

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202190236** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2021.06.30

(22) Дата подачи заявки
2019.07.08

(51) Int. Cl. **C25B 9/20** (2006.01)
C25B 9/06 (2006.01)
C25B 1/08 (2006.01)
C25B 15/08 (2006.01)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ СОКРАЩЕНИЯ РАСХОДА ТОПЛИВА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

(31) **BE2018/5480**

(32) **2018.07.09**

(33) **BE**

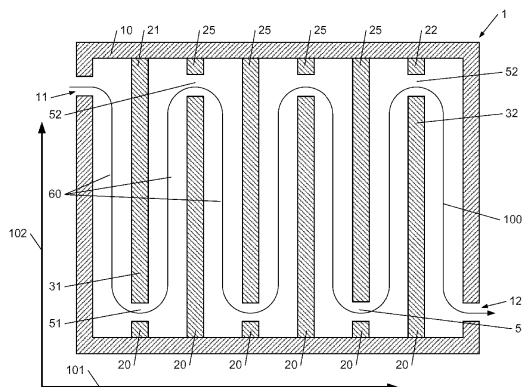
(86) **PCT/EP2019/068258**

(87) **WO 2020/011713 2020.01.16**

(71)(72) Заявитель и изобретатель:
АГРО АНДЖЕЛО (BE)

(74) Представитель:
Фелицына С.Б. (RU)

(57) Изобретение относится к генератору (1) водорода посредством электролиза, который может быть использован в любой отрасли, где применяют двигатель внутреннего сгорания, в частности в энергетической, автомобильной, морской или железнодорожной отрасли. В генераторе (1) в соответствии с изобретением текучую среду заставляют следовать по пути (100) с восходящими и нисходящими перемещениями, чтобы предотвратить какое-либо разделение жидкой воды и водорода и кислорода, получаемых при электролизе. Система служит для существенного снижения выбросов CO₂, а также расхода топлива.



A1

202190236

202190236

A1

УСТРОЙСТВО ДЛЯ СОКРАЩЕНИЯ РАСХОДА ТОПЛИВА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Область техники

Изобретение относится к устройству снижения расхода топлива транспортного средства путем генерации водорода с помощью электролиза воды.

Уровень техники

В документе CA2708139A1 описано устройство для генерирования водорода посредством электролиза воды. Это устройство содержит ряд вертикальных пластин, параллельных друг другу. Пластины ограничивают непроницаемые ячейки. Электролиз воды может быть осуществлен в каждой из этих ячеек.

Во время электролиза воду преобразуют в газообразный водород и газообразный кислород. Поскольку эти газы легче жидкой воды, их предпочтительно размещать вверху ячеек (как указано на странице 7 этого документа), а воду предпочтительно размещать внизу ячеек по мере продолжения реакции электролиза. В этом случае электролиз происходит, прежде всего, в нижней части ячеек, что снижает образование водорода с течением времени. Более того, размер устройства должен быть увеличен, чтобы обеспечить достаточную производительность даже при таком сокращении с течением времени.

В документе US 5292405 описана электролизная ячейка.

В документе US2009/166191 A1 описано устройство для генерирования газа путем электролиза.

В документе US3975247 описана система для обработки отходов и восстановления воды и пригодных твердых веществ.

В документе GB365983 описано устройство для электролитической ревитализации ферроцианида калия, образующегося во время очистки газов путем окисления сероводорода ферроцианидом калия.

Раскрытие изобретения

Одна из задач изобретения является создание более компактного и легкого устройства получения водорода путем электролиза воды с менее изменчивой скоростью. Поставленная задача решается устройством для снижения расхода топлива транспортного средства, содержащее:

- корпус,
- вход, позволяющий текучей среде попадать в устройство,

- выход, позволяющий текучей среде выходить из устройства,
- множество токопроводящих пластин, расположенных в корпусе и ограничивающих отсеки,

при этом множество пластин содержит в первом направлении первую торцевую пластину, промежуточные пластины и вторую торцевую пластину, и

по меньшей мере одна из пластин выполнена так, чтобы образует анод, а по меньшей мере одна другая из пластин выполнена так, что образует катод,

отличающееся тем, что устройство содержит нижние отверстия и верхние отверстия, расположенные с чередованием для обеспечения потока текучей среды между входом и выходом, при этом прохождение текучей среды между двумя последовательными отсеками возможно только через одно или несколько нижних отверстий или через одно или несколько верхних отверстий, причем нижние отверстия являются верхними отверстиями, смещенными во втором направлении, перпендикулярном первому направлению.

Устройство в соответствии с изобретением позволяет генерировать водород. Затем водород используют в транспортном средстве в качестве агента для улучшения сгорания, чтобы существенно улучшить полноту сгорания углеводородного топлива. Внутри устройства в соответствии с изобретением текучую среду принудительно перемещают из одного отсека в другой между входом и выходом корпуса. Чтобы перейти из одного отсека в соседний отсек, она должна попеременно проходить через отверстие "над" пластинами и через отверстие "под" пластинами. Таким образом, она должна выполнять вертикальное движение внутри отсеков, что предотвращает разделение между жидкостью и газом внутри отсеков. В результате всю поверхность пластин между нижним отверстием и верхним отверстием отсека используют для проведения электролиза. Это позволяет получить более стабильную скорость генерации водорода, чем в известных устройствах.

Устройство в соответствии с изобретением выполнено так, что заставить текучую среду совершать движения во втором направлении: в одном отсеке текучую среду смещают вверх, а в следующем отсеке ее смещают вниз. Другими словами, одна пластина не содержит одновременно нижнее и верхнее отверстие. Таким образом, устройство в соответствии с изобретением явно отличается от устройства, описанного в документе US2009/166191 A1, в котором пластины содержат одновременно нижние и верхние отверстия.

Единственные отверстия между отсеками являются нижними или верхними отверстиями. Один отсек предпочтительно ограничен с первой стороны стенкой или пластиной, имеющей только одно или несколько нижних отверстий, а со второй стороны,

противоположной первой стороне в первом направлении, стенкой или пластиной, имеющей только одно или несколько верхних отверстий. Каждое отверстие содержит по меньшей мере один проем, например, прорезь.

Устройство в соответствии с изобретением позволяет использовать весь полученный водород напрямую, поскольку устройство является портативным. Таким образом, предотвращается накопление этого очень взрывоопасного газа.

Пластины предпочтительно расположены на расстоянии одного или двух мм. Пластины предпочтительно являются жесткими. Тем не менее, они могут быть гибкими, оставаясь в пределах изобретения. Пластины предпочтительно расположены одинаково. Тем не менее, они могут быть изогнутыми, оставаясь в пределах изобретения. Пластины предпочтительно по существу параллельны.

Текучая среда, проходящая через вход, представляет собой водный раствор электролита. Это может быть, например, частично деминерализованная вода, дождевая вода или водный раствор NaOH.

Устройство выполнено таким образом, что анод может быть подключен к положительному электрическому потенциалу, а катод может быть подключен к отрицательному электрическому потенциалу.

В рамках этого документа "водород" означает двухатомную молекулу водорода. В рамках этого документа "кислород" означает двухатомную молекулу кислорода.

Вход предпочтительно представляет собой отверстие в корпусе. Выход предпочтительно представляет собой отверстие в корпусе.

Корпус может быть выполнен из полиметилметакрилата, например, из плексигласа.

В одном варианте осуществления изобретения нижние отверстия и верхние отверстия содержат проемы, проходящие через промежуточные пластины.

В одном варианте осуществления изобретения нижние отверстия и верхние отверстия содержат проем, проходящий через первую торцевую пластину, и проем, проходящий через вторую торцевую пластину.

В одном варианте осуществления изобретения первая торцевая пластина выполнена так, что образует анод, а вторая торцевая пластина выполнена так, что образует катод. Они могут быть подключены, например, к устройству электропитания.

В одном варианте осуществления изобретения первая торцевая пластина выполнена так, что образует анод, а вторая торцевая пластина выполнена так, что образует катод, и по меньшей мере некоторые из промежуточных пластин выполнены так, что образуют плавающий электрический потенциал.

Другими словами, в этом варианте осуществления промежуточные пластины не

соединены с внешним потенциалом посредством твердого проводника.

