



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21), (22) Заявка: **2008116988/09, 28.04.2008**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.04.2008(43) Дата публикации заявки: **10.11.2009**(45) Опубликовано: **10.03.2010** Бюл. № 7(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **RU 92007482 А, 27.12.1996. RU 2101793 С1,
10.01.1998. EP 0200327 А2, 05.11.1986. US
4713731 А, 15.12.1987.**

Адрес для переписки:

**630097, г.Новосибирск-97, а/я 21, В.В.
Скорому**

(72) Автор(ы):

Коробейников Сергей Миронович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

**Закрытое акционерное общество "СИБЕЛ"
(RU)****(54) ИМПУЛЬСНЫЙ НАКОПИТЕЛЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к электротехнике и может использоваться, в частности, при проектировании и изготовлении импульсных емкостных накопителей энергии. Техническим результатом изобретения является увеличение емкости импульсного накопителя электрической энергии. Согласно изобретению импульсный накопитель электрической энергии включает размещенный между электродами жидкий полярный диэлектрик,

при этом между электродами накопителя установлены последовательно друг за другом несколько мембран с ионообменными свойствами таким образом, чтобы к аноду накопителя примыкали мембраны с катионообменным покрытием, а к катоду - мембраны с анионообменным покрытием. В качестве полярного жидкого диэлектрика может быть выбрана деионизованная вода или глицерин. 3 з.п. ф-лы, 3 ил.

RU 2 383 957 C2

RU 2 383 957 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2008116988/09, 28.04.2008**

(24) Effective date for property rights:
28.04.2008

(43) Application published: **10.11.2009**

(45) Date of publication: **10.03.2010 Bull. 7**

Mail address:
630097, g.Novosibirsk-97, a/ja 21, V.V. Skoromu

(72) Inventor(s):

Korobejnikov Sergej Mironovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Zakrytoe aktsionernoe obshchestvo "SIBEL" (RU)

(54) PULSED ELECTRIC POWER STORAGE UNIT

(57) Abstract:

FIELD: electrical engineering.

SUBSTANCE: invention relates to electrical engineering and can be used in designing and producing pulsed electric power storage units. In compliance with this invention, proposed storage unit comprises fluid dipole dielectric arranged between electrodes. Note here that several

membranes with ion-exchange properties are arranged in series between said electrodes so that cation-exchange coat membranes adjoin storage unit anode, while anion-exchange coat membranes adjoin cathode. Polar fluid dielectric can represent deionised water or glycerine.

EFFECT: increased capacity of storage unit.

4 cl, 3 dwg

RU 2 3 8 3 9 5 7 C 2

RU 2 3 8 3 9 5 7 C 2

Изобретение относится к электротехнике и может использоваться, в частности, при проектировании, изготовлении и использовании жидкой электрической изоляции в импульсных емкостных накопителях энергии.

Известно, что одним из путей уменьшения габаритов и увеличения мощности электротехнических устройств является использование жидкой электрической изоляции (ЖЭИ) с высокой электрической прочностью. Использование ЖЭИ для импульсных емкостных накопителей энергии позволяет получать высокие параметры по удельному энергозапасу электрической энергии, определяемой по формуле:

$$W = \epsilon_0 \epsilon E^2 / 2$$

где ϵ_0 - электрическая постоянная; ϵ - диэлектрическая проницаемость ЖЭИ; E - электрическая прочность емкостного накопителя.

При этом используемый в накопителе полярный диэлектрик должен отвечать ряду жестких требований:

- иметь высокие значения диэлектрической проницаемости ϵ , т.к. чем она выше, тем меньше будут габаритные размеры емкостного накопителя;

- иметь высокие значения электрической прочности E , что также позволяет либо уменьшить габариты емкостного накопителя, либо повысить его предельную мощность;

- иметь стабильные временные параметры;

- быть негорючим и нетоксичным, чтобы электрические накопители не представляли собой источники пожарной и токсикологической опасности;

- быть доступным по цене, чтобы продукция была востребована потребителем;

- быть экологически чистым продуктом, чтобы после утилизации не подвергать природу загрязнению и не затрачивать значительные финансовые и материальные ресурсы на утилизацию ЖЭИ.

