах изобретение включает в себя, в частности, токовые устройства (например, твердотельные и/или механические переключатели), и/или пакеты элементов, и/или целиком всю батарею с проточным электролитом.

Согласно другому аспекту контроллер пакета связан с датчиком для выявления
35 состояний отказа в конкретном пакете элементов, и при этом контроллер пакета предназначен для изменения состояния зарядки пакета элементов в ответ на это состояние отказа.

В одном варианте реализации датчик включает в себя датчик напряжения для
40 контроля напряжения разомкнутой цепи на одном или более пакетах элементов. В другом варианте реализации датчик включает в себя датчик тока для контроля входящего и/или отдаваемого тока одного или более пакетов элементов. В другом варианте реализации изобретение включает в себя регистратор (регистрирующее
45 устройство) предыстории для записи измеренных датчиком данных, относящихся к конкретным пакетам элементов. Согласно другому варианту реализации датчик включает в себя датчик потока электролита для контроля циркуляции электролита в батарее. В одной конфигурации датчик потока электролита включает в себя датчик
50 насоса для выявления того, качает ли насос для электролита. В другом варианте реализации изобретение включает в себя таймер для определения истечения заранее заданного приращения времени.

Согласно одному своему аспекту изобретение включает в себя переключатель, связанный с контроллером пакета или являющийся его частью, причем этот

переключатель модулирует ток зарядки, подаваемый на пакет в ответ на состояние отказа. В другом варианте реализации изобретение включает в себя переключатель, связанный с контроллером пакета или являющийся его частью, и резистивный элемент, связанный с этим переключателем, причем переключатель подключает
 5 резистор параллельно пакету для его разрядки в ответ на состояние отказа или в качестве одного из путей выполнения обслуживания. В другом варианте реализации изобретение включает в себя переключатель, связанный с контроллером пакета или являющийся его частью, причем переключатель может быть закорочен замыканием
 10 клемм пакета элементов, что используется для завершения процесса разрядки в ответ на состояние отказа или как средство выполнения технического обслуживания. В другом варианте реализации изобретение включает в себя переключатель, связанный с контроллером пакета или являющийся его частью, причем переключатель может
 15 отводить ток через резистивный элемент, когда подаваемый на пакет ток прерывается, и при этом распределение тока по другим пакетам батареи никакому влиянию подвергаться не будет.

В другом аспекте изобретение обеспечивает способ управления отдельным пакетом элементов в батарее с проточным электролитом. Согласно одному варианту
 20 реализации в ответ на выявление состояния отказа в отдельном пакете элементов способ по изобретению изменяет режим зарядки, соответствующий этому пакету элементов. Согласно дополнительному признаку в ответ на выявление коррекции выявленного состояния отказа способ по изобретению опять же изменяет режим зарядки, соответствующий этому пакету элементов.

В одном варианте реализации этап изменения режима зарядки в ответ на коррекцию состояния отказа включает в себя восстановление режима зарядки в его изначальное состояние. В другом варианте реализации этап выявления состояния отказа включает в себя выявление изменения в напряжении разомкнутой цепи на пакете элементов
 30 и/или выявление изменения тока, протекающего через этот пакет элементов.

Согласно другому варианту реализации этап изменения режима зарядки в ответ на выявление состояния отказа включает в себя понижение силы тока, заряжающего пакет элементов. В другом варианте реализации понижение силы тока включает в себя применение широтно-импульсной модуляции при коэффициенте заполнения
 35 менее 100% к цепи, заряжающей этот пакет элементов. В другом варианте реализации понижение силы тока включает в себя изменение выходного тока из ПТ/ПТ-преобразователя/контроллера, подаваемого на пакет элементов.

В одном варианте реализации этап изменения режима зарядки в ответ на выявление
 40 состояния отказа включает в себя понижение силы тока, заряжающего один конкретный пакет элементов, при одновременном поддержании постоянной силы тока, заряжающего другой из пакетов элементов. В другом варианте реализации понижение силы тока на конкретный пакет элементов при одновременном поддержании силы тока на другом пакете элементов включает в себя обеспечение
 45 зарядного тока конкретного пакета элементов и другого пакета элементов в течение по существу одинакового периода времени. В другом варианте реализации этап изменения режима зарядки в ответ на выявление состояния отказа включает в себя по существу полное исчерпание накопленной энергии из конкретного пакета элементов и последующее закорачивание этого конкретного пакета элементов для поддержания
 50 его в незаряженном состоянии.

Ниже подробно будут рассматриваться прочие аспекты, варианты реализации, признаки и особенности изобретения в связи с иллюстративными вариантами

реализации.

Краткое описание чертежей

Теперь изобретение будет описано со ссылкой на приведенные ниже иллюстративные чертежи, на которых сходные обозначения относятся к сходным конструктивным элементам, но при этом сами эти конструктивные элементы могут быть выполнены не в масштабе. Следует заметить, что приведенные ниже чертежи по своей сути являются лишь иллюстративными и не должны рассматриваться как ограничивающие объем изобретения.

Фиг.1 схематически изображает батарею с проточным электролитом, включающую в себя множество пакетов элементов того типа, который может быть использован в иллюстративном варианте реализации изобретения.

Фиг.2 представляет собой блок-схему примерного варианта воплощения контроллера пакета элементов, подключенного к батарее того типа, который показан на Фиг.1, в соответствии с иллюстративным вариантом реализации изобретения.

Фиг.3 представляет собой блок-схему последовательности операций, показывающую процесс управления отдельным пакетом в батарее с проточным электролитом в соответствии с иллюстративным вариантом реализации изобретения.

Фиг.4 представляет собой диаграмму состояний, показывающую машинный вариант выполнения процесса того типа, который показан на Фиг.3.

Фиг.5 представляет собой блок-схему, показывающую взаимное соединение между одним пакетом элементов и контроллером пакета в соответствии с иллюстративным вариантом реализации изобретения.

Фиг.6 представляет собой диаграмму состояний, иллюстрирующую работу контроллера пакета того типа, который показан на Фиг.5.

Фиг.7 представляет собой блок-схему устройства контроллера пакета в соответствии с альтернативным иллюстративным вариантом реализации изобретения.

Фиг.8 представляет собой более подробную блок-схему ПТ/ПТ-преобразователя/контроллера того типа, который использован в иллюстративном варианте реализации по Фиг.7.

Описание иллюстративных вариантов реализации

Как было указано выше в разделе «Раскрытие изобретения», настоящее изобретение направлено на устранение недостатков предшествующего уровня техники, предлагая в различных своих вариантах реализации усовершенствованные способы, системы и признаки, предназначенные для управления, контроля, зарядки и/или разрядки (обобщенно - «управления») батареями с проточным электролитом. В соответствии с некоторыми иллюстративными вариантами реализации изобретение направлено на устранение недостатков предшествующего уровня техники и предоставляет способы, системы и признаки, предназначенные для управления отдельными пакетами аккумуляторных элементов в батарее с проточным электролитом. В других иллюстративных вариантах реализации изобретение предоставляет способы, системы и признаки, предназначенные для управления отдельными аккумуляторными элементами в батарее с проточным электролитом. В других иллюстративных вариантах реализации контроллеры пакетов и датчики, взаимно соединенные с отдельными пакетами и/или элементами батареи, обеспечивают выявление состояний отказа и в ответ на выявление таких состояний отказа изменяют один или более режимов зарядки отдельных пакетов и/или элементов батареи. Если необходимо, изменения могут быть повторены и/или выполнены итерационно, и при этом оператор может быть уведомлен о состояниях отказа.

Следует понимать, что, хотя в последующем иллюстративном рассмотрении используются термины «батарея» и «пакет», объем изобретения этим не ограничивается. В более широком смысле изобретение делает возможным управление отдельными блоками накопления (аккумулирования) заряда в некотором наборе или массиве блоков накопления заряда, взаимно соединенных в батарею, такую как батарея с проточным электролитом, независимо от терминологии, используемой для описания отдельных блоков или всего набора. Например, в одном иллюстративном варианте реализации изобретение делает возможным управление отдельными пакетами элементов в батарее взаимно соединенных пакетов элементов. Именно этот приведенный в качестве примера вариант реализации рассматривается ниже в оставшейся части данного иллюстративного описания. Однако в других иллюстративных вариантах реализации изобретение может быть описано как обеспечивающее возможность управления отдельными пакетами элементов в «башне» (колонне) взаимно соединенных пакетов элементов. В других иллюстративных вариантах реализации изобретение может быть описано как обеспечивающее возможность управления отдельными элементами батареи в пакете аккумуляторных элементов и т.д.

Термин «батарея» следует понимать как относящийся к набору блоков накопления заряда, такому как набор взаимно соединенных пакетов элементов, тогда как термин «пакет» следует понимать как относящийся к отдельному блоку накопления заряда, такому как пакет аккумуляторных элементов, для которого является желательным индивидуальное управление.

В некоторых из иллюстративных вариантов реализации изобретения используется единственный источник постоянного тока для зарядки всех пакетов элементов в батарее. Эти варианты реализации описаны, в частности, в связи с Фиг.1-9. Однако в других иллюстративных вариантах реализации изобретение предполагает использование множества независимых источников постоянного тока, предпочтительно - по одному на каждый пакет элементов. Эти варианты реализации описаны ниже, в частности, в связи с Фиг.7 и 8.

На Фиг.1 показана примерная батарея 100 с проточным электролитом, составленная из девяти пакетов $104^1 \dots 104^9$ элементов (обобщенно - «пакеты 104 элементов») того типа, которые могут быть использованы в иллюстративных вариантах реализации. Примерная батарея 100 включает в себя три группы из трех пакетов 104, электрически соединенные параллельно, например, пакеты 104^1 , 104^2 и 104^3 образуют одну группу соединенных параллельно пакетов 104. Вместе три группы пакетов электрически соединены последовательно с образованием батареи 100. Показанная на Фиг.1 топология пакетов призвана служить лишь иллюстрацией и выбрана для облегчения рассмотрения, поскольку иллюстративные варианты реализации изобретения совместимы с батареями, обладающими произвольными внутренними топологиями, конфигурациями пакетов и элементов.

