

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В
СООТВЕТСТВИИ С ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности
Международное бюро

(43) Дата международной публикации
18 июня 2020 (18.06.2020)



(10) Номер международной публикации
WO 2020/121015 A1

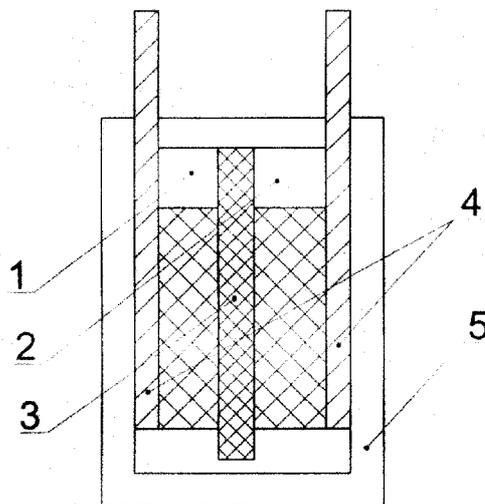
- (51) Международная патентная классификация :
H01G 11/58 (2013.01) *H 01M 10/056* (2010.01)
H01G 11/62 (2013.01)
- (21) Номер международной заявки : РСТ/В 2018/001607
- (22) Дата международной подачи :
14 декабря 2018 (14. 12.2018)
- (25) Язык подачи : Русский
- (26) Язык публикации : Русский
- (71) Заявитель : ГЕЙЗЕР , Бэттериз Оу (**GEYSER, BATTERIES OY**) [FI/FI]; Гринстеп Алатори , 1Б г. Вааса, 65100, г. Vaasa (FI).
- (72) Изобретатели : БЕЛЯКОВ , Алексей Иванович (**BELIAKOV, Aleksey Ivanovich**); ул. Мирная , 40,

кв. 4 г. Курск , 305004, г. Kursk (RU). ХОДЫРЕВ - СКАЯ , Нэля Васильевна (**KHODYREVSKAYA, Nlya Vasilievna**); ул. Менделеева , 18, кв. 3 г. Курск , 305026, г. Kursk (RU). ЗВЯГИНЦЕВ , Михаил Серафимович (**ZVYAGINTSEV, Mikhail Serafimovich**); проспект Энтузиастов , 2а, кв. 131 г. Курск , 305048, г. Kursk (RU).

(81) Указанные государства (если не указано иначе, для каждого вида национальной охраны) : АЕ, АG, АL, АМ, АО, АТ, АU, АZ, ВА, ВВ, ВG, ВН, ВN, ВR, ВW, ВY, ВZ, СА, СH, СL, СN, СO, СR, СU, СZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, ЕC, ЕЕ, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, Ш , IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,

(54) Title: ELECTROCHEMICAL DEVICE FOR STORING ENERGY

(54) Название изобретения : ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ



Фиг.1

(57) **Abstract:** The invention relates to electrical engineering, in particular to the construction of an electrochemical device that accumulates electrical energy and can be used in modern power engineering, for example in devices that accumulate energy from regenerative braking on a mode of transport, as traction batteries for electric transport (electric vehicles, hybrid electric vehicles), and in stand-by power supply systems during operation in continuous float charge mode or trickle charge mode. The proposed invention provides stability of device operation by steadily maintaining a set concentration of electrolyte components on electrodes and increased service life in different modes.

(57) Реферат :Изобретение относится к электротехнике , в частности - к конструкции электрохимического устройства , аккумуля -



WO 2020/121015 A1

SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Указанные государства (если не указано иначе, для каждого вида региональной охраны): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), европейский патент (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Декларации в соответствии с правилом 4.17:

— об авторстве изобретения (правило 4.17 (iv))

Опубликована :

— с отчётом о международном поиске (статья 21.3)

пирующего электрическую энергию, и может быть использовано в современной энергетике, например, в устройствах, аккумулирующих энергию рекуперативного торможения на транспорте, в качестве тяговых батарей для электротранспорта (электромобилях, гибридных электромобилях), в системах аварийного энергоснабжения при работе в режиме постоянного или компенсационного подзаряда. Предлагаемое изобретение обеспечивает стабильность работы устройства за счет устойчивого сохранения заданной концентрации компонентов электролита на электродах, и повышение срока службы в различных режимах.

Электрохимическое устройство для накопления энергии

(Область техники)

Изобретение относится к электротехнике, в частности к конструкции электрохимического устройства, накапливающего электрическую энергию, и может быть использовано в современной энергетике, например, в устройствах, накапливающих энергию рекуперативного торможения на транспорте, в качестве тяговых батарей для электротранспорта (электромобилей, гибридных электромобилей), в системах аварийного энергоснабжения при работе в режиме постоянного или компенсационного подзаряда.

Предшествующий уровень техники.

Известно электрохимическое устройство для накопления энергии, включающее корпус, установленные в нём два углеродных электрода, размещенный между ними сепаратор, пропитанный водным галогенидным электролитом, и коллекторы (патент USA № 8599534 кл. H01G9/155, 2011 г.).