Известен способ увеличения емкости импульсного накопителя электрической энергии путем создания в воде полупроводящих, т.н. «диффузионных» слоев в приэлектродных областях, см.:

- Рютов Д.Д. Диффузионные электроды для Исследования пробоя жидких диэлектриков. Препринт ИЯФ СО АН СССР, 1971, 15 с.;

- Кругляков Э.П. и др. Исследование диффузионных электродов при пробое воды. ЖТФ, 1980, т.50, в.5, С.993.

Суть способа заключается в том, что используются специальные пористые электроды, и через их поры продавливается водный (у нижнего электрода) или спиртовой (у верхнего электрода) электролит, с тем чтобы он распределился вблизи поверхности электрода и создал тем самым области с повышенной электропроводностью. Это позволило увеличить импульсную электрическую прочность воды примерно в 3-4 раза, а емкость накопителя - примерно в 1,5-2 раза.

Основным недостатком известного способа является неконтролируемое расплывание слоев во времени, наблюдаемое после окончания воздействия электрического импульса.

Известен также способ увеличения емкости импульсного накопителя электрической энергии путем создания полупроводящих «теплодиффузионных» слоев в глицерине, см.:

- Korobeynikov S.M., Yanshin E.V., Ovchinnikov I.T., Yanshin K.V., Sarin S.G., Kopylov V.M., Klepikov A.V. Physical processes limiting the pulse energy release in liquid dielectrics.

Conf. Record of International Conference on Pulse Power. Albuquerque, 10-14 July 1995, 2 p.;

- Способ увеличения импульсной электрической прочности промежутков с жидким

диэлектриком и электроизоляционная композиция для импульсных емкостных накопителей энергии. А.С. СССР №1688725, Кл. H01G 4/02, 1991.

5 Суть способа заключается в том, что за счет импульсного нагрева электродов удавалось снижать вязкость жидкости вблизи электрода, тем самым повышалась электропроводность, т.к. в менее вязкой жидкости носители заряда движутся со значительно более высокими скоростями, чем в жидкости с высокой вязкостью.

10 Основным недостатком известного способа также является нестабильность параметров емкостного накопителя, связанная с неоднородностью разогрева жидкости вблизи протяженных электродов, необходимости охлаждения всей системы после каждого импульса и импульсного нагрева перед каждым импульсом.

15 Наиболее близким к заявляемому способу является способ увеличения емкости импульсного накопителя электрической энергии путем создания приэлектродной проводимости за счет специального подбора пар материалов металлических электродов и инъекции зарядов из них (медь - анод, сталь - катод), см.: Zahn M., Y. Ohki, D. B. Fenneman, R. J. Gripshover, and V. H. Gehman. Dielectric Properties of Water and Water/Ethylene Glycol Mixtures for Use in Pulsed Power System Design. Proceedings of the IEEE 74, 1182-1221, September 1986. Способ позволяет получать более стабильные во
20 времени параметры электрического накопителя энергии.

Основным недостатком известного способа является незначительный прирост увеличения емкости. Связано это с невозможностью создания высокой электропроводности в приэлектродных областях из-за того, что электроды являются
25 металлическими и не могут инжектировать достаточного количества ионов.

Задачей, решаемой настоящим изобретением, является устранение указанного недостатка, а именно значительное повышение емкости электрического накопителя энергии при сохранении высокой стабильности его параметров во времени.

30 Указанная задача в способе увеличения емкости жидкостного накопителя электрической энергии, включающем размещение между электродами жидкого полярного диэлектрика, достигается тем, что между электродами накопителя устанавливаются последовательно друг за другом несколько мембран с ионообменными свойствами таким образом, чтобы к аноду накопителя примыкали катионообменные мембраны, а к катоду - анионообменные мембраны.

35 Заявляемый способ позволяет создать стабильные электропроводные приэлектродные слои, позволяющие уменьшить эффективный межэлектродный зазор, а значит, повысить импульсную электрическую прочность электротехнических устройств с жидкой электрической изоляцией и тем самым повысить плотность
40 импульсно запасаемой энергии.