В этом примере пакеты 104 гидравлически взаимосвязаны (т.е. гидравлически сообщаются друг с другом) (не показано), что обеспечивает возможность совместного использования общего проточного электролита. Это позволяет батарее 100 достичь более высокой плотности энергии по сравнению с батареей с электрически взаимно соединенными пакетами, которые не имеют гидравлического взаимного сообщения, т.е. с раздельным, не проточным электролитом. В этом примере батарея 100 представляет собой батарею с электролитом на основе бромида цинка, причем этот проточный электролит представляет собой водный раствор бромида цинка.

Иллюстративные варианты реализации изобретения могут поставляться отдельно для интеграции (объединения) с батареей с проточным электролитом, такой как батарея 100 на Фиг.1. Альтернативно, как это видно из Фиг.2, изобретение может быть сконфигурировано с возможностью интеграции с батареей 100 с проточным электролитом и может поставляться в виде единого узла. В этом иллюстративном варианте реализации каждый пакет 104 электрически соединен с контроллером 200¹...200⁹ пакета (обобщенно - 200). Контроллеры 200 пакетов, в свою очередь, электрически соединены с главным контроллером 204.

В иллюстративном варианте реализации по Фиг.2 взаимные соединения обеспечивают возможность питания отдельных контроллеров 200 пакетов и главного контроллера 204, а также обмен данными и/или командами между отдельными контроллерами 200 пакетов, главным контроллером 204, или между и теми, и другими. Например, регулируемый источник постоянного тока может использовать эти электрические взаимные соединения для обеспечения питания контроллеров 200 пакетов и главного контроллера 204, или главный контроллер 204 сам может выполнять функции источника питания и избирательно подавать питание на каждый отдельный контроллер 200 пакета. Взаимные соединения могут включать в себя выделенные линии для обмена данными и/или командами между различными контроллерами. Кроме того, данные и питание могут быть переданы по одной и той же линии. Обмен данными между контроллерами может осуществляться с использованием известных протоколов, таких как RS-232, I²C или CAN Bus (каналу абонентской сети). Возможен также обмен данными и/или командами между контроллерами с использованием известных протоколов беспроводной связи, таких как Bluetooth («Голубой Зуб») или IEEE 802.11(b). Кроме того, как было отмечено выше, взаимные соединения могут быть оптическими выделенными соединениями, например это могут быть волоконно-оптические взаимные соединения.

В иллюстративном варианте реализации по Фиг.2 главный контроллер 204 управляет интерфейсом между батареей 100 и внешними прикладными средствами, которые эта батарея 100 питает, например инвертором (т.е. преобразователем переменного тока), выдающим переменное трехфазное напряжение 480 В с заданной формой волны на полупроводниковое технологическое оборудование. Главный контроллер 204 контролирует количество имеющейся в распоряжении батареи 100 электроэнергии. Если имеется избыточная электроэнергия, то главный контроллер 204 заряжает батарею 100 путем подачи зарядного тока на пакеты 104. Если подводимая к батарее 100 электроэнергия не достаточна для удовлетворения требований нагрузки, то главный контроллер 204 отбирает энергию из пакетов 104 и выдает ее на нагрузку. В одном варианте реализации главный контроллер 204 также выявляет непредвиденные потребности в электроэнергии, которые превышают средние по нагрузке потребности на предварительно заданное значение, и обеспечивает подачу необходимой разницы из батареи 100 мгновенно или почти мгновенно. Предпочтительно, главный контроллер 204 управляет также работой насосов для электролита и рядом других вспомогательных систем в батарее, например систем охлаждения, пользовательских интерфейсов (средств взаимодействия пользователя с системой), системы телеметрии и т.п.

Внутренние дефекты в пакете 104 элементов обычно приводят к снижению его внутреннего сопротивления, в некоторых конфигурациях Δ забирая зарядный ток от ближайших к нему соседних пакетов 104. Поэтому в иллюстративном варианте реализации по Фиг.2 одной из функций контроллера 204 пакета является снижение

величины тока, поступающего на дефектный пакет 104. При условии, что все пакеты 104 элементов подпитывает единственный источник постоянного тока, «зачистка» одного пакета путем понижения зарядного тока на источнике тока влечет за собой «зачистку» всей батареи в целом, для чего требуется значительное время простоя и что фактически выводит батарею из работы, как это рассмотрено выше. За счет понижения тока зарядки одного дефектного пакета 104 при продолжении зарядки других пакетов 104 изобретение приводит к тому, что проточный электролит становится все более реакционно-способным и удаляет из дефектного пакета 104 осажденный цинк, при этом удаляя дендриты и другие дефекты электролитического осаждения, которые могут вызвать падение внутреннего сопротивления и, в свою очередь, снижение напряжения разомкнутой цепи. Этот подход фактически позволяет «зачистить» единственный пакет в достаточной степени для исправления дефекта, при этом без необходимости отключения всей батареи или «зачистки» оставшихся пакетов элементов.

Контроллеры 200 и 204 могут быть реализованы любым подходящим образом. Например, в некоторых иллюстративных вариантах реализации один или более контроллеров 200 и 204 могут быть запрограммированными логическими устройствами (ПЛУ), программируемыми логическими матрицами (ПЛМ), программируемыми пользователем при эксплуатации вентильными матрицами (FPGA, от англ. «field-programmable gate array») или другими специализированными аппаратными устройствами. В других иллюстративных вариантах реализации один или более контроллеров 200 и 204 могут представлять собой программную обработку, выполняемую на одном процессоре, многопроцессорном компьютере или распределенной матрице процессоров, выполняющих операционную систему.

На Фиг.3 показана упрощенная блок-схема последовательности операций для индивидуального управления пакетом элементов в батарее с проточным электролитом согласно иллюстративному варианту реализации изобретения. Используя эту или подобную последовательность операций, контроллеры пакетов, такие как контроллеры 200 пакетов, управляют связанными с ними пакетами элементов, такими как пакеты 104 элементов. Предпочтительно, управление включает в себя контроль соответствующих пакетов элементов на состояния, относящиеся к работе пакетов. Такой контроль может включать в себя отслеживание состояний отказа. Однако возможно и множество других относящихся к работе батареи состояний, включая, без ограничений: напряжение разомкнутой цепи, входной и выходной токи, зарядную емкость, температуру, и/или сопротивление элемента, пакета и/или батареи; недостаточное и/или неравномерное покрытие электродов; потребности в нагрузке (график нагрузки); напряжение/статус электрической сети; статус, скорость, объем и/или нарушения протекания электролита; химический состав электролита; утечки электролита из пакета по показаниям датчика утечки; массу пакета по показаниям, например, датчика деформаций; состояние одного или более насосов для циркуляции проточного электролита в батарее по показаниям, например, датчика насоса; и т.п. Как показано на этапе 300, когда система активизируется в первый раз, контроллеры пакетов устанавливаются в исходные состояния (инициализируются). После успешной инициализации контроллеры пакетов следят (этап 304) за связанными с ними в рабочем режиме пакетами элементов, такими как пакет 104 элементов.

В ответ на выявленное на этапе 304 релевантное состояние контроллер пакета изменяет рабочее состояние (например, режим зарядки) батареи 100 на этапе 308.

Например, в ответ на выявление недопустимого отклонения напряжения и/или тока элемента и/или пакета контроллер 200 пакета может изменить один или более зарядных режимов, относящихся к пакету 104. Это может включать в себя повышение или понижение зарядного тока, подаваемого на конкретный пакет элементов. Кроме того, в ответ, например, на выявление недопустимо высокой температуры или низкого внутреннего сопротивления пакета контроллер 200 пакета может выключить этот конкретный пакет из цепи во избежание теплового выхода из строя. Контроллер пакета может также инициировать частичную онлайн-очистку конкретного пакета. Также, в ответ, например, на снижение напряжения в линии, изменение нагрузки или сбой в электрической сети контроллер 200 пакета может принять меры для переключения батареи из режима выдачи тока на режим зарядки для обеспечения бесперебойного питания линии. На этапе 312 контроллер 200 пакета выявляет коррекцию или изменение в изначально выявленном состоянии пакета. Если это состояние сохраняется или неоткорректировано, то контроллер 200 пакета может продолжать выполнение корректирующего действия на этапе 308 до изменения этого состояния, или до тех пор, пока не будет достигнуто заранее заданное состояние отказа (например, перерыв). В ответ на выявление изменения релевантного состояния на этапе 316 контроллер 200 пакета может снова изменить один или более режимов работы батареи. Например, контроллер 200 пакета может сохранить исходный режим зарядки, имевшейся до выявления релевантного состояния на этапе 304. Альтернативно, контроллер пакета может снова включить пакет в линию или, например, в ответ на выявление того, что электрическая сеть снова работает, начать процесс вывода батареи из работы в линии и вернуть ее в режим зарядки или иной пассивный режим.

В частном случае батареи 100 с электролитом на основе бромида цинка состояние отказа может проявлять себя в виде падения напряжения разомкнутой цепи на пакете или зарядного тока через пакет, такой как пакет 104. Как рассмотрено более подробно ниже, согласно иллюстративному варианту реализации контроллер пакета исправляет отказ снижением силы зарядного тока, подаваемого на пакет 104. Снижение силы зарядного тока позволяет агрессивному электролиту удалить цинк с электродов элементов, входящих в пакет 104. Если цинка удалено достаточно для существенной коррекции состояния отказа (например, удалены дендриты, признаки зародышеобразования, превышение осаждения на электродах или другие аномалии покрытия электродов), то коррекция выявляется как увеличение напряжения разомкнутой цепи или понижение зарядного тока, поступающего в пакет. В ответ контроллер 204 пакета восстанавливает зарядный ток до его начального значения. Если состояние отказа не исправлено, то контроллер 204 пакета может поддерживать пониженный зарядный ток относительно других пакетов 104 в попытке еще более истощить данный пакет 104 по элементарному цинку. В одном иллюстративном варианте реализации, если повторяемые исправительные меры (например, многократные циклы истощения) не исправляют дефект, то контроллер 200 пакета может оповестить местного или стороннего оператора, причем либо напрямую (непосредственно), либо не напрямую (опосредованно), используя, например, главный контроллер 204.

