

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 202390285 (13) A1

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2023.03.13(51) Int. Cl. *H02J 7/00* (2006.01)  
*H01M 50/51* (2021.01)(22) Дата подачи заявки  
2021.07.12

## (54) АККУМУЛЯТОРНОЕ РАЗРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗРЯДА АККУМУЛЯТОРОВ И СПОСОБ ДЛЯ РАЗРЯДА МНОЖЕСТВА АККУМУЛЯТОРОВ

(31) 10 2020 118 418.2

(72) Изобретатель:

(32) 2020.07.13

Аренс Йонатан (DE)

(33) DE

(74) Представитель:

(86) PCT/EP2021/069373

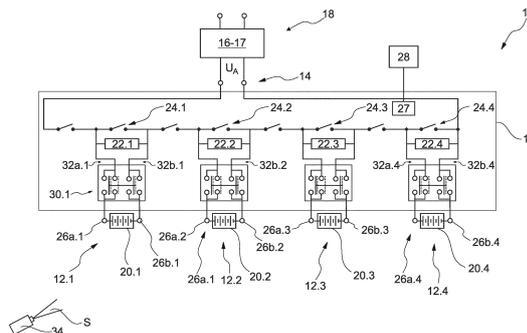
Медведев В.Н. (RU)

(87) WO 2022/013170 2022.01.20

(71) Заявитель:

ДЮЗЕНФЕЛЬД ГМБХ (DE)

(57) Изобретение относится к аккумуляторному разрядному устройству (10) для разряда аккумуляторов (20) с (a) первым аккумуляторным выводом (12.1) для подключения первого аккумулятора (20.1), (b) вторым аккумуляторным выводом (12.2) для подключения второго аккумулятора (20.2), (c) по меньшей мере третьим аккумуляторным выводом (12.3) для подключения третьего аккумулятора (20.3) и (d) нагрузочным выводом (14) для нагрузки (16) для отвода электрической мощности при разряде аккумуляторов (20). В соответствии с изобретением предусмотрена (e) разрядная схема (18), которая содержит (i) первый короткозамыкатель (24.1), (ii) первый измеритель (22.1) напряжения, который установлен с возможностью измерения первого аккумуляторного напряжения ( $U_{20.1}$ ), которое падает на первом аккумуляторном выводе (12.1), (iii) второй короткозамыкатель (24.2), (iv) второй измеритель (22.2) напряжения, который установлен с возможностью измерения второго аккумуляторного напряжения ( $U_{20.2}$ ), которое падает на втором аккумуляторном выводе (12.2), (v) третий короткозамыкатель (24.3), (vi) третий измеритель (22.3) напряжения, который установлен с возможностью измерения третьего аккумуляторного напряжения ( $U_{20.3}$ ), которое падает на третьем аккумуляторном выводе (12.3), и (vii) блок (27) управления, причем (f) блок (27) управления выполнен с возможностью автоматического выполнения способа с этапами: (i) для всех измерителей (22.i) напряжения, регистрации соответствующего аккумуляторного напряжения ( $U_{20.i}$ ), (ii) если соответствующее аккумуляторное напряжение ( $U_{20.i}$ ) превышает заданное минимальное напряжение ( $U_{\min}$ ), включения соответствующего аккумулятора (20.i) в схему последовательного соединения с по меньшей мере одним другим аккумулятором, и (iii) если соответствующее аккумуляторное напряжение ( $U_{20.i}$ ) не превышает минимальное напряжение ( $U_{\min}$ ), удаления соответствующего аккумулятора (20.i) из схемы последовательного соединения посредством соответствующего короткозамыкателя.



A1

202390285

202390285

A1

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

2420-577027EA/025

### АККУМУЛЯТОРНОЕ РАЗРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗРЯДА АККУМУЛЯТОРОВ И СПОСОБ ДЛЯ РАЗРЯДА МНОЖЕСТВА АККУМУЛЯТОРОВ

Изобретение относится к аккумуляторному разрядному устройству для разряда аккумуляторов, с (a) первым аккумуляторным выводом для подключения первого аккумулятора, (b) вторым аккумуляторным выводом для подключения второго аккумулятора, (c) по меньшей мере третьим аккумуляторным выводом для подключения третьего аккумулятора и (d) нагрузочным выводом для нагрузки для отвода электрической мощности при разряде аккумуляторов.

Аккумуляторы, которые согласно предпочтительной форме выполнения представляют собой литиевые аккумуляторы, перед рециклированием (переработкой для вторичного использования) часто разряжаются. Это имеет преимущество, состоящее в том, что химические реакции при рециклировании снижаются или подавляются. При разряде должно обеспечиваться, что это не приведет к разрушению аккумулятора.

Аккумуляторы, как правило, встраиваются в модули батареи. Подобный модуль батареи включает в себя, как правило, множество гальванических элементов, которые могут быть объединены между собой в подблоки. Модуль батареи, например, для электромобиля, содержит, как правило, большое число гальванических элементов. Они могут иметь различные состояния заряда и различные состояния износа. Чтобы предотвратить катастрофический отказ одного или нескольких гальванических элементов аккумулятора, в высшей степени предпочтительно, если избегают глубокого разряда аккумулятора.

При эксплуатации модуля батареи, они, как правило, заряжаются и разряжаются так называемой системой управления батареей таким образом, что это не может привести к глубокому разряду. Однако, если модуль батареи является дефектным, то, как правило, больше не может осуществляться доступ к системе управления батареей. К тому же чаще всего неясно, в каком состоянии заряда находятся отдельные аккумуляторы. Поэтому, чтобы иметь возможность их рециклирования (переработки), аккумуляторы разряжаются по отдельности.

Известно, что для этого аккумуляторы по отдельности подключаются к нагрузке, так что количество энергии, которое еще запасено в аккумуляторе, отводится через нагрузку. Это имеет недостаток, состоящий в том, что должно предоставляться множество нагрузок, которые могут представлять собой, например, омические сопротивления.

Чтобы избежать этого, несколько аккумуляторов могут включаться параллельно. Это приводит к высоким электрическим токам, чтобы время, необходимое для разряда, не становилось слишком длительным. Предпосылкой для подобного способа действия является то, что состояния заряда не слишком сильно отличаются друг от друга, например, состояния заряда могут отличаться друг от друга максимум на 10%.

Также известно, что аккумуляторы можно включать последовательно и разряжать

совместно. Однако это возможно только в том случае, если состояния заряда отдельных аккумуляторов практически не отличаются друг от друга, в частности, отличаются меньше, чем на 1%. Но на практике это может обеспечиваться лишь с большими затратами, так как для этого должны определяться состояния заряда.

Для того чтобы преодолеть вышеуказанные проблемы, к тому же было предложено удалять электролит перед дальнейшим рециклированием, чтобы предотвратить неуправляемый разгон (перегорание).

Также известно, что аккумуляторы замораживают жидким азотом и в этом состоянии измельчают, так как в замороженном состоянии невозможна никакая химическая реакция. Эти способы являются сравнительно энергозатратными.

Из JP 2019-071701 A известен способ осуществления разряда отработанных батарей, в котором выполняется осуществление разряда множества элементов отработавших блоков. При этом резистор основной схемы включается между анодом одного конца и катодом другого конца множества последовательно включенных элементов отработавших блоков, и резисторы вспомогательной схемы, соответственно, включаются последовательно между анодом и катодом каждого из множества элементов отработавших блоков. Способ включает в себя этап разряда в нормальное время и этап разряда во время изменения полярности аккумуляторов, при котором элементы, которые не находятся в состоянии изменения полярности, непрерывно разряжаются. Для этого вспомогательные переключатели, которые соединены с элементами отработавших блоков в состоянии изменения полярности, замыкаются. Таким образом предотвращается неуправляемый разгон элементов, так как они не переходят в состояние изменения полярности.

