

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 201991272 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2020.05.31

(51) Int. Cl. H01G 11/14 (2013.01)
H01G 11/32 (2013.01)
H01G 11/54 (2013.01)
H01G 11/78 (2013.01)

(22) Дата подачи заявки
2012.07.09

(54) ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЕ УСТРОЙСТВО АККУМУЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГИИ

(31) 61/505,715; 61/512,090; 61/560,888;
61/569,010; 61/602,713; 61/619,203

(72) Изобретатель:
Синьорелли Риккардо, Кули
Джон Джэйкоб, Дин Кристофер
Джон Сиббалд, Эпштейн Джеймс,
Куттипиллаи Падманабан Састхан,
Мартини Фабрицио (US)

(32) 2011.07.08; 2011.07.27; 2011.11.17;
2011.12.09; 2012.02.24; 2012.04.02

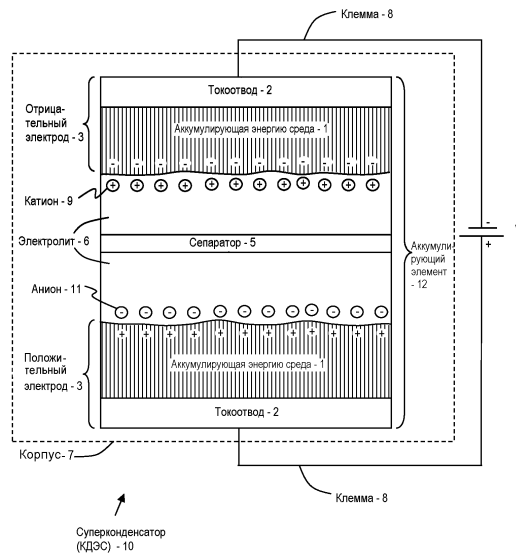
(33) US

(62) 201490232; 2012.07.09

(71) Заявитель:
ФАСТКЭП СИСТЕМС
КОРПОРЕЙШН (US)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57) Суперконденсатор, который включает в себя аккумулирующий энергию элемент, погруженный в электролит и расположенный внутри герметично уплотненного корпуса, причем элемент электрически подключен к положительному контакту и отрицательному контакту, при этом суперконденсатор выполнен с возможностью выдавать электрическую энергию в пределах диапазона температур между примерно 80 и примерно 210°C. Предложены способы его изготовления и применения.



201991272
A1

201991272

A1

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЕ УСТРОЙСТВО АККУМУЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГИИ

ОПИСАНИЕ

ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Область изобретения

[0001] Раскрытое здесь изобретение относится к аккумулирующим энергию элементам, а в частности - к методам обеспечения конденсатора с двойным электрическим слоем, который способен работать при высоких температурах.

2. Описание уровня техники

[0002] Аккумулирующие энергию элементы в нашем обществе встречаются повсеместно. Хотя большинство людей считают аккумулирующий энергию элемент просто «батарейкой», возможны и другие типы аккумуляторов. Например, в последнее время привлекли к себе большое внимание суперконденсаторы в результате их благоприятных характеристик. Если коротко, то в настоящее время известны и применяются аккумулирующие энергию элементы многих типов.

[0003] Как правило, аккумулирующий энергию элемент включает в себя аккумулирующую энергию среду, находящуюся внутри корпуса (такого, как контейнер). Хотя металлический контейнер может обеспечить надежную физическую защиту для элемента, такой контейнер в типичном случае является и электро- и теплопроводным и может реагировать с аккумулирующим энергию элементом. В типичном случае, такие реакции увеличиваются в скорости по мере увеличения температуры окружающей среды. Электрохимические или другие свойства многих контейнеров могут обуславливать плохие начальные рабочие характеристики и приводить к преждевременному ухудшению аккумулирующего энергию элемента, особенно при повышенных температурах.

[0004] Фактически, множество факторов срывают, ухудшая рабочие характеристики систем аккумулирования энергии при повышенных температурах. Таким образом, необходимы способы и аппараты для улучшения рабочих характеристик конденсатора с двойным электрическим слоем при повышенных температурах. Эти способы и устройства предпочтительно приводят к улучшенной

рабочей характеристике при минимальных затратах.

КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0005] В одном варианте воплощения предложен суперконденсатор. Суперконденсатор включает в себя аккумулирующий энергию элемент, погруженный в электролит и расположенный в герметично уплотненном корпусе, причем этот элемент электрически подключен к положительному контакту и отрицательному контакту, при этом суперконденсатор выполнен с возможностью выдавать электрическую энергию при температуре в пределах диапазона температур между примерно 80 градусами по Цельсию и примерно 210 градусами по Цельсию.

[0006] В другом варианте воплощения предложен способ изготовления суперконденсатора. Способ включает в себя размещение аккумулирующего энергию элемента, включающего в себя аккумулирующую энергию среду, внутри корпуса и создание суперконденсатора для работы в пределах диапазона температур между примерно 80 градусами по Цельсию и примерно 210 градусами по Цельсию.

[0007] В еще одном варианте воплощения предложен способ изготовления суперконденсатора. Способ включает в себя размещение аккумулирующего энергию элемента, включающего в себя аккумулирующую энергию среду, внутри корпуса и наполнение корпуса электролитом, приспособленным для работы в пределах диапазона температур между примерно 80 градусами по Цельсию и примерно 210 градусами по Цельсию.

[0008] В дополнительном варианте воплощения предложен суперконденсатор. Суперконденсатор включает в себя аккумулирующий энергию элемент, смоченный электролитом и расположенный внутри корпуса, причем уровень содержания влаги внутри корпуса не превышает примерно 1000 частей на миллион (ч.н.м.) от суммарной массы аккумулирующего элемента и электролита.

[0009] В еще одном дополнительном варианте воплощения предложен суперконденсатор. Суперконденсатор включает в себя аккумулирующий энергию элемент, смоченный электролитом и расположенный внутри корпуса, причем уровень содержания примесей

галогенидов внутри корпуса не превышает примерно 1000 частей на миллион от суммарной массы аккумулирующего элемента и электролита.

[0010] В другом варианте воплощения предложен способ характеристики загрязнения внутри суперконденсатора. Способ включает в себя проделывание проема в корпусе суперконденсатора для доступа к его содержимому, взятие пробы содержимого и анализирование этой пробы.

[0011] В одном варианте воплощения предложен суперконденсатор. Этот суперконденсатор демонстрирует объемный ток утечки ($\text{мА}/\text{см}^3$), меньший, чем примерно $10 \text{ мА}/\text{см}^3$, когда поддерживается при практически постоянной температуре в пределах диапазона между примерно 100 градусами по Цельсию и примерно 150 градусами по Цельсию.

[0012] В одном варианте воплощения предложен суперконденсатор. Этот суперконденсатор демонстрирует объемный ток утечки, меньший, чем примерно $10 \text{ мА}/\text{см}^3$, когда поддерживается при практически постоянной температуре в пределах диапазона температур между примерно 140 градусами по Цельсию и примерно 180 градусами по Цельсию.

[0013] В одном варианте воплощения предложен суперконденсатор. Этот суперконденсатор демонстрирует объемный ток утечки, меньший, чем примерно $10 \text{ мА}/\text{см}^3$, когда поддерживается при практически постоянной температуре в пределах диапазона температур между примерно 170 градусами по Цельсию и примерно 210 градусами по Цельсию.

[0014] В другом варианте воплощения предложен способ обеспечения высокотемпературного перезаряжаемого устройства аккумулирования энергии. Этот способ включает в себя выбор высокотемпературного перезаряжаемого устройства аккумулирования энергии (ВТПУАЭ), которое демонстрирует начальную пиковую плотность мощности между $0,01 \text{ Вт}/\text{литр}$ и $100 \text{ кВт}/\text{литр}$ и срок службы по меньшей мере 20 часов, когда подвергается воздействию температуры окружающей среды в диапазоне температур от примерно 80 градусов по Цельсию до примерно 210 градусов по Цельсию; и обеспечение такого устройства аккумулирования.

[0015] В другом варианте воплощения предложен способ применения высокотемпературного перезаряжаемого устройства аккумулирования энергии. Этот способ включает в себя получение ВТПУАЭ и по меньшей мере одно из циклирования ВТПУАЭ путем поочередных зарядки и разрядки ВТПУАЭ по меньшей мере дважды на протяжении 20 часов и поддерживания напряжения на ВТПУАЭ в течение 20 часов, так что ВТПУАЭ демонстрирует пиковую плотность мощности между 0,005 Вт/литр и 75 кВт/литр после 20 часов, когда работает при температуре окружающей среды, которая находится в диапазоне температур от примерно 80 градусов по Цельсию до примерно 210 градусов по Цельсию.

[0016] В другом варианте воплощения предложен способ применения высокотемпературного перезаряжаемого устройства аккумулирования энергии. Этот способ включает в себя получение суперконденсатора и поддерживание напряжения на этом суперконденсаторе, так что суперконденсатор будет демонстрировать пиковую плотность мощности между примерно 0,005 Вт/литр и примерно 75 кВт/литр после 20 часов, при этом суперконденсатор подвергается воздействию температуры окружающей среды в диапазоне температур от примерно 80 градусов по Цельсию до примерно 210 градусов по Цельсию во время упомянутого поддерживания.