На Фиг.4 показана упрощенная диаграмма состояний, изображающая процедуру управления током в соответствии с иллюстративным вариантом реализации по Фиг.3. Эта диаграмма состояний может быть реализована в контроллере 200 пакета, например, в виде программно-логического устройства (ПЛУ) или в виде

специализированного (выделенного) процессора или процессора общего назначения, выполняющих соответствующие инструкции. После инициализации контроллер 200 пакета вводит НОРМАЛЬНОЕ состояние 350. Контроллер пакета получает входной сигнал, ΔI , отражающий различие между зарядным током, поступающим в
 5 соответствующий пакет 104, и пороговым значением тока.

В одном иллюстративном варианте реализации значение порогового тока является функцией среднего тока, который поступал в конкретный пакет 104 за весь предшествующий период времени. В другом иллюстративном варианте реализации
 10 пороговое значение выбирается как идеальный зарядный ток, который должен обеспечиваться в пакете. Например, если бы набор пакетов был составлен из 3-х параллельно соединенных групп по 2 соединенных последовательно пакета 104, а зарядный ток, обеспечиваемый главным контроллером, составлял 100 А, то заранее заданное значение тока на один пакет 104 составляло бы примерно 16 А. Согласно
 15 другому иллюстративному варианту реализации величина ΔI вычисляется как отклонение от фактически измеренного среднего зарядного тока, обеспечиваемого по всем пакетам 104 элементов.

Согласно этому иллюстративному варианту реализации если величина ΔI остается
 20 ниже первого выбранного значения, например, меньше чем плюс или минус примерно 0,1 А, 0,25 А, 0,5 А, 0,75 А, 1 А, 1,5 А, 2 А, 2,5 А или 3 А, то контроллер 200 пакета остается в НОРМАЛЬНОМ состоянии 350 и не предпринимает никаких действий по изменению режимов зарядки, относящихся к пакетам. Если величина ΔI превышает первое значение, но не превышает второго значения (например, 0,25 А, 0,5
 25 А, 0,75 А, 1 А, 1,5 А, 2 А, 2,5 А или 3 А), то контроллер 200 переходит в состояние 354 ШИМ_ЗАРЯДКА в предположении, что имеется зарождающаяся проблема в пакете 104, которая может быть скорректирована снижением зарядного тока, подаваемого в пакет 104. В этом состоянии контроллер 200 пакета может
 30 использовать различные методы регулировки зарядного тока. В одной конфигурации контроллер 200 пакета применяет широтно-импульсную модуляцию зарядного тока с коэффициентом заполнения менее 100% для понижения полной величины зарядного тока, поступающего в пакет 104. В одном варианте реализации период широтно-импульсной модуляции составляет по порядку величины примерно 100
 35 секунд с тем, чтобы имелось достаточно времени для диффузии ионов через проточный электролит.

В альтернативном варианте реализации, как рассмотрено ниже в связи с Фиг.7 и 8, в состоянии 354 контроллер пакета может включать в себя

40 ПТ/ПТ-преобразователь/контроллер, выделенный для регулировки конкретного пакета. В этом варианте реализации ПТ/ПТ-преобразователь/контроллер регулирует ток, подаваемый на пакет 104 или снимаемый с этого пакета, независимо от оставшихся пакетов и без какого-либо влияния на оставшиеся пакеты. Подаваемый ток на пакет с пониженным внутренним сопротивлением также может быть
 45 ограничен путем снабжения этого пакета током только в течение определенного периода времени, меньшего, чем тот период времени, в течение которого ток обеспечивается нормальным образом.

В результате снижения подводимого к пакету 104 тока или отвода тока от
 50 пакета 104 этот пакет теряет элементный цинк и, соответственно, запасенную на своих электродах энергию. При этом устраняются, например, дендриты, зародышеобразование или другие признаки неравномерного электроосаждения на пластины, приводящие к снижению внутреннего сопротивления пакета. Этот процесс

принято называть «открытой зачисткой» (от англ. «open stripping»). Если процесс такой открытой «зачистки» завершен вполне успешно, и батарея 100 переходит либо в режим разрядки (когда она питает нагрузку), либо в холостой режим (когда батарея 100 полностью заряжена и ожидает своего полезного использования), либо в установочный режим (когда контроллер 200 периодически производит замер зарядного тока, подаваемого в батарею при ее зарядке), то контроллер 200 возвращается в НОРМАЛЬНОЕ состояние 350.

Если величина ΔI превышает второе значение, то контроллер 200 пакета переходит в состояние 358 ЗАЧИСТКА, принимая решение о том, что соответствующий пакет 104 имеет значительные проблемы, такие как внутреннее закорачивание, которое не может быть исправлено просто снижением зарядного тока, поступающего в данный пакет 104. Контроллер 200 начинает процедуру неглубокой или глубокой зачистки пакета 104, которая может требовать или не требовать выключения батареи из цепи, что рассматривается более подробно ниже. Если процесс зачистки завершен успешно, и батарея 100 переходит либо в режим разрядки (когда она питает нагрузку), либо в холостой режим (когда батарея 100 полностью заряжена и ожидает полезного использования), либо в установочный режим (когда контроллер периодически производит замер зарядного тока, поступающего в батарею при ее зарядке), то контроллер 200 возвращается в НОРМАЛЬНОЕ состояние 350 и возобновляет контроль за изменением релевантного рабочего состояния батареи на этапе 304.

Диаграмма состояний на Фиг.4 отображает независимое функционирование контроллеров 200 пакетов, каждый из которых связан с конкретным пакетом 104. Согласно одному признаку этого иллюстративного варианта реализации, если только один конкретный пакет 104 или меньшая часть пакетов 104 в батарее 100 испытывают отказы в работе, то оставшиеся контроллеры 200 пакетов продолжают управлять связанными с ними пакетами для получения нормального зарядного тока так, как если бы и не было проблем с отказавшими пакетами 104. Таким образом, этот иллюстративный вариант реализации позволяет поддерживать батарею работающей на линии и пригодной для обеспечения резервного питания, если она для этого предназначена.

На Фиг.5 показана блок-схема 500 примерного взаимного соединения между контроллером 200 пакета, связанным с ним пакетом 104 и главным контроллером 204 согласно одному иллюстративному варианту реализации изобретения. Контроллер 200 пакета функционально связан с датчиками 400, от которых он получает один или более замеров в виде входного сигнала. Как указано выше, входные сигналы от датчика могут включать в себя, например, напряжение разомкнутой цепи, входной и выходной токи, зарядную емкость, температуру и/или сопротивление элемента, пакета и/или батареи; недостаточное и/или неравномерное покрытие электродов; график нагрузки; напряжение/статус электрической сети; статус, скорость, объем и/или нарушения протекания потока электролита; химический состав электролита; pH электролита; утечки электролита из пакета по показаниям датчика утечки; массу пакета по показаниям, например, датчика деформаций; состояние одного или более насосов для циркуляции проточного электролита в батарее по показаниям, например, датчика насоса; и т.п. Контроллер 200 пакета связан также с управляющими входами переключателей 404, 408, 412, 416 и 420, через которые он способен избирательно открывать и закрывать соответствующий переключатель и управлять зарядкой и разрядкой пакета 104. В другом варианте реализации контроллер 200 пакета способен также управлять зарядкой и разрядкой пакета 104 посредством механического

дросселирования потока электролита, подаваемого к пакету 104. Главный контроллер 204 также связан с переключателями 404 и 408 и управляющим выводом переключателя 404. Переключатели на Фиг.5 могут принимать вид сборки дискретных компонентов (например, реле и/или биполярных транзисторов с изолированным затвором (IGBT-транзисторов)), соединенных между собой на монтажной плате, или сборки мощных транзисторов (например, мощных полевых транзисторов с МОП-структурой затвора (МОП - метал-оксид-полупроводник), на одном кремниевом кристалле).

Согласно одному признаку контроллер 200 пакета либо включает в себя регистратор предыстории состояний, либо связан с таким регистратором, который записывает данные, поступающие с течением времени от датчиков. Согласно другому признаку контроллер 200 пакета включает в себя таймер или связан с таймером, который способен предоставлять время системы или сигнал, указывающий на истечение некоторого периода времени.

В ответ на замыкание контроллером 200 пакета переключателя-изолятора 408 главный контроллер 204 выполняет управление положением контактного переключателя 404. Контактный переключатель 404 нормально находится в разомкнутом положении, препятствуя течению зарядного тока между главным контроллером 204 и пакетом 104. Управляя положением контактного переключателя 404, который является обычно второстепенным для зарядки пакетов 104 в батарее 100, главный контроллер 204 обеспечивает необходимый, хотя и недостаточный канал для начала зарядки пакета 104.

Контроллер 200 пакета управляет положением переключателя-изолятора 408, переключателя-модулятора 412, закорачивающего переключателя 416 и разрядного переключателя 420. Изолирующий переключатель 408 позволяет контроллеру 200 пакета управлять тем, может ли главный контроллер изменить положение контактного переключателя 404. Если выявляется отказ или другое релевантное рабочее состояние пакета 104, которые требуют электрической изоляции пакета 104, то контроллер 200 пакета размыкает переключатель-изолятор 408, тем самым предотвращая создание главным контроллером 204 канала для зарядного тока к дефектному пакету 104.