В одном варианте осуществления изобретения нижние отверстия и верхние отверстия представляют собой прорези. Изобретатель провел испытания и обнаружил, что прорези обеспечивают более высокую эффективность, чем ряд отверстий. Фактически, при равных площадях проемов эффекты трения для прорези меньше по сравнению с отверстиями.

Прорези предпочтительно проходят в третьем направлении, перпендикулярном первому и второму направлениям.

Предпочтительно каждая из пластин содержит только одну прорезь. Это позволяет максимально увеличить длину контакта между жидкостью и пластинами.

Предпочтительно прорези составляют от 70% до 95% ширины пластины. Ширина пластины – это ее протяженность в третьем направлении.

В одном варианте осуществления изобретения по меньшей мере две соседние пластины изготовлены из одного и того же материала. Это упрощает изготовление устройства и снижает его стоимость.

В одном варианте осуществления изобретения пластины являются металлическими.

В одном варианте изобретения пластины изготовлены из нержавеющей стали, и/или из платины, и/или из золота.

В одном варианте осуществления изобретения две последовательные пластины удерживают на расстоянии друг от друга с помощью соединения или прокладки. Соединение или прокладка выполнена, например, из силикона или резины.

Кроме того, в изобретении предложена система, содержащая:

- по меньшей мере одно устройство в соответствии с одним вариантом осуществления изобретения,
- насос, обеспечивающий циркуляцию текучей среды между входом и выходом, а также:
- устройство электропитания, один из контактов которого подключен к аноду, а другой – к катоду.

Кроме того, устройство электропитания предпочтительно позволяет снабжать насос энергией.

В одном варианте осуществления изобретения система содержит несколько устройств генерирования водорода в соответствии с изобретением, расположенных таким образом, чтобы они были последовательными. Выход первого устройства в соответствии с изобретением гидравлически связан с входом второго устройства и так далее.

В одном варианте осуществления изобретения система дополнительно содержит устройство сгорания и проточное средство, соединяющее выход с входом устройства сгорания.

В рамках этого документа устройством сгорания может быть любое устройство, в котором происходит горение, предпочтительно сжигание ископаемого топлива. Это может быть, например, двигатель внутреннего сгорания или котел внутреннего сгорания.

Изобретатель экспериментально определил, что соединение перед расходомером (или позади него, в зависимости от обстоятельств) позволяет снизить на 70% (или 90%, соответственно) выбросы CO₂ от устройства сгорания. Устройство в соответствии с изобретением также позволяет снизить расход топлива устройства сгорания.

В одном варианте осуществления изобретения проточное средство содержит устройство фильтрации. Это устройство позволяет предотвратить попадание воды в устройство сгорания.

В одном варианте осуществления изобретения проточное средство содержит противовозвратное устройство. Это устройство позволяет предотвратить возврат пламени.

Кроме того, в изобретении предложено транспортное средство, содержащее устройство или систему в соответствии с изобретением. Устройство устанавливают в транспортном средстве таким образом, чтобы второе направление было вертикальным.

Кроме того, в изобретении предложен способ генерирования водорода, содержащий этапы, на которых:

- (a) обеспечивают наличие устройства, системы или транспортного средства в соответствии с изобретением,
- (b) подают текучую среду на вход устройства и обеспечивают циркуляцию текучей среды между входом и выходом устройства, и
- (c) прикладывают разность потенциалов между анодом и катодом.

Преимущества, указанные для устройства, применимы к способу с соответствующими изменениями.

Другие особенности и преимущества изобретения станут очевидны из последующего описания со ссылками на приложенные чертежи.

Краткое описание чертежей

На фиг. 1 показано устройство согласно первому варианту осуществления изобретения, вид в боковом разрезе;

на фиг. 2 - устройство согласно второму варианту осуществления изобретения, вид в боковом разрезе;

на фиг. 3 - устройство в соответствии с третьим вариантом осуществления

изобретения, вид сбоку;

на фиг. 4a - пластины 20, используемые в одном варианте выполнения устройства, вид спереди;

на фиг. 4b - пластины 20, используемые в одном варианте выполнения устройства, вид спереди;

на фиг. 5a - пластины 20, используемые в одном варианте выполнения устройства, вид спереди;

на фиг. 5b - пластины 20, используемые в одном варианте выполнения устройства, вид спереди; и

на фиг. 6 - вариант осуществления системы согласно изобретению.

Осуществление изобретения

Изобретение описано на примере конкретных вариантов осуществления и ссылок на фигуры, но изобретение ими не ограничено. Описанные диаграммы или чертежи являются лишь схематическими и не ограничивающими.

На фигурах идентичные или аналогичные элементы могут иметь одинаковые ссылочные позиции.

На фиг. 1 показан вид в разрезе в вертикальной плоскости устройства 1 для генерирования водорода в соответствии с одним вариантом осуществления изобретения.

Фиг. 1 позволяет визуализировать одну предпочтительную возможность для первого направления 101 и второго направления 102, перпендикулярного первому направлению 101. Первое направление 101 соответствует общему движению жидкости в устройстве 1. Оно предпочтительно является горизонтальным. Второе направление 102 предпочтительно является вертикальным.

Устройство 1 содержит корпус 10, с входом 11, позволяющим вводить текучую среду в корпус 10, и выход, позволяющий выводить текучую среду из корпуса 10. Устройство 1 выполнено таким образом, что текучая среда проходит между входом 11 и выходом 12.

Устройство 1 содержит пластины 20 внутри корпуса 10. Предпочтительно они являются вертикальными. Они предпочтительно прикреплены к корпусу 10. Пластины 20 предпочтительно перпендикулярны первому направлению 101 и разнесены в этом направлении. Пластины 20 следуют друг за другом в первом направлении 101 в следующем порядке:

- первая торцевая пластина 21,
- несколько промежуточных пластин 25, и
- вторая торцевая пластина 22.

Пластины 20 разделяют по меньшей мере часть корпуса 10 на отсеки 60. Отсеки 60 гидравлически связаны между собой только посредством нижних отверстий 51 и верхних отверстий 52. Нижние отверстия 51 и верхние отверстия 52 позволяют протекать текучей среде 100 между входом 11 и выходом 12.

Нижние отверстия 51 смещены в пространстве во втором направлении 102 по отношению к верхним отверстиям 52. Таким образом, верхние отверстия 52 выше, чем нижние отверстия 51.

Текучая среда, проходящая в устройстве 1, проходит из одного отсека 60 в другой, поочередно проходя через по меньшей мере одно нижнее отверстие 51 и по меньшей мере одно верхнее отверстие 52. Другими словами, поток текучей среды 100 внутри устройства 1 имеет восходящую и нисходящую форму, например синусоидальную или змеевидную форму. Прохождение текучей среды между двумя последовательными отсеками возможно только через одно или несколько нижних отверстий или через одно или несколько верхних отверстий, но не через одно или несколько нижних отверстий и через одно или несколько верхних отверстий одновременно.

При протекании 100 текучей среды в устройстве 1 текучую среду подвергают реакции электролиза и по меньшей мере частично химически преобразуют, и она по меньшей мере частично меняет фазу. На входе 11 текучая среда представляет собой водный жидкий раствор. На выходе 12 текучая среда содержит газообразный водород и кислород. Между входом 11 и выходом 12 текучая среда представляет собой смесь жидкости и газа.

Выход 12 может содержать множество каналов, таких как первый канал, позволяющий выходить жидкой части текучей среды, и второй канал, позволяющий выходить газообразной части текучей среды.

Пластины 20 могут проводить электричество. По меньшей мере одна из пластин устроена так, чтобы образовывать анод 31, и по меньшей мере одна из пластин устроена так, чтобы образовывать катод 32. Анод 31 и катод 32 устроены так, чтобы их подключали к устройству 203 электропитания (фиг. 6).

Предпочтительно первая торцевая пластина 21 или вторая торцевая пластина 22 образует анод, а другая из этих двух пластин образует катод. Предпочтительно, по меньшей мере, некоторые из промежуточных пластин 25 расположены так, чтобы образовывать плавающий электрический потенциал. Таким образом, электрический потенциал промежуточных пластин 25 определяется условиями окружающей среды и, в частности, потенциалами первой торцевой пластины 21 и второй торцевой пластины 22.

