



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2003124056/09, 03.01.2002

(24) Дата начала действия патента: 03.01.2002

(30) Приоритет: 03.01.2001 US 09/752,551

(43) Дата публикации заявки: 27.12.2004

(45) Опубликовано: 10.12.2005 Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2044371 C1, 20.09.1995. RU 2014347 C1, 15.06.1994. RU 2009176 C1, 15.03.1994. RU 2125324 C1, 20.01.1999. US 4081252 A, 28.03.1978. US 5084144 A, 28.01.1992. US 5599640 A, 04.02.1997. US 5951722 A, 14.09.1991.

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу: 04.08.2003

(86) Заявка РСТ:
US 02/00140 (03.01.2002)

(87) Публикация РСТ:
WO 02/054506 (11.07.2002)

Адрес для переписки:
103735, Москва, ул. Ильинка, 5/2, ООО
"Союзпатент", Н.Н.Высоцкой

(72) Автор(ы):

ФИНКЕЛЬШТЕЙН Геннадий (IL),
КАСТМАН Юрий (IL),
ФИЛАНОВСКИЙ Борис (IL)

(73) Патентообладатель(ли):

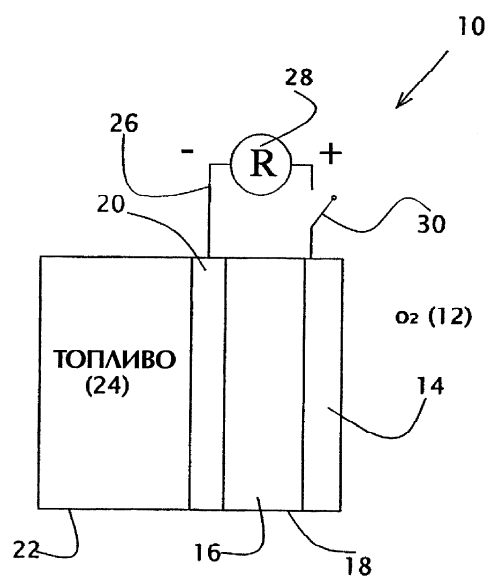
МО ЭНЕРДЖИ ЛТД (IL)

(54) КОМПОЗИЦИЯ ЖИДКОГО ТОПЛИВА ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ТОПЛИВНЫЙ ЭЛЕМЕНТ НА ЕЕ ОСНОВЕ

(57) Реферат:

Изобретение относится к электротехнической промышленности, в частности к новой топливной композиции, пригодной для использования в каталитических топливных элементах, которая состоит, по меньшей мере, из двух компонентов. Основным топливным компонентом является поверхностно-активное соединение, такое как метанол, которое является источником высокой удельной энергии и предотвращает нежелательное разложение вспомогательного топлива. Вспомогательным топливом является

водородсодержащее неорганическое соединение с высоким восстановительным потенциалом, такое как NaBH_4 , которое действует как высокореакционноспособный источник энергии и катализирует каталитическое окисление основного топлива. Техническим результатом изобретения является создание жидкотопливной композиции для топливных элементов, которая обладает высокой удельной энергией и устойчива при контакте с каталитическим анодом при разомкнутой электрохимической цепи. 5 н. и 11 з.п. ф-лы, 3 ил.



ФИГ. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 2003124056/09, 03.01.2002

(24) Effective date for property rights: 03.01.2002

(30) Priority: 03.01.2001 US 09/752,551

(43) Application published: 27.12.2004

(45) Date of publication: 10.12.2005 Bull. 34

(85) Commencement of national phase: 04.08.2003

(86) PCT application:
US 02/00140 (03.01.2002)

(87) PCT publication:
WO 02/054506 (11.07.2002)

Mail address:

103735, Moskva, ul. Il'inka, 5/2, OOO
"Sojuzpatent", N.N.Vysotskoj

(72) Inventor(s):

FINKEL'ShTEJN Gennadij (IL),
KASTMAN Jurij (IL),
FILANOVSKIJ Boris (IL)

(73) Proprietor(s):

MO EhNERDZhi LTD (IL)

(54) LIQUID FUEL COMPOSITION FOR ELECTROCHEMICAL FUEL ELEMENTS AND FUEL ELEMENT ON ITS BASE

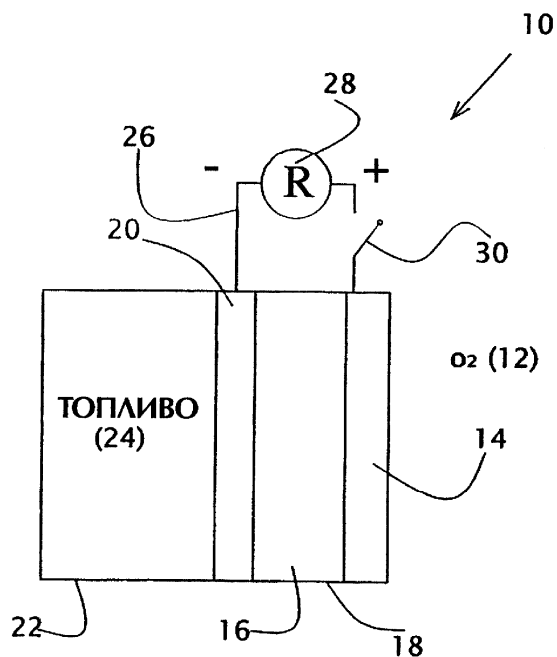
(57) Abstract:

FIELD: electrical engineering; fuel compositions suitable for catalytic fuel elements.