Переключатель-модулятор 412 позволяет контроллеру 200 пакета регулировать зарядный ток на пакете 104 посредством широтно-импульсной модуляции, как это указано выше. Генерирование последовательности прямоугольных импульсов с соответствующим коэффициентом заполнения и подача их на управляющий вывод переключателя-модулятора 412 приводит к тому, что зарядный ток, подаваемый на пакет 104, оказывается промодулированным широтно-импульсным образом, причем без существенного влияния или только с предсказуемым влиянием на зарядный ток, подаваемый на все остальные пакеты. Диод 424 позволяет пакету 104 обеспечить электроэнергией нагрузку батареи 100, если переключатель 412 разомкнут. В частности, переключателю-модулятору 412 требуется конечное количество времени для изменения состояния, что может привести к задержке подачи энергии от пакета 104 на нагрузку. Диод 424 является обратно смещенным при нормальном функционировании, т.е. в течение зарядки пакета 104, но становится смещенным в прямом направлении в случае, если главный контроллер 204 пытается выдать энергию из пакета 104, что позволяет обходить разомкнутый переключатель-модулятор 412 до тех пор, пока этот переключатель-модулятор 412 не получит достаточного времени для замыкания и не установления канала для вывода тока из пакета 104 на нагрузку.

Закорачивающий переключатель 416 делает возможным глубокий разряд пакета 104. В случае, если назначена полная зачистка всей батареи 100 целиком, то контроллер 204 пакета вначале либо открывает переключатель-модулятор 412, либо заставляет его работать с низким коэффициентом заполнения, предоставляя
 5 агрессивному электролиту возможность зачистить пакет 104, или же производит неглубокую зачистку пакета путем включения разрядного переключателя 420, как рассматривается ниже. Если количество запасенной энергии, остающейся в пакете 104, является настолько малым, что неглубокая или открытая зачистка требует
 10 значительного количества времени, то замыкание закорачивающего переключателя 416 приводит к короткому замыканию выводов пакета 104, облегчая удаление оставшейся запасенной энергии.

Разрядный переключатель 420 позволяет контроллеру пакета осуществить медленную зачистку пакета. Замыкание разрядного переключателя 420 подключает
 15 мощный резистор 428 параллельно пакету 104 и, тем самым, значительно понижает силу тока, получаемого пакетом 104, по сравнению с понижением тока, доступным благодаря функционированию переключателя-модулятора 412.

При рассмотрении описанного выше варианта реализации следует отметить, что выполняемые согласно изобретению функции (функциональность) в различных вариантах реализации могут быть различным образом распределены между
 20 контроллерами 200 пакетов и главным контроллером 204. Например, в данном иллюстративном варианте реализации контроллеры 200 пакетов индивидуально выполняют выявление отказа и функцию зарядки, связанные с каждым отдельным пакетом 104, тогда как главный контроллер 204 управляет зарядкой пакетов 104 во
 25 всей батарее 100 в целом. Такой вариант реализации полезен для тех применений, где имеется распределенное управление и повышенная отказоустойчивость.

В другом иллюстративном варианте реализации контроллеры 200 пакетов по сути являются «переносчиками» измерений датчиков от пакета 104 к главному
 30 контроллеру 204. В свою очередь, главный контроллер 204 принимает в ходе работы решения, касающиеся зарядки и разрядки отдельных пакетов 104, исходя из полученных данных. Такой вариант реализации может быть предпочтительным, например, если возможно интегрировать функциональность контроллеров 200
 35 пакетов и главного контроллера 204 в одной интегральной схеме, что может дать значительную экономию средств.

В другом иллюстративном варианте реализации главный контроллер 204 только транслирует команды, полученные от внешнего оператора с использованием
 40 пользовательского интерфейса, такого как панель управления или канал сетевой связи, или другое телекоммуникационное соединение. В этом варианте реализации помимо указанной выше функциональности контроллеры 200 пакетов являются также и ПТ/ПТ-преобразователями. В отличие от уже рассмотренной ранее системы, которая имела только один источник постоянного тока для зарядки всех пакетов 104 и
 45 использовала прерывание постоянного тока на отдельных пакетах 104 для выполнения зачистки, признаком этого варианта реализации является один источник постоянного тока на каждый пакет 104. Это делает возможной избирательную зарядку и разрядку любого отдельного пакета 104 в батарее, безотносительно к
 50 заряженному или разряженному состояниям других пакетов 104. В одной версии этого варианта реализации контроллеры 200 пакетов сохраняют временные суммы входящих и выходящих токов соответствующих пакетов 104 по показаниям соответствующих зарядных датчиков 400. Если какие-либо из этих временных сумм

оказываются отрицательными, то соответствующий контроллер 204 пакета будет заряжать соответствующий связанный с ним пакет 104. Этот иллюстративный вариант реализации более подробно рассматривается в связи с Фиг.7 и 8.

На Фиг.6 показана диаграмма состояний, изображающая примерную работу контроллера 200 пакета при его взаимных соединениях согласно Фиг.5 в ответ на различные рабочие состояния, выявленные в пакете 104 и батарее 100 датчиками 400. Логическая реализация этой диаграммы состояний может быть запрограммирована в контроллере 200 пакета. В этом варианте реализации отсутствует датчик, непосредственно предоставляющий контроллеру 200 пакета информацию о состоянии контактного переключателя 404 или главного контроллера 204. Вместе с тем контроллер 200 пакета может косвенно выявить режим работы главного контроллера 204 путем отслеживания состояния подсистемы насосов для электролита (не показана). Перед тем как главный контроллер 204 заряжает или истощает пакеты 104 в батарее 100, он активизирует подсистему насосов для обеспечения циркуляции проточного электролита между пакетами 104. Если контроллер 200 пакета выявляет активность в подсистеме насосов, то он «узнает» о том, что главный контроллер 204 готовится к передаче тока на батарею 100 или получению тока от нее. Иначе говоря, он «знает» о том, что батарея либо заряжается, либо находится в «плавающем» режиме, т.е. пребывает в холостом и полностью заряженном состоянии.

При инициализации контроллер 200 пакета вводит состояние 450 **ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГИИ 1**. Переключатель-модулятор 412, переключатель-изолятор 408, разрядный переключатель 420 и закорачивающий переключатель 416 - все разомкнуты. По прошествии примерно 100 миллисекунд контроллер 200 пакета вводит состояние 454 **ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГИИ 2**. Переключатель-модулятор 412 замкнут для обеспечения необходимого соединения для зарядки пакета 104, что само по себе является недостаточным до тех пор, пока переключатель-изолятор 408 также замкнут.

Еще после примерно 100 миллисекунд контроллер 204 пакета вводит состояние 458 **ОЖИДАНИЕ НАКАЧКИ**. Переключатель-модулятор 412 и переключатель-изолятор 408 замкнуты, позволяя главному контроллеру 204 направить зарядный ток на пакет 104 при замкнутом контактном переключателе 404. Контроллер пакета остается в состоянии 458 **ОЖИДАНИЕ НАКАЧКИ** до тех пор, пока датчик 400 насоса не укажет на активность насосов, обеспечивающих циркуляцию электролита, и тогда контроллер пакета вводит состояние 462 **ШИМ_ЗАРЯДКА**. В состоянии 462 **ШИМ_ЗАРЯДКА** переключатель-изолятор 408 замкнут, а переключатель-модулятор 412 может быть либо разомкнут, либо замкнут, если контроллер 204 пакета применяет широтно-импульсную модуляцию для зарядного тока, как это рассмотрено выше.

Если подсистема насосов не задействована, и средний по пакетам ток, поступающий в данный пакет 104, ниже первого порогового значения (как рассмотрено выше в связи с Фиг.4), то контроллер пакета переходит от состояния 462 **ШИМ_ЗАРЯДКА** к состоянию 466 **ХОЛОСТОЙ РЕЖИМ**. В состоянии 466 **ХОЛОСТОЙ РЕЖИМ** пакет 104 фактически полностью заряжен и бездействует до тех пор, пока от него не потребуется ток. В состоянии 466 **ХОЛОСТОЙ РЕЖИМ** переключатель-модулятор 412 разомкнут, тогда как переключатель-изолятор 408 остается замкнутым. Если переключатель-модулятор 412 замкнут, и подсистема насосов активизирована, то через примерно 100 миллисекунд контроллер 200 пакета возвращается в состояние 462 **ШИМ_ЗАРЯДКА**.

Если при состоянии 462 **ШИМ_ЗАРЯДКА** среднее значение поступающего в пакет

тока падает ниже второго порогового значения, меньшего, чем рассмотренное выше первое пороговое значение, например, примерно 0,1 А в одном варианте реализации, то контроллер 200 пакета переходит в состояние 470 РАЗРЯДКА. В состоянии 470 РАЗРЯДКА переключатель-модулятор 412 и переключатель-изолятор 408 оба замкнуты. Если подсистема насосов бездействует, а среднее значение поступающего в пакет 104 тока остается ниже первого порогового значения, то контроллер 200 пакета вводит состояние 466 ХОЛОСТОЙ РЕЖИМ. Если пакет 104 становится источником тока, превышая третье значение (например, большее, чем примерно 1 А, 1,25 А, 1,5 А, 1,75 А, 2 А, 2,5 А, 3 А или 3,5 А), то контроллер 200 пакета снова вводит состояние 462 ШИМ_ЗАРЯДКА.

Если при нахождении в состоянии 462 ШИМ_ЗАРЯДКА проходит больше времени, чем период рассмотренной выше широтно-импульсной модуляции (в одном варианте реализации - примерно 60 секунд), то контроллер 200 пакета переходит в состояние 474 УСТАНОВКА. Переключатель-модулятор 412 и переключатель-изолятор 408 остаются замкнутыми. Если подсистема насосов неактивна, а среднее значение поступающего в пакет 104 тока меньше первого порогового значения, то контроллер 200 пакета вводит состояние 466 ХОЛОСТОЙ РЕЖИМ, как рассмотрено выше. Если среднее значение поступающего в пакет 104 тока меньше второго порогового значения, то контроллер пакета вводит состояние 470 РАЗРЯДКА. Если проходит заранее заданный период времени (в одном варианте реализации - примерно 55 секунд) без того, чтобы произошел один из этих переходов, то контроллер пакета переходит в состояние 478 СЧИТЫВАНИЕ_ТОКА перед переходом снова в состояние 462 ШИМ_ЗАРЯДКА. Если пакет 104 подключен к линии для подачи электроэнергии в нагрузку (т.е. режим срезания максимума нагрузки) в десять раз дольше, чем контроллер пакета находится в состоянии 462 ШИМ_ЗАРЯДКА, то контроллер 200 пакета вводит состояние 482 ЗАЧИСТКА и вынуждает главный контроллер 204 инициировать зачистку всей батареи 100 в целом, извещая при этом оператора о состоянии отказа.