В DE 10 2014 207 239 A1 описан способ для утилизации накопителя энергии с несколькими электрохимическими элементами, который использует прибор управления балансировкой накопителя энергии для целенаправленного глубокого разряда накопителя энергии. Процесс глубокого разряда запускается извне. Энергия, запасенная в гальванических элементах, посредством внутреннего сопротивления элементов преобразуется в тепло.

В DE 10 2013 108 023 A1 описана система для повышения безопасности аккумуляторов, которые встроены в электромобили. В случае аварии, элементы батареи целенаправленно разряжаются с применением схемы балансировки элементов. При этом энергия, содержащаяся в аккумуляторах, преобразуется в тепло.

В DE 10 2016 206 919 A1 описана балансировка состояний заряда элементов. Для этого пары элементов соединяются между собой через внешнюю схему балансировки для генерации внешнего выравнивающего тока между парами элементов.

Из DE 10 2016 224 002 A1 известно, что разряд модуля а батареи осуществляют за счет того, что элементы подлежащего разряду модуля батареи избирательно электрически связываются поочередно с разрядным устройством посредством блока переключения элементов, начиная от заданного элемента батареи, чтобы элементы батареи электрически разряжать по отдельности друг за другом для разряда модуля батареи.

В основе изобретения лежит задача улучшить разряд аккумуляторов, в частности, в рамках способа утилизации.

Изобретение решает эту задачу посредством аккумуляторного разрядного устройства вышеуказанного типа, которое (e) содержит разрядную схему, (i) первый короткозамыкатель (закорачивающий переключатель), (ii) первый измеритель напряжения, который установлен с возможностью измерения первого аккумуляторного напряжения, которое падает на первом аккумуляторном выводе, (iii) второй короткозамыкатель, (iv) второй измеритель напряжения, который установлен с возможностью измерения второго аккумуляторного напряжения, которое падает на втором аккумуляторном выводе, (v) третий короткозамыкатель, (vi) третий измеритель напряжения, который установлен с возможностью измерения третьего аккумуляторного напряжения, которое падает на третьем аккумуляторном выводе, и (ii) блок управления, (f) причем блок управления выполнен с возможностью автоматического выполнения способа с этапами (i) для всех измерителей напряжения, регистрации соответствующего аккумуляторного напряжения, (ii) если соответствующее аккумуляторное напряжение превышает заданное минимальное напряжение, включения (и/или удержания включенным) соответствующего аккумулятора в схему последовательного соединения с по меньшей мере одним другим аккумулятором, в частности, с помощью соответствующего короткозамыкателя, и (iii) если соответствующее аккумуляторное напряжение не превышает минимальное напряжение, удаления соответствующего аккумулятора из схемы последовательного соединения, в частности, с помощью соответствующего короткозамыкателя.

Согласно второму аспекту, изобретение решает указанную задачу способом для разряда множества аккумуляторов с автоматически выполняемыми этапами: (a) непрерывного измерения соответствующего аккумуляторного напряжения множества аккумуляторов, (b) включения аккумуляторов, аккумуляторные напряжения которых не спадают ниже заданного минимального напряжения, в схему последовательного соединения, так что аккумуляторы разряжаются, и (c) отсоединения контактов аккумулятора, аккумуляторное напряжение которого спадает ниже заданного минимального напряжения, так что он больше не включен последовательно.

Предпочтительным в изобретении является то, что аккумуляторы могут автоматически разряжаться. Может быть только необходимо, аккумуляторы вручную подключать к соответствующему аккумуляторному выводу.

Предпочтительным также является то, что должно быть предоставлено лишь небольшое количество нагрузок. Хотя возможно применять множество нагрузок, однако это является излишним. В частности, возможно, энергию, которая еще запасена в аккумуляторах, продолжать использовать в качестве полезной энергии. Иными словами, возможно, но не является необходимым, чтобы электрическая энергия, запасенная в аккумуляторах, отводилась как тепло. В частности, она может подаваться потребителю как электрическая энергия.

Предпочтительным является то, что разряд аккумуляторов, как правило, может

осуществляться безопасным образом, так как гарантируется, что не происходит спад ниже заданного минимального напряжения. Минимальное напряжение предпочтительно выбирается таким образом, что предотвращается неуправляемый разгон аккумулятора. Например, минимальное напряжение составляет нуль вольт.

Предпочтительным является также, что посредством аккумуляторного зарядного устройства могут разряжаться аккумуляторы с любыми состояниями заряда и/или остаточными напряжениями. Поэтому, как правило, оператору аккумуляторного зарядного устройства не требуется знание о подлежащем разряду аккумуляторе. К тому же вероятность некорректного обслуживания, как правило, низка.

В рамках настоящего описания, под аккумулятором понимается компонент, который электрохимическим способом запасает электрическую энергию. Аккумулятор включает в себя по меньшей мере один гальванический элемент, предпочтительно множество гальванических элементов. Иными словами, аккумулятор может представлять собой батарею, то есть комбинацию, в частности последовательное соединение, из нескольких гальванических элементов. Кроме того, возможно, что аккумулятор содержит две или более не зависимых друг от друга батарей.

Аккумуляторы предпочтительно являются, по меньшей мере в большинстве случаев, в частности исключительно, литиевыми аккумуляторами. Под литиевым аккумулятором, в частности, понимается аккумулятор, в котором электрохимическая реакция основана на литии. Предпочтительно, литиевый аккумулятор является литиевым ионным аккумулятором. Однако речь может идти не обязательно о литиевых аккумуляторах, изобретение также может использоваться для аккумуляторов других типов конструкции. Также возможно, но не является необходимым, что все аккумуляторы имеют одинаковый тип конструкции. В частности, также возможно, что подключаются аккумуляторы различных типов конструкции.

Под короткозамыкателем понимается, в частности, устройство, посредством которого может прекращаться протекание тока через соответствующий аккумулятор. В частности, короткозамыкатель выполнен с возможностью шунтирования соответствующего аккумуляторного вывода. Так с помощью первого короткозамыкателя полюса первого аккумуляторного вывода могут замыкаться накоротко друг с другом, если минимальное напряжение равно нулю вольт. Каждый аккумуляторный вывод имеет по меньшей мере два полюса, которые также могут обозначаться как соединительные контакты.

Например, короткозамыкатели могут представлять собой реле. Но также в качестве короткозамыкателей могут использоваться все другие переключатели, переключаемые беспотенциально, или переключатели, переключаемые под потенциалом, в частности полупроводниковые переключатели.

Под схемой последовательного соединения, в частности, понимается такая схема, в которой напряжения по меньшей мере двух аккумуляторов, в частности множества аккумуляторов, электрически соединенных друг с другом в схеме, суммируются.

Возможно, но не требуется и, как правило, не рационально, чтобы два или более аккумулятора были включены параллельно.

Согласно предпочтительной форме выполнения, аккумуляторное разрядное устройство содержит индикатор для индикации тех аккумуляторов, соответствующие аккумуляторные напряжения которых не превышают минимального напряжения, и/или тех аккумуляторных выводов, соединительные контакты которых шунтированы. Это имеет преимущество, состоящее в том, что оператор аккумуляторного разрядного устройства может установить, какие аккумуляторы могут быть удалены. Следует отметить, что индикатор, который указывает те аккумуляторы, соответствующее аккумуляторное напряжение которых не превышает минимального напряжения, также может быть реализован так, что указываются те аккумуляторы, соответствующее аккумуляторное напряжение которых падает ниже минимального напряжения, и/или указываются те аккумуляторные выводы, соединительные контакты которых не шунтированы. На основании отсутствия такого сигнала может быть сделан вывод, что для соответствующего аккумулятора аккумуляторное напряжение не превышает минимальное напряжение и/или что соответствующие соединительные контакты шунтированы.