Предпочтительно, чтобы все пластины 20 были выполнены из одного материала. В

частности, две последовательные пластины предпочтительно изготавливают из одного и того же материала. Этот материал предпочтительно представляет собой металл, например нержавеющей сталь.

Предпочтительно пластины 20 отделены друг от друга соединениями или прокладками (не показаны), расположенными рядом с соединениями пластин 20 с корпусом 10.

Соединение (не показано) также может присутствовать на стыке между каждой пластиной и корпусом, чтобы гарантировать затяжку этого соединения.

На фиг. 1 показан один вариант выполнения устройства 1, в котором нижние отверстия 51 и верхние отверстия 52 содержат проемы, проходящие через промежуточные пластины 25, по меньшей мере один проем, проходящий через первую торцевую пластину 21, и по меньшей мере один проем, проходящий через вторую торцевую пластину 22.

На фиг. 2 показан один вариант выполнения устройства 1, в котором нижние отверстия 51 и верхние отверстия 52 содержат проемы между пластинами 20 и корпусом 10.

На фиг. 3 показан один вариант выполнения устройства 1, в котором нижние отверстия 51 и верхние отверстия 52 содержат проемы, проходящие через промежуточные пластины 25, и в котором первая торцевая пластина 21 и вторая торцевая пластина 22 герметично уплотнены.

Как показано на фиг. 1-3, предпочтительно, чтобы вход 11 был смещен во втором направлении 102 по отношению к первому отверстию. Кроме того, предпочтительно, чтобы вход 12 был смещен во втором направлении 102 по отношению к первому отверстию.

Оставаясь в рамках изобретения, возможно, чтобы несколько пластин были расположены в следующем порядке:

- первая торцевая пластина 21, которая образует первый анод 31,
- промежуточные пластины 25 с плавающим электрическим потенциалом,
- промежуточная пластина 25, которая образует первый катод 32,
- промежуточные пластины 25 с плавающим электрическим потенциалом,
- промежуточная пластина 25, которая образует второй анод 31,
- промежуточные пластины 25 с плавающим электрическим потенциалом,
- возможно, другие пластины, и
- вторая торцевая пластина 22, которая образует "n-й" катод 32.

В рамках изобретения соответствующие положения анода и катода можно поменять местами.

На фиг. 4а приведен вид спереди пластины 20, содержащей круглые проемы, образующие нижние отверстия 51.

На фиг. 4b приведен вид спереди пластины 20, содержащей прорезь, которая образует нижнее отверстие 51. Пластина 20 содержит только одну прорезь. Прорезь проходит в третьем направлении 103, перпендикулярном первому 101 и второму 102 направлениям.

На фиг. 5а приведен вид спереди пластины 20, содержащей круглые отверстия, которые образуют верхние отверстия 52.

На фиг. 5b приведен вид спереди пластины 20, содержащей прорезь, которая образует верхнее отверстие 52. Пластина 20 содержит только одну прорезь. Прорезь проходит в третьем направлении 103.

На фиг. 6 приведено схематическое изображение одного варианта выполнения системы в соответствии с изобретением. Система содержит одно или несколько устройств 1 для генерирования водорода в соответствии с изобретением, резервуар с текучей 201 средой и насос 202, заставляющий текучую среду циркулировать из резервуара 201 к устройству 1, в устройстве 1 и после устройства 1. Кроме того, система содержит устройство 203 электропитания, питающее насос 202, и устройство 1 для генерирования водорода. Предпочтительно, устройством 1 электропитания управляет контроллер 204, который позволяет регулировать получение водорода, например, током между электродами и/или потенциалом на электродах. Устройство 203 электропитания соединено с анодом 31 и катодом 32 устройства 1.

Кроме того, система предпочтительно содержит устройство 206 сгорания, один вход которого соединен с помощью проточного средства с выходом 12 устройства 1 генерирования водорода.

Это проточное средство предпочтительно содержит одно или несколько фильтрующих устройств 205 и/или одно или несколько противозовратных устройств 205. Фильтрация позволяет удалить воду, оставшуюся в текучей среде. Чтобы выполнить эту фильтрацию, текучая среда может вернуться через резервуар 201, чтобы вода, остающаяся в текучей среде, могла быть удержана в резервуаре 201. Фильтрующее устройство может содержать по меньшей мере одно воздухоотводное устройство (или «воздухоотвод» на английском языке). Противозовратное устройство предотвращает какое-либо движение текучей среды назад и/или какое-либо возвращение пламени. Оно содержит, например, клапан.

Текучая среда при входе в устройство 206 сгорания предпочтительно содержит только водород и/или кислород. Чтобы попасть в устройство 206 сгорания, текучая среда

предпочтительно проходит через инжектор, воздушный фильтр или входной коллектор с помощью дополнительных инжекторов.

Кроме того, система может содержать вентиляторы (не показаны), которые предназначены для охлаждения устройства 1.

Кроме того, система может содержать датчик для контроля уровня текучей среды в резервуаре 201. По этой причине приборная панель в случае транспортного средства может отображать уровень текучей среды в резервуаре 201.

Другими словами, изобретение относится к устройству 1 генерирования водорода путем электролиза, которое можно использовать без ограничений, в частности, в автомобильной промышленности, морской отрасли и железнодорожной отрасли. В генераторе 1 в соответствии с изобретением текучую среду заставляют следовать по маршруту 100 с восходящими и нисходящими перемещениями, чтобы предотвратить какое-либо разделение жидкой воды и водорода и кислорода, получаемых при электролизе.

Изобретение было описано применительно к конкретным вариантам выполнения, которые имеют чисто иллюстративное значение, и их не следует рассматривать как ограничивающие. В общем, изобретение не ограничено изображенными и/или описанными выше примерами. Использование глаголов "содержать", "включать в себя", "состоять" или любого другого варианта, а также их спряжений никоим образом не может исключать наличие элементов, отличных от указанных. Кроме того, использование единственного числа при описании элементов не исключает возможности использования множественного числа для этих элементов. Ссылочные позиции в формуле изобретения не ограничивают ее объем.

ИЗМЕНЕННОЕ ПО СТ. 34 РСТ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ,
ПРЕДЛОЖЕННОЕ ЗАЯВИТЕЛЕМ К РАССМОТРЕНИЮ

2110125

УСТРОЙСТВО ГЕНЕРИРОВАНИЯ ВОДОРОДА

Область техники

Изобретение относится к устройству снижения расхода топлива транспортного средства путем генерации водорода с помощью электролиза воды.

Уровень техники

В документе CA2708139A1 описано устройство для генерирования водорода посредством электролиза воды. Это устройство содержит ряд вертикальных пластин, параллельных друг другу. Пластины ограничивают непроницаемые ячейки. Электролиз воды может быть осуществлен в каждой из этих ячеек.

Во время электролиза воду преобразуют в газообразный водород и газообразный кислород. Поскольку эти газы легче жидкой воды, их предпочтительно размещать сверху ячеек (как указано на странице 7 этого документа), а воду предпочтительно размещать внизу ячеек по мере продолжения реакции электролиза. В этом случае электролиз происходит, прежде всего, в нижней части ячеек, что снижает образование водорода с течением времени. Более того, размер устройства должен быть увеличен, чтобы обеспечить достаточную производительность даже при таком сокращении с течением времени.

В документе US 5292405 описана электролизная ячейка.

В документе US2009/166191 A1 описано устройство для генерирования газа путем электролиза.

В документе US3975247 описана система для обработки отходов и восстановления воды и пригодных твердых веществ.

В документе GB365983 описано устройство для электролитической ревитализации ферроцианида калия, образующегося во время очистки газов путем окисления сероводорода ферроцианидом калия.

Раскрытие изобретения

Одна из задач изобретения является создание более компактного и легкого устройства получения водорода путем электролиза воды с менее изменчивой скоростью. Поставленная задача решается устройством для снижения расхода топлива транспортного средства, содержащее:

- корпус,
- вход, позволяющий текучей среде попадать в устройство,

- выход, позволяющий текучей среде выходить из устройства,
- несколько токопроводящих пластин, расположенных в корпусе, ограничивая отсеки,

при этом множество пластин содержит в первом направлении первую торцевую пластину, промежуточные пластины и вторую торцевую пластину, и

по меньшей мере одна из пластин выполнена так, чтобы образует анод, а по меньшей мере одна другая из пластин выполнена так, что образует катод,

отличающееся тем, что устройство содержит нижние отверстия и верхние отверстия, расположенные с чередованием для обеспечения потока текучей среды между входом и выходом, при этом прохождение текучей среды между двумя последовательными отсеками возможно только через одно или несколько нижних отверстий или через одно или несколько верхних отверстий, причем нижние отверстия являются верхними отверстиями, смещенными во втором направлении, перпендикулярном первому направлению.