Для повышения электрической прочности изоляции накопителя энергии между мембранами однотипной и разнотипной проводимости располагают слой жидкого и/или гелеобразного и/или твердого полярного диэлектрика, что позволяет повысить
45 стабильность электрического накопителя за счет исключения перемешивания слоев при эксплуатации.

Для повышения электрической емкости накопителя в качестве полярного жидкого диэлектрика может быть выбрана деионизованная вода ($\epsilon \sim 80$) или глицерин ($\epsilon \sim 40$), обладающие более высокими диэлектрическими проницаемостями по сравнению,
50 например, с часто используемым трансформаторным маслом ($\epsilon \sim 2,4$).

В качестве твердой ионообменной мембраны может быть использована пористая структура, покрытая ионообменным лаком.

В качестве твердой ионообменной мембраны может быть использована структура

из зерен ионообменных смол, покрытая ионообменным лаком.

В качестве гелеобразной ионообменной мембраны может быть использован гелеобразный полярный диэлектрик, внутрь которого введены частицы, покрытые ионообменным лаком.

5 Таким образом, заявляемый способ позволяет создать накопитель энергии с ЖЭИ, электроды которого разделены между собой несколькими полупроводящими слоями, позволяющими существенно увеличить электрическую емкость накопителя, что не имеет аналогов среди известных накопителей с ЖЭИ, а значит, удовлетворяет
10 критерию «изобретательский уровень».

На фиг.1 представлен вариант реализации заявляемого способа - накопитель электрической энергии с ЖЭИ. Устройство содержит: катод 1, анод 2, полярный жидкий диэлектрик 3, анионообменные мембраны 4 и катионообменные мембраны 5, которые установлены в диэлектрический корпус 6, через который выведены катодная
15 клемма 7 и анодная клемма 8.

У катода 1 расположены специальные электропроводящие слои, состоящие из анионообменных мембран 4, пространство между которыми заполнено ЖЭИ, в качестве которого использован полярный диэлектрик, например вода. У анода 2
20 расположены специальные электропроводящие слои, состоящие из катионообменных мембран 5, пространство между которыми также заполнено ЖЭИ. Общим свойством ионообменных мембран является униполярная проводимость, т.е. у анионообменной мембраны ток проводят только анионы, у катионообменной мембраны - только катионы.

25 Устройство (фиг.1) работает следующим образом. Перед подачей импульса высокого напряжения между катодом 1 и анодом 2 прикладывают предварительное напряжение, которое на структурах накопителя создает картину распределения электропроводности в межэлектродном промежутке, представленную на фиг.2.
30 Области мембран (4) и (5) имеют самую высокую проводимость, вблизи мембран образуется переходной слой с высокой электропроводностью. Размер области, где скапливаются ионы, определяется диффузией ионов от поверхности мембран вглубь промежутка. Величина заряда в области электропроводного слоя определяется протекшим током и длительностью приложения напряжения. Электрическое поле
35 сосредотачивается в центральной части промежутка, что соответствует увеличению емкости. При приложении высоковольтного импульса напряженность поля как в мембране, так и в области, непосредственно прилегающей к мембране, будет незначительна. Примерное распределение электрического поля по промежутку
40 показано на фиг.3. За счет вытеснения поля вглубь промежутка происходит динамическое увеличение емкости, а также увеличивается импульсная электрическая прочность. Как известно, импульсная электрическая прочность жидкостей определяется, главным образом, процессами зажигания разряда, которые начинаются в приэлектродных областях (см. Коробейников С.М. Пузырьковая модель зажигания
45 импульсного электрического разряда в жидкостях. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, Томск, 1998, 42 с.). Если напряженность поля недостаточна для развития процессов зажигания разряда, то в электродной системе не происходит пробой. Необходимо увеличить напряжение
50 на промежутке, чтобы инициировать пробой. Таким образом, происходит увеличение емкости, импульсной электрической прочности и плотности запасаемой энергии. Импульсное напряжение прикладывается к накопителю таким образом, чтобы подвижные ионы из мембран 4 и 5 инжестировались в ЖЭИ 3.

