

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039893**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.03.24

(21) Номер заявки
201992255

(22) Дата подачи заявки
2018.03.27

(51) Int. Cl. **H01M 2/38** (2006.01)
H01M 2/40 (2006.01)
H01M 8/04 (2016.01)
H01M 8/24 (2016.01)

(54) **КОНСТРУКЦИЯ С МНОГОТОЧЕЧНЫМ ПОЛЕМ ПОТОКА ЭЛЕКТРОЛИТА ДЛЯ
ВАНАДИЕВОЙ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ПРОТОЧНОЙ БАТАРЕИ**

(31) **62/476,945**

(32) **2017.03.27**

(33) **US**

(43) **2020.03.31**

(86) **PCT/US2018/024414**

(87) **WO 2018/183222 2018.10.04**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
СТОПЕН ТЕКНОЛОДЖИЗ ИНК. (US)

(72) Изобретатель:
**Д'анзи Анджело (US), Броверо
Карло Альберто, Таппи Маурицио,
Пираччини Жанлука (IT)**

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

(56) **WO-A1-2016189970
US-A1-20090098432
US-A1-20120258345
US-A1-20150263358**

(57) Проточная батарея, предусматривающая первую емкость для анодного электролита, вторую емкость для катодного электролита, соответствующие гидравлические контуры, снабженные соответствующими насосами для подачи электролитов в конкретные плоские элементы, снабженные биполярными пластинами, имеющими многоточечные распределители потока на двух противоположных поверхностях, для равномерной транспортировки указанных электролитов, взаимно разделенных протонообменными мембранами и электродами, при этом указанные плоские элементы взаимно выровнены и уложены друг на друга таким образом, чтобы составлять блок проточной батареи.

B1**039893****039893****B1**

Перекрестная ссылка на родственные заявки

Данная заявка заявляет приоритет предварительной заявки № 62/476945, поданной 27 марта 2017 г. Полное раскрытие этой предварительной заявки на патент полностью включено в настоящее описание посредством ссылки.

Область техники

Настоящее изобретение относится к конструкции биполярной пластины ванадиевой окислительно-восстановительной проточной батареи и, в частности, к конструкции биполярной пластины ванадиевой окислительно-восстановительной проточной батареи, в которой графитовые пористые электроды соединены с блоком многоточечного распределителя потока, встроенным в каналы впуска-выпуска потока графитовых биполярных пластин.

Предпосылки к созданию изобретения

Проточная батарея представляет собой тип перезаряжаемой батареи, в которой электролиты, содержащие одно или несколько растворенных электроактивных веществ, протекают через электрохимический элемент, который преобразует химическую энергию непосредственно в электрическую энергию. Электролиты хранятся во внешних емкостях и прокачиваются через элементы реактора.

Окислительно-восстановительные проточные батареи имеют преимущество в том, что они обладают гибкой компоновкой (благодаря разделению между силовыми компонентами и энергетическими компонентами), длительным сроком эксплуатации, высоким быстродействием, не нуждаются в сглаживании заряда и не имеют вредных выбросов.

Проточные батареи используются для стационарных применений с потребностью в энергии от 1 кВт·ч до нескольких МВт·ч: они используются для сглаживания нагрузки сети, где батарея используется для накопления энергии в ночное время при низкой стоимости и возврата ее в сеть при более высокой стоимости, но также и для накопления энергии из возобновляемых источников, таких как солнечная энергия и энергия ветра, чтобы затем обеспечить ее в пиковые периоды спроса на энергию.

В частности, ванадиевая окислительно-восстановительная батарея состоит из набора электрохимических элементов, в которых два электролита разделены протонообменной мембраной. Оба электролита основаны на ванадии: электролит в положительном полуэлементе содержит ионы V^{4+} и V^{5+} , тогда как электролит в отрицательном полуэлементе содержит ионы V^{3+} и V^{2+} . Электролиты могут быть подготовлены несколькими способами, например, путем электролитического растворения пентоксида ванадия (V_2O_5) в серной кислоте (H_2SO_4). Используемый раствор остается сильноокислотным. В ванадиевых проточных батареях два полуэлемента дополнительно соединены с емкостями для хранения, которые содержат очень большой объем электролита, циркуляция которого через элемент обеспечена с помощью насосов. Такая циркуляция жидких электролитов требует определенной занимаемой площади и ограничивает возможность использования ванадиевых проточных батарей в мобильных применениях, на практике ограничивая их крупными стационарными установками.

Пока батарея заряжается, в положительном полуэлементе ванадий окисляется, преобразуя V^{4+} в V^{5+} . Полученные электроны переносятся в отрицательный полуэлемент, где они восстанавливают ванадий с V^{3+} до V^{2+} . Во время работы процесс происходит в обратном порядке и в разомкнутой цепи получается разность потенциалов в 1,41 В при 25°C.

Ванадиевая окислительно-восстановительная батарея является единственной батареей, которая накапливает электрическую энергию в электролите, а не на пластинах или электродах, как это обычно происходит во всех других батарейных технологиях.