SUBSTANCE: main fuel component is surfactant, such as methanol which is used as source of high specific energy excluding decomposition of auxiliary fuel. Auxiliary fuel is hydrogen-containing inorganic compound at high reducing potential, such as NaBH₄ which acts as high-reaction energy source and catalyses catalytic oxidation of main fuel.

EFFECT: high specific energy of fuel; enhanced stability at contact with catalytic anode when electrochemical circuit is open.

16 cl, 4 dwg, 2 ex



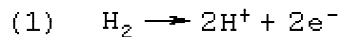
ФИГ. 1

Настоящее изобретение относится к композициям жидкого топлива для использования в электрохимических топливных элементах, к способу производства электричества с использованием топливных композиций и к топливному элементу, в котором используются топливные композиции для генерирования электричества.

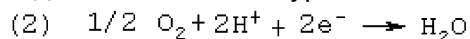
5 Топливный элемент представляет собой устройство, которое превращает энергию химической реакции в электричество. К числу преимуществ топливных элементов над другими источниками электрической энергии принадлежит высокая эффективность и экологическая безопасность. Хотя топливные элементы продолжают завоевывать применение в качестве источников электрической энергии, имеются технические
10 трудности, которые препятствуют широкому использованию топливных элементов во многих сферах.

Топливный элемент производит электричество путем введения топлива и окислителя в контакт соответственно с каталитическим анодом и каталитическим катодом. При контакте с анодом топливо каталитически окисляется на катализаторе, с образованием электронов
15 и протонов. Электроны перемещаются от анода к катоду через образующуюся между электродами электрическую цепь. Протоны проходят через электролит, с которым находятся в контакте как анод, так и катод. Одновременно окислитель каталитически восстанавливается на катоде, принимая электроны и протоны, генерируемые на аноде.

Топливный элемент общего типа использует водород в качестве топлива и кислород в качестве окислителя. Более конкретно, водород окисляется на аноде, выделяя протоны и электроны, как показано в уравнении 1



Протоны проходят через электролит в направлении катода. Электроны перемещаются от анода через электрический заряд к катоду. На катоде кислород восстанавливается в результате соединения электронов и протонов, образующихся из водорода с образованием
25 воды, как показано в уравнении 2:

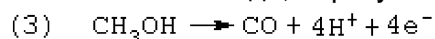


Хотя топливные элементы, использующие в качестве топлива водород, являются простыми, чистыми и эффективными, крайняя воспламеняемость и громоздкие резервуары
30 высокого давления, необходимые для хранения и транспортировки водорода, означают что работающие на водороде топливные элементы во многих случаях являются неподходящими.

Обычно хранение, манипулирование и транспортировка жидкостей легче, чем газов. Вследствие этого для использования в топливных элементах предлагались жидкие
35 топлива. Были разработаны способы превращения жидких топлив, таких как метанол, в водород in situ. Эти способы непросты, поскольку в них необходима стадия предварительной переработки топлива и сложная топливно-регулирующая система.

Решением названной проблемы являются топливные элементы, в которых жидкое топливо окисляется непосредственно. Поскольку топливо непосредственно вводится в топливный элемент, топливные элементы с непосредственным вводом жидкого топлива
40 обычно являются простыми. Чаще всего в качестве топлива в элементах этого типа используют метанол, поскольку он дешев, доступен из разных источников и обладает высокой удельной энергией (5025 Вт·ч/кг).

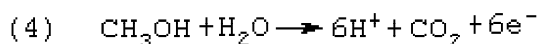
В метанольных топливных элементах с прямым вводом метанол каталитически окисляется на аноде, образуя электроны, протоны и монооксид углерода по уравнению 3:



Монооксид углерода плотно связывается с каталитическими центрами на аноде. Число доступных центров для дальнейшего окисления снижается, снижая тем самым выход
50 энергии. Решением проблемы является использование анодных катализаторов, которые менее чувствительны к адсорбции СО, таких как сплавы платина/рутений.

Другое решение состояло во вводе топлива в элемент в качестве «анолита» - смеси метанола с жидким водным электролитом. Метанол взаимодействует с водой на аноде с

образованием диоксида углерода и ионов водорода по уравнению 4:



В топливных элементах, в которых используются анолиты, состав анолита является важным расчетным фактором. Анолит должен обладать как высокой электрической проводимостью, так и высокой подвижностью ионов при оптимальной концентрации топлива. Чаще всего используются кислотные анолиты. К сожалению, анолиты наиболее эффективны при относительно высоких температурах, при которых кислотность анолита может пассивировать или разрушить анод. Анолиты с pH, близким к 5, безопасны для анода, но имеют такую электропроводность, которая слишком низка для эффективного генерирования электричества. Вследствие этого в большей части существующих метанольных топливных элементах с непосредственным вводом используются мембраны из твердых полимерных электролитов (ТПЭ).