Устройство в соответствии с изобретением позволяет генерировать водород. Затем водород используют в транспортном средстве в качестве агента для улучшения сгорания, чтобы существенно улучшить полноту сгорания углеводородного топлива. Внутри устройства в соответствии с изобретением текучую среду принудительно перемещают из одного отсека в другой между входом и выходом корпуса. Чтобы перейти из одного отсека в соседний отсек, она должна попеременно проходить через отверстие "над" пластинами и через отверстие "под" пластинами. Таким образом, она должна выполнять вертикальное движение внутри отсеков, что предотвращает разделение между жидкостью и газом внутри отсеков. В результате всю поверхность пластин между нижним отверстием и верхним отверстием отсека используют для проведения электролиза. Это позволяет получить более стабильную скорость генерации водорода, чем в известных устройствах.

Устройство в соответствии с изобретением выполнено так, что заставить текучую среду совершать движения во втором направлении: в одном отсеке текучую среду смещают вверх, а в следующем отсеке ее смещают вниз. Другими словами, одна пластина не содержит одновременно нижнее и верхнее отверстие. Таким образом, устройство в соответствии с изобретением явно отличается от устройства, описанного в документе US2009/166191 A1, в котором пластины содержат одновременно нижние и верхние отверстия.

Единственные отверстия между отсеками являются нижними или верхними отверстиями. Один отсек предпочтительно ограничен с первой стороны стенкой или пластиной, имеющей только одно или несколько нижних отверстий, а со второй стороны,

противоположной первой стороне в первом направлении, стенкой или пластиной, имеющей только одно или несколько верхних отверстий. Каждое отверстие содержит по меньшей мере один проем, например, прорезь.

Устройство в соответствии с изобретением позволяет использовать весь полученный водород напрямую, поскольку устройство является портативным. Таким образом, предотвращается накопление этого очень взрывоопасного газа.

Пластины предпочтительно расположены на расстоянии одного или двух мм. Пластины предпочтительно являются жесткими. Тем не менее, они могут быть гибкими, оставаясь в пределах изобретения. Пластины предпочтительно расположены одинаково. Тем не менее, они могут быть изогнутыми, оставаясь в пределах изобретения. Пластины предпочтительно по существу параллельны.

Текущая среда, проходящая через вход, представляет собой водный раствор электролита. Это может быть, например, частично деминерализованная вода, дождевая вода или водный раствор NaOH.

Устройство выполнено таким образом, что анод может быть подключен к положительному электрическому потенциалу, а катод может быть подключен к отрицательному электрическому потенциалу.

В рамках этого документа "водород" означает двухатомную молекулу водорода. В рамках этого документа "кислород" означает двухатомную молекулу кислорода.

Вход предпочтительно представляет собой отверстие в корпусе. Выход предпочтительно представляет собой отверстие в корпусе.

Корпус может быть выполнен из полиметилметакрилата, например, из плексигласа.

В одном варианте осуществления изобретения нижние отверстия и верхние отверстия содержат проемы, проходящие через промежуточные пластины.

В одном варианте осуществления изобретения нижние отверстия и верхние отверстия содержат проем, проходящий через первую торцевую пластину, и проем, проходящий через вторую торцевую пластину.

В одном варианте осуществления изобретения первая торцевая пластина выполнена так, что образует анод, а вторая торцевая пластина выполнена так, что образует катод. Они могут быть подключены, например, к устройству электропитания.

В одном варианте осуществления изобретения первая торцевая пластина выполнена так, что образует анод, а вторая торцевая пластина выполнена так, что образует катод, и по меньшей мере некоторые из промежуточных пластин выполнены так, что образуют плавающий электрический потенциал.

Другими словами, в этом варианте осуществления промежуточные пластины не

соединены с внешним потенциалом посредством твердого проводника.

В одном варианте осуществления изобретения нижние отверстия и верхние отверстия представляют собой прорези. Изобретатель провел испытания и обнаружил, что прорези обеспечивают более высокую эффективность, чем ряд отверстий. Фактически, при равных площадях проемов эффекты трения для прорези меньше по сравнению с отверстиями.

Прорези предпочтительно проходят в третьем направлении, перпендикулярном первому и второму направлениям.

Предпочтительно каждая из пластин содержит только одну прорезь. Это позволяет максимально увеличить длину контакта между жидкостью и пластинами.

Предпочтительно прорези составляют от 70% до 95% ширины пластины. Ширина пластины – это ее протяженность в третьем направлении.

В одном варианте осуществления изобретения по меньшей мере две соседние пластины изготовлены из одного и того же материала. Это упрощает изготовление устройства и снижает его стоимость.

В одном варианте осуществления изобретения пластины являются металлическими.

В одном варианте изобретения пластины изготовлены из нержавеющей стали, и/или из платины, и/или из золота.

В одном варианте осуществления изобретения две последовательные пластины удерживают на расстоянии друг от друга с помощью соединения или прокладки. Соединение или прокладка выполнена, например, из силикона или резины.

Кроме того, в изобретении предложена система, содержащая:

- по меньшей мере одно устройство в соответствии с одним вариантом осуществления изобретения,
- насос, обеспечивающий циркуляцию текучей среды между входом и выходом, а также:
- устройство электропитания, один из контактов которого подключен к аноду, а другой – к катоду.

Кроме того, устройство электропитания предпочтительно позволяет снабжать насос энергией.

В одном варианте осуществления изобретения система содержит несколько устройств генерирования водорода в соответствии с изобретением, расположенных таким образом, чтобы они были последовательными. Выход первого устройства в соответствии с изобретением гидравлически связан с входом второго устройства и так далее.

В одном варианте осуществления изобретения система дополнительно содержит устройство сгорания и проточное средство, соединяющее выход с входом устройства сгорания.

В рамках этого документа устройством сгорания может быть любое устройство, в котором происходит горение, предпочтительно сжигание ископаемого топлива. Это может быть, например, двигатель внутреннего сгорания или котел внутреннего сгорания.

Изобретатель экспериментально определил, что соединение перед расходомером (или позади него, в зависимости от обстоятельств) позволяет снизить на 70% (или 90%, соответственно) выбросы CO₂ от устройства сгорания. Устройство в соответствии с изобретением также позволяет снизить расход топлива устройства сгорания.

В одном варианте осуществления изобретения проточное средство содержит устройство фильтрации. Это устройство позволяет предотвратить попадание воды в устройство сгорания.

В одном варианте осуществления изобретения проточное средство содержит противозовратное устройство. Это устройство позволяет предотвратить возврат пламени.

Кроме того, в изобретении предложено транспортное средство, содержащее устройство или систему в соответствии с изобретением. Устройство устанавливают в транспортном средстве таким образом, чтобы второе направление было вертикальным.

Кроме того, в изобретении предложен способ генерирования водорода, содержащий этапы, на которых:

(a) обеспечивают наличие устройства, системы или транспортного средства в соответствии с изобретением,

(b) подают текучую среду на вход устройства и обеспечивают циркуляцию текучей среды между входом и выходом устройства, и

(c) прикладывают разность потенциалов между анодом и катодом.

Преимущества, указанные для устройства, применимы к способу с соответствующими изменениями.

Другие особенности и преимущества изобретения станут очевидны из последующего описания со ссылками на приложенные чертежи.

Краткое описание чертежей

На фиг. 1 показано устройство согласно первому варианту осуществления изобретения, вид в боковом разрезе;

на фиг. 2 - устройство согласно второму варианту осуществления изобретения, вид в боковом разрезе;

на фиг. 3 - устройство в соответствии с третьим вариантом осуществления

изобретения, вид сбоку;

на фиг. 4a - пластины 20, используемые в одном варианте выполнения устройства, вид спереди;

на фиг. 4b - пластины 20, используемые в одном варианте выполнения устройства, вид спереди;

на фиг. 5a - пластины 20, используемые в одном варианте выполнения устройства, вид спереди;

на фиг. 5b - пластины 20, используемые в одном варианте выполнения устройства, вид спереди; и

на фиг. 6 - вариант осуществления системы согласно изобретению.