В отличие от всех других батарей в ванадиевой окислительно-восстановительной (редокс) батарее электролит, содержащийся в емкостях, после зарядки не подвергается саморазряду, тогда как часть электролита, которая находится стационарно внутри электрохимического элемента, со временем подвергается саморазряду.

Количество электрической энергии, аккумулируемой в батарее, определяется объемом электролита, содержащегося в емкостях.

Согласно особенно эффективному конкретному конструктивному решению ванадиевая окислительно-восстановительная батарея состоит из набора электрохимических элементов, внутри которых протекают два электролита, взаимно разделенных полимерным электролитом. Оба электролита состоят из кислого раствора растворенного ванадия. Положительный электролит содержит ионы V^{5+} и V^{4+} , тогда как отрицательный содержит ионы V^{2+} и V^{3+} . Пока батарея заряжается, в положительном полуэлементе ванадий окисляется, тогда как в отрицательном полуэлементе ванадий восстанавливается. На этапе разрядки происходит обратный процесс. Последовательное электрическое соединение нескольких элементов позволяет увеличить напряжение на батарее, которое равно числу элементов, умноженному на 1,41 В.

Во время фазы зарядки, чтобы сохранить энергию, включаются насосы, вызывающие протекание электролита внутри соответствующего электрохимического элемента. Электрическая энергия, подаваемая на электрохимический элемент, способствует протонному обмену с помощью мембраны, заряжая батарею.

Во время фазы разрядки включаются насосы, вызывающие протекание электролита внутри элек-

трохимического элемента, создавая положительное давление в соответствующем элементе, высвобождая, таким образом, накопленную энергию.

Во время работы батареи электролит протекает линейно в толще пористых электродов снизу вверх, обеспечивая передачу заряда.

Известный уровень техники

На фиг. 1 представлен схематический вид, на котором показана традиционная ванадиевая окислительно-восстановительная проточная батарея. Как показано на фиг. 1, традиционная ванадиевая окислительно-восстановительная проточная батарея содержит множество положительных электродов 7, множество отрицательных электродов 8, положительный электролит 1, отрицательный электролит 2, емкость 3 с положительным электролитом и емкость 4 с отрицательным электролитом. Положительный электролит 1 и отрицательный электролит 2 соответственно хранятся в емкости 3 и емкости 4. В то же время положительный электролит 1 и отрицательный электролит 2 соответственно проходят через положительный электрод 7 и отрицательный электрод 8 через трубопроводы положительного соединения и трубопроводы отрицательного соединения, образуя соответствующие контуры, также указанные на фиг. 1 стрелками.

Насос 5 и насос 6 часто установлены на соединительных трубопроводах для непрерывной транспортировки электролитов к электроду. Кроме того, блок 11 преобразования энергии, например преобразователь постоянного тока в переменный ток, может быть использован в ванадиевой окислительно-восстановительной проточной батарее, и блок 11 преобразования энергии, соответственно, электрически соединен с положительным электродом 7 и отрицательным электродом 8 через линии 9 положительного соединения и линии 10 отрицательного соединения, и блок 11 преобразования энергии также может быть, соответственно, электрически соединен с внешним источником 12 входной мощности и внешней нагрузкой 13 для преобразования энергии переменного тока, генерируемой внешним источником 12 входной мощности, в энергию постоянного тока для зарядки ванадиевой окислительно-восстановительной проточной батареи или преобразования энергии постоянного тока, высвобождаемой ванадиевой окислительно-восстановительной проточной батареей, в энергию переменного тока для вывода на внешнюю нагрузку 13.

На фиг. 2 представлен схематический вид блока проточной батареи в соответствии с известным уровнем техники. Он содержит две противоположные торцевые пластины 16, множество прокладок 14, множество положительных электродов 15, множество отрицательных электродов 18, множество биполярных пластин 19, в которые встроены поля 20 потока, и ряд мембран с протонным обменом 17.

Как показано на фиг. 3, электролиты 22 соответственно протекают через электроды 15 и 18 через участки 20 поля потока (показанные на фиг. 2), соответствующие участкам 22a, 22b и 22c (показанным на фиг. 3), соединенным с отверстиями для положительного и отрицательного соединения, расположенными в биполярной пластине 19, для образования участков, схематически показанных на фиг. 3 волнистыми линиями. Направление потока указано стрелкой у впускного потока 21 и выпускного потока 23. Впускной и выпускной потоки проходят через проемы (не пронумерованные), так что присутствует пара впускных проемов и пара выпускных проемов. Схематически показанный впускной поток будет проходить через оба впускных проема (т.е. пару на той же стороне, что и впускной поток 21) и будет проходить через оба выпускных проема (т.е. пару на той же стороне, что и выпускной поток 23).

Однако недостатки вышеупомянутой традиционной проточной батареи включают концентрацию поляризации электролита, которая может привести к снижению эффективности переноса электронов в батарее, что приводит к снижению энергоэффективности. Как показано на фиг. 3, поток 22 электролита проходит линейно через толщу положительного электрода 15 и отрицательного электрода 18, при этом во время указанного линейного потока происходит передача заряда, создавая таким образом большую разницу в поляризации в активной области, как описано на фиг. 6 с использованием заштрихованных полос 88, 90, 92, 94, 96 и 98 для схематического обозначения явления концентрации поляризации.