Известное устройство обладает несколькими недостатками: а именно:

- узкие функциональные возможности для накопления энергии и может быть использовано только в качестве гибридного суперконденсатора;
- не может работать, как химический источник тока с высокой удельной энергией, так как фарадеевская реакция протекает только на одном из электродов;
- не может работать, как химический источник тока с высокой удельной энергией, так как запас активного реагента внутри элемента брома Br_2 - недостаточен (высокая концентрация - менее 5 моль/литр (в примерах 1-3 М)), и эксплуатационное напряжение электрохимической пары не превышает 1,0 В;

5 - оба электрода пропитаны водным раствором электролита, а интенсивное расхождение его на одном из электродов вызывает «ионное голодание» в зоне работы этого электрода и диффузные затруднения, так как в конструкции и используется ионообменная мембрана, проводящая только катионы (Na^+), всегда имеющая высокое ионное сопротивление.

Поэтому этот электрохимический конденсатор не может работать и как высокоциклируемый и высокомощный конденсатор с двойным электрическим слоем.

10 Известно высокомощное электрохимическое устройство для накопления энергии конденсаторного типа, включающее корпус, установленную в нём по крайней мере пару углеродных электродов, сепаратор, разделяющий эти электроды, пропитанные водным электролитом, и коллекторы (патент РФ №2 140680, кл. H01G 9/00, 15 1999 F.).

Недостатком конденсатора является низкая энергоёмкость, т.к. электроды из углеродных материалов при работе с водным электролитом (гидроксид натрия или гидроксид калия) имеют реальную величину рабочего напряжения около 1,0 В, а 20 энергоёмкость конденсатора, которая зависит от квадрата рабочего напряжения, ограничена напряжением разложения электролита и электростатической ёмкостью двойного электрического слоя, зависящей от удельной поверхности углеродов.

25 Поэтому для увеличения удельной энергии конденсаторов с двойным электрическим слоем (КДЭС) приходится использовать дорогие и токсические органические электролиты на основе ацетонитрила (2,7 В) и специальные углеродные материалы с высокой удельной поверхностью.

Наиболее близким к прототехнической и сущности и ИИ
 достигаемому результату предлагаемому является электрохимическое
 устройство для накопления энергии, включающее корпус,
 установленные в нем два углеродных электрода, размещенный между
 5 ними сепаратор, пропитанные водным галогенидным электролитом, при
 этом один электрод пропитан водным раствором с концентрацией не
 менее 38% галогенидов элементов первой и/или второй, или третьей
 главных подгрупп периодической системы, или их смесью, а второй
 электрод — водным раствором с концентрацией 1-80% галогенидов
 10 элементов второй и/или третьей группы побочных подгрупп
 периодической системы, или смесью, при этом в качестве электролита
 первого электрода использован водный раствор бромидов натрия или
 бромидов лития, или их смеси, а в качестве электролита,
 пропитывающего второй электрод, использован водный раствор
 15 бромидов цинка или бромидов кадмия, или их смеси (патент РФ №
 2605911, кл. H01G9/145, 2016 г.).

Использование в электрохимическом устройстве для накопления
 энергии разных электролитов на разных электродах обеспечивает работу
 в различных режимах, что дает возможность устройству работать в
 20 качестве химического источника тока, гибридного асимметричного
 конденсатора и конденсатора с двойным электрическим слоем.

Однако существенным недостатком этой системы является то, что в
 процессе хранения и эксплуатации происходит значительное изменение
 концентраций электролитов на поверхности разнополярных электродов
 25 за счет естественного выравнивания концентраций компонентов
 электролитов в общем объеме элемента.

То есть, если в начале на положительном электроде был 550%
 раствор бромидов лития, а на отрицательном — 550% раствор бромидов
 цинка, то через некоторое время в зависимости от температуры и

интенсивности эксплуатации и концентрации ионов в цинка и лития, а стихийным и неконтролируемым образом изменятся.

Элемент 1 такого электрохимического устройства может не соответствовать какому-либо из критериев накопления заряда конденсатора с двойным электрическим слоем (КДЭС), гибридного электрохимического конденсатора, химического источника тока (ХИТ).

Кроме того, в последовательной цепи элементов (например, КДЭС) скорость изменения поверхностных концентраций ионов будет разной, что приведет к разбалансу по емкости и внутреннему сопротивлению и выходу из строя последовательной цепи по «слабому» элементу.

Таким образом, пропитка положительных и отрицательных электродов в разных растворах может привести к снижению работоспособности и надежности срабатывания такого электрохимического устройства.

Раскрытие сущности предлагаемого изобретения:

Техническим результатом, решаемым предлагаемым изобретением, является создание конструкции электрохимического устройства для накопления энергии, обеспечивающей стабильность работы устройства за счет устойчивого сохранения заданной концентрации компонентов электролита на электродах и повышение срока службы в различных режимах.