[0017] В другом варианте воплощения предложен способ применения суперконденсатора. Этот способ включает в себя получение суперконденсатора, который имеет электролит и два электрода, причем каждый из электродов электрически связан с токоотводом и отделен от другого сепаратором, при этом одна из зарядки и разрядки суперконденсатора обеспечивает начальное сочетание пиковых плотностей мощности и энергии в диапазоне от примерно $0,1 \text{ Вт}\cdot\text{ч}\cdot\text{кВт}/\text{литр}^2$ до примерно $100 \text{ Вт}\cdot\text{ч}\cdot\text{кВт}/\text{литр}^2$, при этом упомянутое сочетание математически представляет собой произведение пиковой плотности мощности и плотности энергии суперконденсатора, и при этом суперконденсатор демонстрирует период стойкости по меньшей мере 20 часов, когда подвергается воздействию температуры окружающей среды в диапазоне температур

от примерно 80 градусов по Цельсию до примерно 210 градусов по Цельсию, причем показателем стойкости является уменьшение пиковой плотности мощности не более чем на примерно 50 процентов за упомянутый период, и при этом суперконденсатор выполнен с возможностью заряжаться или разряжаться по меньшей мере дважды.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0018] Вышеизложенные и другие признаки и преимущества изобретения очевидны из нижеследующего подробного описания, приводимого в связи с прилагаемыми чертежами, на которых:

[0019] ФИГ. 1 иллюстрирует аспекты примерного суперконденсатора;

[0020] на ФИГ. 2 представлена блок-схема, изображающая множество углеродных нанотрубок (УНТ), выращенных на подложке;

[0021] на ФИГ. 3 представлена блок-схема, изображающая осаждение токоотвода на УНТ по ФИГ. 3 для обеспечения электродного элемента;

[0022] на ФИГ. 4 представлена блок-схема, изображающая добавление ленты переноса к электродному элементу по ФИГ. 3;

[0023] на ФИГ. 5 представлена блок-схема, изображающая электродный элемент во время процесса переноса;

[0024] на ФИГ. 6 представлена блок-схема, изображающая электродный элемент после переноса;

[0025] на ФИГ. 7 представлена блок-схема, изображающая примерный электрод, изготовленный из множества электродных элементов;

[0026] на ФИГ. 8 изображены варианты воплощения основных структур для катионов, которые могут входить в состав примерного суперконденсатора;

[0027] на ФИГ. 9 и 10 показаны сравнительные данные для примерного суперконденсатора, предусматривающего использование необработанного электролита и очищенного электролита соответственно;

[0028] на ФИГ. 11 изображен вариант воплощения корпуса для примерного суперконденсатора;

[0029] на ФИГ. 12 изображен вариант воплощения аккумулирующего элемента для примерного конденсатора;

[0030] на ФИГ. 13 изображен барьер, размещенный на внутренней части тела корпуса;

[0031] на ФИГ. 14А и 14В, которые вместе называются ФИГ. 14, изображены аспекты колпачка для корпуса;

[0032] на ФИГ. 15 изображена сборка суперконденсатора в соответствии с излагаемыми здесь принципами;

[0033] на ФИГ. 16А и 16В, которые вместе называются ФИГ. 16, представлены графики, изображающие рабочую характеристику суперконденсатора для варианта воплощения без барьера и аналогичного варианта воплощения, который предусматривает барьер, соответственно;

[0034] на ФИГ. 17 изображен барьер, размещенный вокруг аккумулирующего элемента в качестве обертки;

[0035] на ФИГ. 18А, 18В и 18С, которые вместе называются ФИГ. 18, изображены варианты воплощения колпачка, которые включают многослойные материалы;

[0036] на ФИГ. 19 представлен вид в сечении электродного узла, который включает в себя металлостеклянное уплотнение;

[0037] на ФИГ. 20 представлен вид в сечении электродного узла по ФИГ. 19, установленного в колпачке по ФИГ. 18В;

[0038] на ФИГ. 21 представлена компоновка аккумулирующего энергию элемента при сборке;

[0039] на ФИГ. 22А, 22В и 22С, которые вместе называются ФИГ. 22, изображены варианты воплощения собранного аккумулирующего энергию элемента;

[0040] на ФИГ. 23 изображено встраивание полимерной изоляции в суперконденсатор;

[0041] на ФИГ. 24А, 24В и 24С, которые вместе называются ФИГ. 24, изображены аспекты шаблона для другого варианта воплощения колпачка для аккумулятора энергии;

[0042] на ФИГ. 25 представлен вид в перспективе электродного узла, который включает в себя материал полусферической формы;

[0043] на ФИГ. 26 представлен вид в перспективе колпачка с электродным узлом по ФИГ. 25, установленным в шаблоне по ФИГ. 24;

[0044] на ФИГ. 27 представлен вид в сечении колпачка по ФИГ. 26;

[0045] на ФИГ. 28 изображено соединение электродного узла с клеммой аккумулирующего элемента;

[0046] на ФИГ. 29 представлено прозрачное изометрическое изображение аккумулирующего энергию элемента, находящегося в цилиндрическом корпусе;

[0047] на ФИГ. 30 представлен вид сбоку аккумулирующего элемента, где показаны различные слои по одному варианту воплощения;

[0048] на ФИГ. 31 представлено изометрическое изображение свернутого в рулон аккумулирующего элемента, который включает в себя контрольную метку для размещения множества выводов;

[0049] на ФИГ. 32 представлено изометрическое изображение аккумулирующего элемента по ФИГ. 31 после развертывания;

[0050] на ФИГ. 33 изображен свернутый в рулон аккумулирующий элемент с множеством входящих в его состав выводов;

[0051] на ФИГ. 34 изображена зигзагообразная складка, приданная совмещенным выводам (т.е. клемме), подключенным к аккумулирующему элементу;

[0052] на ФИГ. 35–38 представлены графики, изображающие рабочие характеристики примерных суперконденсаторов; и

[0053] на ФИГ. 39–43 представлены графики, изображающие рабочие характеристики примерных суперконденсаторов при 210 градусах по Цельсию.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0054] Здесь описывается конденсатор, который обеспечивает пользователям улучшенные рабочие характеристики в широком диапазоне температур. Например, конденсатор может быть способен работать при температурах, простирающихся от столь низких, как примерно минус 40 градусов по Цельсию, до столь высоких, как примерно 210 градусов по Цельсию. В некоторых вариантах воплощения конденсатор способен работать при температурах в диапазоне от примерно 80 градусов по Цельсию до столь высоких, как примерно 210 градусов по Цельсию.

[0055] В общем, конденсатор включает в себя аккумулирующую энергию среду, которая приспособлена для обеспечения высокой плотности мощности и высокой плотности энергии по сравнению с известными из уровня техники устройствами. Конденсатор включает в себя компоненты, которые предназначены для гарантирования работы в упомянутом диапазоне температур, и содержит одну или более из множества разновидностей электролита, которые тоже рассчитаны на этот диапазон температур. Сочетание конструкции, аккумулирующей энергию среды и электролита приводит к возможностям обеспечить надежную работу при экстремальных условиях. Чтобы обрисовать некоторую перспективу, приведем теперь аспекты примерного варианта воплощения.

[0056] Как показано на ФИГ. 1, здесь изображен примерный вариант воплощения конденсатора. В этом случае конденсатор представляет собой «суперконденсатор 10» (также называемый «ультраконденсатором»). Примерный суперконденсатор 10 представляет собой конденсатор с двойным электрическим слоем (КДЭС). КДЭС включает в себя по меньшей мере одну пару электродов 3 (причем электроды 3 могут называться положительным электродом 3 и отрицательным электродом 3 – просто в целях их обозначения). При сборке в суперконденсатор 10 каждый из электродов 3 обладает двойным слоем заряда на поверхности раздела электролита. В некоторых вариантах воплощения предусматривается множество электродов 3 (например, в некоторых вариантах воплощения предусматриваются по меньшей мере две пары электродов 3). Однако в целях обсуждения показана лишь одна пара электродов 3. По традиции, здесь в по меньшей мере одном из электродов 3 используется аккумулирующая энергию среда 1 на основе углерода (подробно рассматриваемая ниже) для обеспечения аккумулирования энергии. Однако в целях проводимого здесь обсуждения, в общем предполагается, что каждый из электродов включает в себя аккумулирующую энергию среду 1 на основе углерода. Следует отметить, что электролитический конденсатор отличается от суперконденсатора, потому что металлический электрод значительно (по меньшей мере на один порядок величины) отличается по площади.

[0057] Каждый из электродов 3 включает в себя соответствующий токоотвод 2 (также называемый «коллектором заряда»). В некоторых вариантах воплощения электроды 3 разделены сепаратором 5. В общем, сепаратор 5 представляет собой тонкий конструкционный материал (обычно - лист), используемый для отделения отрицательного электрода 3 от положительного электрода 3. Сепаратор 5 может также служить для разделения пар электродов 3. После сборки электроды 3 и сепаратор 5 обеспечивают аккумулирующий элемент 12. Отметим, что в некоторых вариантах воплощения аккумулирующая энергия среда 1 на основе углерода может не входить в состав одного или обоих электродов 3. То есть, в некоторых вариантах воплощения соответствующий электрод 3 может состоять только из токоотвода 2. Материал, используемый для обеспечения токоотвода 2, может быть закруглен, анодирован или т.п. для увеличения площади его поверхности. В этих вариантах воплощения токоотвод 2 сам может служить электродом 3. Учитывая это, отметим, однако, что в том смысле, в каком он употребляется здесь, термин «электрод 3» в общем обозначает сочетание аккумулирующей энергии среды 1 и токоотвода 2 (но это не является ограничением, по меньшей мере, по вышеизложенной причине).

[0058] В состав суперконденсатора 10 входит по меньшей мере одна разновидность электролита 6. Электролит 6 заполняет пустые пространства в электродах 3 и сепараторе 5 и между ними. В общем, электролит 6 представляет собой вещество, которое диссоциирует на электрически заряженные ионы. В некоторых вариантах воплощения электролита 6 в его состав может входить растворитель, который растворяет упомянутое вещество, если это целесообразно. Электролит 6 проводит электричество за счет переноса ионов.