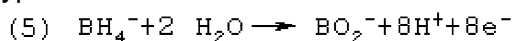
В элементе, использующем ТПЭ-мембрану, катод находится в контакте с кислородом воздуха и отделен от анода протонообменной мембраной, которая действует, с одной стороны, как электролит и, с другой стороны, как физический барьер, препятствующий утечке из анодного отделения, в котором находится жидкий анолит. Одной из мембран, обычно используемых в качестве твердого электролита топливного элемента, является перфторуглеводородный материал, продаваемый фирмой E.I. DuPont de Nemours of Wilmington DE под названием "Nafion". Топливные элементы, в которых используются ТПЭ-мембраны, обладают более высокой плотностью тока и большим временем службы по сравнению с другими элементами на основе анолитов. Один из недостатков топливных элементов с ТПЭ-мембранами является стремление метанола диффундировать сквозь мембрану. В результате этого большое количество метанола не используется для генерирования электричества, а теряется в результате испарения. Кроме того, если метанол вступает в контакт с катодом, происходит «короткое замыкание», так как метанол окисляется непосредственно на катоде, генерируя вместо электричества тепло. Далее, в зависимости от природы катодного катализатора и окислителя часто происходит отравление катализатора или спекание катода.

Проблема диффузии решается путем использования анолитов с низким (до 5%) содержанием метанола. При таких низких концентрациях выход электричества ограничивается скоростью диффузии метанола. Далее, эффективность топливных элементов снижается при измерении выхода электричества в зависимости от потребленного объема топлива, что выдвигает вопросы транспортировки топлива, мертвого веса и ликвидации отходов.

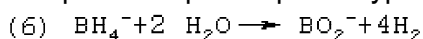
Наконец, несмотря на свою высокую удельную энергию метанол химически довольно инертен. В результате этого эффективность топливных элементов с непосредственным вводом жидкого метанола ограничивается до приблизительно 5 мВт·см⁻².

Альтернативным для рассмотрения топливом является топливо, состоящее из водородсодержащих неорганических соединений с высоким восстановительным потенциалом, таких как гидриды металлов и гидразин или его производные. Такие соединения обладают высокой удельной энергией и являются весьма реакционноспособными.

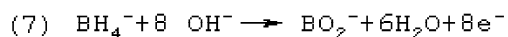
Одним из таких соединений является NaBH₄. В воде NaBH₄ диссоциирует с образованием BH₄⁻. В нейтральном растворе BH₄⁻ окисляется на аноде в соответствии с уравнением 5:



Самым большим недостатком водородсодержащих неорганических соединений в качестве топлива является самопроизвольное разложение этих соединений в кислых и нейтральных растворах по уравнению 6:



В щелочном растворе BH₄⁻ окисляется на аноде по уравнению 7:



Несмотря на свою устойчивость в щелочных растворах BH_4^- разлагается при контакте с катализатором, что обнаруживается на аноде топливного элемента даже в случае разомкнутой цепи.

Сохраняется потребность в жидкотопливной композиции для топливных элементов, которая может производить высокую мощность и которая устойчива при контакте с каталитическим анодом при разомкнутой электрохимической цепи.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ.

Приведенные выше и другие цели достигаются с помощью предлагаемой новой топливной композиции. Топливная композиция образована комбинацией основного топлива и вспомогательного топлива. Основное топливо представляет собой смесь одного или более соединений, по меньшей мере одно из которых является соединением с функциональной группой -ОН, представляющее собой поверхностно-активное соединение, наиболее предпочтительно спирт, такой как метанол. Вспомогательное топливо представляет собой смесь одного или более водородсодержащих неорганических соединений с высоким восстановительным потенциалом, таких как гидриды металлов, гидразин и производные гидразина.

Изобретение, кроме того, предлагает топливную композицию в виде «анолита», где электролитный компонент топливной композиции имеет pH выше 7, наиболее предпочтительно водный раствор гидроксида щелочного металла, такого как КОН.

Изобретение предлагает также топливный элемент для генерирования электроэнергии, состоящий из анода, катода и топливной композиции, состоящей из по меньшей мере одного поверхностно-активного соединения, и по меньшей мере одного водородсодержащего неорганического соединения с высоким восстановительным потенциалом.

Изобретение предлагает наряду с этим способ производства электричества, включающий этапы обеспечения топливного элемента с анодом, катодом, топливной композицией, состоящей по меньшей мере из одного поверхностно-активного соединения, по меньшей мере одного водородсодержащего неорганического соединения с высоким восстановительным потенциалом, введения топливной композиции в контакт с анодом, окисления топливной композиции и получения электричества от топливного элемента.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

В этой части изобретение описывается только с помощью примера со ссылкой на сопровождающие чертежи, где

Фиг.1 представляет собой вариант топливного элемента изобретения, где топливная композиция вводится как анолит;

Фиг.2 представляет собой вариант топливного элемента изобретения, включающего мембрану из твердого электролита;

Фиг.3А представляет собой график, демонстрирующий экспериментальные результаты временной зависимости тока, генерируемого элементом как на фиг.1 с использованием топливной композиции с 20% метанола как анолита; и

Фиг.3В представляет собой график, демонстрирующий экспериментальные результаты временной зависимости тока, генерируемого элементом как на фиг.1 с использованием топливной композиции с 20% метанола и 5% NaBH_4 как анолита.

ОПИСАНИЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ

Предлагаемая изобретением топливная композиция состоит из по меньшей мере двух компонентов: основного топлива и вспомогательного топлива. Основное топливо состоит из смеси одного или более соединений, по меньшей мере одно из которых является поверхностно-активным соединением, наиболее предпочтительно спиртом, таким как метанол. Вспомогательное топливо представляет собой смесь одного или более водородсодержащих неорганических соединений с высоким восстановительным потенциалом, таких как гидриды металлов, гидразин и производные гидразина.