На Фиг.7 показана блок-схема системы 500 управления отдельным пакетом, в которой используется специализированный или, иначе говоря, выделенный ПТ/ПТ-преобразователь/контроллер 502₁-502₂₇ (обобщенно - 502) для управления каждым из 27 пакетов 504₁-504₂₇ батареи (обобщенно - 504). Каждый из пакетов 504 батареи соединен с каждым другим пакетом параллельно и включает в себя 54 аккумуляторных элемента. Выходное напряжение от ПТ/ПТ-преобразователя/контроллера 502 номинально составляет примерно 550 В постоянного тока и подается на инвертор 506 для питания нагрузки трехфазным переменным напряжением 580 В. Выпрямитель 510 выпрямляет трехфазное переменное напряжение 480 В от электросети 512 и подает его на ПТ/ПТ-преобразователи/контроллеры 504 для зарядки пакетов 508 батареи. Главный контроллер 508 батареи связывается с каждым из ПТ/ПТ-преобразователей/контроллеров 502, например, через шину абонентского доступа (CAN), для обмена информацией и выдачи команд управления и информации от датчиков на ПТ/ПТ-преобразователи/контроллеры 502. Эти ПТ/ПТ-преобразователи/контроллеры 502 могут выполнять все функции рассмотренных выше иллюстративных контроллеров пакетов. Кроме того, аналогично рассмотренным выше иллюстративным вариантам реализации возможно разделение функциональности между ПТ/ПТ-преобразователями/контроллерами 502 и главным контроллером 508 батареи любым подходящим образом.

Как рассмотрено ниже более подробно в связи с Фиг.8, ПТ/ПТ-преобразователи/контроллеры 502 являются двунаправленными и включают в себя как компенсирующий блок преобразователя, так и повышающий блок преобразователя. Компенсирующий блок преобразователя обеспечивает зарядный ток на связанный с ним пакет 504 батареи, а повышающий блок преобразователя обеспечивает подачу электроэнергии на нагрузку в ходе разрядки. Опять же, как рассмотрено более подробно в связи с Фиг.8, как и в случае с ранее рассмотренными вариантами реализации, один из признаков системы 500 заключается в том, что главный контроллер 508 отслеживает состояние всех пакетов 504 батареи в отношении их способности обеспечить резервное питание на нагрузку. Более конкретно, главный контроллер 508 отслеживает, например, состояние зарядки каждого из пакетов 504: какие из них выключены из цепи для обслуживания, а какие из них имеются в распоряжении, но характеризуются неполной емкостью. Главный контроллер также отслеживает по существу в реальном времени потребности по нагрузке (например, отбираемый нагрузкой ток) и состояние сети (например, уровень напряжения в сети). Исходя из этой информации главный контроллер регулирует, когда и до какой степени емкость батареи переключается на обеспечение питанием нагрузки. Достоинство этого признака позволяет контроллеру батареи согласно изобретению обеспечить соответствие обеспечиваемого батареей питания реальным требованиям, предъявляемым нагрузкой во время работы батареи в качестве источника бесперебойного питания (ИБП).

Преимущество конфигурации по Фиг.7 заключается в том, что каждый из ПТ/ПТ-преобразователей/контроллеров 502 управляет связанным с ним отдельным пакетом 504 батареи независимо от любых других ПТ/ПТ-преобразователей/контроллеров 502, управляющих своими соответственными им пакетами 504 батареи. Более конкретно, это позволяет каждому из ПТ/ПТ-преобразователей/контроллеров 502 заряжать, разряжать, подключать в линию и отключать от линии и частично или полностью зачищать соответствующий пакет 504 батареи, причем при пренебрежимо малом воздействии на любой из остальных пакетов 504 батареи. Кроме того, предпочтительная 27-пакетная конфигурация батареи обеспечивает достаточно пакетов и достаточно емкости для того, чтобы один или более пакетов 504 могли быть отключены от линии, например, для глубокой зачистки или другого вида технического обслуживания, без влияния на работоспособность батареи по обеспечению резервного питания. Рассмотренные выше пороговые напряжения также могут быть использованы с конфигурацией ПТ/ПТ-преобразователей/контроллеров по Фиг.7.

На Фиг.8 показана более подробная блок-схема примерного ПТ/ПТ-преобразователя/контроллера 502 того типа, который показан на Фиг.7. Более конкретно, как видно из Фиг.8, ПТ/ПТ-преобразователь/контроллер 502 включает в себя двунаправленный ПТ/ПТ-преобразователь 600 для выделенного присоединения к пакету 504 батареи. Двунаправленный ПТ/ПТ-преобразователь 600 преобразует напряжение постоянного тока (показанное как «550 В постоянного тока» на Фиг.7), например, от выпрямителя 510 на Фиг.7, в постоянный ток, заряжающий пакет 504. Он может также разрядить пакет 504, отбирая у этого пакета электроэнергию и преобразуя ее в ток, питающий цепь постоянного тока, например инвертор, такой как инвертор 506 на Фиг.7. В каждом случае он переходит от одного напряжения к другому. Локальный контроллер 602 управляет работой ПТ/ПТ-преобразователя/контроллера. Локальный контроллер 602 принимает

команды от главного контроллера батареи, такого как контроллер 508 на Фиг.7, и обменивается с ним информацией. Эти команды включают в себя, например, команды на зарядку и разрядку пакета 504, а также величины таких зарядки и разрядки.

Главный контроллер 508 может также обеспечить локальный контроллер 602 информацией о предварительной нагрузке в отношении того, насколько большой ток потребуется нагрузке в случае работы в качестве ИБП. Необходимость работы в качестве ИБП выявляется при снижении напряжения в сети. При неисправности в сети напряжение постоянного тока падает. Чем больше потребляемая нагрузка, тем быстрее падает напряжение постоянного тока. Количество тока, требуемое от каждого ПТ/ПТ-преобразователя/контроллера 502 и соответствующего пакета 504 батареи, зависит от общей нагрузки и числа пакетов 504 в батарее, подключенных к линии и способных отдавать электроэнергию. Возможен случай, когда отдельный пакет находится в состоянии зачистки или отказа и не способен отдавать электроэнергию. В этом случае главный контроллер 508, располагающий информацией об общих требованиях нагрузки и о количестве имеющихся в распоряжении пакетов 504, может заранее задать ток, требуемый от каждого пакета 504, если в следующий момент возникнет необходимость в работе в качестве ИБП. Это позволяет каждому ПТ/ПТ-преобразователю/контроллеру 502 реагировать соответствующей своевременной командой на связанный с ним пакет 504 в ответ на выявление необходимости в работе в качестве ИБП.

Локальный контроллер 602 сопрягается с переключателем 607 мощности посредством схемы 603 сопряжения генератора стробирующих импульсов, которая переводит сигналы с цифрового управляющего уровня на локальном контроллере 602 в соответствующие напряжения и токи для соответственно верхнего и нижнего переключателей Q1 и Q2 переключателя 607 мощности. Локальный контроллер 602 обеспечивает также изоляцию между верхним и нижним переключателями Q1 и Q2. Переключатель 607 мощности соединяется с пакетом 504 через дроссель 604 (например, катушка индуктивности). Если пакет 504 заряжен, то верхний переключатель Q1 промодулирован широтно-импульсным образом с помощью локального контроллера 607 и генератора 603 стробирующих импульсов. Датчик 605 тока подает токовый сигнал обратной связи на локальный контроллер 607. Локальный контроллер 607 изменяет коэффициент заполнения модулированного широтно-импульсным образом сигнала на верхнем переключателе Q1 для поддержания желаемого тока. Если пакет 504 разряжен, то нижний переключатель Q2 промодулирован широтно-импульсным образом с помощью локального контроллера 607 и генератора 603 стробирующих импульсов, вызывая протекание тока от пакета 504 к цепи постоянного тока, и, тем самым, заряжает конденсатор 610. Согласно иллюстративному варианту реализации для повышения напряжения от пакета 504 к цепи постоянного тока используется обычная повышающая конфигурация. Как рассмотрено выше, напряжение цепи постоянного тока приложено к инвертору, такому как инвертор 506 на Фиг.7. Датчик 606 напряжения и датчик 605 тока подают сигнал обратной связи на локальный контроллер 602 с тем, что он был способен управлять током и напряжением цепи постоянного тока в ходе разрядки батареи.

Второй датчик 611 напряжения измеряет напряжение на пакете 504 и информирует снова локальный контроллер 602, который предпочтительно также предоставляет информацию на главный контроллер 508, так что могут быть определены состояния зарядки, так же как и любые состояния отказа. Каждый датчик имеет свой диапазон

допустимых значений, связанных с каждым состоянием батареи. Любые значения вне этого диапазона могут быть показателем состояния отказа и означать необходимость выполнения соответствующих корректирующих действий.

Итак, изобретение обеспечивает в различных своих вариантах реализации усовершенствованные способы и системы управления батареями с проточным электролитом, предпочтительно - отдельными пакетами аккумуляторных элементов батареи.

Формула изобретения

1. Система управления отдельным пакетом в батарее с проточным электролитом, содержащая:

контроллер пакета для взаимного соединения в ходе работы с по меньшей мере одним из множества пакетов аккумуляторных элементов в батарее с проточным электролитом;

входной датчик, связанный с контроллером пакета, для предоставления информации о рабочем состоянии упомянутого по меньшей мере одного пакета аккумуляторных элементов; и

средство вывода управляющего сигнала, связанное с контроллером пакета, для индивидуального управления состоянием зарядки в упомянутом по меньшей мере одном пакете аккумуляторных элементов исходя, по меньшей мере отчасти, из информации о рабочем состоянии, при этом рабочее состояние включает в себя степень покрытия электродов в упомянутом по меньшей мере одном пакете.