Осуществление изобретения

Изобретение описано на примере конкретных вариантов осуществления и ссылок на фигуры, но изобретение ими не ограничено. Описанные диаграммы или чертежи являются лишь схематическими и не ограничивающими.

На фигурах идентичные или аналогичные элементы могут иметь одинаковые ссылочные позиции.

На фиг. 1 показан вид в разрезе в вертикальной плоскости устройства 1 для генерирования водорода в соответствии с одним вариантом осуществления изобретения.

Фиг. 1 позволяет визуализировать одну предпочтительную возможность для первого направления 101 и второго направления 102, перпендикулярного первому направлению 101. Первое направление 101 соответствует общему движению жидкости в устройстве 1. Оно предпочтительно является горизонтальным. Второе направление 102 предпочтительно является вертикальным.

Устройство 1 содержит корпус 10, с входом 11, позволяющим вводить текучую среду в корпус 10, и выход, позволяющий выводить текучую среду из корпуса 10. Устройство 1 выполнено таким образом, что текучая среда проходит между входом 11 и выходом 12.

Устройство 1 содержит пластины 20 внутри корпуса 10. Предпочтительно они являются вертикальными. Они предпочтительно прикреплены к корпусу 10. Пластины 20 предпочтительно перпендикулярны первому направлению 101 и разнесены в этом направлении. Пластины 20 следуют друг за другом в первом направлении 101 в следующем порядке:

- первая торцевая пластина 21,
- несколько промежуточных пластин 25, и
- вторая торцевая пластина 22.

Пластины 20 разделяют по меньшей мере часть корпуса 10 на отсеки 60. Отсеки 60 гидравлически связаны между собой только посредством нижних отверстий 51 и верхних отверстий 52. Нижние отверстия 51 и верхние отверстия 52 позволяют протекать текучей среде 100 между входом 11 и выходом 12.

Нижние отверстия 51 смещены в пространстве во втором направлении 102 по отношению к верхним отверстиям 52. Таким образом, верхние отверстия 52 выше, чем нижние отверстия 51.

Текучая среда, проходящая в устройстве 1, проходит из одного отсека 60 в другой, поочередно проходя через по меньшей мере одно нижнее отверстие 51 и по меньшей мере одно верхнее отверстие 52. Другими словами, поток текучей среды 100 внутри устройства 1 имеет восходящую и нисходящую форму, например синусоидальную или змеевидную форму. Прохождение текучей среды между двумя последовательными отсеками возможно только через одно или несколько нижних отверстий или через одно или несколько верхних отверстий, но не через одно или несколько нижних отверстий и через одно или несколько верхних отверстий одновременно.

При протекании 100 текучей среды в устройстве 1 текучую среду подвергают реакции электролиза и по меньшей мере частично химически преобразуют, и она по меньшей мере частично меняет фазу. На входе 11 текучая среда представляет собой водный жидкий раствор. На выходе 12 текучая среда содержит газообразный водород и кислород. Между входом 11 и выходом 12 текучая среда представляет собой смесь жидкости и газа.

Выход 12 может содержать множество каналов, таких как первый канал, позволяющий выходить жидкой части текучей среды, и второй канал, позволяющий выходить газообразной части текучей среды.

Пластины 20 могут проводить электричество. По меньшей мере одна из пластин устроена так, чтобы образовывать анод 31, и по меньшей мере одна из пластин устроена так, чтобы образовывать катод 32. Анод 31 и катод 32 устроены так, чтобы их подключали к устройству 203 электропитания (фиг. 6).

Предпочтительно первая торцевая пластина 21 или вторая торцевая пластина 22 образует анод, а другая из этих двух пластин образует катод. Предпочтительно, по меньшей мере, некоторые из промежуточных пластин 25 расположены так, чтобы образовывать плавающий электрический потенциал. Таким образом, электрический потенциал промежуточных пластин 25 определяется условиями окружающей среды и, в частности, потенциалами первой торцевой пластины 21 и второй торцевой пластины 22.

Предпочтительно, чтобы все пластины 20 были выполнены из одного материала. В

частности, две последовательные пластины предпочтительно изготавливают из одного и того же материала. Этот материал предпочтительно представляет собой металл, например нержавеющую сталь.

Предпочтительно пластины 20 отделены друг от друга соединениями или прокладками (не показаны), расположенными рядом с соединениями пластин 20 с корпусом 10.

Соединение (не показано) также может присутствовать на стыке между каждой пластиной и корпусом, чтобы гарантировать затяжку этого соединения.

На фиг. 1 показан один вариант выполнения устройства 1, в котором нижние отверстия 51 и верхние отверстия 52 содержат проемы, проходящие через промежуточные пластины 25, по меньшей мере один проем, проходящий через первую торцевую пластину 21, и по меньшей мере один проем, проходящий через вторую торцевую пластину 22.

На фиг. 2 показан один вариант выполнения устройства 1, в котором нижние отверстия 51 и верхние отверстия 52 содержат проемы между пластинами 20 и корпусом 10.

На фиг. 3 показан один вариант выполнения устройства 1, в котором нижние отверстия 51 и верхние отверстия 52 содержат проемы, проходящие через промежуточные пластины 25, и в котором первая торцевая пластина 21 и вторая торцевая пластина 22 герметично уплотнены.

Как показано на фиг. 1-3, предпочтительно, чтобы вход 11 был смещен во втором направлении 102 по отношению к первому отверстию. Кроме того, предпочтительно, чтобы вход 12 был смещен во втором направлении 102 по отношению к первому отверстию.

Оставаясь в рамках изобретения, возможно, чтобы несколько пластин были расположены в следующем порядке:

- первая торцевая пластина 21, которая образует первый анод 31,
- промежуточные пластины 25 с плавающим электрическим потенциалом,
- промежуточная пластина 25, которая образует первый катод 32,
- промежуточные пластины 25 с плавающим электрическим потенциалом,
- промежуточная пластина 25, которая образует второй анод 31,
- промежуточные пластины 25 с плавающим электрическим потенциалом,
- возможно, другие пластины, и
- вторая торцевая пластина 22, которая образует "n-й" катод 32.

В рамках изобретения соответствующие положения анода и катода можно поменять местами.

На фиг. 4a приведен вид спереди пластины 20, содержащей круглые проемы, образующие нижние отверстия 51.

На фиг. 4b приведен вид спереди пластины 20, содержащей прорезь, которая образует нижнее отверстие 51. Пластина 20 содержит только одну прорезь. Прорезь проходит в третьем направлении 103, перпендикулярном первому 101 и второму 102 направлениям.

На фиг. 5a приведен вид спереди пластины 20, содержащей круглые отверстия, которые образуют верхние отверстия 52.

На фиг. 5b приведен вид спереди пластины 20, содержащей прорезь, которая образует верхнее отверстие 52. Пластина 20 содержит только одну прорезь. Прорезь проходит в третьем направлении 103.

На фиг. 6 приведено схематическое изображение одного варианта выполнения системы в соответствии с изобретением. Система содержит одно или несколько устройств 1 для генерирования водорода в соответствии с изобретением, резервуар с текучей 201 средой и насос 202, заставляющий текучую среду циркулировать из резервуара 201 к устройству 1, в устройстве 1 и после устройства 1. Кроме того, система содержит устройство 203 электропитания, питающее насос 202, и устройство 1 для генерирования водорода. Предпочтительно, устройством 1 электропитания управляет контроллер 204, который позволяет регулировать получение водорода, например, током между электродами и/или потенциалом на электродах. Устройство 203 электропитания соединено с анодом 31 и катодом 32 устройства 1.

Кроме того, система предпочтительно содержит устройство 206 сгорания, один вход которого соединен с помощью проточного средства с выходом 12 устройства 1 генерирования водорода.