На фиг. 4 представлен схематический вид в аксонометрии традиционного электрода (15, 18) в соответствии с известным уровнем техники, который является типичным для поля потока встречно-штыревой конфигурации. Это представляет собой усовершенствование по сравнению со сквозным проточным типом, показанным на фиг. 6, при этом поле потока встречно-штыревого типа имеет плотность энергии примерно в 3 раза выше, чем у сквозного проточного типа. В этом случае направление D впускного потока показано вместе с направлением F выходящего потока. Это приводит к поляризации, которая постепенно увеличивается, как схематически показано полосами 78, 80, 82, 84, 86 и 88. Это показывает постепенное увеличение поляризации. На фиг. 6 представлен схематический вид в аксонометрии дополнительного традиционного электрода в соответствии с известным уровнем техники, также имеющего направление D впускного потока и направление F выходящего потока.

На обеих из фиг. 4 и 6 светлая часть (вход. поток) электрода представляет собой область, где поляризация пренебрежимо мала, а темная область представляет собой часть, где поляризация сконцентрирована (вых. поток). Иными словами, светлая часть электрода не используется полностью из-за темной части, где поляризации достигли предела. Идеальные условия возникают, когда все части электрода имеют поляризации (что соответствует напряжению), которые являются однородными, и это происходит только

тогда, когда возможно подавать электролит с одинаковым напряжением на поверхностях электрода.

Настоящее изобретение обеспечивает по существу равномерную подачу электролита на поверхность, используя таким образом все части электродов по существу с почти максимально возможной эффективностью из-за небольшого расстояния между впускным и выпускным потоком, что не позволяет электролиту получать избыточный заряд.

Назначение фиг. 4 и 6 состоит в том, чтобы схематически показать результаты электрохимической реакции и конкретно на этих фигурах схематически показаны электрические поляризации на поверхности электрода. Поляризация в основном представляет собой перенапряжение из-за внутреннего сопротивления, а в случае проточной батареи - в основном из-за диффузии электролита на электроде, где в некоторых случаях медленный поток электролита или даже застой вызывает локализованные критические перенапряжения, т.е. поляризации. В известном уровне техники электролит, протекающий через электрод на своем пути, будет получать заряды, так что на конечную часть электрода подается электролит, который имеет более высокое напряжение по сравнению с напряжением на впуске, и это перенапряжение действительно близко к максимально допустимому напряжению для ванадиевой батареи. Это ограничивает мощность.

На фиг. 5 показана дополнительная конструкция поля потока встречно-штыревой конфигурации в соответствии с известным уровнем техники, в котором в биполярной пластине 19 имеются два тупиковых канала, которые встроены в нее и которые заставляют поток 24 электролита протекать через толщину положительного электрода 15 и отрицательного электрода 18 в поперечном направлении, как указано показанными каналами линий потока. В этом случае показан участок 24 поля потока, имеющий полосы 24a, 24b и 24c. Также в этом случае при линейном потоке электролита внутри каналов перед прохождением через электроды, поскольку электролит касается электродов, происходит передача заряда, создавая в любом случае разницу в поляризации в активной области, как описано на фиг. 4. Ряд заштрихованных полос показан для описания этих явлений.

Следовательно, существует необходимость в предоставлении ванадиевой окислительно-восстановительной проточной батареи, в которой электроды подаются равномерно, чтобы решить проблемы, представленные в традиционных конструкциях проточной батареи, описанных выше, для достижения эффективной передачи заряда, так что плотность электрического тока может быть увеличена и эффективность использования энергии может быть улучшена со снижением рабочего давления электролитов.

Сущность изобретения

Соответственно целью настоящего изобретения является предоставление блока ванадиевой окислительно-восстановительной проточной батареи, имеющего инновационную конструкцию биполярной пластины, которая содержит по меньшей мере две торцевые пластины; по меньшей мере одну протонообменную мембрану; по меньшей мере два пористых электрода, между которыми размещена протонообменная мембрана; множество прокладок; по меньшей мере одну биполярную пластину, имеющую тупиковый канал поля потока с обеих сторон; по меньшей мере два многоточечных распределителя потока, имеющих множество отверстий. Указанный многоточечный распределитель расположен над биполярной пластиной в соответствии с полями потока таким образом, что множество отверстий выровнены с впускными и выпускными каналами потока; положительный электрод и отрицательный электрод расположены над многоточечным распределителем потока, при этом отверстия, выполненные в многоточечном распределителе потока, служат для того, чтобы электролит, содержащий ионы ванадия в разных степенях окисления, протекал через электроды и в результате электрохимической реакции ионов ванадия в электролите генерируется электрическая энергия, которая выводится на внешнюю нагрузку или внешняя электрическая энергия преобразуется в химическую энергию, сохраняемую в ионах ванадия. Новую конструкцию биполярной пластины согласно настоящему изобретению можно использовать в ванадиевой окислительно-восстановительной проточной батарее.

Проблемы вышеупомянутой традиционной проточной батареи, включая концентрацию поляризации электролита, устранены с использованием новой конструкции биполярной пластины согласно настоящему изобретению. Между тем в настоящем изобретении эффективность электрохимического преобразования энергии повышена, поскольку электроды имеют однородную область реакции, а рабочее давление электролитов снижено.