2. Система управления отдельным пакетом в батарее с проточным электролитом, содержащая:

контроллер пакета для взаимного соединения в ходе работы с по меньшей мере одним из множества пакетов аккумуляторных элементов в батарее с проточным электролитом;

входной датчик, связанный с контроллером пакета, для предоставления информации о рабочем состоянии упомянутого по меньшей мере одного пакета аккумуляторных элементов; и

средство вывода управляющего сигнала, связанное с контроллером пакета, для индивидуального управления состоянием зарядки в упомянутом по меньшей мере одном пакете аккумуляторных элементов исходя, по меньшей мере отчасти, из информации о рабочем состоянии, при этом рабочее состояние включает в себя температуру по меньшей мере части упомянутого по меньшей мере одного пакета.

3. Система управления отдельным пакетом в батарее с проточным электролитом, содержащая:

контроллер пакета для взаимного соединения в ходе работы с по меньшей мере одним из множества пакетов аккумуляторных элементов в батарее с проточным электролитом;

входной датчик, связанный с контроллером пакета, для предоставления информации о рабочем состоянии упомянутого по меньшей мере одного пакета аккумуляторных элементов; и

средство вывода управляющего сигнала, связанное с контроллером пакета, для индивидуального управления состоянием зарядки в упомянутом по меньшей мере одном пакете аккумуляторных элементов исходя, по меньшей мере отчасти, из информации о рабочем состоянии, при этом

рабочее состояние включает в себя внутреннее сопротивление упомянутого по

меньшей мере одного пакета.

4. Система управления отдельным пакетом в батарее с проточным электролитом, содержащая:

контроллер пакета для взаимного соединения в ходе работы с по меньшей мере одним из множества пакетов аккумуляторных элементов в батарее с проточным электролитом;

входной датчик, связанный с контроллером пакета, для предоставления информации о рабочем состоянии упомянутого по меньшей мере одного пакета аккумуляторных элементов; и

средство вывода управляющего сигнала, связанное с контроллером пакета, для индивидуального управления состоянием зарядки в упомянутом по меньшей мере одном пакете аккумуляторных элементов исходя, по меньшей мере отчасти, из информации о рабочем состоянии, при этом рабочее состояние включает в себя требования по нагрузке для той нагрузки, для которой система призвана обеспечить питание.

5. Система управления отдельным пакетом в батарее с проточным электролитом, содержащая:

контроллер пакета для взаимного соединения в ходе работы с по меньшей мере одним из множества пакетов аккумуляторных элементов в батарее с проточным электролитом;

входной датчик, связанный с контроллером пакета, для предоставления информации о рабочем состоянии упомянутого по меньшей мере одного пакета аккумуляторных элементов; и

средство вывода управляющего сигнала, связанное с контроллером пакета, для индивидуального управления состоянием зарядки в упомянутом по меньшей мере одном пакете аккумуляторных элементов исходя, по меньшей мере отчасти, из информации о рабочем состоянии, при этом

рабочее состояние включает в себя состояние первичного источника питания для той нагрузки, для которой система призвана обеспечить питание.

6. Система управления отдельным пакетом в батарее с проточным электролитом, содержащая:

контроллер пакета для взаимного соединения в ходе работы с по меньшей мере одним из множества пакетов аккумуляторных элементов в батарее с проточным электролитом;

входной датчик, связанный с контроллером пакета, для предоставления информации о рабочем состоянии упомянутого по меньшей мере одного пакета аккумуляторных элементов; и

средство вывода управляющего сигнала, связанное с контроллером пакета, для индивидуального управления состоянием зарядки в упомянутом по меньшей мере одном пакете аккумуляторных элементов исходя, по меньшей мере отчасти, из информации о рабочем состоянии, при этом

рабочее состояние включает в себя статус протекания электролита к упомянутому по меньшей мере одному пакету.

7. Система управления отдельным пакетом в батарее с проточным электролитом, содержащая:

контроллер пакета для взаимного соединения в ходе работы с по меньшей мере одним из множества пакетов аккумуляторных элементов в батарее с проточным электролитом;

входной датчик, связанный с контроллером пакета, для предоставления информации о рабочем состоянии упомянутого по меньшей мере одного пакета аккумуляторных элементов; и

средство вывода управляющего сигнала, связанное с контроллером пакета, для индивидуального управления состоянием зарядки в упомянутом по меньшей мере одном пакете аккумуляторных элементов исходя, по меньшей мере отчасти, из информации о рабочем состоянии, при этом рабочее состояние включает в себя химический состав электролита, имеющегося в упомянутом по меньшей мере одном пакете.

8. Система управления отдельным пакетом в батарее с проточным электролитом, содержащая:

контроллер пакета для взаимного соединения в ходе работы с по меньшей мере одним из множества пакетов аккумуляторных элементов в батарее с проточным электролитом;

входной датчик, связанный с контроллером пакета, для предоставления информации о рабочем состоянии упомянутого по меньшей мере одного пакета аккумуляторных элементов; и

средство вывода управляющего сигнала, связанное с контроллером пакета, для индивидуального управления состоянием зарядки в упомянутом по меньшей мере одном пакете аккумуляторных элементов исходя, по меньшей мере отчасти, из информации о рабочем состоянии, при этом

рабочее состояние включает в себя информацию об утечке электролита, касающуюся упомянутого по меньшей мере одного пакета.

9. Система управления отдельным пакетом в батарее с проточным электролитом, содержащая:

контроллер пакета для взаимного соединения в ходе работы с по меньшей мере одним из множества пакетов аккумуляторных элементов в батарее с проточным электролитом;

входной датчик, связанный с контроллером пакета, для предоставления информации о рабочем состоянии упомянутого по меньшей мере одного пакета аккумуляторных элементов; и

средство вывода управляющего сигнала, связанное с контроллером пакета, для индивидуального управления состоянием зарядки в упомянутом по меньшей мере одном пакете аккумуляторных элементов исходя, по меньшей мере отчасти, из информации о рабочем состоянии, при этом

рабочее состояние включает в себя пакетную массу упомянутого по меньшей мере одного пакета.

10. Система управления отдельным пакетом в батарее с проточным электролитом, содержащая:

контроллер пакета для взаимного соединения в ходе работы с по меньшей мере одним из множества пакетов аккумуляторных элементов в батарее с проточным электролитом;

входной датчик, связанный с контроллером пакета, для предоставления информации о рабочем состоянии упомянутого по меньшей мере одного пакета аккумуляторных элементов; и

средство вывода управляющего сигнала, связанное с контроллером пакета, для индивидуального управления состоянием зарядки в упомянутом по меньшей мере одном пакете аккумуляторных элементов исходя, по меньшей мере отчасти, из

информации о рабочем состоянии, при этом

контроллер пакета включает в себя множество локальных контроллеров, каждый из которых связан с одним из множества пакетов аккумуляторных элементов батареи, для управления соответствующим пакетом аккумуляторных элементов батареи.

5

11. Система по п.10, в которой управление включает в себя изменение состояния зарядки соответствующего пакета аккумуляторных элементов батареи независимо от работы других пакетов аккумуляторных элементов из всего их множества в батарее.