Это проточное средство предпочтительно содержит одно или несколько фильтрующих устройств 205 и/или одно или несколько противозвратных устройств 205. Фильтрация позволяет удалить воду, оставшуюся в текучей среде. Чтобы выполнить эту фильтрацию, текучая среда может вернуться через резервуар 201, чтобы вода, остающаяся в текучей среде, могла быть удержана в резервуаре 201. Фильтрующее устройство может содержать по меньшей мере одно воздухоотводное устройство (или «воздухоотвод» на английском языке). Противозвратное устройство предотвращает какое-либо движение текучей среды назад и/или какое-либо возвращение пламени. Оно содержит, например, клапан.

Текучая среда при входе в устройство 206 сгорания предпочтительно содержит только водород и/или кислород. Чтобы попасть в устройство 206 сгорания, текучая среда

предпочтительно проходит через инжектор, воздушный фильтр или входной коллектор с помощью дополнительных инжекторов.

Кроме того, система может содержать вентиляторы (не показаны), которые предназначены для охлаждения устройства 1.

Кроме того, система может содержать датчик для контроля уровня текучей среды в резервуаре 201. По этой причине приборная панель в случае транспортного средства может отображать уровень текучей среды в резервуаре 201.

Другими словами, изобретение относится к устройству 1 генерирования водорода путем электролиза, которое можно использовать без ограничений, в частности, в автомобильной промышленности, морской отрасли и железнодорожной отрасли. В генераторе 1 в соответствии с изобретением текучую среду заставляют следовать по маршруту 100 с восходящими и нисходящими перемещениями, чтобы предотвратить какое-либо разделение жидкой воды и водорода и кислорода, получаемых при электролизе.

Изобретение было описано применительно к конкретным вариантам выполнения, которые имеют чисто иллюстративное значение, и их не следует рассматривать как ограничивающие. В общем, изобретение не ограничено изображенными и/или описанными выше примерами. Использование глаголов "содержать", "включать в себя", "состоять" или любого другого варианта, а также их спряжений никоим образом не может исключать наличие элементов, отличных от указанных. Кроме того, использование единственного числа при описании элементов не исключает возможности использования множественного числа для этих элементов. Ссылочные позиции в формуле изобретения не ограничивают ее объем.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство (1) для сокращения расхода топлива транспортного средства, содержащее:

корпус (10),

вход (11), позволяющий текучей среде попадать в устройство (1),

выход (12), позволяющий текучей среде выходить из устройства (1),

множество токопроводящих пластин (20), расположенных в корпусе (10) и ограничивающих отсеки (60),

при этом множество пластин (20) содержит в первом направлении (101) первую торцевую пластину (21), промежуточные пластины (25) и вторую торцевую пластину (22), и

по меньшей мере одна из пластин (20) выполнена так, что образует анод (31), а по меньшей мере одна другая из пластин выполнена так, что образует катод (32),

отличающееся тем, что устройство (1) содержит нижние отверстия (51) и верхние отверстия (52), расположенные с чередованием для обеспечения потока (100) текучей среды между входом (11) и выходом (12), при этом прохождение текучей среды между двумя последовательными отсеками (60) возможно только через одно или несколько нижних отверстий (51) или через одно или несколько верхних отверстий (52), причем нижние отверстия (51) являются верхними отверстиями (52), смещенными во втором направлении (102), перпендикулярном первому направлению (101) так, что если второе направление (102) является вертикальным направлением в одном отсеке (60), то текучая среда перемещается кверху, а в следующем отсеке текучая среда смещается книзу.

2. Устройство (1) по п. 1, отличающееся тем, что нижние отверстия (51) и верхние отверстия (52) содержат проемы, проходящие через промежуточные пластины (25).

3. Устройство (1) по любому из пп. 1 или 2, отличающееся тем, что нижние отверстия (51) и верхние отверстия (52) содержат проем, проходящий через первую торцевую пластину (21), и проем, проходящий через вторую торцевую пластину (22).

4. Устройство (1) по любому из пп. 1-3, отличающееся тем, что первая торцевая пластина (21) выполнена так, что образует анод (31), а вторая торцевая пластина (22) выполнена так, что образует катод (32).

5. Устройство (1) по любому из пп. 1-4, отличающееся тем, что первая торцевая пластина (21) выполнена так, что образует анод (31), а вторая торцевая пластина (22) выполнена так, что образует катод (32), и по меньшей мере некоторые из промежуточных пластин (25) выполнены так, что образуют плавающий электрический потенциал.

6. Устройство (1) по любому из пп. 1-5, отличающееся тем, что нижние отверстия (51) и верхние отверстия (52) представляют собой прорези.

7. Устройство (1) по п. 6, отличающееся тем, что каждая из пластин содержит только одну прорезь.

8. Устройство (1) по любому из пп. 6 или 7, отличающееся тем, что прорези проходят на расстояние от 70% до 95% ширины пластины.

9. Устройство (1) по любому из пп. 1-8, отличающееся тем, что две последовательные пластины (20) удерживаются на расстоянии друг от друга посредством прокладки или разделителя.

10. Система, содержащая:

по меньшей мере одно устройство (1) по любому из пп. 1-9,
насос (202), обеспечивающий циркуляцию текучей среды между входом (11) и выходом (12), и

устройство электропитания, подключенное к аноду (31) и катоду (32).

11. Система по п. 10, дополнительно содержащая устройство (206) сгорания и проточное средство, соединяющее выход (12) с входом устройства (206) сгорания.

12. Система по п. 11, в котором проточное средство содержит устройство фильтрации.

13. Система по п. 12, в котором проточное средство содержит противовозвратное устройство.

14. Транспортное средство, такое как автомобиль, содержащее устройство (1) по любому из пп. 1-9 или систему по любому из пп. 10-13.

15. Транспортное средство, такое как автомобиль, содержащее устройство (1) по любому из пп. 1-9 или систему по любому из пп. 10-13, в котором второе направление (102) является вертикальным.

16. Способ генерирования водорода, содержащий этапы, на которых:

(а) обеспечивают наличие устройства (1) по любому из пп. 1-9 или системы по любому из пп. 10-13 или транспортного средства по п. 14,

(б) подают текучую среду на вход (11) устройства (1) и обеспечивают циркуляцию текучей среды между входом (11) и выходом (12) устройства (1), и

(с) прикладывают разность потенциалов между анодом (31) и катодом (32).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ, ИЗМЕНЕННАЯ ПО СТ.34 РСТ**1. Система, содержащая:**

по меньшей мере одно устройство (1) для сокращения расхода топлива транспортного средства, включающее в себя:

корпус (10),

вход (11), позволяющий текучей среде попадать в устройство (1),

выход (12), позволяющий текучей среде выходить из устройства (1),

множество токопроводящих пластин (20), расположенных в корпусе (10) и ограничивающих отсеки (60), при этом множество пластин (20) содержит в первом направлении (101) первую торцевую пластину (21), промежуточные пластины (25) и вторую торцевую пластину (22), причем

указанное множество пластин (20), расположено в следующем порядке: первая торцевая пластина (21), образующая первый анод (31), промежуточные пластины (25) с плавающим электрическим потенциалом, промежуточная пластина (25), образующая первый катод (32), промежуточные пластины (25) с плавающим электрическим потенциалом, промежуточная пластина (25), образующая второй анод (31), промежуточные пластины (25) с плавающим электрическим потенциалом, вторая торцевая пластина (22), образующая второй катод (32),

указанное по меньшей мере одно устройство (1) содержит нижние отверстия (51) и верхние отверстия (52), расположенные с чередованием для обеспечения потока (100) текучей среды между входом (11) и выходом (12), при этом прохождение текучей среды между двумя последовательными отсеками (60) возможно только через одно или несколько нижних отверстий (51) или через одно или несколько верхних отверстий (52), причем нижние отверстия (51) являются верхними отверстиями (52), смещенными во втором направлении (102), перпендикулярном первому направлению (101) так, что если второе направление (102) является вертикальным направлением в одном отсеке (60), то текучая среда перемещается кверху, а в следующем отсеке текучая среда смещается книзу;

насос (202), обеспечивающий циркуляцию текучей среды между входом (11) и выходом (12);

устройство электропитания, подключенное к аноду (31) и катоду (32);

устройство (206) сгорания; и

проточное средство, соединяющее выход (12) с входом устройства (206) сгорания.

2. Система (1) по п. 1, в которой нижние отверстия (51) и верхние отверстия (52) содержат проемы, проходящие через промежуточные пластины (25).