Технический результат в предлагаемом изобретении достигается созданием электрохимического устройства для накопления энергии, включающего корпус, установленные в нем два углеродных электрода, размещенный между ними сепаратор, пропитанные электролитом, и коллекторы, в котором, согласно изобретению, в качестве электролита использован концентрированный раствор с концентрацией солей 25-65%, катионы которых образованы из смеси элементов первой или второй,

или третьей, или четвертой групп главных подгрупп, или их смесью в любой комбинации групп главных и побочных подгрупп, а анионы или полианионы образованы из элементов в седьмой группы главной подгруппы периодической системы.

5 За счёт подбора в электролите катионов, анионов или полианионов обеспечивается устойчивость в заданной концентрации электролита без снижения концентрации катионов и анионов на протяжении всего периода эксплуатации электрохимического устройства и повышает его срок службы.

10 Кроме того, оптимальная концентрация катионов, анионов или полианионов повышает потенциал заряжения и удельную энергию в анодной и катодной областях электрохимического устройства при хорошей проводимости концентрированного водного раствора электролита; обеспечивающего высокую мощность и возможность

15 эксплуатации устройства в режиме КДЭС, гибридного конденсатора или ХИТ.

Изобретение характеризуется тем, что раствор электролита представляет собой водный раствор.

20 В виду того, что в устройстве с указанными электродами могут использоваться как водные, так и неводные электролиты, предпочтительным является использование ((высокопроводящих) водных растворов неорганических солей.

Растворимость применяемых солей в водном растворителе на порядок выше таковой в промышленно применяемых в настоящее время органических растворителях. А высокая концентрация солей является

25 гарантом надежной эксплуатации устройства в режиме ХИТ.

Изготовление электрохимического устройства с водным электролитом не требует специального оборудования, сухих помещений,

устройство технологично при изготовлении, менее энергозатратно и безопасно при эксплуатации.

Изобретение характеризуется тем, что в качестве электролита использован водный раствор бромидов лития, натрия и кадмия, что позволяет изготовить электрохимическое устройство с рабочим диапазоном напряжений элемента от 1,0 до 1,6В.

Изобретение характеризуется тем, что в качестве электролита использован водный раствор бромидов кальция, натрия и кадмия, что позволяет изготовить электрохимическое устройство с рабочим диапазоном напряжений элемента от 1,0 до 1,7В.

Использование бромида кальция позволит снизить себестоимость электрохимического устройства.

Изобретение характеризуется тем, что в качестве электролита использован водный раствор бромидов цинка, кальция и натрия. Использование бромидов цинка позволяет увеличить диапазон рабочего напряжения элемента до 1,9В.

Изобретение характеризуется тем, что в качестве электролита использован водный раствор бромидов лития, натрия и свинца, что позволяет изготовить электрохимическое устройство с рабочим диапазоном напряжений элемента от 1,0 до 1,6В из широкодоступных материалов.

Изобретение характеризуется тем, что в качестве электролита использован водный раствор бромидов лития, натрия и индия, что позволяет изготовить электрохимическое устройство с рабочим диапазоном напряжений элемента от 1,0 до 1,65В.

Применение предлагаемых вариантов электролитов с использованием водных растворов бромидов с концентрацией 25-65% обеспечивает создание достаточного запаса реагента для осуществления

электрохимической реакции на поверхности углерода в катодной и/или анодной областях потенциалов.

При использовании в электролите разных вариантов катионов, образованных из смеси элементов первой или второй, или третьей, или четвертой групп главных подгрупп, или их смесями в любой комбинации групп главных и побочных подгрупп, а анионов или полианионов, образованных из элементов седьмой группы главной подгруппы периодической системы и подбирая концентрацию этих элементов, дает возможность проектирования и изготовления электрохимических устройств, индивидуально исходя из требований заказчика.

Изобретение характеризуется тем, что в качестве сепаратора использована набухающая мембрана, обеспечивающая ионный транспорт для всех видов ионов, находящихся в растворе.

Это позволяет увеличить электрические характеристики и срок службы устройства за счет достаточного запаса многокомпонентного электролита в сепараторе.

Изобретение характеризуется тем, что раствор электролита представляет собой неводный раствор для повышения рабочего напряжения до 2,5 В на элемент.

За счет подбора в электролите катионов и анионов или полианионов из смеси элементов групп главных и побочных подгрупп периодической системы обеспечивается оптимальная и стабильная концентрация электролита за счет исключения снижения катионов и анионов на электродах при эксплуатации электрохимического устройства.

Это повышает срок службы устройства и стабильность работы в различных режимах в условиях использования его в транспортном средстве (электромобиле, гибридном электромобиле и т.п.) одновременно в качестве конденсатора с ДЭС для пуска двигателя

внутреннего сгорания, в качестве гибридного электрохимического конденсатора для разгона транспортного средства и в качестве ХИТ при движениях и длительного сброса.

5 Технических решений, совпадающих с совокупностью существенных признаков заявляемого изобретения, не выявлено, что позволяет сделать вывод о его соответствии такому условию патентоспособности, как «новизна».