Это означает повышение плотности энергии по сравнению с полем потока встречно-штыревого типа, показанным на фиг. 4, приблизительно в 2 раза и улучшение плотности энергии по сравнению с полем сквозного проточного типа, показанным на фиг. 6, приблизительно в 6 раз.

Еще одной целью настоящего изобретения является предоставление проточной батареи, которая имеет низкую стоимость, относительно проста в предоставлении на практике и безопасна в применении.

Краткое описание графических материалов

Дополнительные характеристики и преимущества изобретения станут более очевидными из описания предпочтительного, но не исключительного варианта осуществления проточной батареи согласно изобретению, проиллюстрированного в качестве неограничивающих примеров в прилагаемых графических материалах, на которых

на фиг. 1 представлен схематический вид, на котором показана традиционная ванадиевая окислительно-восстановительная проточная батарея;

на фиг. 2 представлен схематический вид в аксонометрии блока проточной батареи в соответствии с известным уровнем техники;

на фиг. 3 представлен схематический вид в аксонометрии традиционной конструкции биполярной пластины сквозного проточного типа в соответствии с известным уровнем техники;

на фиг. 4 представлен схематический вид в аксонометрии традиционного электрода встречно-штыревого типа в соответствии с известным уровнем техники;

на фиг. 5 представлен схематический вид в аксонометрии дополнительной конструкции биполярной пластины встречно-штыревого типа в соответствии с известным уровнем техники;

на фиг. 6 представлен схематический вид в аксонометрии дополнительного традиционного электрода сквозного проточного типа в соответствии с известным уровнем техники;

на фиг. 7 представлен схематический вид в аксонометрии конструкции биполярной пластины согласно настоящему изобретению;

на фиг. 8 представлен схематический вид в аксонометрии конструкции биполярной пластины согласно настоящему изобретению;

на фиг. 9 представлен схематический вид в аксонометрии электрода, действующего согласно настоящему изобретению;

на фиг. 10 представлен схематический вид в аксонометрии блока проточной батареи согласно настоящему изобретению;

на фиг. 11 представлен схематический вид в разрезе, выполненном поперечно к каналам в биполярной пластине, на котором показаны обе стороны биполярной пластины и сборка компонентов;

на фиг. 12 представлен вид крупным планом впускной части биполярной пластины, на котором показаны тупиковые впускные каналы и параллельные выпускные каналы, а также поток в тупиковые каналы.

Описание вариантов осуществления

Фиг. 1-6 были описаны выше.

На фиг. 7 представлен схематический вид в аксонометрии узла биполярной пластины, содержащего биполярную пластину 19 типа, описанного выше со ссылкой на фиг. 3 и 5. Биполярная пластина 19 согласно настоящему изобретению отличается тем, что она имеет множество параллельных тупиковых впускных каналов 25 (также называемых здесь и далее полем впускного потока) и множество тупиковых выпускных каналов 26 (также называемых здесь далее полем выпускного потока), которые расположены во встречно-штыревой конфигурации с впускными каналами 25, как показано на фиг. 7. Увеличенный вид этой компоновки представлен на фиг. 12, где это ясно показано.

Конкретно на фиг. 7 показана инновационная сборка биполярной пластины для ванадиевой окислительно-восстановительной проточной батареи, которая содержит биполярную пластину 19, имеющую на своих двух взаимно противоположных поверхностях соответственно, как ясно показано на фиг. 11, поле 25 впускного тупикового потока, поле 26 выпускного потока, многоточечный распределитель 27 потока, имеющий множество отверстий 28. Отверстия 28 расположены с относительно небольшими промежутками между ними, например на расстоянии 8 мм, и при этом отверстия 28 по существу равномерно распределены на поверхности многоточечного распределителя 27 потока. Показана только одна сторона биполярной пластины 19, причем противоположная сторона идентична (см. фиг. 11) и поэтому не показана на фиг. 7.

Многоточечный распределитель 27 потока расположен над полями 25 и 26 потока биполярной пластины таким образом, что отверстия 28 выровнены для сообщения соответственно с каналами 25 и 26. Положительный электрод 15 расположен над многоточечным распределителем 27 потока на одной стороне биполярной пластины 19, а отрицательный электрод 18 расположен на противоположной стороне биполярной пластины 19, соответственно на противоположной поверхности соответствующего многоточечного распределителя 27 потока. См. фиг. 12, где это показано.

На фиг. 8 представлен схематический вид в аксонометрии биполярной пластины в сборе, на котором показаны впускной канал для текучей среды, поперечный поток текучей среды и выпускной канал для текучей среды. Для ясности они показаны различными штриховками, причем впускной поток показан пунктиром, а выпускной поток показан сплошным черным цветом. Поперечный поток показан в виде полукруглых петель, что приблизительно соответствует фактическому потоку текучей среды; см. фиг. 11 для подробного рассмотрения поперечного потока текучей среды.