Вариант 1. В качестве электродов используются плоские пластины из нержавеющей стали. В качестве полярного диэлектрика используется деионизованная вода. В качестве анионообменной мембраны используется мембрана МА40 (Россия), в качестве катионообменной мембраны используется мембрана МК40 (Россия).

Вариант 2. В качестве электродов используются коаксиальные электроды из нержавеющей стали. В качестве полярного диэлектрика используется глицерин. В качестве анионообменной мембраны используется мембрана АМН-РАD (Чехия), в качестве катионообменной мембраны используется мембрана Nation (США).

Вариант 3. В качестве электродов используются электроды со слабо искривленной поверхностью, выполненные из нержавеющей стали (полусферические электроды). В качестве полярного диэлектрика используется деионизованная вода. В качестве анионообменной мембраны используется мембрана АМН-РЕS (Чехия), в качестве катионообменной мембраны используется мембрана RALEX CM (Чехия).

Вариант 4. В качестве электродов используются дискообразные электроды из нержавеющей стали. В качестве жидкой электрической изоляции используется деионизованная вода. В качестве катионообменной мембраны используется мембрана МК40 (Россия), а в качестве анионообменной мембраны используется мембрана МА40 (Россия).

Вариант 5. Для регулирования электропроводности ЖЭИ в деионизованную воду вводятся добавки. В качестве одной из добавок используется глицин, в количестве до 0.01 Моль/л. Электропроводность ЖЭИ удавалось увеличить в три-пять раз.

Вариант 6. Для накопителей энергии при коротких импульсах напряжения (менее 1 мсек) используются гомогенные мембраны типа МК100 (Россия) и МА100 (Россия), т.к. электропроводность гомогенных мембран в 3-5 раз превышает электропроводность гетерогенных мембран типа МК40 (Россия) и МА40 (Россия).

При указанных вариантах реализации способа электропроводность деионизованной воды составляла 1-10 мкСм/м, при этом максвелловское время релаксации превышало 100 мксек. Электропроводность мембран МК40 и МА40 в воде составляла 20-100 мСм/м, при этом максвелловское время релаксации составляет порядка 1 нс. Электропроводность мембран АМН-РЕS, АМН-РАD, RALEX в воде составляла 50-200 мСм/м. Наиболее высокую электропроводность показала мембрана Nafion, более 10 См/м. Электропроводность глицерина была ниже электропроводности воды примерно в 10 раз, тогда как электропроводность мембран в глицерине была ниже в 100-1000 раз.

При использовании полусферических электродов, на которых были закреплены ионообменные мембраны типа МК40 и АМН-РАD, импульс напряжения имел передний фронт 2 мкс, задний фронт 100 нс. Максимальная напряженность электрического поля, измеренная с помощью эффекта Керра, в ячейке без мембран достигала 300 кВ/см, после установки мембран достигала 900 кВ/см. При этом увеличение емкости достигало 2-кратного размера, а увеличение запасаемой энергии - трехкратного размера.

Формула изобретения

1. Импульсный накопитель электрической энергии, включающий размещенный между электродами жидкий полярный диэлектрик, отличающийся тем, что между электродами накопителя устанавливаются последовательно друг за другом несколько мембран с ионообменными свойствами таким образом, чтобы к аноду накопителя примыкали мембраны с катионообменным покрытием, а к катоду - мембраны с

анионо-обменным покрытием.

2. Накопитель по п.1, отличающийся тем, что в качестве полярного жидкого диэлектрика выбрана деионизованная вода.

5 3. Накопитель по п.1, отличающийся тем, что в качестве полярного жидкого диэлектрика выбран глицерин.

4. Накопитель по п.1, отличающийся тем, что в качестве твердой ионообменной мембраны использована пористая структура, покрытая ионообменным лаком.