10 Заявляемые существенные признаки заявляемого изобретения, предопределяющие получение указанного технического результата, явным образом не следуют из уровня техники, что позволяет сделать вывод об их соответствии такому условию патентоспособности, как «изобретательский уровень».

Раскрытие графических материалов

15 Сущность заявляемого электрохимического устройства для накопления энергии поясняется нижеследующим описанием и чертежами, где:

На фиг. 1 изображен схематический вид электрохимического устройства;

20 На фиг. 2 показана зарядно-разрядная кривая для данного устройства при постоянном токе.

Лучший вариант исполнения предлагаемого электрохимического устройства для накопления энергии

25 Электрохимическое устройство для накопления энергии имеет разнополярные электроды ((1,2), выполненные из углеродного материала, ионопроницаемый сепаратор ((3), разделяющий электроды, пропитанные электролитом, и коллекторы ((4).

Внутренние элементы устройства помещены в корпус ((5) (фиг. 1).

В качестве ионопроницаемого сепаратора ((3) может быть использована набухающая мембрана.

В зависимости от технологических возможностей и технических задач набухающая мембрана может быть выполнена из целлюлозы или бумаги, или из минеральных волокон со связующим или в виде пористой полиэтиленовой или полипропиленовой пленки.

- 5 В зависимости от технологических возможностей в качестве электролита использован раствор с концентрацией солей 25-65%, катионы которых образованы из элементов первой или второй, или третьей, или четвертой групп главных подгрупп или их смесями в любой комбинации групп, главных и побочных подгрупп, а анионы или
- 10 полианионы образованы из элементов седьмой группы главной подгруппы периодической системы.

Электролит может представлять собой водный раствор бромидов кальция, натрия и кадмия или бромидов лития, натрия и кадмия, или водный раствор бромидов цинка, кальция и натрия, или водный раствор

15 бромидов лития, натрия и свинца, или водный раствор бромидов лития, натрия и индия.

Пример 1

Устройство имеет разнополярные электроды (1,2) из углеродного материала, представляющие собой карточки размером 123x143 мм,

20 вырезанные из углеволокнистого тканого материала типа Бусофит Т-1. Толщина положительного (1) и отрицательного (2) электродов 200 мкм.

В качестве коллектора (4) тока берут биполярный коллектор размером 160x140 мм, выполненный из токопроводящей пленки Coveris Advanced Coatings толщиной 100 мкм.

25 Коллектор (4) по контуру покрыт слоем герметика. Сепаратор (3) размером 155x135 мм выполнен в виде бумаги из минеральных волокон со связующим (типа «Бахит») с порами размером менее 5 мкм.

Электроды (1,2) и сепаратор (3) пропитаны электролитом в виде водного раствора бромидов лития - 16%, натрия - 16% и кадмия - 20%.

Электрохимическое устройство для накопления энергии оптимизировано в качестве конденсатора с двойным электрическим слоем (КДЭС), гибридного электрохимического конденсатора, химического источника тока (ХИТ).

5 Характеристики электрохимического устройства представлены в таблице 1.

Пример 2

10 Электрохимическое устройство по конструкции и технологии выполнено аналогично примеру 1, отличается тем, что электроды и сепаратор пропитаны электролитом в виде водного раствора бромидов кальция – 16%, натрия – 16% и кадмия – 20%.

15 Электрохимическое устройство для накопления энергии оптимизировано в качестве конденсатора с двойным электрическим слоем (КДЭС), гибридного электрохимического конденсатора, химического источника тока (ХИТ).

Характеристики электрохимического устройства представлены в таблице 1.

Пример 3

20 Электрохимическое устройство по конструкции и технологии выполнено аналогично примеру 1, отличается тем, что электроды и сепаратор пропитаны в электролите в виде водного раствора бромидов лития – 16%, натрия – 16% и цинка – 20%.

25 Электрохимическое устройство для накопления энергии оптимизировано в качестве конденсатора с двойным электрическим слоем (КДЭС), гибридного электрохимического конденсатора, химического источника тока (ХИТ).

Характеристики электрохимического устройства представлены в таблице 1.

Пример 4

11

Электрохимическое устройство по конструкции и технологии выполнено аналогично примеру 11, отличается тем, что в качестве сепаратора использована мембрана из полипропилена (Celgard), а электроды и сепаратор пропитаны в электролите в виде водного раствора бромидов лития – 16%, натрия – 16% и индия – 10%.

Электрохимическое устройство для накопления энергии оптимизировано в качестве конденсатора с двойным электрическим слоем (КДЭС), гибридного электрохимического конденсатора химического источника тока (ХИТ).

10 Характеристики электрохимического устройства представлены в таблице 1.

Пример 15

15 Электрохимическое устройство по конструкции и технологии выполнено аналогично примеру 1, отличается тем, что в качестве сепаратора (3) использована мембрана из полипропилена (Celgard), а электроды и сепаратор пропитаны в электролите в виде водного раствора бромидов лития – 12%, натрия – 12% и свинца – 2,3%.

20 Электрохимическое устройство для накопления энергии оптимизировано в качестве конденсатора с двойным электрическим слоем (КДЭС), гибридного электрохимического конденсатора химического источника тока (ХИТ).