Под индикатором, в частности, понимается устройство, с помощью которого оператор может получать информацию о том, для каких аккумуляторных выводов произошел спад ниже минимального напряжения, или соединительные контакты каких аккумуляторных выводов замкнуты накоротко. Возможно, что этот индикатор представляет собой оптический индикатор, который выдает оптический сигнал. Но также возможно, что индикатор представляет собой электрический, тактильный или иной индикатор. В частности, также возможно, что индикатор выдает только электрический сигнал, так что, например, робот, который согласно предпочтительной форме выполнения является частью аккумуляторного разрядного устройства, автоматически отсоединяет соответствующий аккумулятор, для которого произошел спад ниже минимального напряжения, от его аккумуляторного вывода. Робот, в частности, может также быть выполнен с возможностью автоматической установки разряженных аккумуляторов на заданное место. Это место может, например, представлять собой другой контейнер или транспортирующее устройство, которое транспортирует разряженные аккумуляторы для дальнейшей обработки.

Предпочтительно, если аккумуляторное разрядное устройство имеет схему защиты от неправильной полярности. Эта схема защиты от неправильной полярности, в частности, выполнена с возможностью автоматического обнаружения включенного с неправильной полярностью аккумулятора. Предпочтительно, если схема защиты от неправильной полярности выполнена с возможностью выдачи предупредительного сообщения о неправильной полярности и/или для подключения с верной полярностью аккумулятора, включенного с неправильной полярностью.

Например, схема защиты от неправильной полярности может содержать схему перемены полярности (переполюсовки). Схема перемены полярности выполнена с

возможностью автоматической перемены полярности напряжения, которое приложено на соединительных контактах соответствующего аккумуляторного вывода. Тем самым первоначально включенный с неправильной полярностью аккумулятор теперь подключается с верной полярностью. В этом случае не учитывается, если аккумулятор подключается с неправильной полярностью к соединительным контактам соответствующего аккумуляторного вывода, так как схема перемены полярности обеспечивает то, что аккумулятор включается с верной полярностью в схему последовательного соединения.

Под предупредительным сообщением о неправильной полярности, в частности, понимается сообщение, которое кодирует то, на каком аккумуляторном выводе аккумулятор подключен с неправильной полярностью. Предупредительное сообщение о неправильной полярности может быть воспринимаемым или не воспринимаемым человеком. Речь может идти, в частности, об оптическом, акустическом или электрическом предупредительном сообщении о неправильной полярности.

Альтернативно или дополнительно, схема защиты от неправильной полярности выполнена таким образом, что она не включает в схему последовательного соединения включенный с неправильной полярностью аккумулятор.

Согласно предпочтительной форме выполнения, блок управления выполнен с возможностью автоматического выполнения способа с этапами (i) определения временных изменений аккумуляторного напряжения для аккумуляторных напряжений и (ii) отключения соответствующего аккумулятора из схемы последовательного соединения с помощью соответствующего короткозамыкателя и/или выдачи предупредительного сообщения о снятии напряжения, если временное изменение аккумуляторного напряжения лежит вне заданного интервала допусков. Слишком сильное временное изменение аккумуляторного напряжения указывает на то, что соответствующий аккумулятор демонстрирует некорректное функционирование. Чтобы воспрепятствовать тому, что протекание электрического тока через аккумулятор приведет к повреждению аккумулятора или ухудшит существующее повреждение, соответствующий аккумулятор предпочтительно шунтируется, то есть ток больше не протекает через аккумуляторный вывод в аккумулятор.

Предпочтительно, блок управления выполнен с возможностью повторного установления контакта с этим аккумулятором, то есть включения аккумулятора в схему последовательного соединения. Если это снова приведет к временному изменению аккумуляторного напряжения, которое лежит вне заданного интервала допусков, то затем соответствующий аккумулятор вновь может шунтироваться и/или выдаваться предупредительное сообщение о снятии напряжения. Под повторным установлением контакта, в частности, понимается то, что соответствующий аккумулятор снова включается в схему последовательного соединения с по меньшей мере одним другим аккумулятором. Это осуществляется с помощью соответствующего короткозамыкателя. Под устранением контакта, в частности, понимается удаление из схемы последовательного соединения.

Предпочтительно, блок управления выполнен с возможностью автоматического выполнения способа с этапом подключения части аккумуляторов в схему последовательного соединения, так что сумма аккумуляторного напряжения лежит в заданном интервале целевого напряжения. Если две или более комбинаций аккумуляторных напряжений лежат в пределах интервала целевого напряжения, то предпочтительно выбирается комбинация с большим числом аккумуляторных напряжений. Предпочтительно, все аккумуляторы, аккумуляторные напряжения которых лежат выше минимального напряжения, включаются последовательно, если сумма всех аккумуляторных напряжений меньше, чем нижняя граница интервала для интервала целевого напряжения. Таким образом, как правило, на последнем выводе приложено напряжение в интервале целевого напряжения. Подобное напряжение может особенно просто обрабатываться далее.

Аккумуляторы, которые подключаются, в частности, перед подключением уже подключены к аккумуляторному разрядному устройству, но не включены в схему последовательного соединения. Иными словами, эти аккумуляторы не отдают электрическую энергию. Чем больше число выводов аккумуляторного разрядного устройства, тем реже новые подлежащие разряду аккумуляторы должны подключаться к аккумуляторному разрядному устройству. Это упрощает обслуживание.

Предпочтительно, верхняя граница интервала для интервала целевого напряжения составляет максимально 60 вольт. В этом случае, как правило, можно отказаться от особых мер безопасности, таких как спецодежда.

Предпочтительно, число аккумуляторных выводов больше, чем пять, в частности, больше, чем 10. Часто предпочтительно, когда число аккумуляторных выводов меньше, чем 150, в частности меньше, чем 30.

Согласно предпочтительной форме выполнения, аккумуляторное разрядное устройство имеет нагрузку для отвода электрической мощности при разряде аккумуляторов. Например, нагрузка может представлять собой инвертор для генерации переменного напряжения с заданной частотой и напряжением из постоянного напряжения, которое приложено на нагрузочном выводе. Альтернативно, нагрузка может представлять собой, например, преобразователь постоянного напряжения для генерации постоянного напряжения с заданным напряжением из постоянного напряжения, которое приложено на нагрузочном выводе. Инвертор может представлять собой, например, вторичный источник питания.

Под признаком, характеризующим, что нагрузка является, в частности, инвертором, к которому подключен нагрузочный вывод, в частности, понимается то, что инвертор электрически соединен с нагрузочным выводом. Возможно, но не обязательно, что нагрузочный вывод представляет собой специальное устройство, например, штепсельный разъем. В частности, нагрузочный вывод может быть образован двумя или более электрическими проводниками, с помощью которых может подключаться нагрузка.

Предпочтительно, инвертор соединен с сетью общего назначения для рекуперации

электрической энергии в электросеть общего назначения.

Предпочтительно, инвертор соединен с электросетью, - которая может являться, но не должна обязательно быть электросетью общего назначения, - к которой подключены электрические потребители. Например, по меньшей мере один потребитель является частью установки рециклирования литиевых батарей для вторичного использования литиевых батарей. В частности, по меньшей мере один электрический потребитель может представлять собой измельчительную установку для измельчения литиевых батарей, насос, например, вакуумный насос или двигатель.

Согласно предпочтительной форме выполнения, блок управления выполнен с возможностью автоматического выполнения способа с этапами (i) регистрации номинальной отдачи мощности аккумуляторного разрядного устройства и (ii) снижения мощности разряда аккумуляторов, если фактическая отдача мощности превышает номинальную отдачу мощности. Номинальная отдача мощности может считываться, например, устройством ввода или из памяти, или регистрироваться измерителем мощности.