10

15

20

25

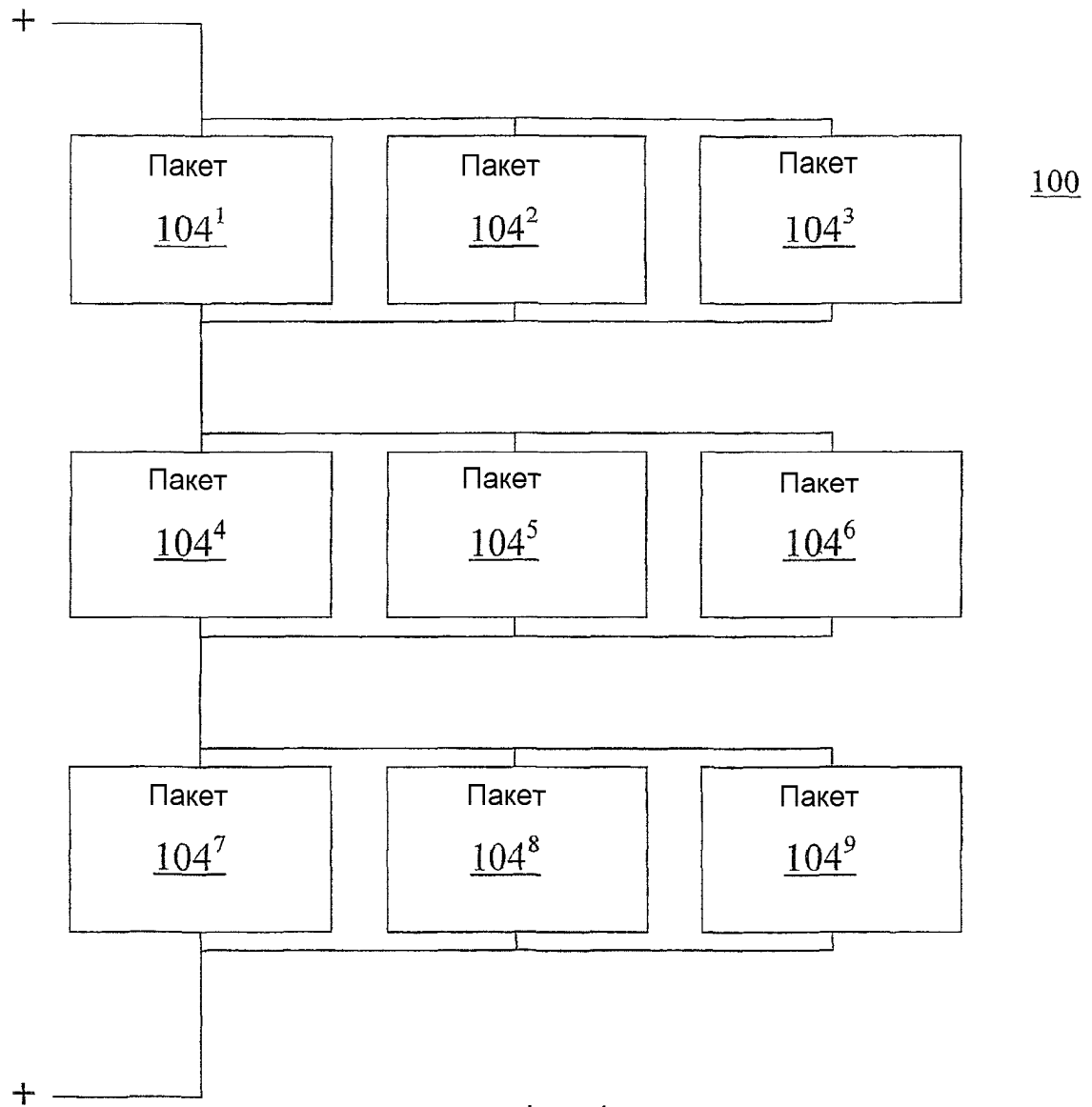
30

35

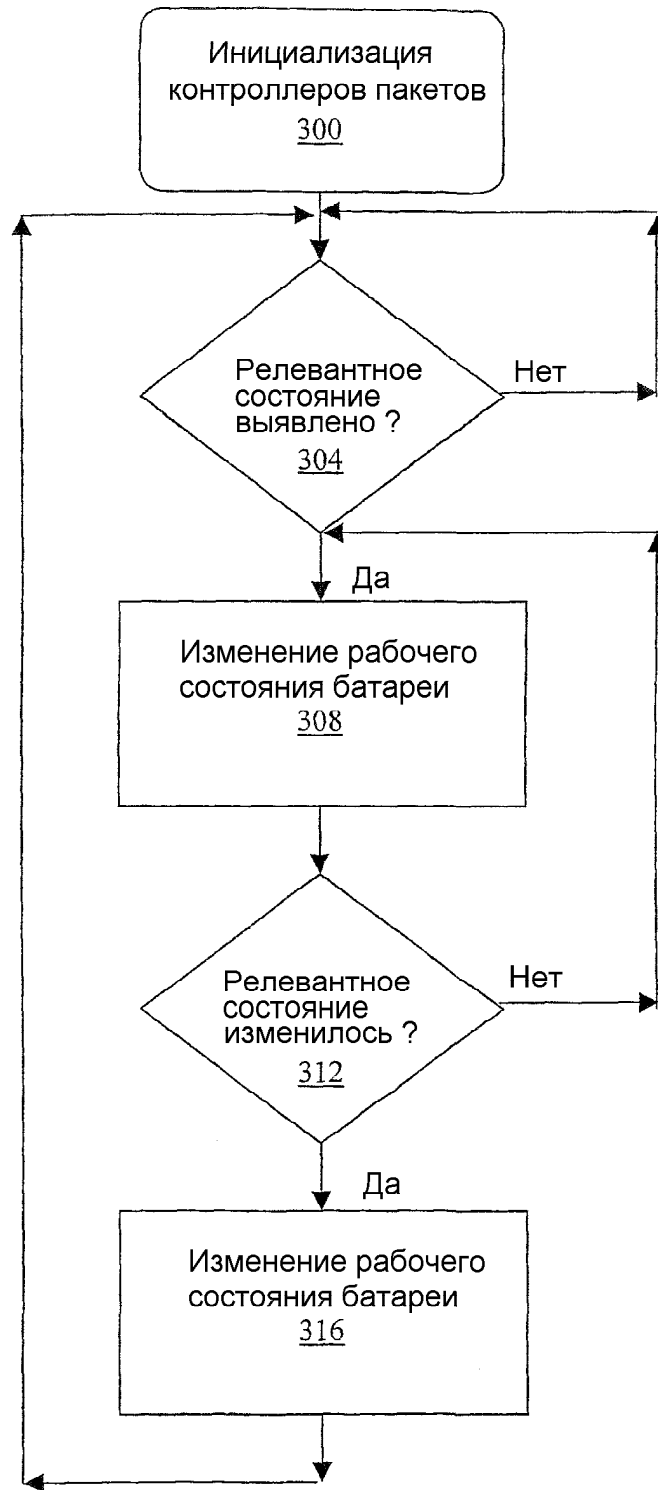
40

45

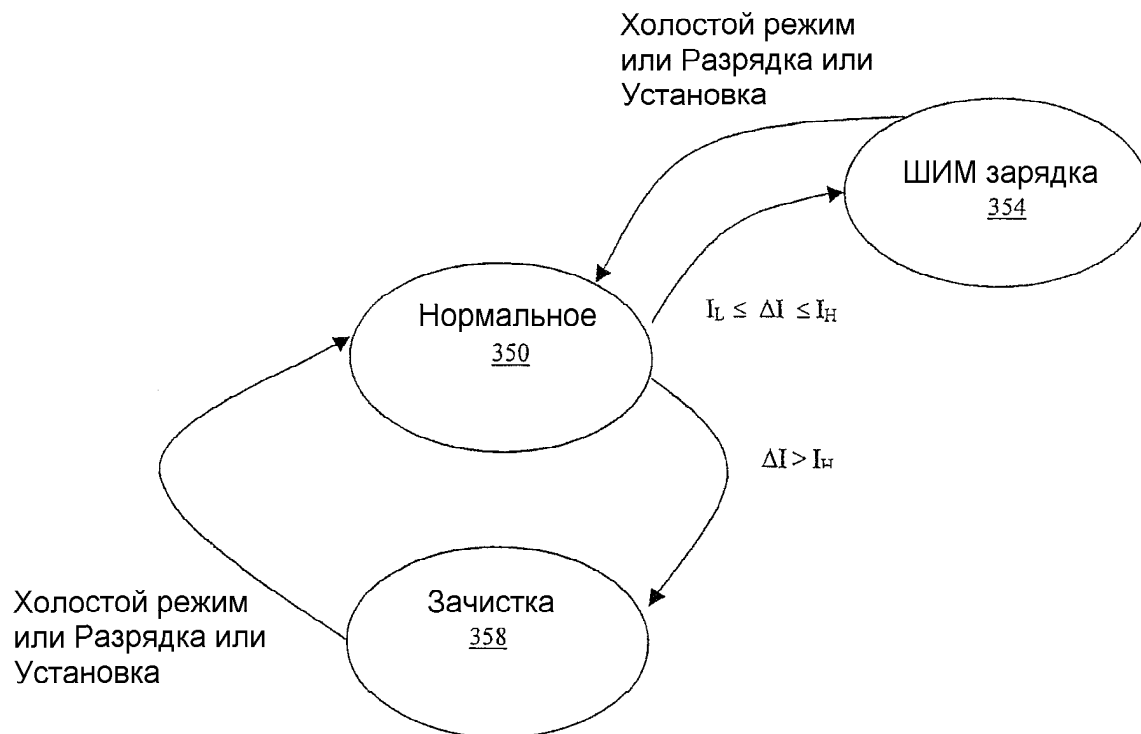
50



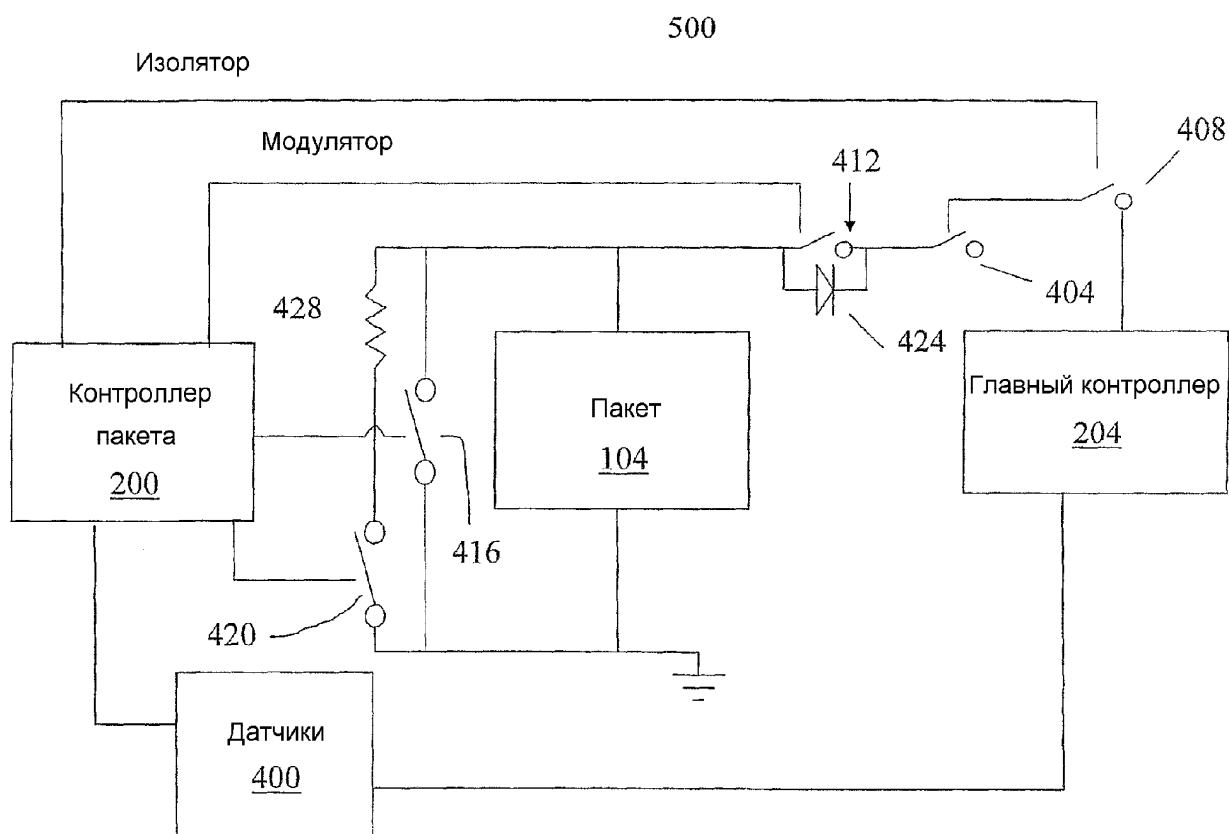
Фиг.1