Характеристики электрохимического устройства представлены в таблице 1.

Пример 16

25 Электрохимическое устройство по конструкции и технологии выполнено аналогично примеру 11, отличается тем, что в качестве сепаратора использована мембрана из полипропилена (Celgard), а электроды и сепаратора пропитаны в электролите в виде водного раствора бромидов кальция – 447% и цинка – 118%.

Электрохимическое устройство для накопления энергии оптимизировано в качестве конденсатора с двойным электрическим слоем (КДЭС), гибридного электрохимического конденсатора, химического источника тока (ХИТ).

5 Характеристики электрохимического устройства представлены в таблице 1.

Пример 7

10 Электрохимическое устройство по конструкции и технологии выполнено аналогично примеру 1, отличается тем, что электроды и сепаратор пропитаны в электролите в виде водного раствора бромидов лития – 12% и кадмия – 28%.

15 Электрохимическое устройство для накопления энергии оптимизировано в качестве конденсатора с двойным электрическим слоем (КДЭС), гибридного электрохимического конденсатора, химического источника тока (ХИТ).

Характеристики электрохимического устройства представлены в таблице 1.

Пример 8

20 Электрохимическое устройство по конструкции и технологии выполнено аналогично примеру 1, отличается тем, что электроды выполнены из углеволокнистого тканого материала типа Бусофит Т, а электроды и сепаратор пропитаны в электролите в виде водного раствора бромидов кальция – 20%, натрия – 3% и цинка – 2%.

25 Электрохимическое устройство для накопления энергии оптимизировано в качестве конденсатора с двойным электрическим слоем (КДЭС), гибридного электрохимического конденсатора, химического источника тока (ХИТ).

Характеристики электрохимического устройства представлены в таблице 1.

Пример 9

Электрохимическое устройство по конструкции и технологии выполнено аналогично примеру 1, отличается тем, что электроды выполнены из углеволокнистого тканого материала типа Бусофит Т, а
5 электроды и сепаратор пропитаны в электролите в виде водного раствора бромидов кальция - 18%, натрия - 3% и цинка - 2%.

Электрохимическое устройство для накопления энергии оптимизировано в качестве конденсатора с двойным электрическим слоем (КДЭС), гибридного электрохимического конденсатора,
10 химического источника тока (ХИТ).

Характеристики электрохимического устройства представлены в таблице 1.

Пример 10

Электрохимическое устройство по конструкции и технологии выполнено аналогично примеру 1, отличается тем, что в качестве
15 сепаратора (3) использована мембрана из полипропилена (Celgard), а электроды (1,2) и сепаратор (3) пропитаны в электролите в виде водного раствора бромидов кальция - 16%, натрия - 16% и кадмия - 20%.

Электрохимическое устройство для накопления энергии оптимизировано в качестве конденсатора с двойным электрическим
20 слоем (КДЭС), гибридного электрохимического конденсатора, химического источника тока (ХИТ).

Характеристики электрохимического устройства представлены в таблице 1.

25 Пример 11

Электрохимическое устройство по конструкции и технологии выполнено аналогично примеру 1, отличается тем, что в качестве сепаратора (3) использована набухающая мембрана из целлюлозной пленки, а электроды и сепаратор пропитаны в электролите в виде

водного раствора (бромидов кальция – 116%, натрия – 116% и кадмия – 20%.

Электрохимическое устройство для накопления энергии оптимизировано в качестве конденсатора с двойным электрическим слоем (КДЭС), гибридного электрохимического конденсатора, химического источника тока (ХИТ).

Характеристики электрохимического устройства представлены в таблице 1.

Пример 12

Устройство имеет разнополярные электроды (1,2) из углеродного материала, представляющие собой карточки размером 80x96 мм, вырезанные из углеволокнистого тканого материала типа Бусофит Т-1. Толщина положительного (1) и отрицательного (2) электродов 200 мкм.

В качестве коллектора (4) тока берут биполярный коллектор размером 90x107 мм, выполненный из графитовой фольги толщиной 200 мкм. Коллектор (4) по контуру покрыт слоем герметика.

Сепаратор размером 84x100 мм выполнен в виде бумаги из минеральных волокон со связующим (типа «Бахит»).

Электроды и сепаратор пропитаны в электролите в виде неводного раствора 35% бромида цинка и 1,1% брома в пропиленкарбонате.

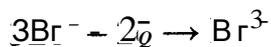
Электрохимическое устройство для накопления энергии оптимизировано в качестве конденсатора с двойным электрическим слоем (КДЭС), гибридного электрохимического конденсатора, химического источника тока (ХИТ).

Характеристики электрохимического устройства представлены в таблице 1.

На фиг. 2 изображены типичные зарядно-разрядные кривые для устройства (27В) с трехкомпонентным электролитом в составе: 16% Ca, 16% Na, 20% Cd.