Особенно предпочтительно, если регистрация номинальной отдачи мощности представляет собой регистрацию мгновенной потребной мощности электрических потребителей электросети. Технические установки, например, установка рециклирования литиевых батарей, требуют неравномерных величин электрической мощности. Если фактическая отдача мощности аккумуляторного разрядного устройства, то есть мгновенная отдаваемая электрическая мощность, больше, чем мгновенная потребная мощность электрических потребителей электросети, электрическая мощность обычно вводится обратно (рекуперирует) в сеть общего назначения. Возмещение для вводимой обратно таким образом электрической энергии сравнительно мало. Поэтому может быть предпочтительным, ограничивать отдачу мощности аккумуляторного разрядного устройства, если она превышает мгновенную потребную мощность электрических потребителей электросети.

Согласно предпочтительной форме выполнения, аккумуляторное разрядное устройство содержит электрический буферный накопитель. Буферный накопитель предпочтительно включен таким образом, что электрическая энергия, которая отбирается аккумуляторным разрядным устройством из аккумуляторов, по меньшей мере частично и/или по меньшей мере время от времени запасается в буферном накопителе.

Предпочтительно, если буферный накопитель имеет накопительную емкость по меньшей мере 10 кВт-ч или по меньшей мере 30 кВт-ч, в частности по меньшей мере 50 кВт-ч. Как правило, накопительная емкость буферного накопителя меньше, чем 10 МВт-ч.

Предпочтительно, блок управления выполнен с возможностью автоматического выполнения способа с этапами: (i) регистрации номинальной отдачи мощности аккумуляторного разрядного устройства и (ii) зарядки буферного накопителя, так что фактическая отдача мощности не превышает номинальную отдачу мощности. Иными словами, блок управления выполнен с возможностью накопления в буферном накопителе электрической энергии, которая не требуется потребителям электросети.

Предпочтительно, если аккумуляторное разрядное устройство имеет по меньшей мере один аккумулятор, который подключен к первому аккумуляторному выводу. В частности, аккумуляторное разрядное устройство имеет множество аккумуляторов, которые подключены к соответствующему аккумуляторному выводу.

Предпочтительно аккумуляторное разрядное устройство содержит по меньшей мере один тепловой датчик, в частности тепловизионную камеру, которая выполнена с возможностью регистрации температуры по меньшей мере одного из аккумуляторов. Если аккумулятор нагревается слишком сильно, это может привести к неуправляемому разгону, то есть катастрофическому отказу аккумулятора на основе самоусиливающегося разряда. Чтобы избежать такого случая, согласно предпочтительной форме выполнения, температура аккумуляторов непрерывно регистрируется. Если температура превышает температуру предупреждения, блок управления автоматически удаляет соответствующий аккумулятор из схемы последовательного соединения. Альтернативно или дополнительно, блок управления автоматически удаляет соответствующий аккумулятор из схемы последовательного соединения, если скорость изменения температуры  $\dot{T}$ , то есть - численно вычисленная - производная температуры  $T_i$  по времени  $t$  превышает заданную скорость изменения температуры предупреждения  $\dot{T}_{warn}$ .

Предпочтительно, блок управления выполнен с возможностью автоматического выполнения способа со следующими этапами: (а) обнаружение аккумулятора, который подключен к аккумуляторному выводу и который не превышает минимального напряжения  $U_{min}$  и (b) замыкание или удержание замкнутым первого переключающего элемента, в частности короткозамыкающего реле, короткозамыкателя аккумуляторного вывода.

Предпочтительно, способ включает в себя этап (с) замыкания или удержания замкнутым второго переключающего элемента, в частности подключающего реле, короткозамыкателя аккумуляторного вывода.

Альтернативно или дополнительно, способ предпочтительно включает в себя этап (d) выдачи сигнала, который кодирует то, что аккумулятор может быть удален.

Предпочтительно, если блок управления выполнен с возможностью автоматического выполнения способа со следующими этапами, которые предпочтительно выполняются после этапов, упомянутых в трех предыдущих абзацах: (а) регистрации, что никакой аккумулятор не подключен к аккумуляторному выводу, (b) размыкание или удержание разомкнутым второго переключающего элемента и при необходимости (с) размыкание или удержание разомкнутым первого переключающего элемента. Тем самым образование электрической дуги в первом переключающем элементе снижается или предотвращается. Кроме того, способ предпочтительно включает в себя этапы (с) замыкания или удержания замкнутым подключающего реле. Этапы (b) и (с) осуществляются предпочтительно в течение максимум 1 секунды, в частности максимум 0,1 секунды.

Регистрация, что никакой аккумулятор не подключен к аккумуляторному выводу, осуществляется, например, посредством соответствующего измерителя напряжения или посредством считывания пользовательского ввода с элемента управления, например, переключателя или кнопки панели управления.

Регистрация, что никакой аккумулятор не подключен к аккумуляторному выводу, осуществляется, например, тем, что - в частности, если измеритель напряжения не измеряет никакого напряжения, приложенного на аккумуляторном выводе, - импульс напряжения, предпочтительно максимум 60 вольт, прикладывается на аккумуляторном выводе. Если в результате электрический ток отсутствует, то никакой аккумулятор не подключен.

Первые переключающие элементы, в частности, включены таким образом, что схема последовательного соединения замыкается только в том случае, если все первые переключающие элементы замкнуты. В частности, первые переключающие элементы включены таким образом, что выходное напряжение  $U_A$  прикладывается, и тем самым включенные в схему последовательного соединения аккумуляторы могут разряжаться, если - в частности, только тогда, если - все первые переключающие элементы замкнуты.

Вторые переключающие элементы, в частности, включены таким образом, что для каждого переключающего элемента справедливо, что, независимо от состояния переключения первого переключающего элемента, аккумулятор, подключенный на соответствующем аккумуляторном выводе, может разряжаться только в том случае, если второй переключающий элемент замкнут.

Соответствующий изобретению способ предпочтительно включает в себя этапы, которые описаны выше в рамках предпочтительного выполнения блока управления.

Далее изобретение более подробно описывается на основе приложенных чертежей, на которых показано следующее:

Фиг. 1 - электрическая схема соответствующего изобретению аккумуляторного разрядного устройства,

Фиг. 2 - электрическая схема соответствующего изобретению аккумуляторного разрядного устройства согласно второй форме выполнения и

Фиг. 3 - альтернативная форма выполнения соответствующего изобретению аккумуляторного разрядного устройства.

Фиг. 1 показывает соответствующее изобретению аккумуляторное разрядное устройство 10 с аккумуляторными выводами  $12.i$  ( $i=1, 2, \dots, N$ ; здесь:  $N=4$ ). Аккумуляторное разрядное устройство 10 содержит также нагрузочный вывод 14, к которому в данном случае подключена нагрузка 16 в форме инвертора 17. Инвертор 17 имеет вывод 18 напряжения, к которому приложено переменное напряжение  $U_{AC}$ , которое имеет заданную частоту  $f$ , например 50 герц или 60 герц. Переменное напряжение  $U_{AC}$  составляет, например, 230 вольт или 110 вольт. Но также возможны и другие напряжения.

Разрядная схема 18 имеет, для каждого аккумуляторного вывода  $12.i$ , измеритель  $22.i$  напряжения для измерения аккумуляторного напряжения  $U_{20.i}$  соответствующего подключенного аккумулятора  $20.i$ . Кроме того, разрядная схема 18 имеет, для каждого

аккумуляторного вывода 12, короткозамыкатель 24.i. Посредством каждого короткозамыкателя 24.i может замыкаться накоротко соответствующий аккумуляторный вывод 12.i. Иными словами, соответствующие соединительные контакты 26a.i, 26b.i аккумуляторного вывода 12.i включены на одинаковый потенциал. Таким образом, больше никакой ток не протекает через соответствующий аккумулятор 20.i.