[0059] Вообще говоря, аккумулирующий элемент 12 выполнен с приданием ему одной из круглой формы или призматической формы, которую затем упаковывают в цилиндрический или призматический корпус 7. После введения электролита 6 корпус 7 можно герметично уплотнить (герметизировать). В различных примерах упаковку герметично уплотняют методами, предусматривающими использование

технологий лазерной, ультразвуковой и/или контактной сварки. Помимо обеспечения надежной физической защиты аккумулирующего элемента 12, корпус 7 выполнен с внешними контактами для обеспечения электрической связи с соответствующими клеммами 8 внутри корпуса 7. Каждая из клемм 8, в свою очередь, обеспечивает электрический доступ к энергии, аккумулируемой в аккумулирующей среде 1, обычно - посредством электрических выводов, которые подключены к аккумулирующей энергии среде 1.

[0060] В том смысле, в каком он употребляется здесь, термин «герметичное» относится к уплотнению, качество (скорость утечки из) которого определяется в единицах «атм-см³/сек», и это означает один кубический сантиметр газа (например, He) в секунду при окружающих атмосферных давлении и температуре. Это эквивалентно выражению в единицах «стандартных кубических сантиметров He в секунду» (стандартных см³ He/сек). Кроме того, примем, что 1 атм-см³/сек равна 1,01325 мбар-литр/сек. В общем, раскрытый здесь суперконденсатор 10 способен обеспечить герметичное уплотнение, которое имеет скорость утечки, не превышающую примерно $5,0 \times 10^{-6}$ атм-см³/сек, и может демонстрировать скорость утечки, не превышающую примерно $5,0 \times 10^{-10}$ атм-см³/сек. Также считается, что о характеристиках приемлемого герметичного уплотнения следует судить по мере необходимости пользователю, конструктору или изготовителю и что термин «герметичное», в конечном счете, подразумевает некий стандарт, определяемый пользователем, конструктором, изготовителем или другим заинтересованным лицом.

[0061] Обнаружение утечки можно осуществлять, например, пользуясь индикаторным газом. Использование индикаторного газа, такого как гелий, для испытаний на утечку выгодно потому, что это - сухой, быстрый, точный и неразрушающий метод. В одном примере этого метода суперконденсатор 10 помещают в среду гелия. Суперконденсатор 10 подвергают воздействию сжатого гелия. Затем суперконденсатор 10 помещают в вакуумную камеру, которая соединена со способным контролировать присутствие гелия

детектором (таким как атомно-абсорбционный блок). Зная время нагнетания, давление и внутренний объем, можно определить скорость утечки из суперконденсатора 10.

[0062] В некоторых вариантах воплощения по меньшей мере один вывод (который здесь также может именоваться «лепестком») электрически подключен к соответствующему из токоотводов 2. Множество выводов (соответственно полярности суперконденсатора 10) могут быть сгруппированы вместе и подключены к соответствующей клемме 8. В свою очередь, клемма 8 может быть подключена к электрическому средству доступа, называемому также «контактом» (например, одного из корпуса 7 и внешнего электрода (также называемого здесь для удобства «вводом» или «штырьком»)). Можно сослаться на ФИГ. 28 и 32-34. Теперь рассмотрим подробнее аккумулирующую энергию среду 1.

[0063] В примерном суперконденсаторе 10 аккумулирующая энергию среда 1 образована из углеродных нанотрубок. Аккумулирующая энергию среда 1 может включать в себя другие углеродистые материалы, включая, например, активированный уголь, углеродные волокна, вискозу, графен, аэрогель, углеродную ткань и множество разновидностей углеродных нанотрубок. Электроды из активированного угля можно изготавливать, например, получая материал на основе углерода путем осуществления первой активационной обработки углеродного материала, полученного карбонизацией соединения углерода, получая формованное тело путем добавления связующего в материал на основе углерода, карбонизируя это формованное тело и, наконец, получая электрод из активированного угля путем осуществления второй активационной обработки карбонизированного формованного тела. Электроды из углеродных волокон можно изготавливать, например, путем использования заготовки из бумаги или ткани с углеродными волокнами большой площади поверхности.

[0064] В примерном способе изготовления углеродных нанотрубок аппарат для получения агрегата ориентированных углеродных нанотрубок включает в себя аппарат для синтеза агрегата ориентированных углеродных нанотрубок на материале-основе с катализатором на его поверхности. Аппарат включает в

себя: блок формирования, осуществляющий этап формирования, на котором делают окружающую катализатор среду средой восстановительного газа и нагревают по меньшей мере либо катализатор, либо восстановительный газ; блок выращивания, осуществляющий этап выращивания, на котором синтезируют агрегат ориентированных углеродных нанотрубок, делая окружающую катализатор среду средой газообразного исходного материала и нагревая по меньшей мере либо катализатор, либо газообразный исходный материал; и блок переноса, который переносит материал-основу по меньшей мере из блока формирования в блок выращивания. Для обеспечения агрегата ориентированных углеродных нанотрубок можно применять множество других способов и аппаратов.

[0065] В некоторых вариантах воплощения материал, используемый для образования аккумулирующей энергию среды 1, может включать в себя иной материал, чем чистый углерод (и различные модификации углерода, которые могут существовать в настоящее время или могут быть открыты в будущем). То есть, в состав аккумулирующей энергию среды 1 могут быть включены различные композиции других материалов. Более конкретно и в качестве неограничительного примера, в аккумулирующей энергию среде 1 возможно использование по меньшей мере одного связующего материала, однако это не предполагает или не требует добавления других материалов (таких как связующий материал). Вместе с тем, в общем, аккумулирующая энергию среда 1 образована практически из углерода, и поэтому ее можно назвать «углеродистым материалом», «углеродистым слоем» или другими аналогичными терминами. Короче говоря, хотя преобладающим материалом в ней является углерод, аккумулирующая энергию среда 1 может включать в себя любую модификацию углерода (а также любые добавки или примеси, полагаемые подходящими или приемлемыми) для обеспечения желаемых функциональных возможностей как аккумулирующей энергию среды 1.

[0066] В одном наборе вариантов воплощения углеродистый материал включает в себя по меньшей мере примерно 60% элементарного углерода по массе, а в других вариантах воплощения - по меньшей мере примерно 75%, 85%, 90%, 95% или 98% по массе

элементарного углерода.

[0067] Углеродистый материал может включать в себя углерод в многочисленных модификациях, включая углеродную сажу, графит и другие. Углеродистый материал может включать в себя частицы углерода, включая наночастицы, такие как нанотрубки, наностержни, листы графена в плоской форме, и/или частицы в форме конусов, стержней, сфер (бакиболлов) и т.п.

[0068] Некоторые варианты воплощения различных форм углеродистого материала, пригодные для использования в аккумулирующей энергии среде 1, представлены здесь в качестве примеров. Эти варианты воплощения обеспечивают надежный аккумулятор энергии и весьма подходят для использования в электроде 3. Следует отметить, что эти примеры являются иллюстративными, а не ограничивающими варианты воплощения углеродистого материала, пригодного для использования в аккумулирующей энергии среде 1.

[0069] В общем, термин «электрод» относится к электрическому проводнику, который используется для установления контакта с другим материалом, который зачастую является неметаллическим, в устройстве, которое может быть включено в электрическую цепь. Вообще, употребляемый здесь термин «электрод» относится к токоотводу 2 и дополнительным компонентам (таким как аккумулирующая энергия среда 1), которые могут сопутствовать токоотводу 2, придавая желаемые функциональные возможности (например, это может быть аккумулирующая энергия среда 1, которая сопряжена с токоотводом 2 для обеспечения аккумулирования энергии и передачи энергии). Теперь приведем примерный процесс дополнения аккумулирующей энергии среды 1 токоотводом 2 для обеспечения электрода 3.

[0070] Обращаясь теперь к ФИГ. 2, там показана подложка 14, которая является носителем углеродистого материала в виде агрегата углеродных нанотрубок (УНТ). В показанном варианте воплощения подложка 14 включает в себя материал-основу 17 с размещенным на нем тонким слоем катализатора 18.

[0071] В общем, подложка 14 является по меньшей мере немножко гибкой (т.е. подложка 14 не является хрупкой) и

изготовлена из компонентов, которые могут выдерживать воздействие сред, предназначенных для осаждения аккумулирующей энергии среды 1 (например, УНТ). Например, подложка 14 может выдерживать воздействие высокотемпературной среды между примерно 400 градусами по Цельсию и примерно 1100 градусами по Цельсию. В качестве подложки 14 можно использовать множество материалов, определенных как приемлемые.

[0072] Обратимся теперь к ФИГ. 3. После того как аккумулирующая энергию среда 1 (например, УНТ) была изготовлена на подложке 14, на ней можно расположить токоотвод 2. В некоторых вариантах воплощения токоотвод 2 имеет толщину между примерно 0,5 микрометра (мкм) и примерно 25 микрометрами (мкм). В некоторых вариантах воплощения токоотвод 2 имеет толщину между примерно 20 микрометрами (мкм) и примерно 40 микрометрами (мкм). Токоотвод 2 может выглядеть в виде тонкого слоя, такого как слой, который нанесен методом химического осаждения из паровой фазы (ХОПФ или CVD), распыления, с помощью электронного пучка, термического напыления или посредством любого другого подходящего метода. Вообще говоря, токоотвод 2 выбирают по его свойствам, таким как электропроводность, электрохимическая инертность и совместимость с аккумулирующей энергией средой 1 (например, УНТ). Некоторые примерные материалы включают в себя алюминий, платину, золото, тантал, титан, и могут включать в себя другие материалы, а также различные сплавы.

[0073] После того как токоотвод 2 размещен на аккумулирующую энергию среду 1 (например, УНТ), реализуется электродный элемент 15. Каждый электродный элемент 15 можно использовать отдельно в качестве электрода 3 или можно подключать к по меньшей мере еще одному электродному элементу 15 для обеспечения электрода 3.

[0074] После того как токоотвод 2 был изготовлен в соответствии с желаемым стандартом, можно предпринять обработку после изготовления. Примерная пост-обработка включает в себя нагревание и охлаждение аккумулирующей энергии среды 1 (например, УНТ) в слабо окислительной среде. После изготовления (и необязательной пост-обработки) на токоотвод 2 можно наложить

инструмент переноса. Здесь можно обратиться к ФИГ. 4.