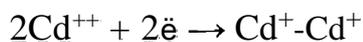
В интервале напряжений 2-20 В на прямолинейном участке разрядной кривой происходит заряд двойного электрического слоя, формируемого на отрицательном ((2) электроде из гидратированных ионов Na^+ , Ca^+ и частично Cd^{++} , а на положительном ((1) электроде из гидратированных ионов Vg^- .

Далее, перегиб зарядной кривой в интервале напряжений 20-25В свидетельствует о протекании фарадеевской реакции на положительном электроде :



В этом диапазоне напряжений устройство становится «гибридным», т.е. на одном из электродов протекает окислительно-восстановительная реакция, а на другом – заряд двойного электрического слоя.

На участке зарядной кривой 25-27В отмечен дополнительный прямолинейный участок, отвечающий началу фарадеевской реакции на отрицательном электроде, характеризующийся частичным восстановлением ионов Cd^{++} :



Таким образом, на рабочем напряжении 27В устройство имеет все признаки химического источника тока, т.е. протекание электрохимических реакций на обоих электродах.

Разряд устройства происходит в обратной последовательности реакций и процессов. Хотя, практически могут начаться все 3 процесса одновременно, участвуя в разной степени на разных участках разрядной кривой.

Из приведенных в таблице 1 экспериментальных результатов испытаний предлагаемого устройства можно сделать вывод, что данное электрохимическое устройство при работе в различных режимах позволяет поддерживать требуемую концентрацию реагента на

поверхности электрода, обеспечивающую стабильную работу устройства .

При этом при концентрации раствора солей менее 25% (пример 9) происходит снижение электрических характеристик .

5 При концентрации раствора солей более 65% происходит кристаллизация раствора , что исключает его использование .

Использование в качестве сепаратора (3) набухающей мембраны дает увеличение электрических характеристик .

10 Таким образом , заявленное электрохимическое устройство для накопления энергии соответствует условию патентоспособности «промышленная применимость» .

Предлагаемая конструкция электрохимического устройства для накопления энергии по сравнению с прототипом имеет более высокий срок службы , является более стабильной в работе в различных режимах за счет устойчивого сохранения заданной концентрации компонентов электролита на электродах при работе в качестве химического источника тока , гибридного конденсатора и конденсатора с двойным электрическим слоем

Табл. 1. Характеристики электрохимического устройства, описанные в примерах.

№ примера	Ток заряда, А	Ток разряда, А	Напряжение, В	Емкость, Ф	Запасаемая энергия, кДж/кг	Внутреннее сопротивление, мОм	Функции
Пример 1	20	10	1,6	1290	91,7	2,1	КДЭС Гибридный электрохими- ческий конденсатор ХИТ
Пример 2	20	10	1,6	1200	84,8	1,53	
Пример 3	20	10	1,85	960	88,8	1,75	
Пример 4	5	5	1,6	720	63,4	5,8	
Пример 5	5	5	1,6	300	25,3	2,6	
Пример 6	20	10	1,9	535	48,3	3,9	
Пример 7	20	10	1,6	1412	95,0	2,37	
Пример 8	10	10	1,8	360	28,4	2,5	
Пример 9	10	10	1,8	240	21,6	2,7	
Пример 10	20	10	1,6	975	67,4	2,1	
Пример 11	20	10	1,6	1500	96,0	5,4	
Пример 12	5	0,5	2,3	42	17,7	93,8	

«Формула изобретения

1. Электрохимическое устройство для накопления энергии, включающее корпус, установленные в нем два углеродных электрода, сепаратор, размещенный между электродами, пропитанные электролитом, и коллекторы, отличающееся тем, что в качестве электролита использован раствор с концентрацией солей 25-65%, катионы которых образованы из смеси элементов первой или второй, или третьей, или четвертой групп главных подгрупп или их смесью в любой комбинации групп, главных и побочных подгрупп, а анионы или полианионы образованы из элементов седьмой группы главной подгруппы периодической системы.

2. Электрохимическое устройство для накопления энергии по п. 1, отличающееся тем, что раствор электролита представляет собой водный раствор.

3. Электрохимическое устройство для накопления энергии по п.п. 1, 2, отличающееся тем, что в качестве электролита использован водный раствор бромидов кальция, натрия и кадмия.

4. Электрохимическое устройство для накопления энергии по п.п. 1, 2, отличающееся тем, что в качестве электролита использован водный раствор бромидов лития, натрия и кадмия.

5. Электрохимическое устройство для накопления энергии по п.п. 1, 2, отличающееся тем, что в качестве электролита использован водный раствор бромидов цинка, кальция и натрия.