Задача основного топлива является двойкой: быть источником электроэнергии путем

окисления на аноде и предотвращать нежелательное разложение вспомогательного топлива. Для этой последней функции основное топливо должно обладать определенным уровнем поверхностной активности. Для целей настоящей работы поверхностная активность определяется, как способность в значительной степени предотвращать контакт

5 вспомогательного топлива с каталитическими центрами анода. Не желая вдаваться в какую-либо теорию, можно предположить, что основное топливо изобретения, по-видимому, предотвращает нежелательное самопроизвольное окисление вспомогательного топлива в том случае, когда электрическая цепь разомкнута с помощью двух механизмов. Первый механизм состоит в том, что эффективная адсорбция молекул основного топлива

10 на каталитических центрах анода стерически препятствует доступу вспомогательного топлива к этим центрам, предотвращая тем самым разложение. Второй механизм состоит в том, что молекулы основного топлива эффективно сольватируют частицы вспомогательного топлива. Когда оболочка из молекул основного топлива окружает частицу вспомогательного топлива, последняя не имеет возможности контактировать с

15 каталитическими центрами анода и не подвергается разложению.

Как только электрическая цепь замыкается, начинается окисление адсорбированных молекул основного топлива. Каталитические центры анода освобождаются, предоставляя доступ другим частицам. При сольватации молекулы вспомогательного топлива по меньшей мере одной молекулой основного топлива молекула вспомогательного топлива

20 вероятно окисляется до того, как она приблизится к каталитическим центрам окисляемого анода.

При отборе основного топлива для использования в качестве источника энергии можно остановиться на многих классах соединений. Из них наиболее предпочтительны спирты. Первым кандидатом является метанол благодаря его доступности и высокой удельной

25 энергии. Для целей адсорбции на каталитических центрах анода в число основных топлив могут попасть более объемные спирты или другие поверхностно-активные соединения. Например, изопропиловый спирт или глицерин, по-видимому, в большей степени, чем метанол, подходят для названной выше цели. Для цели вспомогательной сольватации топлива идеальное основное топливо зависит от конкретного вспомогательного топлива.

Компонент, являющийся вспомогательным топливом изобретения, выбирают из водородсодержащих неорганических соединений с высоким восстановительным потенциалом. В качестве вспомогательного топлива пригодны гидриды металлов, такие как LiAlH_4 , NaBH_4 , LiBH_4 , $(\text{CH}_3)_2\text{NHBH}_3$, NaAlH_4 , B_2H_6 , NaCNBH_3 , CaH_2 , LiH , NaN , KH и бис(2-метоксиэтоксо)дигидридалюминат натрия. Пригодны также гидразин или производные

30 гидразина. Как было указано выше, хорошими топливами для топливных элементов являются водородсодержащие неорганические соединения с высоким восстановительным потенциалом, но их недостатком является слишком высокая реакционная способность. Если же эти соединения находятся в подходящем растворе и защищены от контакта с каталитическими центрами анода в соответствии с изобретением, они являются

40 устойчивыми.

Присутствие вспомогательного топлива, кроме того, повышает скорость каталитического окисления основного топлива. Не желая вдаваться в какую-либо теорию, можно предположить, что продукты окисления основного топлива, такие как CO и CO_2 , эффективно удаляются с каталитических центров анода окислением вспомогательного

45 топлива.

Таким образом, сочетание основного топлива с вспомогательным топливом изобретения оказывает синергетическое действие на каталитическое окисление в топливном элементе при использовании топливной композиции изобретения.

Специалисту в данной области ясно, что имеется несколько факторов, влияющих на точный состав топливной композиции изобретения. Вместо выбора одного соединения в качестве основного топлива часто предпочтительна смесь соединений. Аналогичным образом, часто оказывается предпочтительной смесь соединений и для образования

50 вспомогательного топлива.

Факторами, которые следует принимать во внимание при составлении топливной композиции по изобретению, являются растворимость, устойчивость, безопасность, а также факторы, которые вытекают из желаемых характеристик генерируемого электрического тока. Допустимо введение в топливную композицию добавок, которые не являются ни основным, ни вспомогательным топливом. Могут быть использованы добавки, которые стабилизируют топливную композицию, непосредственно модифицируют характеристики генерируемого электричества, меняют растворимость соединений таким образом, что тем самым опосредованно модифицируются характеристики генерируемого электричества, или каким-либо другим образом улучшают эксплуатационные свойства топливной композиции, используемой в топливном элементе. Проблемы инженерного характера также диктуют точный состав топливной композиции: например топливная композиция, состоящая из метанола и NaBH_4 , могла бы содержать в качестве стабилизирующего агента метоксид натрия.

В одном из вариантов изобретения топливная композиция, как это описано выше, вводится как анолит, т.е. в дополнение к основному и вспомогательному топливу добавляют электролитическую жидкость. Предпочтительной электролитической жидкостью является щелочной водный раствор, предпочтительно гидроксид щелочного металла, такой как KOH (см., например, Hirschenhofer, J.H. Stauffer, D.B., and Engleman, R.R., Fuel Cells - справочник (третье переработанное издание), DOE/METC-94-1006, январь 1994). Концентрация гидроксида щелочного металла в анолите обычно составляет от 2 до 12 М. На практике было показано, что 6 М KOH является идеальным для работы топливного элемента при температурах окружающей среды (см., например, Appelby, A.J. and Foulkes, F.R., Fuel Cell Handbook, Krieger Publishing, Malabar, Fla 1993, главы 8, 10, 11, 12, 13, 16). Добавление электролитической жидкости оказывает положительное влияние на подвижность ионов в анолитном топливе и способствует обеспечению устойчивости вспомогательного топливного компонента топлива. Рассматривая точный состав топливной композиции изобретения при подводе анолита, принимают во внимание такие факторы, как устойчивость и растворимость.