[0075] ФИГ. 4 иллюстрирует наложение инструмента 13 переноса на токоотвод 2. В этом примере инструмент 13 переноса представляет собой удаляемую под действием тепла ленту, используемую в способе «сухого» переноса. Примерную удаляемую под действием тепла ленту изготавливает NITTO DENKO CORPORATION, г. Фремонт, штат Калифорния, США и г. Осака, Япония. Одна примерная лента переноса известна на рынке под названием REV ALPHA. Эту удаляемую ленту можно охарактеризовать как липкую ленту, которая плотно прилипает при комнатной температуре и может быть отслоена при нагревании. Эта лента и другие примерные варианты воплощения удаляемой под действием тепла ленты будут отделяться при заданной температуре. Удаляемая лента преимущественно не оставляет химически активного осадка на электродном элементе 15.

[0076] В другом процессе, называемом способом «мокрого» переноса, можно использовать ленту, предназначенную для химического удаления. После нанесения ленту затем удаляют посредством погружения в растворитель. Этот растворитель предназначен для растворения клея.

[0077] В других вариантах воплощения инструмент 13 переноса предусматривает использование «пневматического способа», такого как применение подсоса к токоотводу 2. Подсос можно применять, например, посредством лопасти несколько избыточного размера, имеющей множество перфорационных отверстий для распределения подсоса. В другом примере подсос применяют посредством валика, имеющего множество перфорационных отверстий для распределения подсоса. Варианты воплощения с принудительным подсосом дают преимущества электрической управляемости и экономичности, поскольку расходные материалы не используются как часть процесса переноса. Можно использовать и другие варианты воплощения инструмента 13 переноса.

[0078] После того как инструмент 13 переноса временно скреплен с токоотводом 2, электродный элемент 15 плавно отводят от подложки 14 (см. ФИГ. 4 и 5). Этот отвод обычно

предусматривает отслаивание аккумулирующей энергию среды 1 (например, УНТ) от подложки 14, начинающееся на одном краю подложки 14 и аккумулирующей энергию среды 1 (например, УНТ).

[0079] После этого инструмент 13 переноса может быть отделен от электродного элемента 15 (см. ФИГ. 6). В некоторых вариантах воплощения инструмент 13 переноса используется для монтажа электродного элемента 15. Например, инструмент 13 переноса можно использовать для помещения электродного элемента 15 на сепаратор 5. В общем, после отвода от подложки 14 электродный элемент 15 доступен для использования.

[0080] В случаях, когда желателен крупный электрод 3, можно сопрягать множество электродных элементов 15. Обратимся к ФИГ. 7. Как показано на ФИГ. 7, множество электродных элементов 15 можно сопрягать, например, подключая сцепку 22 к каждому электродному элементу 15 множества электродных элементов 15. Сопряженные электродные элементы 15 обеспечивают вариант воплощения электрода 3.

[0081] В некоторых вариантах воплощения сцепка 22 связана с каждым из электродных элементов 15 на сварном шве 21. Каждый из сварных швов 21 может быть выполнен как шов 21 ультразвуковой сварки. Обнаружено, что методы ультразвуковой сварки особенно хорошо подходят для обеспечения каждого сварного шва 21. То есть, в общем, агрегат аккумулирующей энергию среды 1 (например, УНТ) не совместим со сваркой, причем используется лишь номинальный токоотвод, такой как описываемый здесь. В результате, многие методы соединения электродных элементов 15 являются разрушающими и причиняют повреждение элементу 15. Однако в других вариантах воплощения используются другие виды подключения, и сцепка 22 не является сварным швом 21.

[0082] Сцепка 22 может представлять собой фольгу, сетку, множество проводов (проволок) или может принимать другие формы. В общем, сцепку 22 выбирают по свойствам, таким как электропроводность и электрохимическая инертность. В некоторых вариантах воплощения сцепку 22 изготавливают из того же материала (тех же материалов), который присутствует (которые присутствуют) в токоотводе 2.

[0083] В некоторых вариантах воплощения сцепку 22 подготавливают, удаляя находящийся на ней слой оксида. Оксид можно удалять, например, протравливая сцепку 22 перед выполнением сварного шва 21. Травление можно осуществлять, например, гидроксидом калия (KOH). Электрод 3 можно использовать во множестве вариантов воплощения суперконденсатора 10. Например, электрод 3 можно сворачивать в аккумулятор энергии типа «рулета».

[0084] Сепаратор 5 можно изготавливать из различных материалов. В некоторых вариантах воплощения сепаратор 5 представляет собой нетканое стеклополотно. Сепаратор 5 также может быть изготовлен из стекловолокна, керамики и фторполимеров, таких как политетрафторэтилен (ПТФЭ), обычно поставляемый на рынок под названием TEFLON™ фирмой DuPont Chemicals, г. Уилмингтон, штат Делавэр, США. Например, при использовании нетканого стеклополотна, сепаратор 5 может включать в себя основные волокна и связующие волокна, каждое из которых имеет диаметр волокна, меньший, чем диаметр каждого из основных волокон, и обеспечивает сцепление основных волокон друг с другом.

[0085] Для долговечности суперконденсатора 10 и гарантии работоспособности при высокой температуре сепаратор 5 должен иметь сниженное количество примесей, а в частности – очень ограниченное количество содержащейся в нем влаги. В частности, обнаружено, что для уменьшения химических реакций и повышения срока службы суперконденсатора 10, а также для обеспечения хорошей работоспособности в высокотемпературных применениях, желательно ограничение содержания влаги до примерно 200 ч.н.м. Некоторые варианты воплощения материалов, предназначенных для использования в сепараторе 5, включают полиамид, политетрафторэтилен (ПТФЭ), полиэфирэфиркетон (ПЭЭК), оксид алюминия (Al_2O_3), стекловолокно и армированный стекловолокном пластик (АСП).

[0086] В общем, материалы, используемые для сепаратора 5, выбирают в соответствии с влагосодержанием, пористостью,

температурой плавления, содержанием примесей, итоговой электрической характеристикой, толщиной, стоимостью, доступностью и т.п. В некоторых вариантах воплощения сепаратор 5 выполнен из гидрофобных материалов.

[0087] Соответственно, для гарантии исключения избытка влаги из каждого сепаратора 5 можно применять некоторые процедуры. Среди прочих методов, можно использовать процедуру вакуумной сушки. Выбор материалов для использования в сепараторе 5 представлен в таблице 1. Некоторые относящиеся к этому данные представлены в таблице 2.

Таблица 1

Материалы сепаратора

Материал	Температура плавления	Ч.н.м. Н ₂ О, непросушенны й	Ч.н.м. Н ₂ О, просушенны й	Процедура вакуумной сушки
Полиамид	256°С	2052	20	180°С в течение 24 ч
Политетрафторэтил ен, ПТФЭ	327°С	286	135	150°С в течение 24 ч
Полиэфирэфиркетон , ПЭЭК	256°С	130	50	215°С в течение 12 ч
Оксид алюминия, Al ₂ O ₃	330°С	1600	100	215°С в течение 24 ч
Стекловолокно (АСП)	320°С	2000	167	215°С в течение 12 ч

Таблица 2

Данные рабочих характеристик сепаратора

Материал	мкм	Пористость	1-ый тест на ЭПС (Ом)	2-ой тест на ЭПС (Ом)	После 10 CV
Полиамид	42	Нетканый	1,069	1,069	1,213

ПТФЭ	45	Сетка	1,665	1,675	2,160
ПЭЭК	25	60%	0,829	0,840	0,883
Стекловолокно (АСП)	160	Нетканое	0,828	0,828	0,824
Оксид алюминия, Al ₂ O ₃	25	-	2,400	2,400	2,400

[0088] Чтобы собрать данные для таблицы 2, обеспечили два электрода 3 на основе углеродистого материала. Electrodes 3 располагали друг против друга и обращенными друг к другу. Каждый из сепараторов 5 помещали между электродами 3, чтобы предотвратить короткое замыкание. Затем эти три компонента смачивали электролитом 6 и сжимали вместе. В качестве внешней конструкции для заключения в ней получаемого суперконденсатора 10 использовали два алюминиевых прутка и материал ПТФЭ.

[0089] 1-ый тест на ЭПС и 2-ой тест на ЭПС проводили с одной и той же конфигурацией друг за другом. Второй тест проводили через пять минут после первого теста, оставляя электролит 6 время просочиться в компоненты.

[0090] Отметим, что в некоторых вариантах воплощения суперконденсатор 10 не требует сепаратора 5 или не включает его в себя. Например, в некоторых вариантах воплощения, таких как те, в которых электроды 3 полагаются физически разделенными за счет геометрии конструкции, достаточно наличия только электролита 6 между электродами 3. Более конкретно и в качестве примера физического разделения, один такой суперконденсатор 10 может включать в себя электроды 3, которые расположены внутри корпуса так, что разделение гарантируется на непрерывной основе. Пример настольной компоновки мог бы включать в себя суперконденсатор 10, предусмотренный в стакане.

[0091] Суперконденсатор 10 может быть воплощен с несколькими разными форм-факторами (т.е. может иметь определенный внешний вид). Примеры потенциально полезных форм-факторов включают в себя цилиндрический элемент, кольцевой или кольцеобразный элемент, плоский призматический элемент или стопу плоских призматических элементов, составляющих коробчатый элемент, и плоский призматический элемент, которому придана

форма, соответствующая конкретной геометрии, такой как криволинейная полость. Цилиндрический форм-фактор может оказаться наиболее полезным в связи с цилиндрическим инструментом или инструментом, устанавливаемым с цилиндрическим форм-фактором. Кольцевой или кольцеобразный форм-фактор может оказаться наиболее полезным в связи с инструментом, который является кольцеобразным или устанавливается с кольцеобразным форм-фактором. Плоский призматический элемент, которому придана форма, соответствующая конкретной геометрии, может оказаться полезным для осуществления эффективного использования «мертвой зоны» (т.е. зоны в инструменте или оборудовании, которая в противном случае оказывается не занятой, а в общем может быть недоступной).