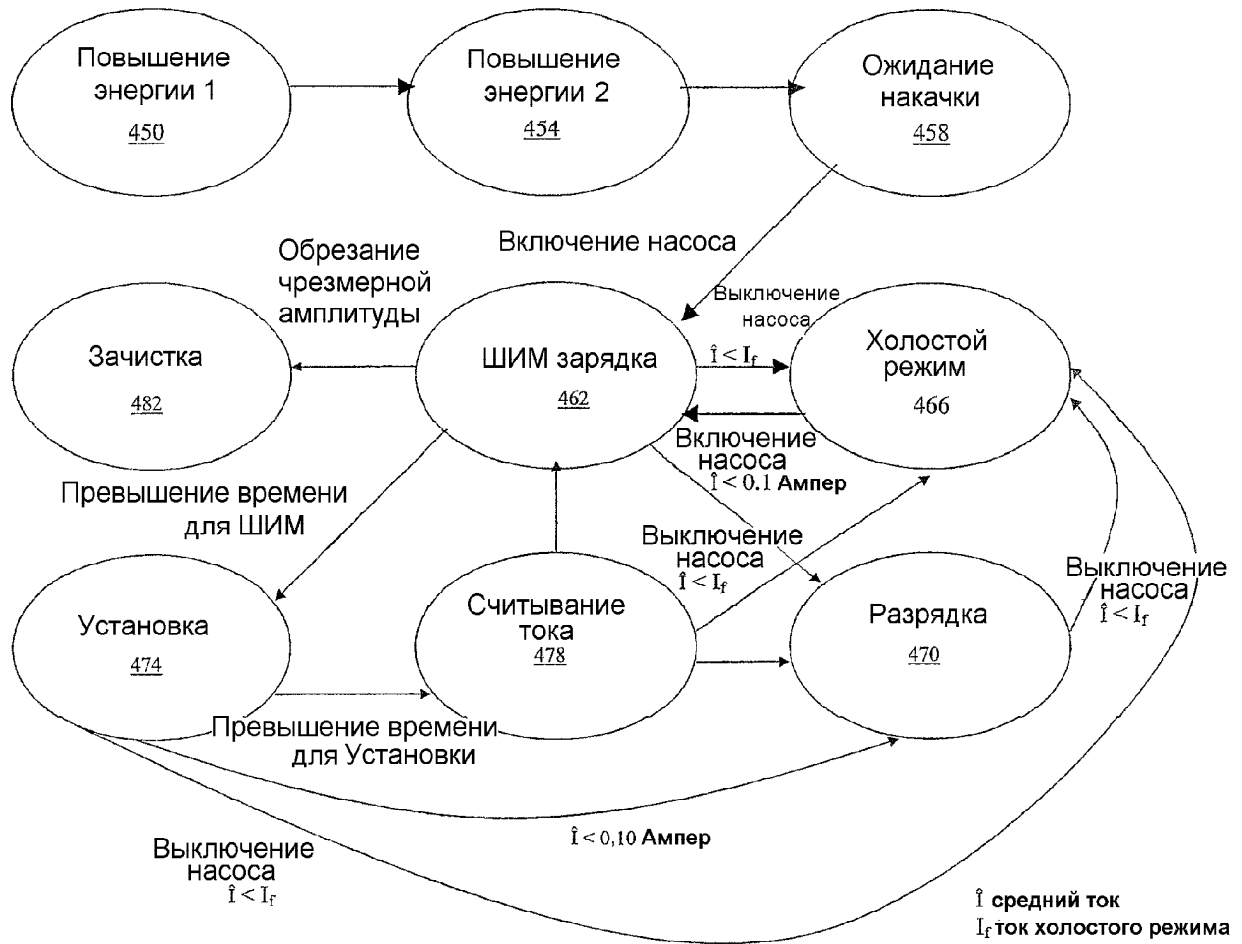
Фиг.3



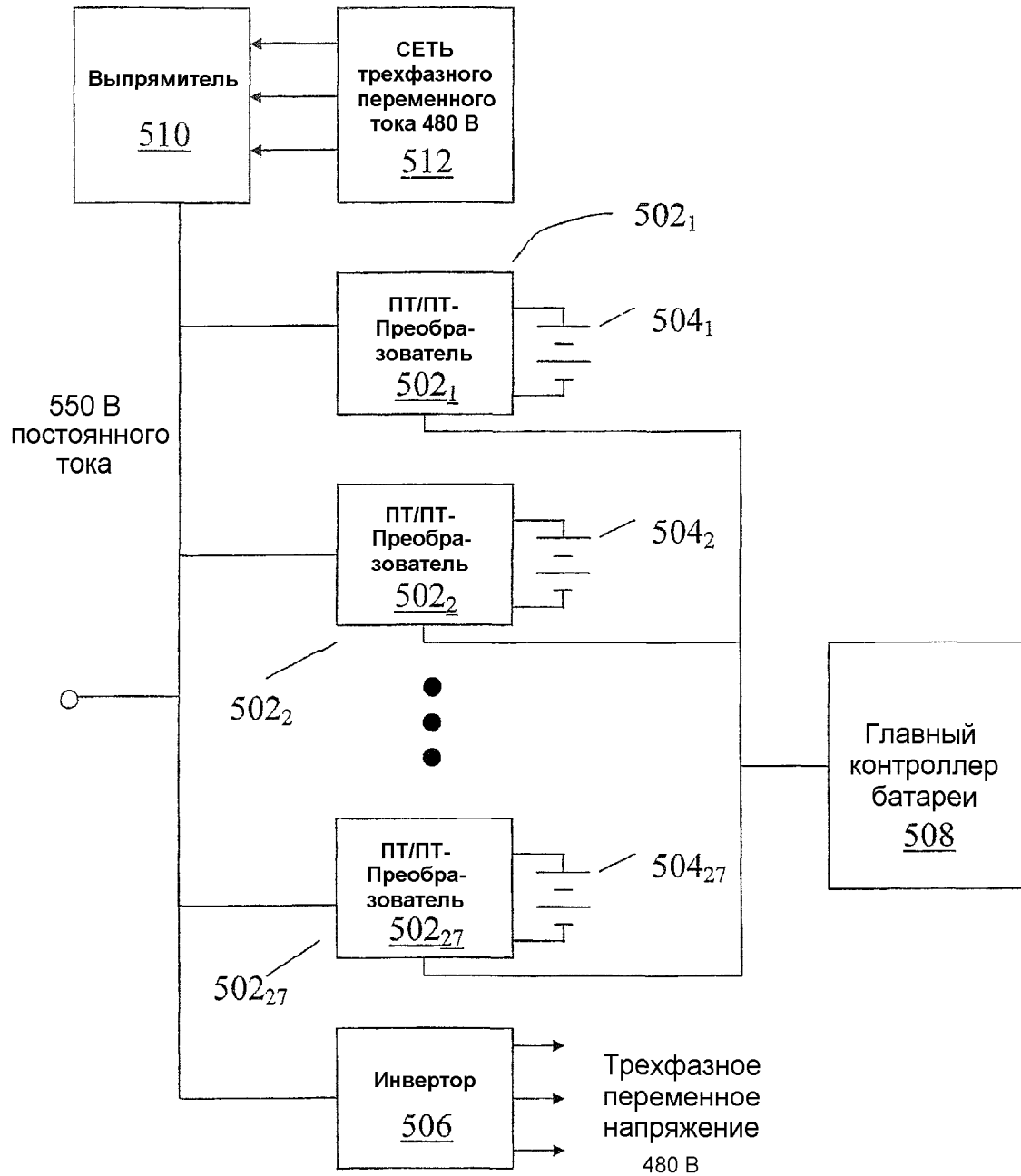
Фиг.4



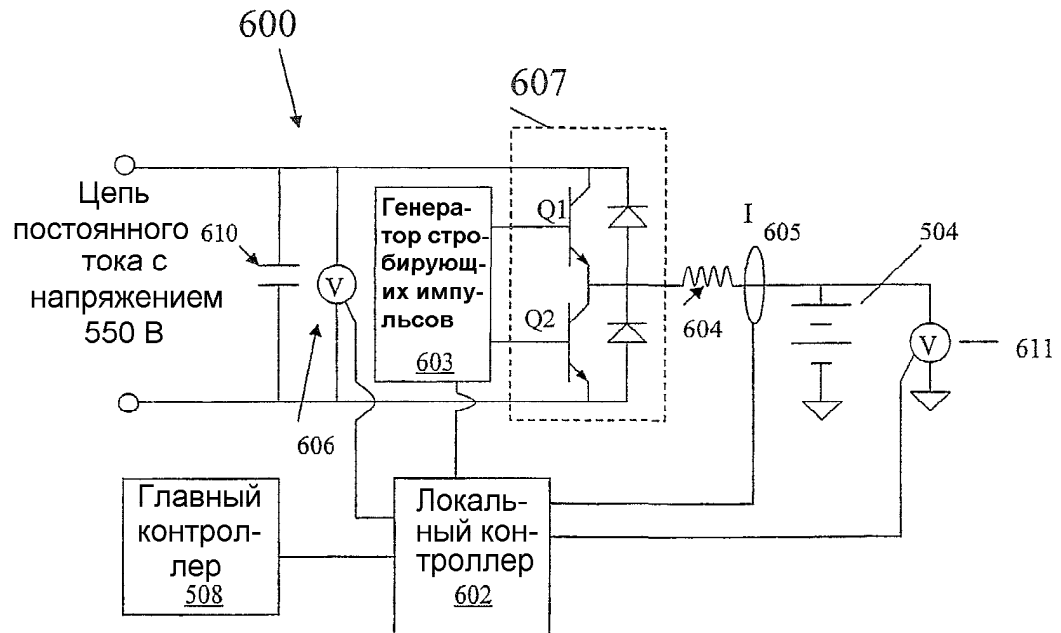
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг.7



Фиг.8