Принципы и работа топливного элемента и генерирования электричества в соответствии с изобретением могут быть лучше поняты со ссылками на фигуры и сопроводительное описание.

На фиг.1 иллюстрируется типичный для изобретения упрощенный топливный элемент 10. Окислитель 12 представляет собой кислород воздуха и находится в непосредственном контакте с катодом 14. Катод 14 выполнен с использованием методов трафаретной печати из 20% платины на активированном угле на водостойкой бумаге. Катод 14 находится в контакте с электролитом 16, содержащимся в электролитной камере 18, и действует как барьер, препятствующий утечкам электролита. Электролит 16 представляет собой 6 М водный раствор KOH. Электролитная камера 18 отделена от топливной камеры 22 анодом 20. Анод 20 выполнен с использованием методов трафаретной печати из 20% платины и 10% рутения на активированном угле на гидрофильной копировальной бумаге. Топливная композиция 24, содержащаяся в топливной камере 22, вводится как анолит, состоящий из комбинации основного топлива, которое является поверхностно-активным соединением, таким как метанол, вспомогательного топлива, которое является водородсодержащим неорганическим соединением с высоким восстановительным потенциалом, таким как NaBH_4 , и электролита, такого как 6 М раствор KOH. Электрическая цепь 26, состоящая из нагрузки 28 и выключателя 30, электрически связывает анод 20 с катодом 14.

Когда выключатель 30 открыт, метанол в топливной камере 22 адсорбируется на каталитических центрах на аноде 20, предотвращая контакт между частицами BH_4^- в топливной композиции 24 и каталитическими центрами. Метанол также сольватирует частицы BH_4^- , удаляя вслед за этим частицы BH_4^- с каталитических центров. Когда выключатель 30 закрыт, молекулы метана на каталитических центрах окисляются, освобождая центры для контакта с новыми порциями топлива, включающего частицы

BH_4^- , и окисляя его. Электроны, образующиеся при каталитическом окислении топливной композиции 24, переносятся по электрической цепи 26 к катоду 14. Одновременно образующиеся при каталитическом окислении протоны переносятся от анода 14 через электролит 16 к катоду 14. На катоде 14 окислитель 12 восстанавливается под действием

5 катода 14 и электронов, поступающих по цепи 26, и соединяется с протонами с образованием воды.

В дополнительном варианте, представленном на фиг.2, топливная композиция используется без жидкого электролита в топливном элементе 40. Окислителем 42 является кислород воздуха, который свободно контактирует с блоком мембранного электрода 44.

10 Блок мембранного электрода 44 имеет двухстороннюю слоистую сэндвичевую структуру. Одна сторона представляет собой катодный слой 46, соединенный с твердым полимерным электролитом (протонообменной мембраной) 48, которая переносит протоны и действует в качестве барьера, препятствующего проходу других молекулярных частиц. Электролитный слой 48 соединен с анодным слоем 50. Анодный слой 50 находится в контакте с топливной

15 композицией 52, содержащейся в топливной камере 54. Топливная композиция 52 состоит из комбинации основного топлива, такого как метанол, и вспомогательного топлива, такого как NaBH_4 . Электрическая цепь 56, состоящая из нагрузки 58 и выключателя 60, электрически связывает анодный слой 50 с катодным слоем 46.

Когда выключатель 60 открыт, метанол из топливной композиции 52 адсорбируется на

20 каталитических центрах на анодном слое 50, предотвращая контакт между частицами BH_4^- и каталитическими центрами. Аналогичным образом метанол сольватирует частицы BH_4^- , удаляя вслед за этим частицы BH_4^- . Когда выключатель 60 закрыт, молекулы метанола на каталитических центрах окисляются, освобождая центры для контакта со

25 всеми топливными компонентами и окисляя их. Электроны, образующиеся при каталитическом окислении, переносятся по электрической цепи 56 к катодному слою 46. Образующиеся при каталитическом окислении протоны переносятся через анодный слой 50 и через электролитный слой 48 к катодному слою 46. На катодном слое 46 окислитель 42 восстанавливается под действием каталитического катодного слоя 46 и электронов,

30 поступающих по цепи 56, и соединяется с протонами с образованием воды.

Могут быть предложены многие другие варианты настоящего изобретения. В то время как описанные выше варианты используют в качестве окислителя кислород воздуха, может быть использован жидкий окислитель с необходимыми модификациями, например органическая жидкость с высокой концентрацией водорода (см. патент US 5185218) или

35 раствор перекиси водорода.

Аналогичным образом, выбор катализатора для изготовления анода и катода не ограничивается катализаторами, выполненными из металлов как те, которые использованы в описанных выше вариантах (см., например, Fuel Cell Systems (eds. Blomen, L.J.M.J. and Mugerwa, M.N.), Plenum Press, New York, 1993, ч.2, стр. 42-52, 63-69; ч.3, стр.