[0092] Хотя в общем случае, описываемом здесь по отношению к применению «рулета» (т.е. к аккумулялирующему элементу 12, конфигурация которого подходит для корпуса 7 цилиндрической формы), свернутый аккумулялирующий элемент 23 может принимать любую желаемую форму. Например, в противоположность свертыванию аккумулялирующего элемента 12 в рулон, можно проводить складывание аккумулялирующего элемента 12, чтобы обеспечить свернутый аккумулялирующий элемент 23. Можно использовать сборку других типов. В качестве одного примера, аккумулялирующий элемент 12 может быть плоским элементом, называемым элементом «типа монеты». Соответственно, свертывание в рулон – это лишь один возможный вариант сборки свернутого аккумулялирующего элемента 23. Следовательно, хотя рассмотрение здесь ведется применительно к «свернутому аккумулялирующему элементу 23», это не является ограничением. Можно считать, что термин «свернутый аккумулялирующий элемент 23» в общем охватывает любую подходящую форму упаковки или заправки аккумулялирующего элемента 12 для надлежащей посадки внутри корпуса 7 некоторой данной конструкции.

[0093] Различные формы суперконденсатора 10 можно соединять друг с другом. Эти различные формы можно соединять известными методами, такими как сварка контактов друг с другом, за счет использования по меньшей мере одного механического соединителя

(разъема), за счет приведения контактов в электрический контакт друг с другом и т.п. Множество суперконденсаторов 10 можно электрически соединять по меньшей мере одним из последовательного и параллельного подключения.

[0094] Электролит 6 предусматривает попарное связывание катионов 9 и анионов 11 и может включать в себя растворитель. Электролит 6 можно сообразно обстоятельствам назвать «ионной жидкостью». Можно использовать различные сочетания катионов 9, анионов 11 и растворителя. В примерном суперконденсаторе 1 катионы 9 могут включать в себя по меньшей мере один из 1-(3-цианопропил)-3-метилимидазолия, 1,2-диметил-3-пропилимидазолия, 1,3-бис(3-цианопропил)имидазолия, 1,3-диэтоксиимидазолия, 1-бутил-1-метилпиперидиния, 1-бутил-2,3-диметилимидазолия, 1-бутил-3-метилимидазолия, 1-бутил-4-метилпиридиния, 1-бутилпиридиния, 1-децил-3-метилимидазолия, 1-этил-3-метилимидазолия, 3-метил-1-пропилпиридиния и их сочетания, а также другие эквиваленты, полагаемые целесообразными. Дополнительные примерные катионы 9 включают в себя имидазолий, пиразиний, пиперидиний, пиридиний, пиримидиний и пирролидиний (структуры которых изображены на ФИГ. 8). В примерном суперконденсаторе 10 анионы 11 могут включать в себя по меньшей мере один из бис(трифторметансульфонат)имида, трис(трифторметансульфонат)метида, дицианамид, тетрафторбората, гексафторфосфата, трифторметансульфоната, бис(пентафторэтансульфонат)имида, тиоцианата, трифтор(трифторметил)бората и их сочетания, а также другие эквиваленты, полагаемые целесообразными.

[0095] Растворитель может включать в себя ацетонитрил, амиды, бензонитрил, бутиролактон, циклический простой эфир, дибутилкарбонат, диэтилкарбонат, диэтиловый простой эфир, диметоксиэтан, диметилкарбонат, диметилформамид, диметилсульфон, диоксан, диоксолан, этилформиат, этиленкарбонат, этилметилкарбонат, лактон, простой эфир с открытой цепью, метилформиат, метилпропионат, метилтетрагидрофуран, нитрил, нитробензол, нитрометан, n-метилпирролидон, пропиленкарбонат, сульфолан, сульфон, тетрагидрофуран, тетраметилсульфон,

тиофен, этиленгликоль, диэтиленгликоль, триэтиленгликоль, полиэтиленгликоли, сложный эфир карбоновой кислоты, γ -бутиролактон, нитрил, трицианогексан, любое их сочетание или другой(ие) материал(ы), которые демонстрируют надлежащие рабочие характеристики.

[0096] Обращаясь теперь ФИГ. 8, там показаны различные дополнительные варианты воплощения катионов 9, пригодные для использования в ионной жидкости с целью обеспечения электролита 6. Эти катионы 9 можно использовать по отдельности или в сочетании друг с другом, в сочетании с по меньшей мере некоторыми из вышеупомянутых вариантов воплощения катионов 9, а также можно использовать в сочетании с другими катионами 9, которые признаны совместимыми или целесообразными пользователем, конструктором, изготовителем или другим равно заинтересованным лицом. Катионы 9, изображенные на ФИГ. 8, включают в себя, без ограничения, аммоний, имидазолий, оксазолий, фосфоний, пиперидиний, пиразиний, пиразиний, пиридазиний, пиридиний, пиримидиний, пирролидиний, сульфоний, тиазолий, триазолий, гуанидий, изохинолиний, бензотриазолий, типы виологенов и функционализированные катионы имидазолия.

[0097] Что касается катионов 9, показанных на ФИГ. 8, то они включают в себя различные ответвляющиеся группы (R_1 , R_2 , R_3 , ... R_x). В случае катионов 9, каждая из ответвляющихся групп (R_x) может быть одной из алкильной, гетероалкильной, алкенильной, гетероалкенильной, алкинильной, гетероалкинильной, галогено-, амино-, нитро-, циано-, гидроксильной, сульфатной, сульфонатной или карбонильной группой, любая из которых является необязательно замещенной.

[0098] Термин «алкил» известен в данной области техники и может включать в себя насыщенные алифатические группы, включая алкильные группы с неразветвленной цепью, алкильные группы с разветвленной цепью, циклоалкильные (алициклические) группы, алкилзамещенные циклоалкильные группы и циклоалкилзамещенные алкильные группы. В определенных вариантах воплощения алкил с неразветвленной или разветвленной цепью имеет примерно 20 или

менее атомов углерода в своей основной цепи (например, C_1-C_{20} для неразветвленной цепи, C_1-C_{20} для разветвленной цепи). Точно так же, циклоалкилы имеют от примерно 3 до примерно 10 атомов углерода в своей кольцевой структуре, а в альтернативном варианте – примерно 5, 6 или 7 атомов углерода в кольцевой структуре. Примеры алкильных групп включают в себя, но не ограничены ими, метил, этил, пропил, бутил, пентил, гексил, этилгексил, циклопропил, циклобутил, циклопентил, циклогексил и т.п.

[0099] Термин «гетероалкильная» известен в данной области техники и относится к описываемым здесь алкильным группам, в которых один или более атомов являются гетероатомами (например, кислорода, азота, серы и т.п.). Например, алкоксигруппа (например, $-OR$) является гетероалкильной группой.

[00100] Термины «алкенильная» и «алкинильная» известны в данной области техники и относятся к ненасыщенным алифатическим группам, аналогичные по длине и возможному замещению вышеописанным алкилам, но содержащие по меньшей мере одну двойную или тройную связь соответственно.

[00101] Термины «гетероалкенильная» и «гетероалкинильная» известны в данной области техники и относятся к алкенил- и алкинилалкильным группам, описанным здесь, в которых один или более атомов являются гетероатомами (например, кислорода, азота, серы и т.п.).

[00102] В общем, в качестве аниона 11 можно использовать любой ион с отрицательным зарядом. Анион 11 выбирают в общем парным с крупным органическим катионом 9 для образования ионной соли, плавящейся при низкой температуре. Соли, плавящиеся при комнатной (и более низкой) температуре, получаются в основном из крупных анионов 11 с зарядом -1 . Соли, которые плавятся при еще более низких температурах, в общем реализуются с анионами 11 с легко делокализуемыми электронами. Все, что будет уменьшать сродство между ионами (расстояние, делокализация заряда), будет вследствие этого уменьшать температуру плавления. Хотя возможных составов анионов, в сущности, бесконечно много, только подмножество их будет работать в приложении с низкотемпературной

ионной жидкостью. Ниже приводится неограничительный обзор возможных составов анионов для ионных жидкостей.

[00103] Распространенные замещающие группы (α), пригодные для использования анионов 11, приведенные в таблице 3, включают в себя: $-F^-$, $-Cl^-$, $-Br^-$, $-I^-$, $-OCH_3^-$, $-CN^-$, $-SCN^-$, $-C_2H_3O_2^-$, $-ClO^-$, $-ClO_2^-$, $-ClO_3^-$, $-ClO_4^-$, $-NCO^-$, $-NCS^-$, $-NCSe^-$, $-NCN^-$, $-OCH(CH_3)_2^-$, $-CH_2OCH_3^-$, $-COOH^-$, $-OH^-$, $-SOCH_3^-$, $-SO_2CH_3^-$, $-SOCH_3^-$, $-SO_2CF_3^-$, $-SO_3H^-$, $-SO_3CF_3^-$, $-O(CF_3)_2C_2(CF_3)_2O^-$, $-CF_3^-$, $-CHF_2^-$, $-CH_2F^-$, $-CH_3^-$, $-NO_3^-$, $-NO_2^-$, $-SO_3^-$, $-SO_4^{2-}$, $-SF_5^-$, $-CB_{11}H_{12}^-$, $-CB_{11}H_6C_{16}^-$, $-CH_3CB_{11}H_{11}^-$, $-C_2H_5CB_{11}H_{11}^-$, $-A-PO_4^-$, $-A-SO_2^-$, $A-SO_3^-$, $-A-SO_3H^-$, $-A-COO^-$, $-A-CO^-$ (где А - фенил (фенильная группа или фенильное кольцо - циклическая группа атомов с формулой C_6H_5) или замещенная фенильная, алкильная (радикал, который имеет общую формулу C_nH_{2n+1} , образованный путем удаления атома водорода из алкана) или замещенная алкильная группа, алканы с отрицательно заряженными радикалами (алканы - это химические соединения, которые состоят только из атомов водорода и углерода и связаны исключительно одинарными связями), галогенированные алканы и простые эфиры (которые представляют собой класс органических соединений, содержащих атом кислорода, соединенный с двумя алкильными или арильными группами)).