На фиг. 9 представлен схематический вид в аксонометрии электрода 15, 18, действующего в компоновке, показанной на фиг. 7 и 8, описанных выше. Направление впускного потока показано стрелкой, обозначенной D, а направление выходящего потока показано стрелкой, обозначенной F. Из-за поперечного потока текучей среды, рассмотренного выше со ссылкой на фиг. 8, полосы поляризации проходят поперечно направлению общего потока текучей среды и находятся в светлых полосах 110, чередующихся с темными полосами 112. Штриховка гораздо более равномерно распределена по поверхности электрода 15, 18. Это указывает на то, что используется вся поверхность электрода 15, 18 с меньшей концен-

трацией поляризации из-за полос 110 и 112 по сравнению с полосами на ранее описанных фиг. 4 и 6.

На фиг. 10 представлен схематический вид в аксонометрии блока проточной батареи согласно настоящему изобретению. Блок проточной батареи имеет верхнюю и нижнюю пластины 16 (которые предпочтительно являются такими же, как и биполярная пластина 19 в конструкции, но имеют только одну используемую сторону), и они соответственно содержат неопределенное количество (т.е. произвольно выбранное количество) плоских элементов, соответственно состоящих из ряда катодных электродов 15, ряда протонообменных мембран 17, ряда биполярных пластин 19, снабженных многоточечными распределителями 27 потока на двух взаимно противоположных поверхностях (как показано на фиг. 11), ряда анодных электродов 18, ряда прокладок 14, причем все вышеперечисленное составляет блок проточной батареи, снабженный соответствующими насосами (не показаны на фиг. 10) для подачи электролитов в конкретные плоские элементы, снабженные многоточечными распределителями 27 потока на двух взаимно противоположных поверхностях для независимой транспортировки электролитов, и при этом элементы взаимно разделены протонообменными мембранами 17 и электродами 15, 18.

Плоские элементы блока батареи в предпочтительном варианте осуществления выровнены и уложены друг на друга таким образом, чтобы составлять многослойный пакет. Торцевая пластина 19 расположена по меньшей мере на одной передней части многослойного пакета. Торцевая пластина 19 снабжена парой каналов доступа на впускной стороне, которые представляют собой пару больших проемов (не пронумерованных) на впускной стороне и пару разгрузочных проемов на стороне выхода (не пронумерованных), обеспечивающих доступ для электролитов, которые поступают из емкостей с электролитом с помощью двух насосов (как показано на фиг. 1), предусматривающих разгрузочный выпуск для выходящих электролитов и соединенных с соответствующими емкостями, показанными на фиг. 1.

Как показано на фиг. 8 согласно настоящему изобретению, на многоточечном распределителе 27 потока поток электролита выходит, соответственно, через отверстия 28 подачи, соединенные в соответствии с полем 25 впускного тупикового потока, в котором электролит протекает в поперечном направлении, образуя очень короткий путь, и падает соответственно в отверстия 28, которые соединены с полем 26 выпускного потока.

Как показано на фиг. 8, многоточечный распределитель 27 потока имеет множество отверстий 28, равномерно распределенных по поверхности. Эти отверстия расположены на близком расстоянии друг от друга, например 8 мм, причем поток 29 электролита протекает через это множество отверстий 28. Эти потоки распределены на поверхностях распределителя, создавая множество потоков 29 электролита, как показано стрелками. Как упомянуто выше, это множество потоков 29 равномерно распределено по поверхности и потоки проходят в поперечном направлении через электроды 15-18, расположенные на поверхности распределителя потока, и благодаря короткому пути между впускными отверстиями и выпускными отверстиями передача заряда электролиту происходит локально в однородных условиях по всей поверхности электрода.

Это означает повышение плотности энергии по сравнению с полем потока встречно-штыревого типа, показанным на фиг. 4, приблизительно в 2 раза и улучшение плотности энергии по сравнению с полем сквозного проточного типа, показанным на фиг. 6, приблизительно в 6 раз.

Как показано на фиг. 9, согласно настоящему изобретению представлен электрод 15-18, в котором передача заряда на электролит обозначена изменением цвета. Передача заряда равномерно распределена по всей поверхности электрода, при этом плотность электрического тока увеличена, энергоэффективность повышена, а рабочее давление снижено.

Важными признаками настоящего изобретения является то, что высокоэффективную конструкцию биполярной пластины получают путем сборки биполярной пластины и многоточечного распределителя потока, причем в графитовой биполярной пластине 19 создают каналы поля потока, позволяющие электролиту протекать к отверстиям распределителя, так что проблемы равномерного распределения и концентрации поляризации электролита могут быть уменьшены. Между тем реакционная способность электрода увеличена за счет комбинации множества отверстий на близком расстоянии друг от друга, так что передача заряда в потоки электролита становится более эффективной, преобразование энергии улучшено и рабочее давление снижено. Конструкция, обеспечиваемая настоящим изобретением, может применяться не только к проточным батареям, но и к различным электрохимическим устройствам, таким как, например, топливный элемент, электролизеры и все другие электрохимические устройства, где распределение потока имеет решающее значение.

На фиг. 11 представлен схематический вид в разрезе, выполненном поперечно к каналам в биполярной пластине, на котором показаны обе стороны биполярной пластины и сборка компонентов. Они были описаны выше.