40 88-97, стр. 110; ч.7, 8, 11).

ПРИМЕР 1

Изготовлен топливный элемент, подобный тому, который описан на фиг.1 и в подробном описании, в котором анод и катод имеют площадь по 4 см^2 . В электролитную камеру вводят 6 М КОН, а в топливную камеру вводят смесь 20% метанола и 80% 3 М КОН.

45 Измеряют во времени ток при $U=0,5 \text{ В}$. Ток $5 \pm 1 \text{ мА}$ измеряли в течение 60 мин. График временной зависимости тока приведен на фиг.3а.

ПРИМЕР 2

Измеряют во времени ток при $U=0,5 \text{ В}$ в топливном элементе, как в примере 1, в котором к раствору метанол/КОН добавлено 5 мас.% NaBH_4 . Ток $240 \pm 5 \text{ мА}$ измеряли в

50 течение 90 мин. График временной зависимости тока приведен на фиг.3а.

Изобретение описано с учетом ограниченного числа вариантов, однако, возможно выполнение различных вариантов, модификаций и других применений изобретения.

Формула изобретения

1. Топливная композиция для применения в электрохимическом топливном элементе на основе смеси основного и вспомогательного топлива, которая имеет следующий состав:

- (а) основное топливо, включающее, по меньшей мере, одно соединение с функциональной группой -ОН, представляющее собой поверхностно-активное соединение;
- (b) вспомогательное топливо, включающее, по меньшей мере, одно водородсодержащее неорганическое соединение с высоким восстановительным потенциалом, выбранное из группы, состоящей из гидридов металлов, гидразина и производных гидразина;
- (с) электролит с рН выше приблизительно 7 и
- (d) по меньшей мере одно дополнительное соединение.

2. Топливная композиция по п.1, в которой поверхностно-активное соединение включает, по меньшей мере, одно соединение из группы, состоящей из CH_4O , $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$, $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$, $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$, $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$, $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$, этиленгликоля и глицерина.

3. Топливная композиция по п.1, в которой вспомогательное топливо включает, по меньшей мере, одно соединение из группы, состоящей из LiAlH_4 , NaBH_4 , LiBH_4 , $(\text{CH}_3)_2\text{NHBH}_3$, NaAlH_4 , B_2H_6 , NaCNBH_3 , CaH_2 , LiH , NaNH_2 , KH и бис(2-метоксиэтоксо)дигидрида алюмината натрия.

4. Топливная композиция по п.1, в которой электролитом является водный раствор гидроксида щелочного металла.

5. Топливная композиция по п.1, в которой гидроксидом щелочного металла является КОН.

6. Топливная композиция по п.5, в которой электролит имеет концентрацию КОН от приблизительно 3 М до приблизительно 12 М.

7. Топливная композиция по п.6, в которой концентрация электролита равна 6 М.

8. Топливная композиция по п.1, содержащая от 2 до 60 мас.% основного топлива и от 1 мас.% до насыщения вспомогательного топлива.

9. Топливная композиция для применения в электрохимическом топливном элементе на основе смеси основного и вспомогательного топлив, которая имеет следующий состав:

- (а) основное топливо, включающее, по меньшей мере, одно соединение с функциональной группой -ОН, представляющее собой поверхностно-активное соединение;
- (b) вспомогательное топливо, включающее, по меньшей мере, одно водородсодержащее неорганическое соединение с высоким восстановительным потенциалом, выбранное из группы, состоящей из гидридов металлов, гидразина и производных гидразина, и
- (с) водный раствор с концентрацией КОН 6 М.

10. Топливная композиция для применения в электрохимическом топливном элементе на основе смеси основного и вспомогательного соединений, которая имеет следующий состав:

- (а) основное топливо, включающее, по меньшей мере, одно соединение с функциональной группой -ОН, представляющее собой поверхностно-активное соединение;
 - (b) вспомогательное топливо, включающее, по меньшей мере, одно водородсодержащее неорганическое соединение с высоким восстановительным потенциалом, выбранное из группы, состоящей из гидридов металлов, гидразина и производных гидразина, и
 - (с) электролит с рН выше приблизительно 7;
- в которой топливная композиция содержит от 2 до 60 мас.% основного топлива и от 1 до 60 мас.% вспомогательного топлива.

11. Топливный элемент для генерирования электрического тока, содержащий

- (а) анод;
- (b) катод и
- (с) топливную композицию, включающую, по меньшей мере, одно поверхностно-активное соединение и, по меньшей мере, одно водородсодержащее неорганическое соединение с высоким восстановительным потенциалом.

12. Топливный элемент по п.11, в котором, по меньшей мере, одно из поверхностно-активных соединений является спиртом и, по меньшей мере, одно из водородсодержащих

неорганических соединений выбрано из группы, состоящей из гидридов металлов, гидразина и производных гидразина.

13. Топливный элемент по п.11, в котором водородсодержащее неорганическое соединение выбирают из группы, состоящей из LiAlH_4 , NaBH_4 , LiBH_4 , $(\text{CH}_3)_2\text{NHBH}_3$, NaAlH_4 , B_2H_6 , NaCNBH_3 , CaH_2 , LiH , NaN , KN и бис(2-метоксиэтокс)дигидридалюмината натрия.