[00104] Что касается анионов 11, пригодных для использования в ионной жидкости, которая обеспечивает электролит 6, то можно использовать различные органические анионы 11. Примерные анионы 11 и их структуры представлены в таблице 3. В первом варианте воплощения (№ 1) примерные анионы 11 составлены из приведенного выше списка замещающих групп (α) или их эквивалентов. В дополнительных вариантах воплощения (№№ 2-5) примерные анионы 11 составлены из соответствующей базовой структуры ($Y_2, Y_3, Y_4, \dots Y_n$) и соответствующего числа анионных замещающих групп ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots \alpha_n$), где соответствующее число анионных замещающих групп (α) можно выбрать из приведенного выше списка замещающих групп (α) или их эквивалентов. Отметим, что в некоторых вариантах воплощения множество анионных замещающих групп (α) (т.е. по меньшей мере одну отличающуюся анионную

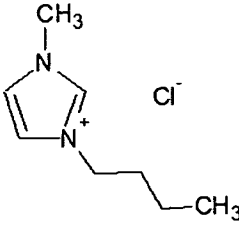
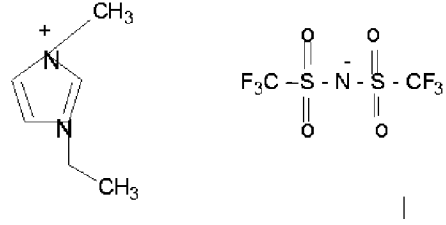
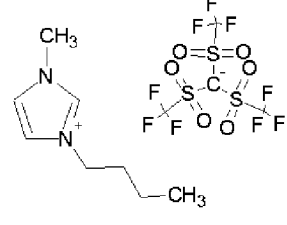
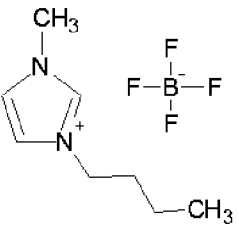
замещающую группу (α) можно использовать в любом варианте воплощения аниона 11. Отметим также, что в некоторых вариантах воплощения базовая структура (Y) представляет собой одиночный атом или предназначенную для этого молекулу (как описано в таблице 3), или может представлять собой некий эквивалент.

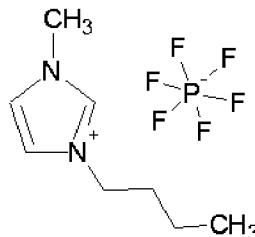
[00105] Более конкретно и в качестве примера, с учетом примерных анионов, приведенных в таблице 3, могут быть реализованы определенные сочетания. В качестве одного примера, в случае № 2, базовая структура (Y_2) включает в себя одиночную структуру (например, атом или молекулу), которая связана с двумя анионными замещающими группами (α_2). Хотя структура показана имеющей две одинаковые анионные замещающие группы (α_2), это не обязательно так. То есть, базовая структура (Y_2) может быть связана с отличающимися анионными замещающими группами (α_3), такими как любая из анионных замещающих групп (α), перечисленных выше. Аналогичным образом, базовая структура (Y_3) включает в себя одиночную структуру (например, атом), которая связана с тремя анионными замещающими группами (α_3), как показано в случае № 3. И опять, каждая из анионных замещающих групп (α), входящих в состав аниона, может быть переменной или отличающейся, а не обязательно повторяющейся (повторяемой или симметричной), как показано в таблице 3. В общем, в отношении обозначений в таблице 3, подстрочный символ у одной из базовых структур обозначает число связей, которые соответствующая базовая структура может иметь с анионными замещающими группами (α). То есть, подстрочный символ у соответствующей базовой структуры (Y_n) обозначает число сопровождающих анионных замещающих групп (α_n) в соответствующем анионе.

Таблица 3

Примерные органические анионы для ионной жидкости

№:	Ион	Принципы для структуры аниона и примерные ионные жидкости
1	$-\alpha_1$	Некоторые из вышеупомянутых α можно смешивать с органическими катионами для образования ионной

		<p>жидкости.</p> <p>Примерный анион: Cl^-. Примерная ионная жидкость: $[\text{BMI}^+][\text{Cl}^-]$</p> <p>*BMI - бутилметилимидазолий</p> 
2	$-\text{Y}_2\alpha_2$	<p>Y_2 может быть любым из следующих: N, O, C=O, S=O.</p> <p>Примерные анионы включают: $\text{B}(\text{CF}_3\text{CO}_2)_4^-$, $\text{N}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_2^-$</p> <p>Примерная ионная жидкость: $[\text{EMI}^+][\text{NTF}_2^-]$</p> <p>*EMI - этилметилимидазолий</p> 
3	$-\text{Y}_3\alpha_3$	<p>Y_3 может быть любым из следующих: Be, C, N, O, Mg, Ca, Ba, Ra, Au.</p> <p>Примерные анионы включают: $-\text{C}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_3^-$</p> <p>Примерная ионная жидкость: $[\text{BMI}][\text{C}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_3^-]$</p> 
4	$-\text{Y}_4\alpha_4$	<p>Y_4 может быть любым из следующих: B, Al, Ga, Th, In, P.</p> <p>Примерные анионы включают: $-\text{BF}_4^-$, $-\text{AlCl}_4^-$</p> <p>Примерная ионная жидкость: $[\text{BMI}][\text{BF}_4^-]$</p> 
5	$-\text{Y}_6\alpha_6$	<p>Y_6 может быть любым из следующих: P, S, Sb, As,</p>

		<p>N, Bi, Nb, Sb.</p> <p>Примерные анионы включают: $-P(CF_3)_4F_2^-$, $-AsF_6^-$</p> <p>Примерная ионная жидкость: [BMI][PF₆]</p> 
--	--	---

[00106] Термин «циано» приводится в своем обычном значении в данной области техники и относится к группе CN. Термин «сульфатная» приводится в своем обычном значении и относится к группе SO₂. Термин «сульфонатная» приводится в своем обычном значении в данной области техники и относится к группе SO₃X, где X может быть парой электронов, водородом, алкилом или циклоалкилом. Термин «карбонильная» известен в данной области техники и относится к группе C=O.

[00107] Важным аспектом для рассмотрения в конструкции суперконденсатора 10 является поддержание надлежащей химической гигиены. Чтобы гарантировать чистоту компонентов, в различных вариантах воплощения, активированный уголь, углеродные волокна, вискозу, углеродную ткань и/или нанотрубки, составляющие аккумулирующую энергию среду 1 для обоих электродов 3, сушат при повышенной температуре в среде вакуума. Сепаратор 5 также сушат при повышенной температуре в среде вакуума. После сушки электродов 3 и сепаратора 5 в вакууме их запаковывают в корпус 7 без окончательного уплотнения или колпачка в атмосфере с содержанием воды менее чем 50 частей на миллион (ч.н.м.). Не закрытый колпачком суперконденсатор 10 можно сушить, например, под вакуумом в диапазоне температур от примерно 100 градусов по Цельсию до примерно 300 градусов по Цельсию. По завершении этой окончательной сушки можно добавлять электролит 6 и уплотнять корпус 7 в относительно сухой атмосфере (такой как атмосфера с содержанием влаги менее чем примерно 50 ч.н.м.). Конечно, можно воспользоваться и другими способами сборки, а выше просто приведены несколько примерных аспектов сборки суперконденсатора 10.

[00108] В общем, примеси в электролите 6 поддерживаются на минимуме. Например, в некоторых вариантах воплощения суммарная концентрация галогенид-ионов (хлорида, бромида, фторида, йодида) поддерживается ниже примерно 1000 ч.н.м. Суммарная концентрация металлических частиц (например, Br, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mo, Na, Ni, Pb, Zn, включая по меньшей мере один из их сплава и оксида) поддерживается ниже примерно 1000 ч.н.м. Кроме того, примеси из растворителей и предшественников, используемых в процессе синтеза, поддерживаются ниже примерно 1000 ч.н.м. и могут включать в себя, например, бромэтан, хлорэтан, 1-бромбутан, 1-хлорбутан, 1-метилимидазол, этилацетат, метилхлорид и т.д.

[00109] В некоторых вариантах воплощения содержание примесей в суперконденсаторе 10 измеряли с помощью ионоселективных электродов и процедуры титрования по Карлу Фишеру, которую применяли к электролиту 6 суперконденсатора 10. Обнаружено, что суммарное содержание галогенидов (Cl^- и F^-) в суперконденсаторе 10, соответствующем излагаемым здесь принципам, составляло менее чем примерно 200 ч.н.м., а содержание воды - менее чем примерно 100 ч.н.м.

[00110] Один пример метода очистки электролита приведен в первоисточнике под названием "The oxidation of alcohols in substituted imidazolium ionic liquids using ruthenium catalysts" («Окисление спиртов в замещенных имидазолийных ионных жидкостях с использованием рутениевых катализаторов»), Farmer and Welton, The Royal Society of Chemistry, 2002, 4, 97-102. В нем также представлен примерный процесс.

[00111] Примеси можно измерять с помощью множества разных методов, таких как, например, атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС), масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (МСИСП), или упрощенное растворение и электрохимическое измерение следовых частиц оксидов тяжелых металлов. ААС - это спектроаналитическая процедура для количественного и качественного определения химических элементов, предусматривающего применение поглощения оптического излучения

(света) свободными атомами в газообразном состоянии. Этот метод используется для определения концентрации конкретного элемента (аналита) в подлежащей анализу пробе. ААС можно использовать для определения свыше семидесяти разных элементов в растворе или непосредственно в твердых пробах. МСсИСП - это тип масс-спектрометрии, весьма чувствительный и способный обеспечить определение ряда металлов и нескольких неметаллов при концентрациях ниже одной части на 10^{12} (частей на триллион). Этот метод основан на комбинировании друг с другом индуктивно связанной плазмы как способа получения ионов (ионизации) с масс-спектрометром как способом отделения и обнаружения ионов. МСсИСП также способна контролировать изотопное разнообразие выбираемых ионов.