3. Система (1) по любому из пп. 1 или 2, в которой нижние отверстия (51) и верхние отверстия (52) содержат проем, проходящий через первую торцевую пластину (21), и проем, проходящий через вторую торцевую пластину (22).

4. Система (1) по любому из пп. 1-3, в которой нижние отверстия (51) и верхние отверстия (52) представляют собой прорези.

5. Система (1) по п. 4, в которой каждая из пластин содержит только одну прорезь.

6. Система (1) по любому из пп. 4 или 5, в которой прорези проходят на расстояние от 70% до 95% ширины пластины.

7. Система (1) по любому из пп. 1-6, в которой две последовательные пластины (20) удерживаются на расстоянии друг от друга посредством прокладки или разделителя.

8. Система (1) по любому из пп. 1-7, в которой все пластины (20) из их множества являются прямоугольными и продолговатыми во втором направлении (102).

9. Система по любому из пп. 1-8, в которой все пластины (20) из их множества выполнены из одного и того же материала.

10. Система по п. 9, в которой проточное средство содержит устройство фильтрации.

11. Система по п. 10, в которой проточное средство содержит противовозвратное устройство.

12. Транспортное средство, такое как автомобиль, содержащее систему по любому из пп. 1-11.

13. Транспортное средство, такое как автомобиль, содержащее систему по любому из пп. 1-11, в котором второе направление (102) является вертикальным.

14. Способ генерирования водорода, содержащий этапы, на которых:

(а) обеспечивают системы по любому из пп. 1-11 или транспортного средства по п. 12,

(б) подают текучую среду на вход (11) по меньшей мере одного устройства (1) и обеспечивают циркуляцию текучей среды между входом (11) и выходом (12) по меньшей мере одного устройства (1), и

(с) прикладывают разность потенциалов между первым анодом (31) и первым катодом (32), и между вторым анодом (31) и вторым катодом (32).