На фиг. 12 представлен вид крупным планом впускной части биполярной пластины, на котором показаны тупиковые впускные каналы 25 и параллельные выпускные каналы 26, а также поток (посредством стрелок) в тупиковые каналы 25, 26 или из них. Это было описано выше.

Хотя отверстия 28 в многоточечном распределителе 27 потока показаны как одинаковые в предпочтительном варианте осуществления, настоящее изобретение этим не ограничивается. Отверстия могут различаться по размеру, форме и местоположению и могут варьироваться таким образом, чтобы управ-

лять такими переменными, как, помимо прочих, поток текучей среды, давление вдоль пути потока, температура и поляризация.

Несмотря на то что настоящее изобретение было описано со ссылкой на его предпочтительные варианты осуществления, для специалиста в данной области техники очевидно, что может быть выполнено множество модификаций и изменений без отступления от объема настоящего изобретения, который определяется прилагаемой формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Проточная батарея, имеющая первую емкость для анодного электролита, вторую емкость для катодного электролита, блок электрохимического преобразования энергии, включающий плоские элементы, взаимно выровненные и уложенные друг на друга, и соответствующие гидравлические контуры, снабженные соответствующими насосами для подачи электролитов в конкретные плоские элементы, которые содержат

биполярную пластину, имеющую две противоположных стороны, имеющих каждая множество впускных тупиковых каналов и множество выпускных тупиковых каналов;

пару многоточечных распределителей потока, расположенных на указанных двух противоположных сторонах и имеющих каждый множество отверстий, совмещенных с указанными впускными каналами, и множество отверстий, совмещенных с указанными выпускными каналами;

множество протонообменных мембран и электродов, разделяющих указанные биполярные пластины,

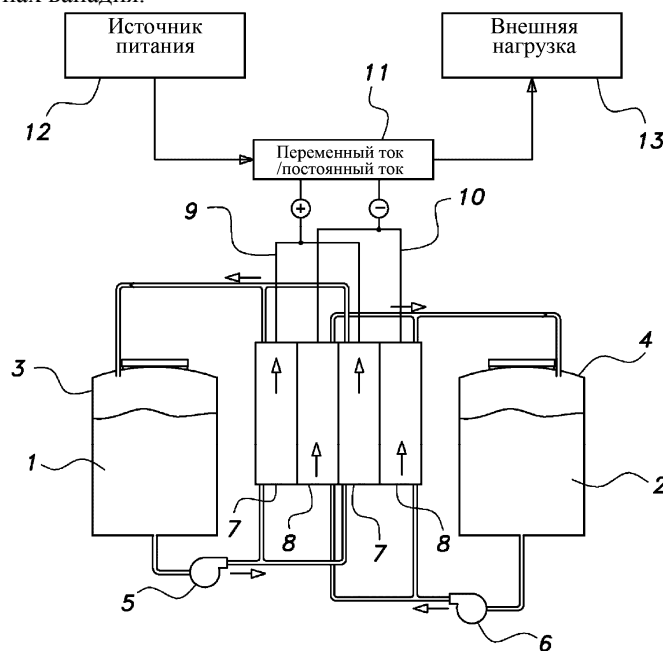
причем электроды установлены так, что положительный электрод расположен на поверхности многоточечного распределителя потока, расположенного на одной стороне биполярной пластины, а отрицательный электрод расположен на поверхности многоточечного распределителя потока, расположенного на противоположной стороне этой биполярной пластины.

2. Проточная батарея по п.1, отличающаяся тем, что указанные впускные каналы и указанные выпускные каналы расположены во встречно-штыревой конфигурации.

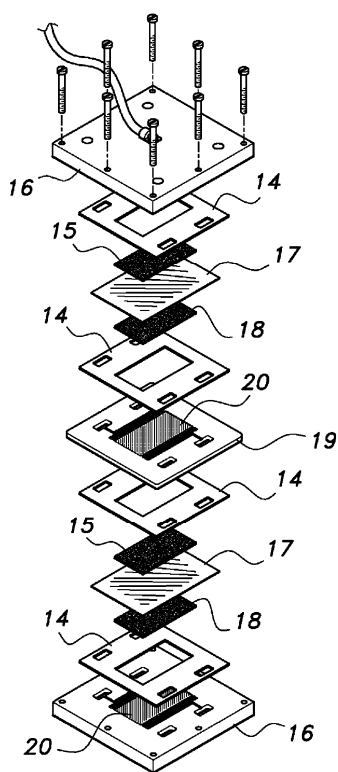
3. Проточная батарея по п.1, отличающаяся тем, что отверстия указанного многоточечного распределителя потока расположены с равномерными промежутками на его поверхности.

4. Проточная батарея по п.1, отличающаяся тем, что отверстия расположены в виде прямоугольной сетки.