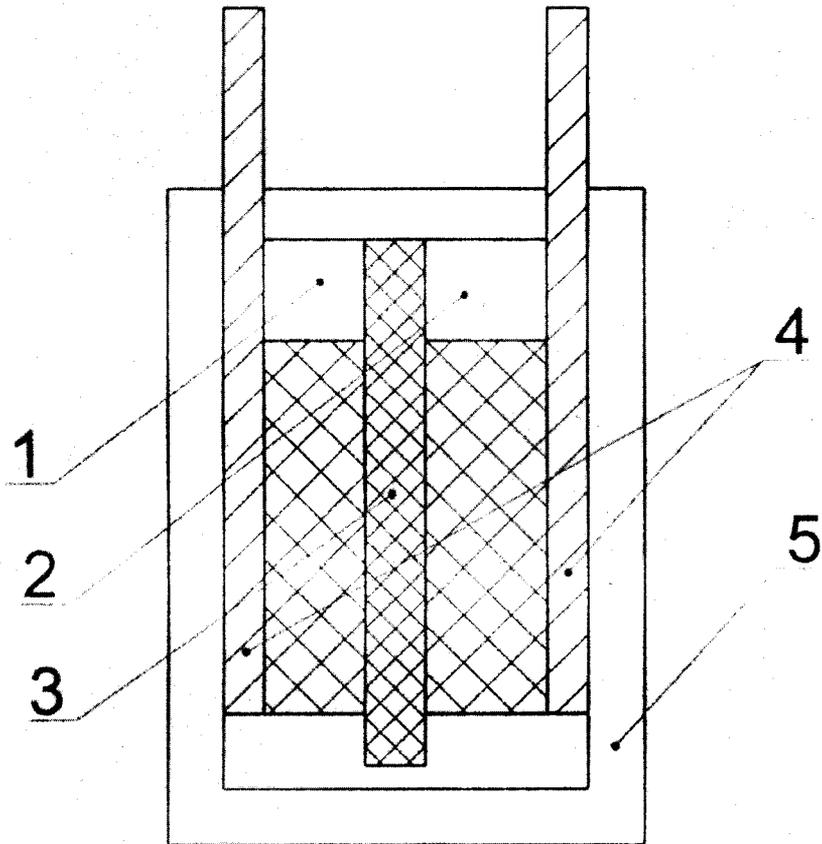
6. Электрохимическое устройство для накопления энергии по п.п. 1, 2, отличающееся тем, что в качестве электролита использован водный раствор бромидов лития, натрия и свинца.

7. Электрохимическое устройство для накопления энергии по п.п. 1, 2, отличающееся тем, что в качестве электролита использован водный раствор бромидов лития, натрия и индия.

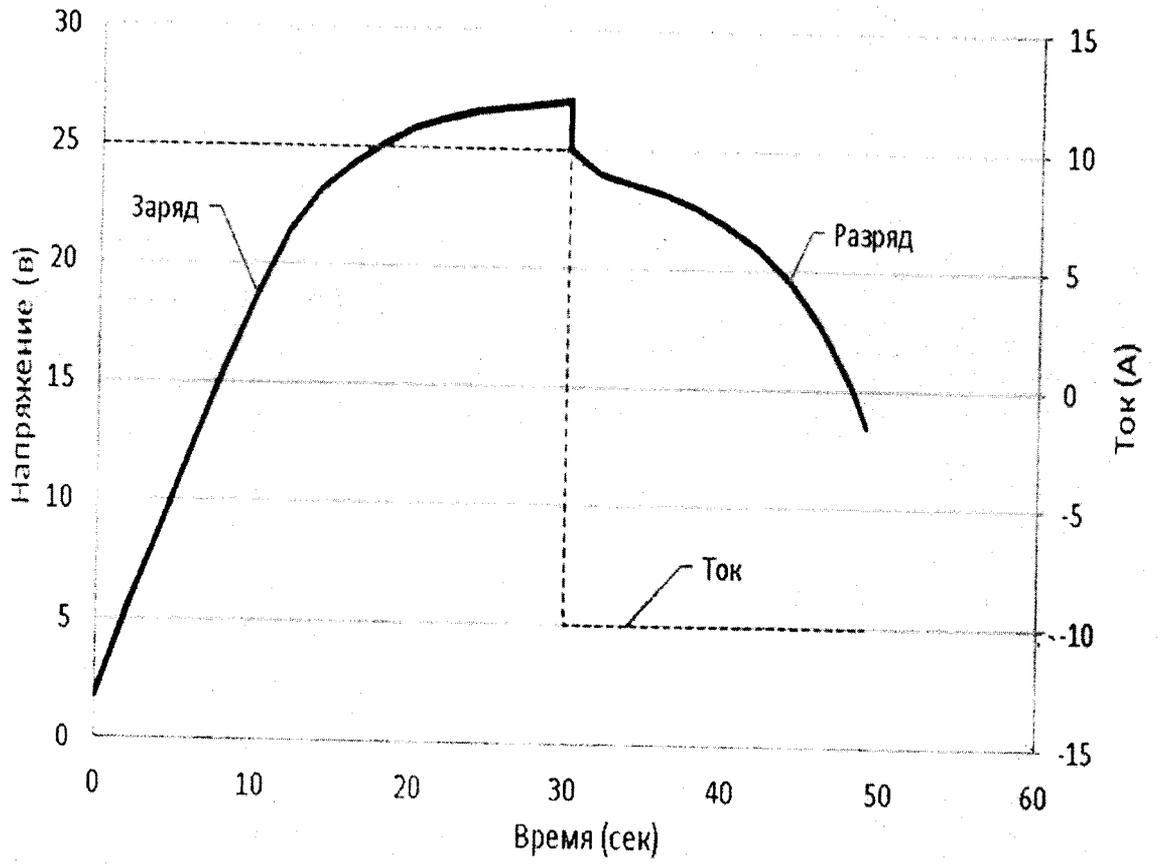
8. Электрохимическое устройство для накопления энергии по п. 1, отличающееся тем, что в качестве сепаратора использована набухающая мембрана.