14. Способ производства электричества, отличающийся тем, что включает следующие стадии:

(a) обеспечение топливного элемента, который включает катод и анод;

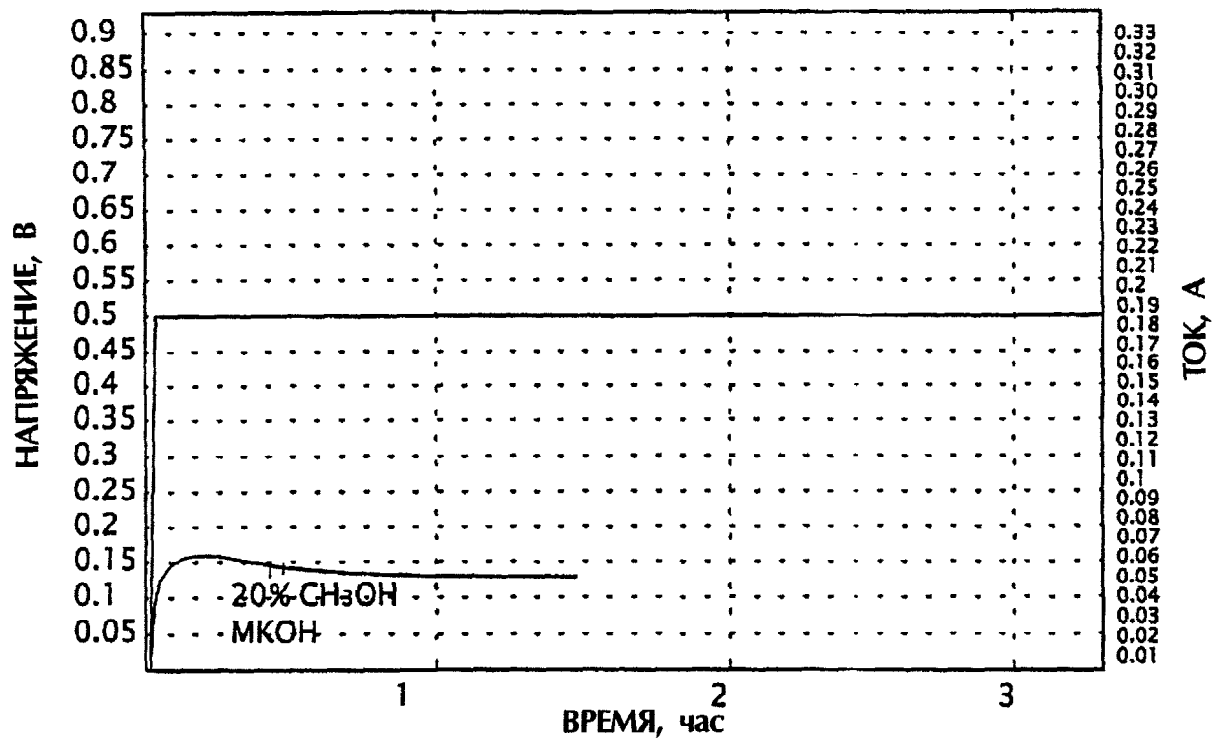
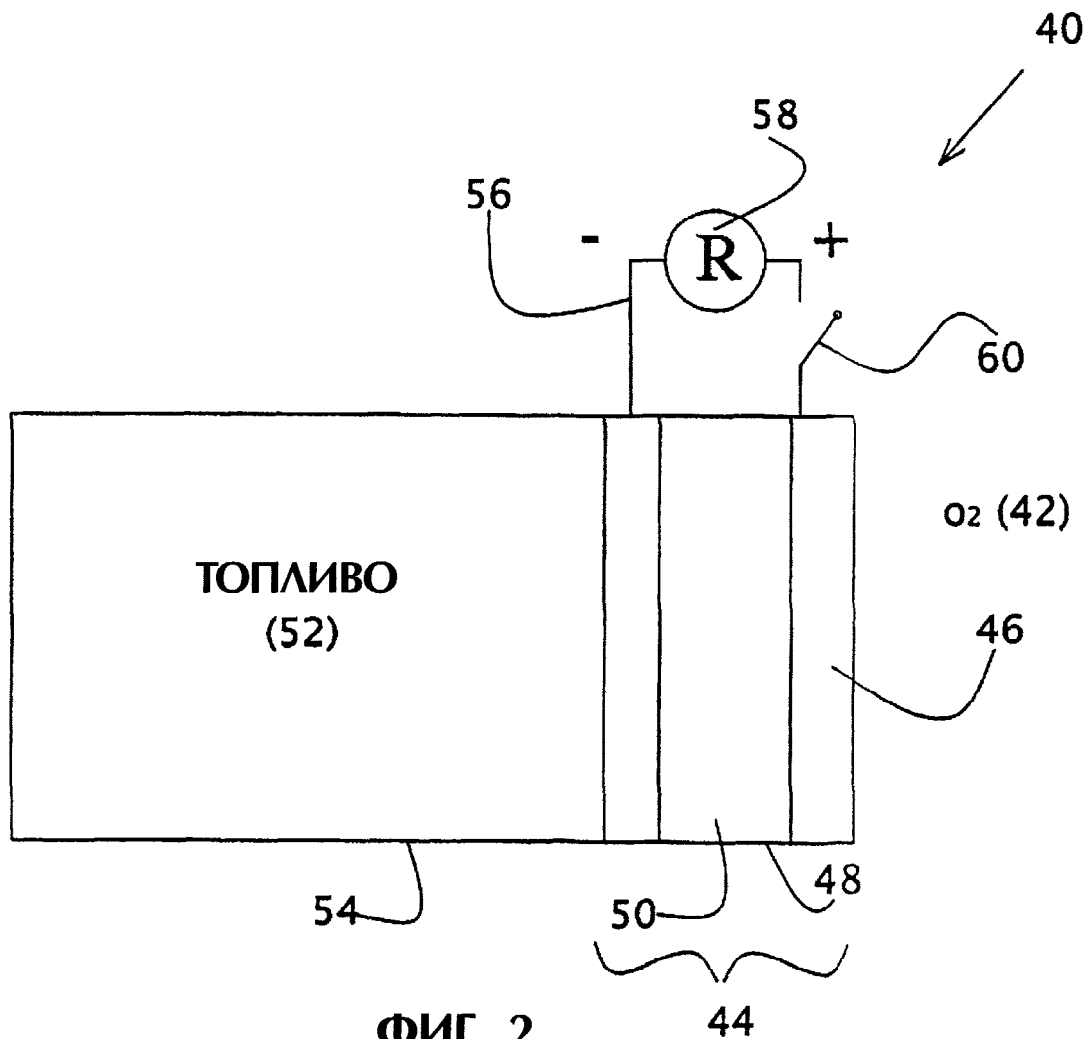
(b) обеспечение топливной композиции, включающей, по меньшей мере, одно водородсодержащее неорганическое соединение с высоким восстановительным потенциалом и, по меньшей мере, одно поверхностно-активное вещество;