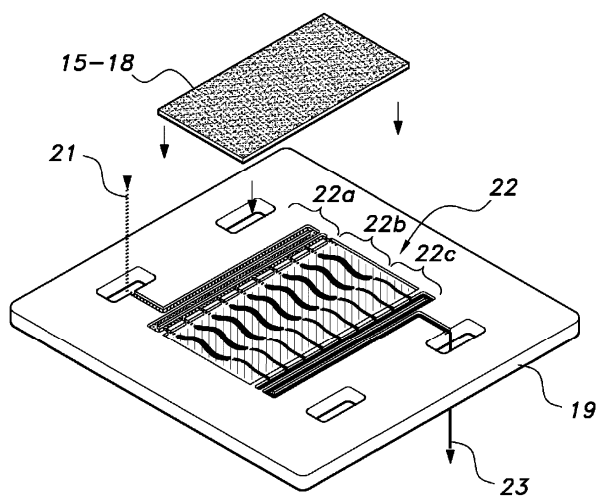
5. Проточная батарея по п.1, отличающаяся тем, что многоточечный распределитель потока имеет множество отверстий, равномерно распределенных по поверхности с промежутками примерно 8 мм, при этом электролит, содержащий ионы ванадия в различных состояниях окисления, протекает через отверстия и проходит в поперечном направлении через электроды, расположенные на поверхности распределителя потока, и в результате электрохимических реакций ионов ванадия электрическая энергия генерируется и избирательно (а) выпускается на внешнюю нагрузку или (б) преобразуется в химическую энергию, сохраняемую в ионах ванадия.