9. Электрохимическое устройство для накопления энергии по п. 1, отличающееся тем, что раствор электролита представляет собой неводный раствор.

1/2



Фиг.1



Фиг.2

ОТЧЁТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка №
PCT/18/0016077

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ НОЮ 11/58; НОЮ 11/62; НОМ 10/056		
Согласно международной патентной классификации (МПК -8):		
В. ОБЛАСТИ ПОИСКА		
Проверенный минимум документации (система классификации и индексы) МПК -8: НОЮ 11/58; НОМ 10/056		
Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки		
Электронная база данных, использованная при поиске (название базы и, если возможно, поисковые термины): EPO-Internal, WPI Data		
С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:		
Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
X	CN 106 783 216 A (UNI V NANJING TECH) 31 мая 2017 (2017-05-31)	1, 2, 8, 9
Y	Стр. 1, строка 3-8; п.п. 1-2 формулы; пример 1	4
A		3, 5, 7
Y	RU 2014 104446 A (BELJAKOV ALEKSEJ IVANOVICH [RU]) 20 августа 2015 (2015-08-20) реферат	4
A	US 2013/309592 A1 (DATTA RAVINDRA [US] ET AL) 21 ноября 2013 (2013-11-21) абзац [0031]; п.п. 1, 8 формулы	1-9
A	US 7 833 660 B1 (ZHANG SHENGSHUI [US] ET AL) 16 ноября 2010 (2010-11-16) п.п. 1, 22 формулы	1-9
<input checked="" type="checkbox"/> последующие документы указаны в продолжении графы <input type="checkbox"/> данные о патентах-аналогах указаны в приложении С.		
* Особые категории ссылочных документов:		Т более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения
А документ, определяющий общий уровень техники		X документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну и изобретательский уровень
Е более ранний документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее		Y документ, порочащий изобретательский уровень в сочетании с одним или несколькими документами той же категории
О документ, относящийся к устному раскрытию, эскизно-визуально и т.д.		& документ, являющийся патентом-аналогом
Р документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета и т.д.		"&" документ, являющийся патентом-аналогом
"P" документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета.		
Дата действительного завершения международного поиска: 20 сентября 2019 (20.09.2019)		Дата отправки настоящего отчёта о международном поиске: 30 сентября 2019 (30.09.2019)
Наименование и адрес Международного поискового органа: EP		Уполномоченное лицо: Телефон №

ОТЧЁТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка №
PCT/IB 2018/001607

С. (Продолжение), ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ		
Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
А	US 2017/324072 A1 (YIN HUAYI [US] ET AL) 9 ноября 2017 (2017-11-09) Абзац [0068]	1-9

ОТЧЁТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ
Информация о патентах-аналогах

Международная заявка №
PCT/IB 2018/001607

Патентный документ, протитированный в отчёте поиске	Дата публикации	Патент(ы)- аналог(и)	Дата публикации
CN 106783216 A	31-05-2017	НЕТ	
RU 2014104446 A	20-08-2015	НЕТ	
US 2013309592 A1	21-11-2013	НЕТ	
US 7833660 B1	16-11-2010	НЕТ	
US 2017324072 A1	09-11-2017	НЕТ	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2018/00 1607

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01G11/58 H01GU/62 H01M10/056
 ADD .
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01G H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internat I, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 106 783 216 A (UNIV NANJING TECH) 31 May 2017 (2017-05-31)	1,2,8,9
Y	page 1, lines 3-8; claims 1-2; example 1	4
A		3,5-7
Y	----- RU 2014 104446 A (BELJAKOV ALEKSEJ IVANOVICH [RU]) 20 August 2015 (2015-08-20) abstract	4
A	----- US 2013/309592 A1 (DATTA RAVINDRA [US] ET AL) 21 November 2013 (2013-11-21) paragraph [0031]; claims 1,8	1-9
A	----- US 7 833 660 B1 (ZHANG SHENGSHUI [US] ET AL) 16 November 2010 (2010-11-16) claims 1,22	1-9
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 September 2019

Date of mailing of the international search report

30/09/2019

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lescop, Emmanuelle

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/IB2018/001607

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2017/324072 A1 (YIN HUAYI [US] ET AL) 9 November 2017 (2017-11-09) paragraph [0068] -----	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2018/001607

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
CN 106783216	A	31-05-2017	NONE
RU 2014104446	A	20-08-2015	NONE
US 2013309592	A1	21-11-2013	NONE
US 7833660	B1	16-11-2010	NONE
US 2017324072	A1	09-11-2017	NONE