10

15

20

25

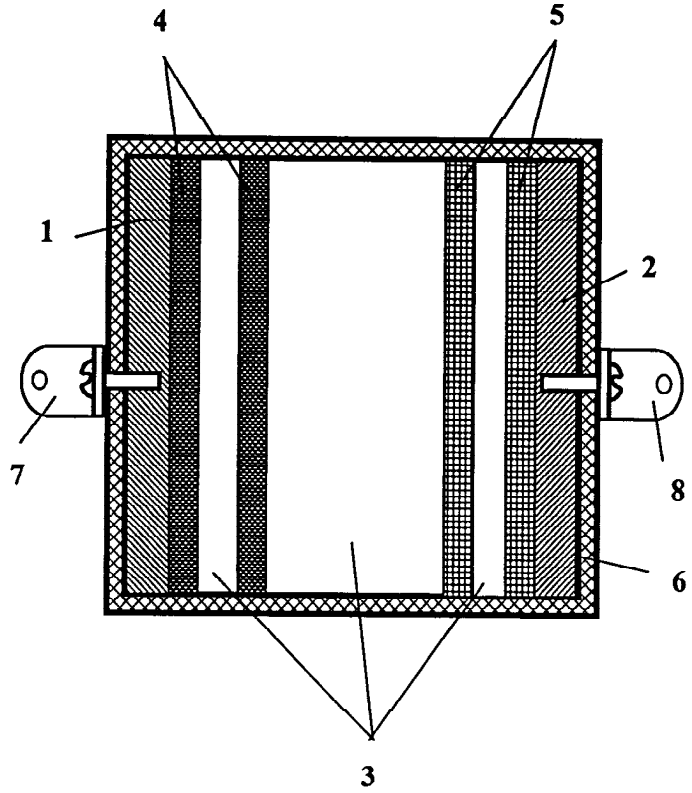
30

35

40

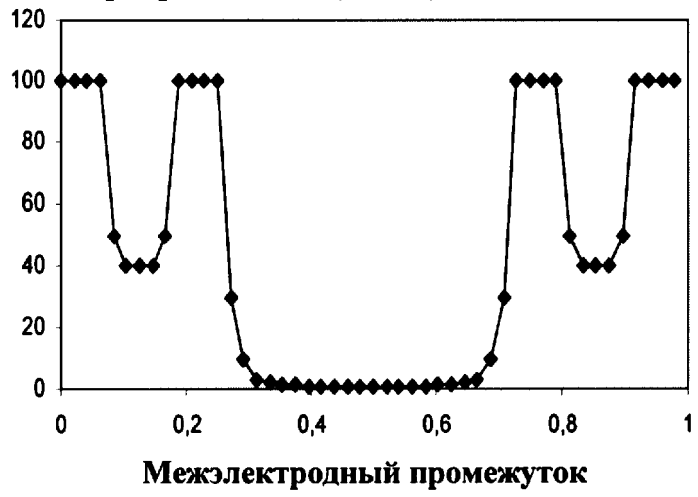
45

50

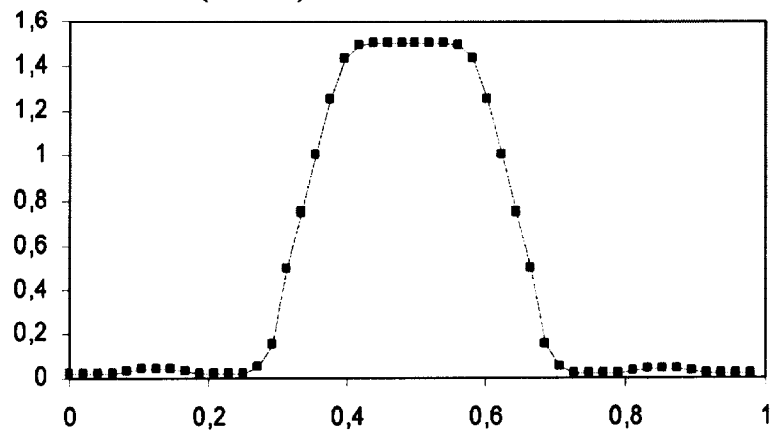


Фиг.1

Электропроводность (отн.ед)



Фиг. 2

**Напряженность электрического
поля (отн.ед)****Межэлектродный промежуток****Фиг.3**