Аккумуляторное разрядное устройство 10 имеет блок 27 управления, который соединен со всеми измерителями 22.i напряжения, так что блок 27 управления регистрирует все аккумуляторные напряжения  $U_{20.i}$ . Кроме того, блок 27 управления соединен со всеми короткозамыкателями 24.i для управления. Иными словами, блок 27 управления может автоматически замыкать и размыкать каждый короткозамыкатель 24.i.

Аккумуляторное разрядное устройство 10 может иметь индикатор 28, который соединен с блоком 27 управления с помощью проводника или радиосвязи и выполнен с возможностью индикации тех аккумуляторных выводов 12.i, к которым приложено аккумуляторное напряжение 20.i, которое меньше, чем заданное минимальное напряжение  $U_{\min}$ , или тех аккумуляторных выводов 12.i, у которых соответствующий короткозамыкатель 24.i замкнут. Оператор аккумуляторного разрядного устройства 10 может тогда сделать вывод для соответствующего аккумулятора 12.i, что он разряжен. Например, минимальное напряжение составляет  $\text{Min}=0$  вольт.

Также возможно, но не является необходимым, что аккумуляторное разрядное устройство 10 имеет, по меньшей мере для одного аккумуляторного вывода, в частности всех аккумуляторных выводов 12.i, схему 30.i защиты от неправильной полярности. Если измеритель 22.i напряжения измеряет неправильную полярность подключенного аккумулятора, то есть аккумулятор подключен с неправильной полярностью, то блок 27 управления управляет схемой 30.i защиты от неправильной полярности так, что она изменяет полярность на обратную, так что на выводах 32a.1, 32b.1 схемы перемены полярности вновь имеет место верная полярность.

Блок 27 управления выполнен таким образом, что он автоматически непрерывно регистрирует аккумуляторные напряжения  $U_{20.i}$ . Если аккумуляторное напряжение  $U_{20.i}$  лежит выше минимального напряжения  $U_{\min}$ , то блок 27 управления размыкает соответствующий короткозамыкатель 24.i. Если все аккумуляторные напряжения 20.i больше, чем минимальное напряжение  $U_{\min}$ , то все короткозамыкатели 24.i замкнуты, и все аккумуляторы 20.i соединены друг с другом в схеме последовательного соединения. Аккумуляторные напряжения  $U_{20.i}$  суммируются в выходное напряжение  $U_A$ , которое приложено на нагрузочном выводе 14 и в случае без нагрузки соответствует сумме всех аккумуляторных напряжений  $U_{20.i}$ .

Если для аккумулятора 20.i аккумуляторное напряжение  $U_{20.i}$  спадает ниже минимального напряжения  $U_{\min}$ , то блок 27 управления замыкает соответствующий короткозамыкатель 24.i, так что соответствующий аккумулятор 20.i шунтируется. Тогда ток больше не протекает через соответствующий аккумулятор 20.i. Если минимальное напряжение  $U_{\min}$  выбирается не равным нулю вольт, то разрядная схема 18 для каждого

аккумуляторного вывода 12.1 имеет дополнительный переключатель, который отсоединяет один из обоих соединительных контактов 26a.i или 26b.i от остальной части схемы.

Чтобы достичь того, что выходное напряжение  $U_A$  постоянно находится в заданном интервале  $Z$  множества напряжений, блок 27 управления может быть выполнен так, что он включает последовательно только часть аккумуляторов 20.i, а другие аккумуляторы шунтирует, так что достигается соответствующее выходное напряжение  $U_A$ .

Индикатор 28 может применяться для выдачи предупредительных сообщений, например предупредительного сообщения о неправильной полярности или предупредительного сообщения о снятии напряжения, если блок 27 управления определяет слишком сильное изменение  $\dot{U}$  аккумуляторного напряжения. Изменение  $\dot{U}$  аккумуляторного напряжения вычисляется блоком 27 управления посредством численного дифференцирования соответствующего аккумуляторного напряжения  $U_{20.3}$ .

Посредством теплового датчика 34, в данном случае в форме тепловизионной камеры 34, в поле зрения  $S$  которой находятся аккумуляторы 20.i, контролируются их соответствующие температуры  $T_i$ . Тепловой датчик 34 соединен с блоком 27 управления. Если одна из температур  $T_i$  превышает заданную температуру  $T_{warm}$  предупреждения, то блок 27 управления отсоединяет контакты соответствующего аккумулятора 20.i. Согласно предпочтительной форме выполнения, блок 27 управления после заданного времени ожидания снова включает соответствующий аккумулятор 20.i в схему последовательного соединения. Альтернативно тепловизионной камере, тепловой датчик может также содержать, например, термоэлементы.

На Фиг. 2 показана электрическая схема соответствующего изобретению аккумуляторного разрядного устройства 10 согласно второй форме выполнения. Короткозамыкатели 24.i в этой форме выполнения имеют первый переключающий элемент 36a.i и второй переключающий элемент 36b.i. Переключающие элементы 36a.i, 36b.i представляют собой, например, реле. Таким способом аккумулятор 20.i может отсоединяться, если его аккумуляторное напряжение  $U_{20.i}$  лежит ниже минимального напряжения  $U_{min}$ , причем для минимального напряжения справедливо  $U_{min} \neq 0$  В.

Переключающие элементы 36a.i могут также обозначаться как короткозамыкающие реле. Переключающие элементы 36b.i могут также обозначаться как подключающие реле. Подключающее реле подключает

В блоке 27 управления сохранен интервал  $Z$  целевого напряжения. Блок 27 управления автоматически включает последовательно столько аккумуляторов 20.i, что результирующее суммарное напряжение лежит в интервале  $Z$  целевого напряжения. Подключение аккумулятора 20.i осуществляется тем, что соответствующее короткозамыкающее реле 36a.i размыкается, и подключающее реле 36b.i замыкается. Тем самым, аккумулятор отдает электрическую энергию. Это происходит предпочтительно, но не обязательно, автоматически, например, посредством блока 27 управления.

Отключение аккумулятора 20.i осуществляется тем, что (а) соответствующее

короткозамыкающее реле 36a.i замыкается или остается замкнутым, и (b) подключающее реле 36b.i замыкается или остается замкнутым. После удаления аккумулятора из его аккумуляторного вывода 12.i подключающее реле 36b.i размыкается. Затем другой аккумулятор 20'.i подключается к аккумуляторному выводу 12.i. Затем, если необходимо, соответствующее короткозамыкающее реле 36a.i размыкается, и подключающее реле 36b.i замыкается. Это также осуществляется предпочтительно, но не обязательно, автоматически, например, посредством блока 27 управления. Затем подключается новый аккумулятор 20'.i.

Число N аккумуляторных выводов предпочтительно выбирается так, что не все аккумуляторы должны подключаться последовательно, чтобы суммарное напряжение лежало в интервале Z целевого напряжения. Предпочтительно число N выбирается так, что максимум половина, в частности, максимум третья часть аккумуляторных выводов должны приводиться в контакт, чтобы суммарное напряжение лежало в интервале Z целевого напряжения.

Если аккумулятор достиг минимального напряжения  $U_{\min}$  или ниже этого, то он, как описано выше, шунтируется. Тогда желательно, но не обязательно, чтобы блок 27 управления выдавал сигнал, что соответствующий аккумулятор может быть удален.

Фиг. 3 показывает альтернативную форму выполнения соответствующего изобретению аккумуляторного разрядного устройства 10, в котором инвертор 17 соединен с й электросетью 38' общего назначения для рекуперации электрической энергии.

Альтернативно или дополнительно, инвертор 17 соединен с электросетью 38, к которой подключены электрические потребители 40.j ( $j=1, 2, \dots, J$ ). Посредством измерителя 42 мощности, электрическая мощность  $P_{40}$  электрических потребителей 40.j может измеряться в зависимости от времени.