[00112] Для анализа примесей можно использовать дополнительные методы. Некоторые из этих методов особенно выгодны при анализе примесей в твердых пробах. Для определения примесей галогенидов в электролите б (например, ионной жидкости) можно воспользоваться ионной хроматографией (ИХ). Одно преимущество ионной хроматографии состоит в том, что содержание относящихся к галогенидам частиц можно измерить в одном хроматографическом анализе. Одним примером аппарата, который можно использовать для количественного анализа галогенидов из ионных жидкостей, является колонка Dionex AS9-НС, в которой используется элюент, состоящий из 20 мМ NaOH и 10% (по объему) ацетонитрила. Другим методом является метод рентгеновской флуоресценции.

[00113] Приборы рентгеновской флуоресценции (РФ) можно использовать для измерения содержания галогенов в твердых пробах. В этом методе подлежащую анализу пробу размещают в пробирке, а затем пробирку размещают в анализаторе, где ее облучают рентгеновскими лучами некоторой конкретной длины волны. Любые атомы галогенов в пробе поглощают часть рентгеновских лучей, а потом отражают излучение на длине волны, которая является характерной для некоторого данного галогена. Потом детектор в приборе количественно определяет величину излучения, идущего обратно от атомов галогена, и измеряет интенсивность

излучения. Зная площадь поверхности, которая подвергается облучению, можно определить концентрацию галогенов в пробе. Дополнительным методом оценки примесей в твердой пробе является метод пиролиза.

[00114] Адсорбцию примесей можно эффективно измерять посредством использования пиролиза и микрокулометров. Микрокулометры способны тестировать материал почти любого типа на суммарное содержание хлора. Например, малое количество пробы (менее 10 миллиграммов) либо нагнетают, либо помещают в кварцевую трубку для сжигания при анализе, диапазоны температур которой составляют от примерно 600 градусов по Цельсию до примерно 1000 градусов по Цельсию. Через эту кварцевую трубку пропускают чистый кислород, и любые хлорсодержащие компоненты полностью сгорают. Получаемые продукты сгорания выносятся в ячейку титрования, где хлорид-ионы улавливаются в растворе электролита. Раствор электролита содержит ионы серебра, которые немедленно связываются с любыми хлорид-ионами и выпадают из раствора в виде нерастворимого хлорида серебра. Серебряный электрод в ячейке титрования электрически восполняет израсходованные ионы серебра до тех пор, пока концентрация ионов серебра не вернется к той, которая была перед началом титрования. Отслеживая величину тока, необходимую для образования требуемого количества серебра, прибор способен определять, сколько хлора присутствовало в исходной пробе. Деление суммарного количества присутствующего хлора на массу пробы дает концентрацию хлора, фактически имеющуюся в пробе. Для оценки примесей можно использовать и другие методы.

[00115] Характеристики поверхности и содержание воды в электроде 3 можно проконтролировать, например, методами инфракрасной спектроскопии. Четыре основные полосы поглощения около 1130, 1560, 3250 и 2300 см^{-1} соответствуют $\nu_{\text{C=O}}$, $\nu_{\text{C=C}}$ в ариле, $\nu_{\text{O-H}}$ и $\nu_{\text{C-N}}$, соответственно. Измеряя интенсивность и положение пика, можно количественно идентифицировать поверхностные примеси внутри электрода 3.

[00116] Еще одним методом идентификации примесей в

электролите 6 и суперконденсаторе 10 является рамановская спектроскопия. Этот спектроскопический метод основан на неупругом рассеянии - или рамановском рассеянии - монохроматического света, обычно из лазера, в видимом, ближнем инфракрасном или ближнем ультрафиолетовом диапазоне. Свет лазера взаимодействует с колебаниями молекул, фононами или другими возбуждениями в системе, что приводит к сдвигу энергии фотонов лазера вверх или вниз. Таким образом, этот метод можно использовать для характеристики атомов и молекул внутри суперконденсатора 10. Используют ряд разновидностей рамановской спектроскопии, и можно считать доказанной их полезность при характеристике содержимого суперконденсатора 10.

[00117] После изготовления суперконденсатора 10 его можно использовать в высокотемпературных применениях с малым или нулевым током утечки и малым увеличением сопротивления. Описываемый здесь суперконденсатор 10 может эффективно работать при температурах от примерно минус 40 градусов по Цельсию до примерно 210 градусов по Цельсию, при этом токи утечки, нормализованные по объему устройства, меньше 1 ампера на литр (А/л) объема устройства в пределах всего рабочего диапазона напряжений и температур.

[00118] За счет понижения влагосодержания в суперконденсаторе 10 (например, до значения менее 500 частей на миллион (ч.н.м.) по массе и объему электролита, а содержания примесей - до значения менее 1000 ч.н.м.), суперконденсатор 10 может эффективно работать во всем диапазоне температур при токе утечки (I/L) менее 1000 мА/л в пределах этих диапазона напряжений и диапазона температур.

[00119] В одном варианте воплощения ток утечки (I/L) при конкретной температуре измеряют, поддерживая напряжение суперконденсатора 10 постоянным на уровне номинального напряжения (т.е. максимального номинального рабочего напряжения) в течение семидесяти двух (72) часов. В течение этого периода температура остается относительно постоянной на уровне заданной температуры. В конце интервала измерения измеряют ток утечки суперконденсатора 10.

[00120] В некоторых вариантах воплощения максимальное номинальное напряжение суперконденсатора 10 составляет примерно 4 В при комнатной температуре. Подход к гарантированию рабочих характеристик суперконденсатора 10 при повышенных температурах (например, свыше 210 градусов по Цельсию) заключается в снижении (т.е. уменьшении) номинального напряжения суперконденсатора 10. Например, номинальное напряжение можно регулировать, снижая его до примерно 0,5 В, так что достижимы увеличенные длительности работы при более высокой температуре.

[00121] Другой вариант воплощения для гарантирования высокой степени чистоты включает примерный процесс очистки электролита 6. Следует отметить, что хотя процесс представлен применительно к конкретным параметрам (таким как количества, составы, времена и т.п.), это лишь примерное представление, иллюстрирующее процесс очистки электролита, а не ограничивающее его.

[00122] На первом этапе процесса очистки электролита электролит 6 (в некоторых вариантах воплощения - ионную жидкость) смешивают с деионизированной водой, а потом повышают температуру до умеренной в течение некоторого периода времени. В доказательство этой концепции, пятьдесят (50) миллилитров (мл) ионной жидкости смешивали с восемьюстами пятьюдесятью (850) миллилитрами (мл) деионизированной воды. Повышали температуру смеси до постоянной температуры шестьдесят (60) градусов по Цельсию в течение примерно двенадцати (12) часов и подвергали постоянному перемешиванию (примерно сто двадцать (120) оборотов в минуту (об/мин)).

[00123] На втором этапе смеси ионной жидкости и деионизированной воды дают разделиться. В этом примере смесь переливали сквозь воронку и давали ей отстояться в течение примерно четырех (4) часов.

[00124] На третьем этапе собирают ионную жидкость. В этом примере водная фаза смеси оставалась на дне, а фаза ионной жидкости - наверху. Фазу ионной жидкости переливали в другой стакан.

[00125] На четвертом этапе с ионной жидкостью смешивали

растворитель. В этом примере с ионной жидкостью смешивали этилацетат объемом примерно двадцать пять (25) миллилитров (мл). Температуру этой смеси снова повышали до умеренной и перемешивали смесь некоторое время.

[00126] Хотя в качестве растворителя использовали этилацетат, растворителем может быть по меньшей мере один из простого диэтилового эфира, пентона, циклопентона, гексана, циклогексана, бензола, толуола, 1-4-диоксана, хлороформа или любое их сочетание, а также другой(ие) материал(ы), которые демонстрируют надлежащие рабочие характеристики. Некоторые из желаемых рабочих характеристик включают в себя таковые неполярного растворителя, а также высокую степень летучести.

[00127] На пятом этапе в смесь ионной жидкости и растворителя добавляют порошок углерода. В этом примере в смесь добавляли примерно двадцать (20) процентов по массе (мас.%) углерода (диаметром примерно 0,45 микрометра).

[00128] На шестом этапе снова перемешивают ионную жидкость. В этом примере смесь с порошком углерода затем подвергали постоянному перемешиванию (120 об/мин) с вечера до утра при примерно семидесяти (70) градусах по Цельсию.

[00129] На седьмом этапе отделяют углерод и этилацетат от ионной жидкости. В этом примере углерод отделяли, воспользовавшись фильтрацией по Бюхнеру (Buchner) с помощью стеклянного микроволокнистого фильтра. Проводили несколько фильтраций (три). Собранную ионную жидкость затем пропускали через шприцевой фильтр с размером пор 0,2 микрометра, чтобы удалить практически все частицы углерода. В этом примере растворитель затем отделяли от ионной жидкости, применяя ротационное испарение. В частности, образец ионной жидкости перемешивали с увеличением температуры от семидесяти (70) градусов по Цельсию до восьмидесяти (80) градусов по Цельсию, а заканчивали увеличение на уровне ста (100) градусов по Цельсию. Испарение проводили в течение примерно пятнадцати (15) минут при каждой из соответствующих температур.