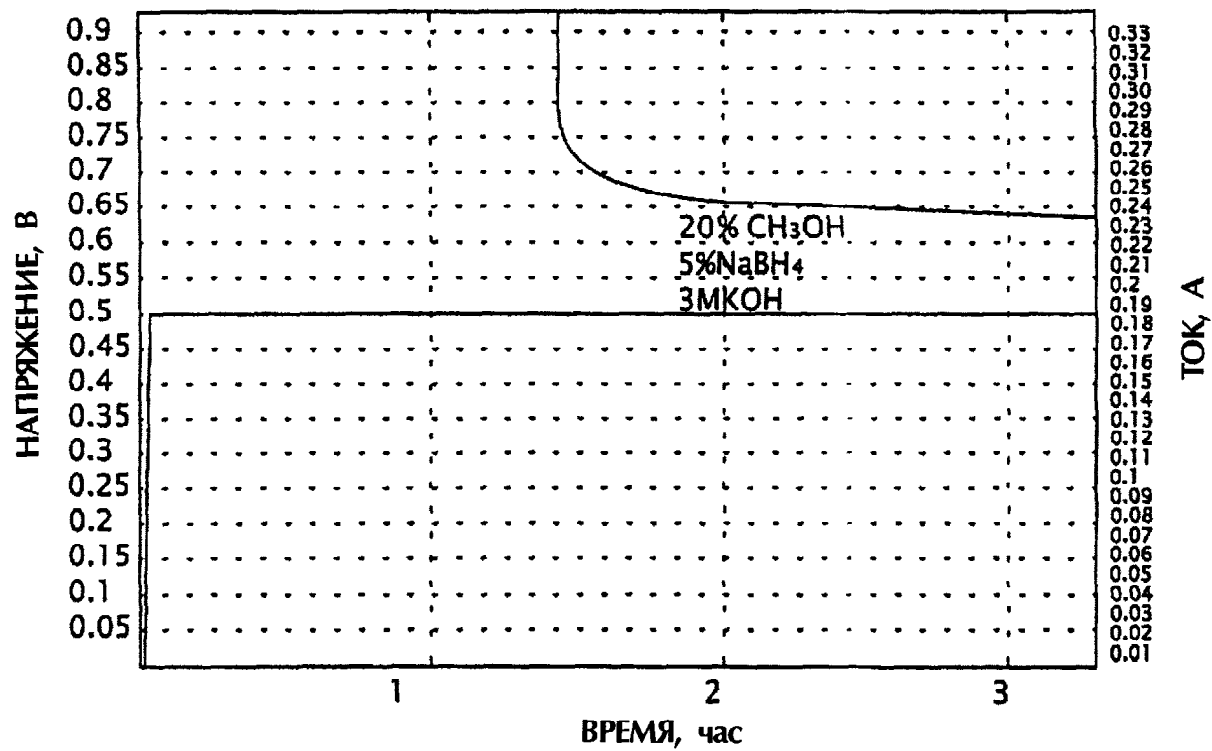
(c) обеспечение цепи, соединяющей катод и анод; и

(d) введение топливной композиции в контакт с анодом с целью окисления топливной композиции.

15. Способ по п.14, отличающийся тем, что, по меньшей мере, одно из поверхностно-активных соединений является спиртом и, по меньшей мере, одно из водородсодержащих неорганических соединений выбирают из группы, состоящей из гидридов металлов, гидразина и производных гидразина.

16. Способ по п.15, отличающийся тем, что водородсодержащее неорганическое соединение выбрано из группы, состоящей из LiAlH_4 , NaBH_4 , LiBH_4 , $(\text{CH}_3)_2\text{NHBH}_3$, NaAlH_4 , B_2H_6 , NaCNBH_3 , CaH_2 , LiH , NaN , KN и бис(2-метоксиэтокс)дигидридалюмината натрия.





ФИГ. 3В