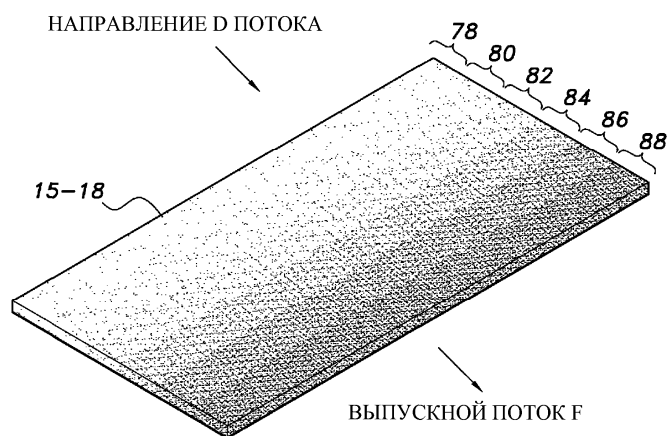
Фиг. 1



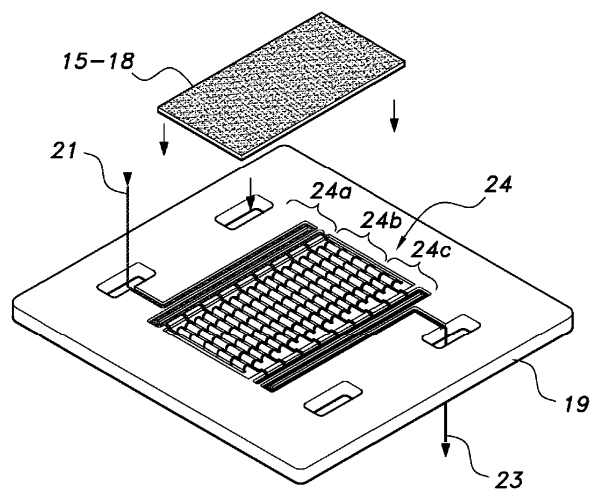
Фиг. 2



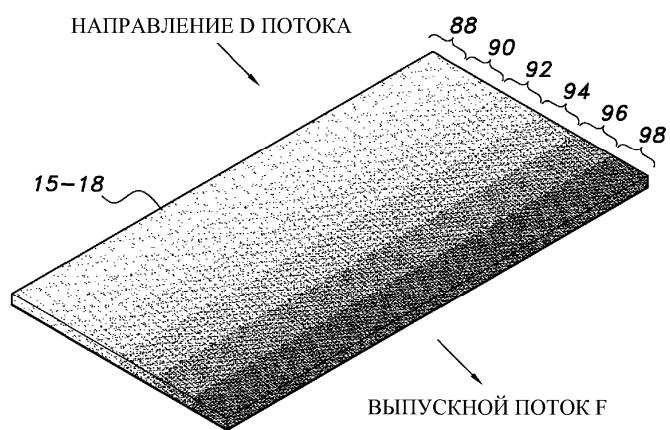
Фиг. 3



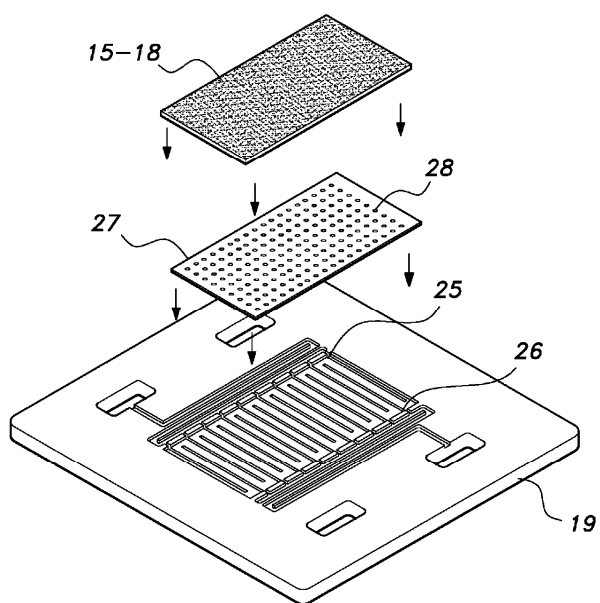
Фиг. 4



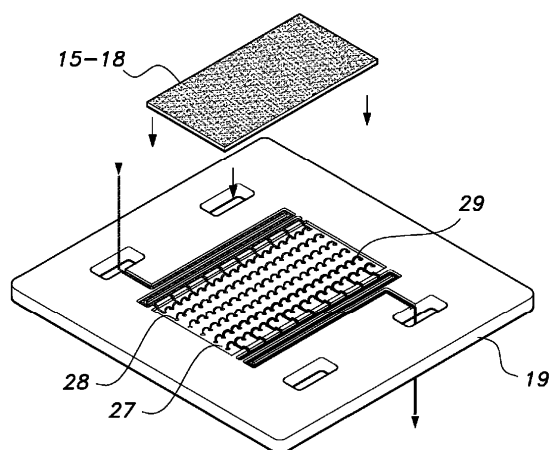
Фиг. 5



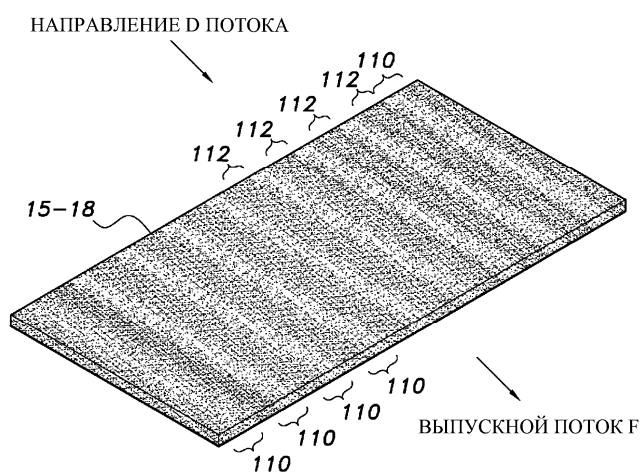
Фиг. 6



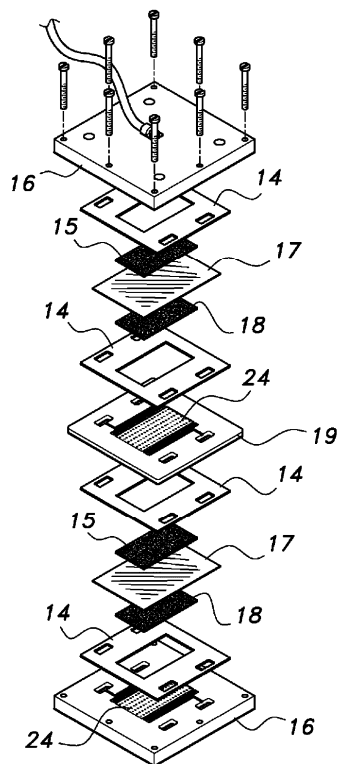
Фиг. 7



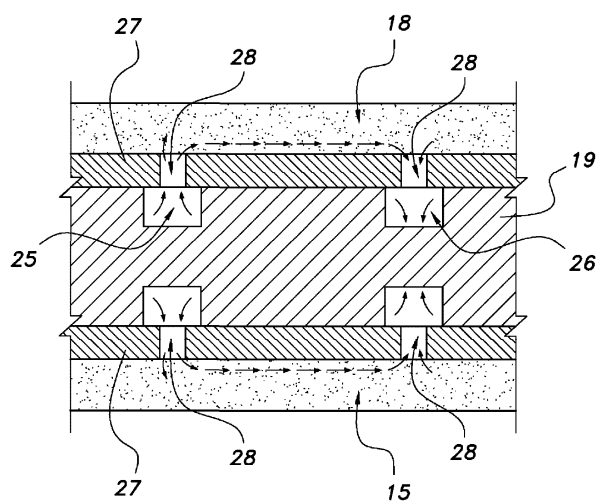
Фиг. 8



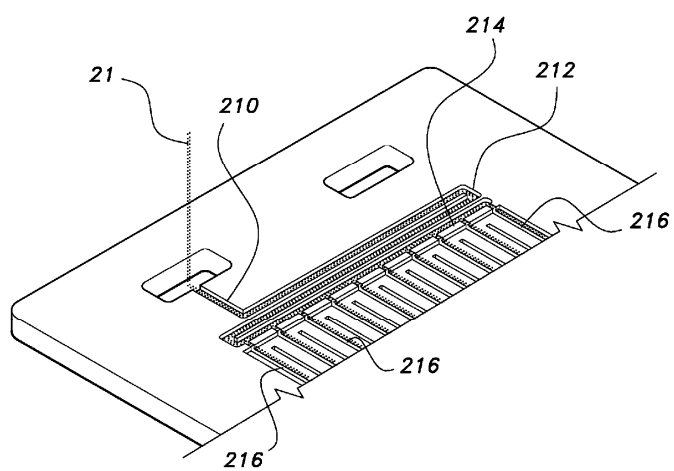
Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12