Блок 27 управления выполнен с возможностью автоматической регистрации электрической мощности  $P_{40}$ , которая представляет собой номинальную отдачу  $P_{\text{sol}}$  мощности аккумуляторного разрядного устройства 10. Если фактическая отдача  $P_{\text{ist}}$  мощности, то есть реальная отдача мощности, аккумуляторного устройства 10 передачи данных спадает ниже номинальной отдачи  $P_{\text{sol}}$  мощности, то мощность отбирается из электросети 38' общего назначения. Напротив, если фактическая отдача  $P_{\text{ist}}$  мощности превышает номинальную отдачу  $P_{\text{sol}}$  мощности, то электрическая мощность вводится в сеть 38' общего назначения. Чтобы предотвратить это, блок управления может быть выполнен так, чтобы снижать фактическую отдачу  $P_{\text{ist}}$  мощности тем, что, например, один или несколько аккумуляторов отключаются от схемы.

Альтернативно или дополнительно, аккумуляторное разрядное устройство 10 может иметь электрический буферный накопитель 44. Буферный накопитель 44 может представлять собой, например, аккумулятор. Буферный накопитель 44 включен таким образом, что электрическая энергия, которая отбирается аккумуляторным разрядным устройством 10 из аккумуляторов 20, по меньшей мере частично и/или по меньшей мере время от времени может запасаться в буферном накопителе.

Например, блок 27 управления выполнен таким образом, что он вводит электрическую мощность в буферный накопитель 44 в том случае, если номинальная отдача  $P_{soll}$  мощности меньше, чем фактическая отдача  $P_{ist}$  мощности. Например, в буферный накопитель 40 вводится столько электрической мощности, что вводимая в электросеть 38' общего назначения электрическая энергия минимизируется.

#### Перечень ссылочных позиций

- 10 аккумуляторное разрядное устройство
- 12 аккумуляторный вывод
- 14 нагрузочный вывод
- 16 нагрузка
- 17 инвертор
- 18 разрядная схема
- 20 аккумулятор
- 22 измеритель напряжения
- 24 короткозамыкатель
- 26 соединительные контакты
- 27 блок управления
- 28 индикатор
- 30 схема защиты от неправильной полярности
- 32 вывод схемы перемены полярности
- 34 тепловизионная камера
- 36a первый переключающий элемент, короткозамыкающее реле
- 36b второй переключающий элемент, подключающее реле
- 38 электросеть
- 38' электросеть общего назначения
- 40 потребитель
- 42 измеритель мощности
- 44 буферный накопитель
- $f$  частота
- $i$  текущий индекс аккумуляторных выводов
- $j$  текущий индекс потребителей
- $N$  число аккумуляторных выводов
- $P_{soll}$  номинальная отдача мощности
- $P_{ist}$  фактическая отдача мощности
- $S$  поле зрения
- $T_i$  температура  $i$ -го аккумулятора
- $T_{warn}$  температура предупреждения
- $U_{AC}$  переменное напряжение
- $U_{20,i}$  аккумуляторное напряжение
- $U_{min}$  минимальное напряжение

$U_A$  выходное напряжение

$\dot{U}$  изменение аккумуляторного напряжения

$Z$  интервал целевого напряжения

### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Аккумуляторное разрядное устройство (10) для разряда аккумуляторов (20) с
  - (a) первым аккумуляторным выводом (12.1) для подключения первого аккумулятора (20.1),
  - (b) вторым аккумуляторным выводом (12.2) для подключения второго аккумулятора (20.2),
  - (c) по меньшей мере третьим аккумуляторным выводом (12.3) для подключения третьего аккумулятора (20.3) и
  - (d) нагрузочным выводом (14) для нагрузки (16) для отвода электрической мощности при разряде аккумуляторов (20), отличающееся
    - (e) разрядной схемой (18), которая содержит
      - (i) первый короткозамыкатель (24.1),
      - (ii) первый измеритель (22.1) напряжения, который установлен с возможностью измерения первого аккумуляторного напряжения ( $U_{20.1}$ ), которое падает на первом аккумуляторном выводе (12.1),
      - (iii) второй короткозамыкатель (24.2),
      - (iv) второй измеритель (22.2) напряжения, который установлен с возможностью измерения второго аккумуляторного напряжения ( $U_{20.2}$ ), которое падает на втором аккумуляторном выводе (12.2),
      - (v) третий короткозамыкатель (24.3),
      - (vi) третий измеритель (22.3) напряжения, который установлен с возможностью измерения третьего аккумуляторного напряжения ( $U_{20.3}$ ), которое падает на третьем аккумуляторном выводе (12.3), и
      - (vii) блок (27) управления,
    - (f) причем блок (27) управления выполнен с возможностью автоматического выполнения способа с этапами:
      - (i) для всех измерителей (22.i) напряжения, регистрации соответствующего аккумуляторного напряжения ( $U_{20.i}$ ),
      - (ii) если соответствующее аккумуляторное напряжение ( $U_{20.i}$ ) превышает заданное минимальное напряжение ( $U_{\min}$ ), включения соответствующего аккумулятора (20.i) в схему последовательного соединения с по меньшей мере одним другим аккумулятором, и
      - (iii) если соответствующее аккумуляторное напряжение ( $U_{20.i}$ ) не превышает минимальное напряжение ( $U_{\min}$ ), удаления соответствующего аккумулятора (20.i) из схемы последовательного соединения с помощью соответствующего короткозамыкателя.
2. Аккумуляторное разрядное устройство (10) по п. 1, отличающееся нагрузкой (16), которая подключена к нагрузочному выводу (14), в форме
  - (a) инвертора (17) для генерации переменного напряжения ( $U_{AC}$ ) с заданной частотой (f) и напряжением и/или
  - (b) преобразователя постоянного напряжения для генерации постоянного

напряжения с заданным напряжением из постоянного напряжения, которое приложено к нагрузочному выводу (14).

3. Аккумуляторное разрядное устройство (10) по любому из предыдущих пунктов, отличающееся

индикатором (28) для индикации тех аккумуляторов (20.i), соответствующее аккумуляторное напряжение ( $U_{20.i}$ ) которых ниже минимального напряжения ( $U_{\min}$ ), и/или тех аккумуляторных выводов (14.i), соединительные контакты (26) которых короткозамкнуты.

4. Аккумуляторное разрядное устройство (10) по любому из предыдущих пунктов, отличающееся схемой (30) защиты от неправильной полярности для автоматического

(i) обнаружения подключенного с неправильной полярностью аккумулятора (20) и выдачи предупредительного сообщения о неправильной полярности и/или

(ii) подключения с верной полярностью подключенного с неправильной полярностью аккумулятора (20).

5. Аккумуляторное разрядное устройство (10) по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что блок (27) управления выполнен с возможностью автоматического выполнения способа с этапами:

(i) определения временных изменений аккумуляторного напряжения для аккумуляторных напряжений ( $U_{20}$ ) и

(ii) шунтирования соответствующего аккумулятора (20) с помощью соответствующего короткозамыкателя (24) и/или выдачи предупредительного сообщения о снятии напряжения, если временное изменение ( $\dot{U}$ ) аккумуляторного напряжения лежит вне заданного интервала допусков.

6. Аккумуляторное разрядное устройство (10) по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что блок (27) управления выполнен с возможностью автоматического выполнения способа с этапом:

подключения части аккумуляторов (20.i) в схему последовательного соединения, так что сумма аккумуляторных напряжений ( $U_{20.i}$ ) лежит в заданном интервале ( $Z$ ) целевого напряжения, причем в случае, если две или более комбинаций аккумуляторных напряжений ( $U_{20.i}$ ) лежат в интервале ( $Z$ ) целевого напряжения, выбирается комбинация с наибольшим числом аккумуляторных напряжений ( $U_{20.i}$ ).