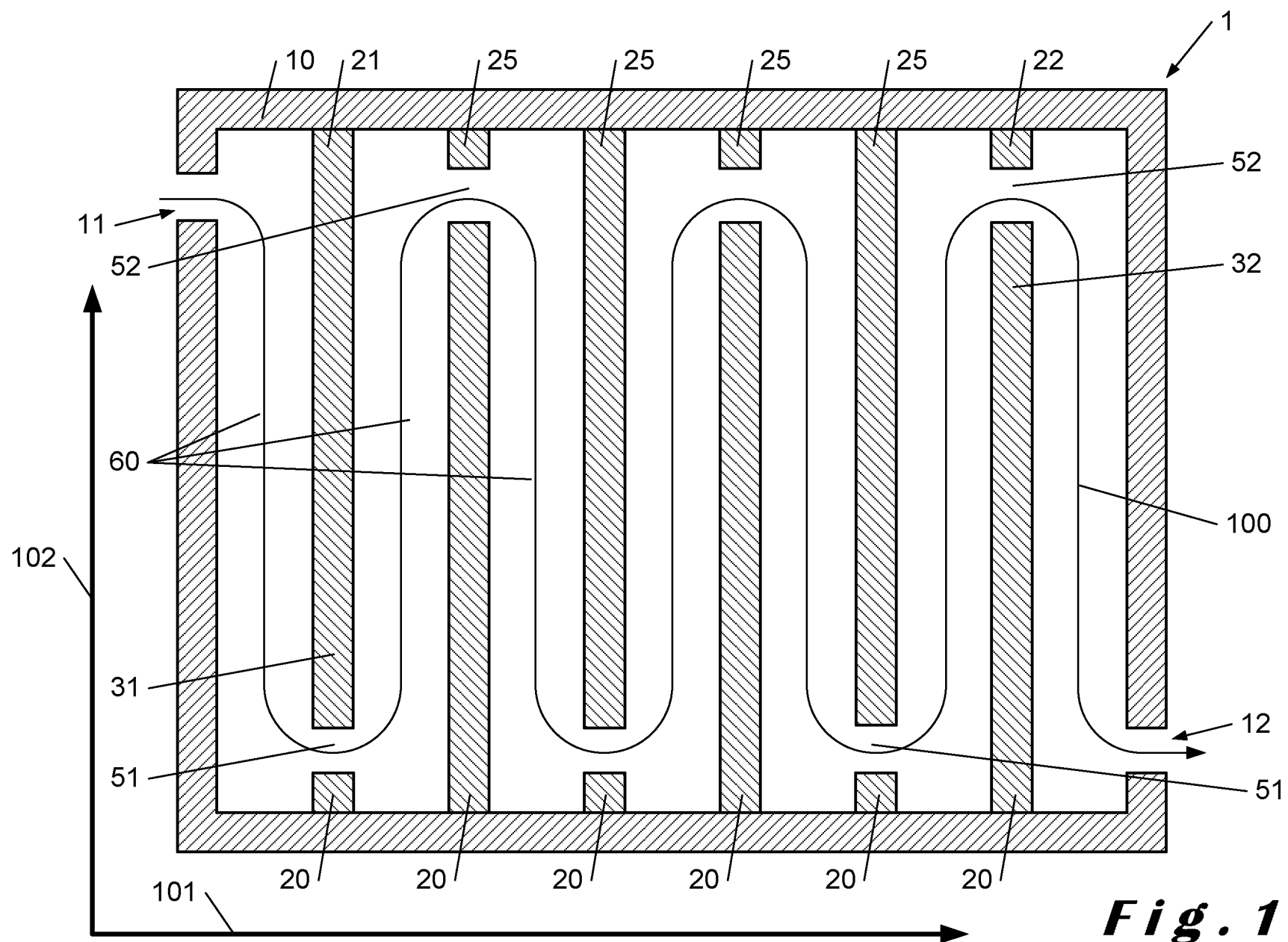


Fig. 1

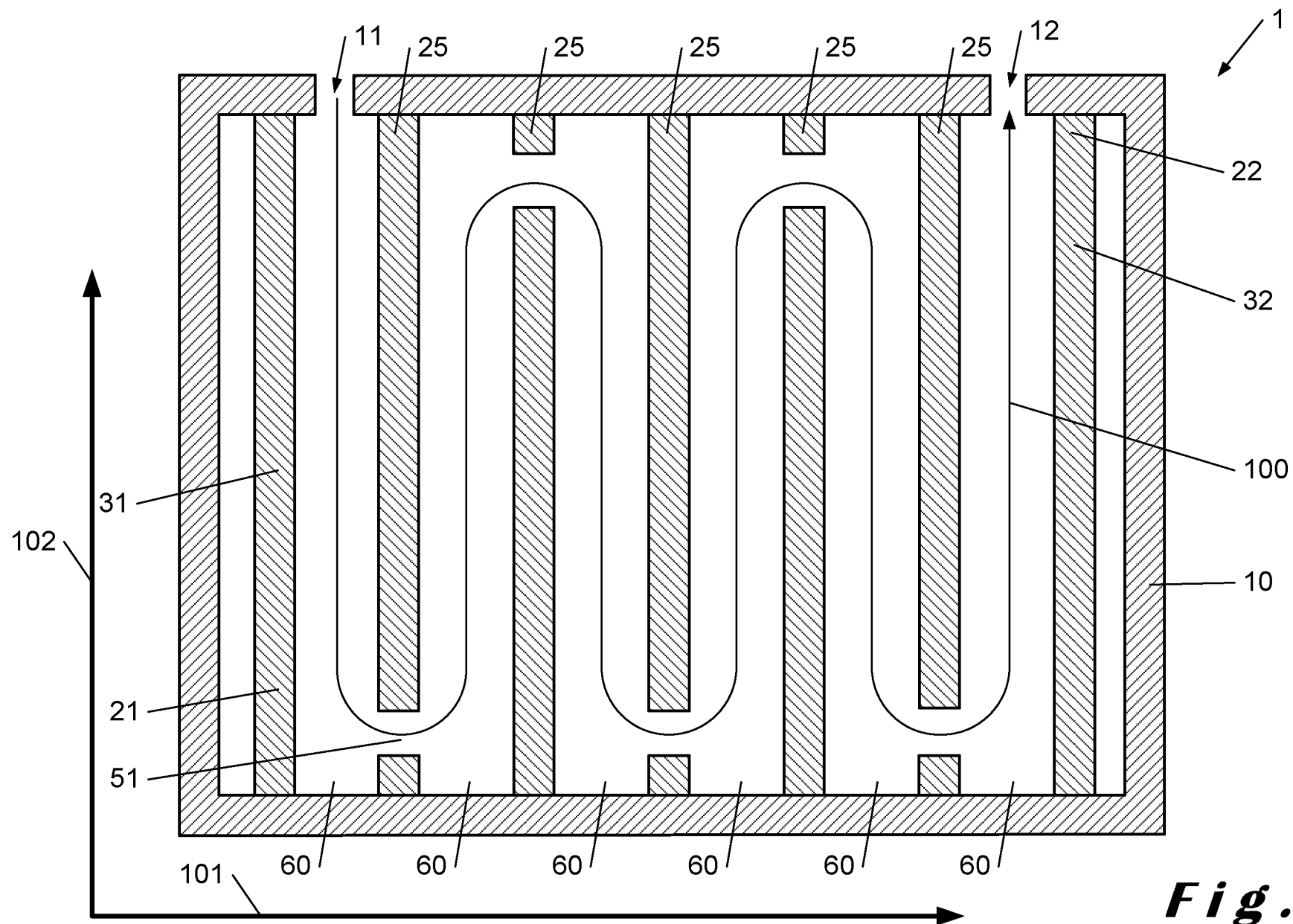


Fig. 3

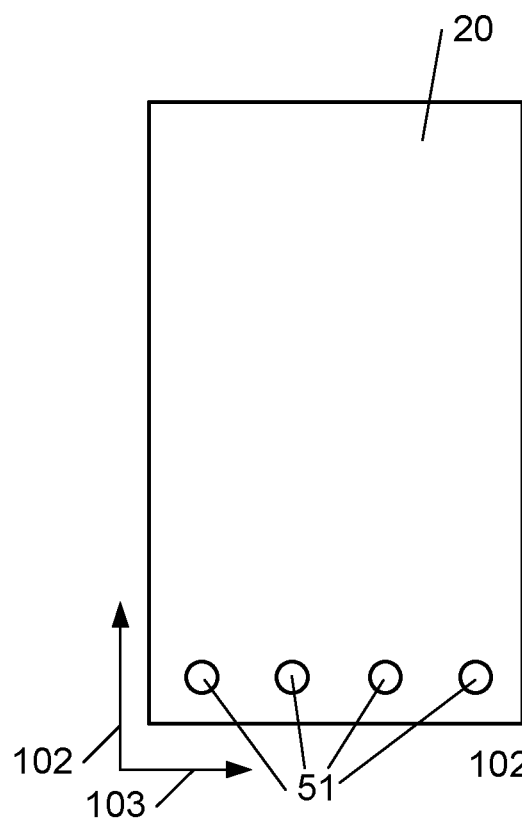


Fig. 4a

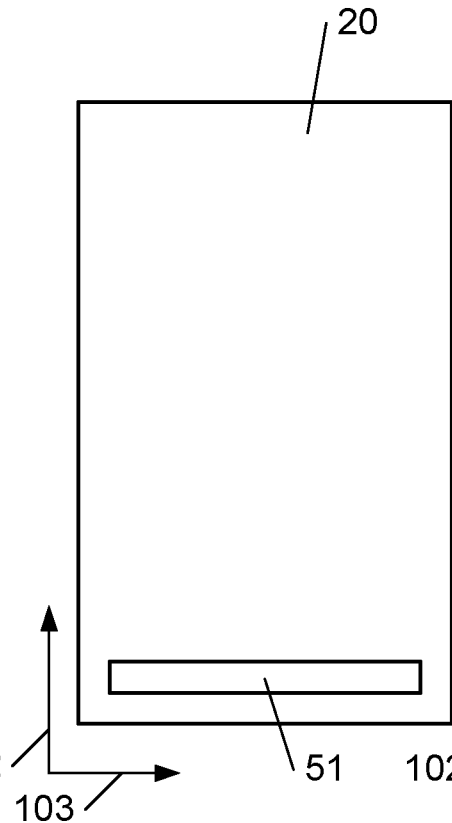


Fig. 4b

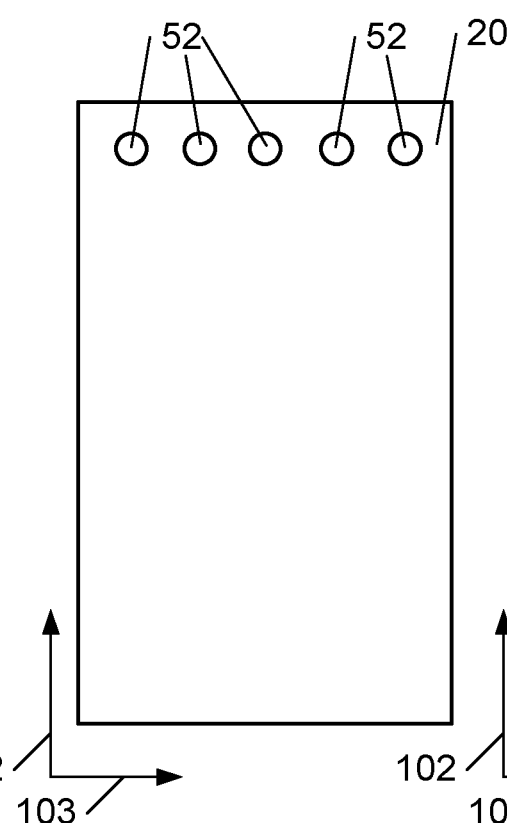


Fig. 5a

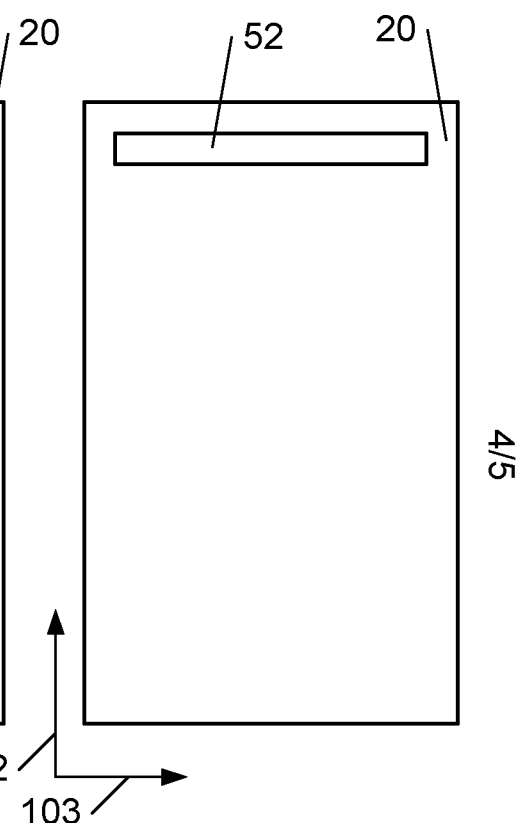


Fig. 5b

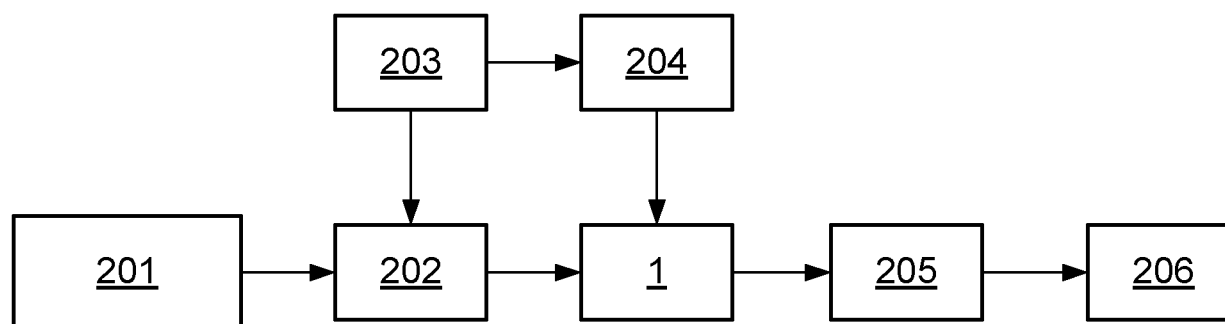


Fig. 6