7. Аккумуляторное разрядное устройство (10) по любому из предыдущих пунктов, отличающееся

по меньшей мере одним тепловым датчиком (34), в частности, тепловизионной камерой, которая выполнена с возможностью регистрации температуры ( $T_i$ ) по меньшей мере одного из аккумуляторов (20.i).

8. Аккумуляторное разрядное устройство (10) по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что блок (27) управления выполнен с возможностью автоматического выполнения способа с этапами:

(a) обнаружения аккумулятора (20.i), который подключен к аккумуляторному выводу (12.i) и который не превышает минимальное напряжение ( $U_{\min}$ ),

(b) замыкания или удержания замкнутым первым переключателем элементом (36a.i), в частности короткозамыкающего реле, короткозамыкателя (24.i) аккумуляторного вывода (12.i),

(c) замыкания или удержания замкнутым вторым переключателем элементом (36b.i), в частности подключающего реле, короткозамыкателя (24.i) аккумуляторного вывода (12.i),

(d) выдачи сигнала, который кодирует то, что аккумулятор может быть удален,

(e) обнаружения, что никакой аккумулятор (20.i) не подключен к аккумуляторному выводу (12.i),

(f) размыкания или удержания разомкнутым вторым переключателем элементом (36b.i), затем

(g) размыкания или удержания разомкнутым первым переключателем элементом (36a.i) и затем

(h) замыкания второго переключателя элементом (36b.i).

9. Аккумуляторное разрядное устройство по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что

(a) инвертор (17) соединен с электросетью (38, 38'), к которой подключены электрические потребители (40.j),

(b) блок (27) управления выполнен с возможностью автоматического выполнения способа с этапами:

(i) регистрации номинальной отдачи ( $P_{\text{soil}}$ ) мощности аккумуляторного разрядного устройства (10) и

(ii) снижения мощности разряда аккумуляторов (20), если фактическая отдача ( $P_{\text{ist}}$ ) мощности превышает номинальную отдачу ( $P_{\text{soil}}$ ) мощности.

10. Аккумуляторное разрядное устройство по любому из предыдущих пунктов, отличающееся

(a) электрическим буферным накопителем (42),

(b) причем блок (27) управления выполнен с возможностью автоматического выполнения способа с этапами:

(i) регистрации номинальной отдачи ( $P_{\text{soil}}$ ) мощности аккумуляторного разрядного устройства (10) и

(ii) зарядки буферного накопителя (42), так что фактическая отдача ( $P_{\text{ist}}$ ) мощности не превышает номинальную отдачу ( $P_{\text{soil}}$ ) мощности.

11. Способ для разряда множества аккумуляторов (20) с автоматически выполняемыми этапами:

(a) непрерывного измерения соответствующего аккумуляторного напряжения ( $U_{20}$ ) множества аккумуляторов (20),

(b) включения аккумуляторов (20), аккумуляторные напряжения ( $U_{20}$ ) которых не спадают ниже заданного минимального напряжения ( $U_{\min}$ ), в схему последовательного

соединения, так что аккумуляторы (20) разряжаются, и

(с) отсоединения аккумулятора (20), аккумуляторное напряжение ( $U_{20}$ ) которого падает ниже заданного минимального напряжения ( $U_{\min}$ ), так что он больше не включен последовательно.

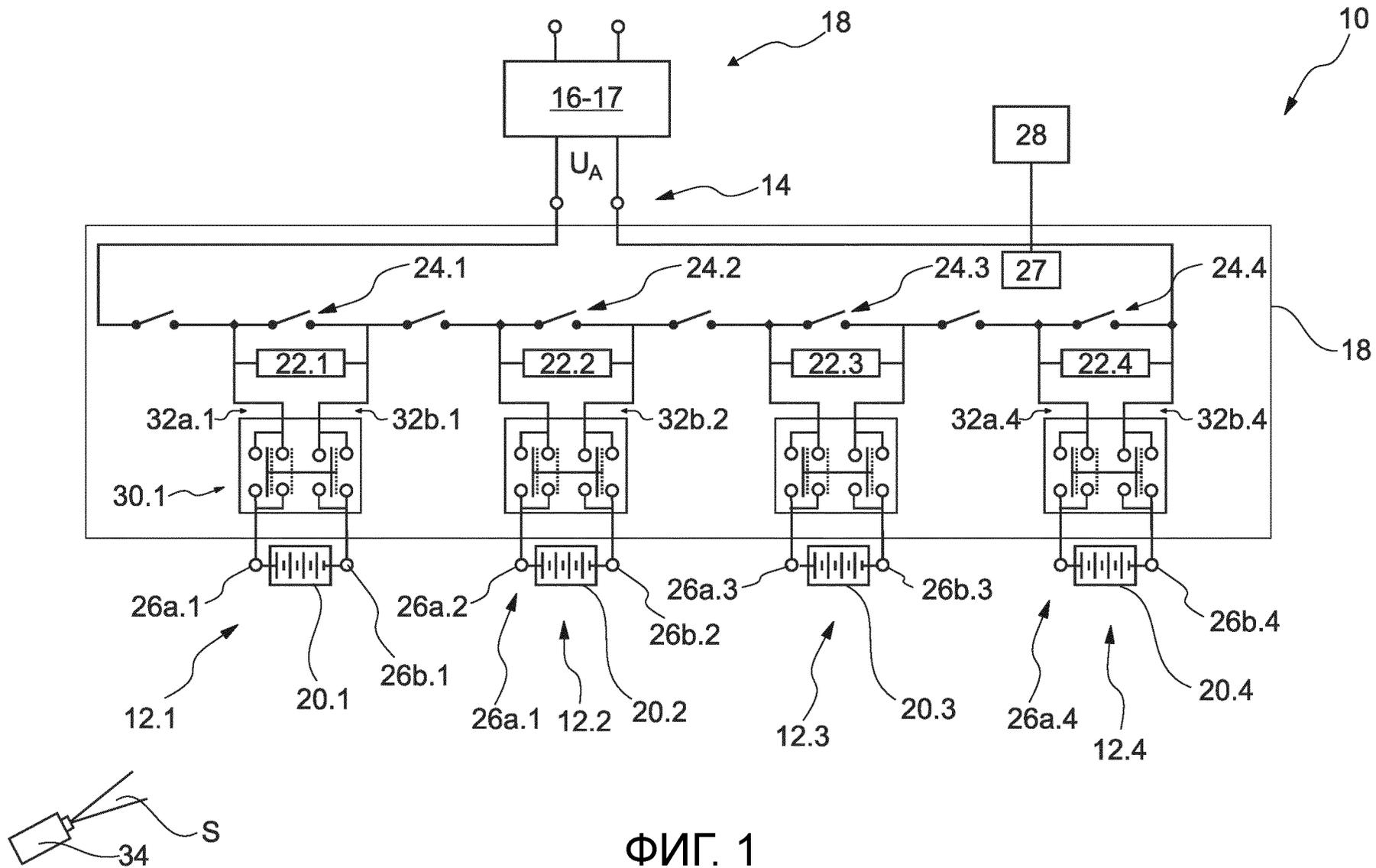
12. Способ по п. 11, отличающийся этапом:

выдачи сообщения, которое кодирует те аккумуляторы (20), соответствующее аккумуляторное напряжение ( $U_{20.i}$ ) которых падает ниже минимального напряжения ( $U_{\min}$ ), и/или те аккумуляторные выводы (14.i), соединительные контакты (26.i) которых короткозамкнуты.

13. Способ по п. 11 или 12, отличающийся этапами:

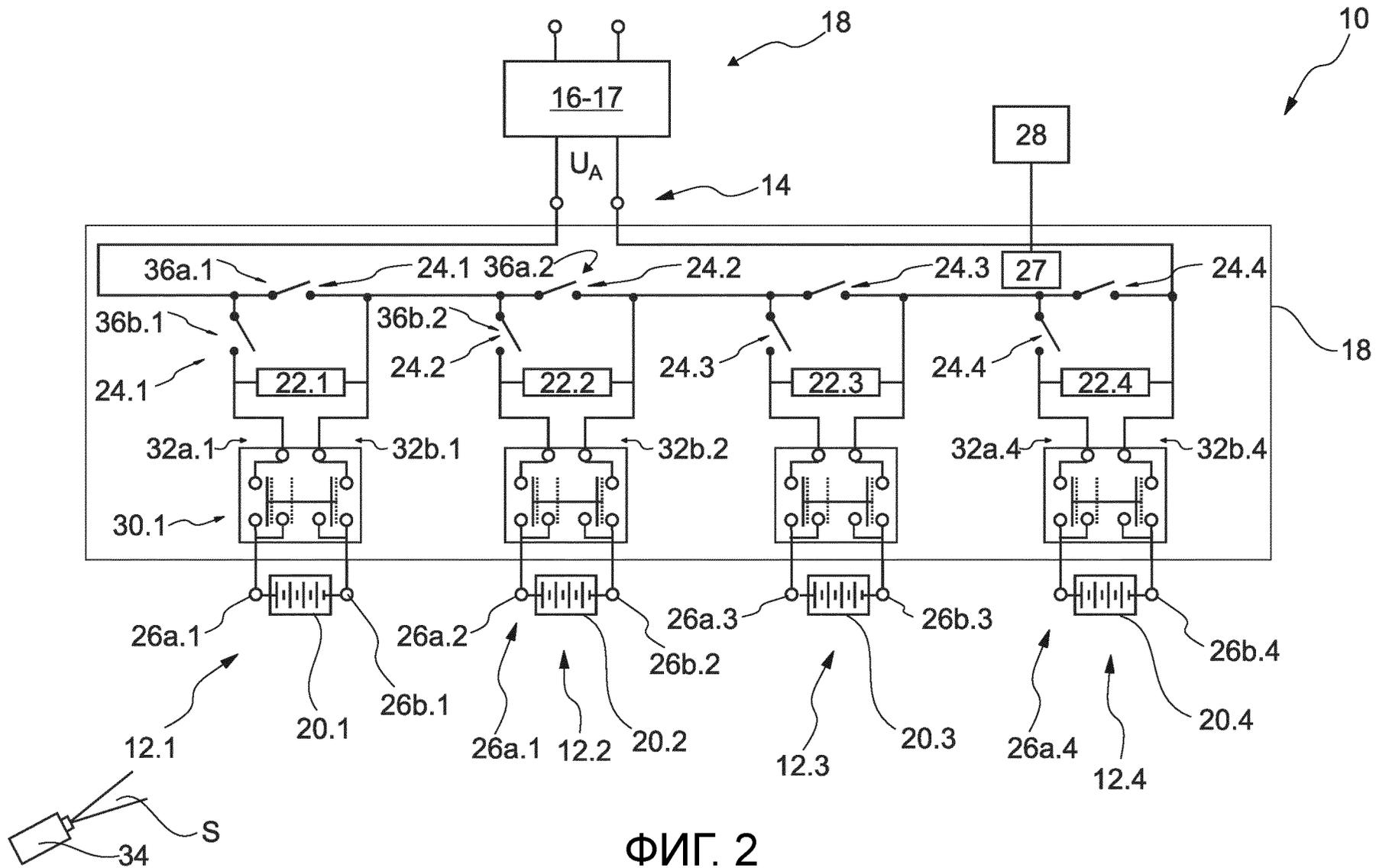
(i) обнаружения подключенного с неправильной полярностью аккумулятора (20) и выдачи предупредительного сообщения о неправильной полярности и/или

(ii) подключения с верной полярностью подключенного с неправильной полярностью аккумулятора (20).

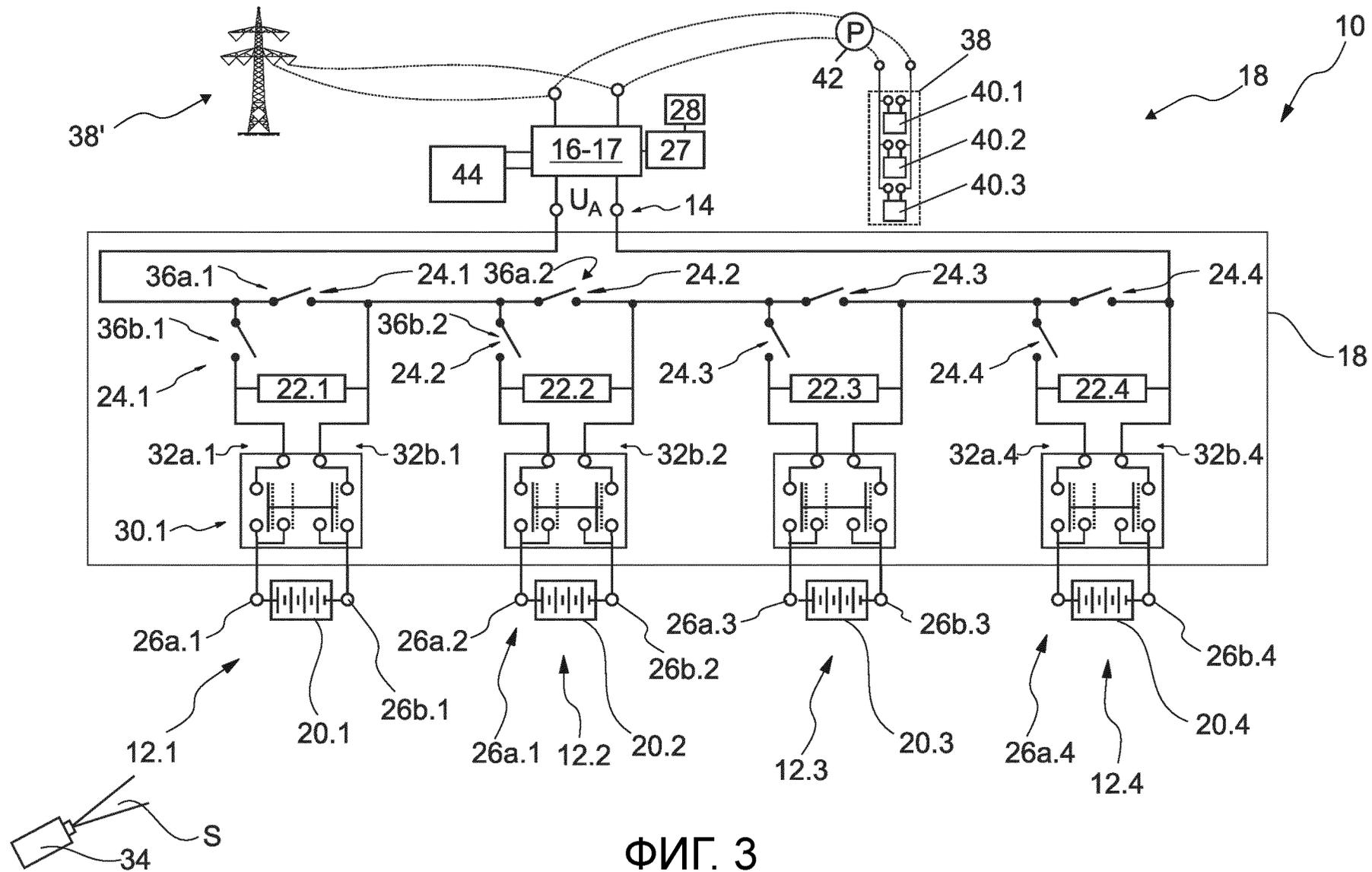


1/3

ФИГ. 1



ФИГ. 2



ФИГ. 3