[00130] Этот процесс очистки электролита оказался весьма эффективным. Для пробной ионной жидкости измеряли содержание

воды титрованием с помощью прибора для титрования, поставляемого фирмой Mettler-Toledo Inc., Колумбус, штат Огайо, США (Модель №: АQC22). Содержание галогенидов измеряли с помощью прибора с ионоселективным электродом (ИСЭ), поставляемого фирмой Hanna Instruments, Вунсокет, штат Род-Айленд, США (Модель №: АQC22). Стандартный раствор для прибора с ИСЭ получали от фирмы Hanna, и этот раствор включал в себя HI 4007-03 (1000 ч.н.м. стандарта хлорида), HI 4010-03 (1000 ч.н.м. стандарта фторида), HI 4000-00 (регулятор ионной силы (ISA) для галогенидных электродов) и HI 4010-00 (раствор регулирующего общую ионную силу буферного вещества (TISAB) только для фторидного электрода). Перед проведением измерений прибор с ИСЭ калибровали стандартными растворами с 0,1, 10, 100 и 1000 частей на миллион (ч.н.м.) стандартов, смешанных с деионизированной водой. Для измерения ионов Cl^- к стандарту добавляли буфер ISA в соотношении 1:50. Результаты показаны в таблице 4.

Таблица 4

Данные очистки электролита

Примесь	До (ч.н.м.)	После (ч.н.м.)
Cl^-	5300,90	769
F^-	75,61	10,61
H_2O	1080	20

[00131] Для измерения галогенид-ионов использовали четырехэтапный процесс. Сначала измеряли ионы Cl^- и F^- в деионизированной воде. Затем готовили 0,01M раствор ионной жидкости с деионизированной водой. После этого измеряли ионы Cl^- и F^- в растворе. Потом определяли оценку содержания галогенидов путем вычитания количества ионов в воде из количества ионов в растворе.

[00132] В качестве обзора, приведем способ сборки суперконденсатора 10 цилиндрической формы. Начиная с электродов 3, каждый электрод 3 изготавливают после связывания аккумулирующей энергии среды 1 с токоотводом 2. Затем подключают множество выводов к каждому электроду 3 в подходящих местах. Потом осуществляют совмещение и сборку множества электродов 3 с надлежащим числом сепараторов 5 между ними для образования

аккумуляторного элемента 12. Потом аккумуляторный элемент 12 можно свернуть в цилиндр и можно защитить оберткой. В общем, соответствующие из выводов затем объединяют в жгут для образования каждой из клемм 8.

[00133] Перед введением электролита 6 в суперконденсатор 10 (например, перед сборкой аккумуляторного элемента 12 или после нее) каждый компонент суперконденсатора 10 можно высушить с целью удаления влаги. Это можно сделать с несобранными компонентами (т.е. с пустым корпусом 7, а также каждым из электродов 3 и каждым из сепараторов 5), а потом - с собранными компонентами (например, с аккумуляторным элементом 12).

[00134] Сушку можно проводить, например, при повышенной температуре в среде вакуума. После проведения сушки аккумуляторный элемент 12 можно затем упаковать в корпус 7 без окончательного уплотнения или колпачка. В некоторых вариантах воплощения упаковывание проводят в атмосфере с содержанием воды менее 50 частей на миллион (ч.н.м.). Не закрытый колпачком суперконденсатор 10 можно опять сушить. Например, суперконденсатор 10 можно сушить в вакууме в диапазоне температур от примерно 100 градусов по Цельсию до примерно 300 градусов по Цельсию. После завершения этой окончательной сушки корпус 7 можно затем уплотнить, например, в атмосфере с содержанием влаги менее 50 ч.н.м.

[00135] В некоторых вариантах воплощения, после того как завершен процесс сушки (который также можно назвать процессом «обжига»), окружающую компоненты среду можно заполнить инертным газом. Примерные газы включают в себя аргон, азот, гелий и другие газы, проявляющие аналогичные свойства (а также их сочетания).

[00136] В общем, корпус 7 имеет заливочное отверстие (перфорационное отверстие в поверхности корпуса 7), или его можно сделать позже. После наполнения суперконденсатора 10 электролитом 6 заливочное отверстие можно затем закрыть. Закрытие заливочного отверстия можно совершить, например, путем приваривания материала (например, металла, который совместим с корпусом 7) на заливочное отверстие или поверх него. В некоторых

вариантах воплощения заливочное отверстие может быть временно закрыто до наполнения, так что суперконденсатор 10 можно переместить в другую среду для последующего повторного открытия, наполнения и закрытия. Вместе с тем, как говорилось здесь, считается, что суперконденсатор 10 сушат и наполняют в одной и той же среде.

[00137] Для наполнения корпуса 7 желаемым количеством электролита 6 можно использовать ряд способов. В общем, управление процессом наполнения может обеспечивать, помимо прочего, увеличения емкости, снижения эквивалентного последовательного сопротивления (ЭПС), а также ограничение потерь электролита 6. В качестве неограничительного примера метода наполнения корпуса 1 и смачивания аккумулирующего элемента 12 электролитом 6 предложен вакуумный способ наполнения.

[00138] Однако отметим сначала, что могут быть приняты меры для гарантии того, что любой материал, потенциально могущий загрязнить компоненты суперконденсатора 10, является чистым, совместимым и сухим. По традиции, можно считать, что для гарантии того, что процессы сборки и компоненты не привносят загрязняющих веществ в суперконденсатор 10, практикуется «приемлемая гигиена». Кроме того, по традиции, можно считать, что «загрязняющее вещество» может быть определено как любое нежелательное вещество, которое, если оно внесено, будет негативно влиять на рабочие характеристики суперконденсатора 10. Отметим также, что, вообще говоря, загрязняющие вещества можно оценивать по концентрации, например, в частях на миллион (ч.н.м.). Можно брать концентрацию по массе, объему, массе пробы, или определять ее любым другим подходящим образом.

[00139] При «вакуумном способе» на корпус 7 помещают контейнер вокруг заливочного отверстия. Затем в контейнер помещают некоторое количество электролита 6 в среде, которая практически не содержит кислорода и воды (т.е. влаги). Потом в этой среде производят откачивание, создавая вакуум и тем самым удаляя любой воздух из корпуса и вследствие этого одновременно всасывая электролит 6 в корпус 7. Затем, при желании, окружающее

пространство можно повторно заполнить инертным газом (таким как аргон, азот или тому подобный, или некое сочетание инертных газов). Суперконденсатор 10 можно проверить, чтобы посмотреть, произошло ли всасывание желаемого количества электролита 6. При необходимости, этот процесс можно повторять до тех пор, пока в суперконденсаторе 10 не окажется желаемое количество электролита 6.

[00140] После наполнения электролитом 6, в некоторых вариантах воплощения, в заливочное отверстие может быть посажен материал для герметизации суперконденсатора 10. Этим материалом может быть, например, металл, который совместим с корпусом 7 и электролитом 6. В одном примере материал сажают в заливочное отверстие по тугой посадке, по существу проводя «холодную сварку» заглушки в заливочном отверстии. Конечно, эту тугую посадку можно дополнить и другими методами сварки, также рассматриваемыми здесь.

[00141] Чтобы показать, как процесс наполнения влияет на суперконденсатор 10, построили два сходных варианта воплощения суперконденсатора 10. Один наполняли без вакуума, а другой наполняли в вакууме. Электрические рабочие характеристики обоих вариантов воплощения представлены в таблице 5. По воспроизводимым рабочим характеристикам таких измерений замечено, что улучшенные рабочие характеристики реализуются при наполнении суперконденсатора 10 посредством приложения вакуума. Установлено, что, в общем, желательно, чтобы давление внутри корпуса 7 уменьшилось до величины ниже примерно 150 мторр, а конкретнее - ниже примерно 40 мторр.

Таблица 5

Сравнительные рабочие характеристики для способов наполнения

Параметр (при 0,1 В)	Без вакуума	С вакуумом	Отклонение
ЭПС при 45°F	3,569 Ом	2,568 Ом	(-28%)
Емкость при 12 мГц	155,87 мФ	182,3 мФ	(+14,49%)
Фаза при 12 мГц	79,19 градусов	83 градуса	(+4,59%)

Чтобы оценить эффективность вакуумных методов наполнения,

протестировали два разных пакетных элемента. Пакетные элементы включали в себя по два электрода 3, причем каждый электрод 3 выполнен на основе углеродистого материала. Каждый из электродов 3 размещали друг против друга обращенными друг к другу. Между ними располагали сепаратор 5, чтобы предотвратить короткое замыкание, и все это пропитывали в электролите 6. Для обеспечения четырех точек измерения использовали по два внешних лепестка. Используемый сепаратор 5 был полиэтиленовым сепаратором, а элемент имел общий объем примерно 0,468 мл.

[00142] На ФИГ. 9 изображен ток утечки для неочищенного электролита в суперконденсаторе 10. На ФИГ. 10 изображен ток утечки для очищенного электролита в суперконденсаторе 10 аналогичной структуры. Как можно заметить, происходит существенное уменьшение начального тока утечки, а также уменьшение тока утечки на более позднем участке интервала измерения. Больше информации о конструкции согласно каждому варианту воплощения представлено в таблице 6.

Таблица 6

Конфигурации тестируемых суперконденсаторов

Параметр	ФИГ. 9	ФИГ. 10
Типоразмер элемента	Открытый, типа "sub C"	Открытый, типа "sub C"
Корпус	Покрыт ПТФЭ	Покрыт ПТФЭ
Электрод	Углеродистый	Углеродистый
Сепаратор	Стекловолоконный	Стекловолоконный
Выводы	0,005-дюймовые алюминиевые (3 вывода)	0,005-дюймовые алюминиевые (3 вывода)
Температура	150 градусов по Цельсию	150 градусов по Цельсию
Электролит	Неочищенный	Очищенный

[00143] Ток утечки можно определять многими путями. Качественно, ток утечки можно считать отдаваемым в устройстве током после того, как устройство достигло состояния равновесия. На практике, всегда или почти всегда необходимо оценивать

фактический ток утечки как состояние равновесия, к которому в общем возможно лишь асимптотическое приближение. Поэтому ток утечки при неком данном измерении можно аппроксимировать путем измерения отдаваемого в суперконденсаторе 10 тока, когда суперконденсатор 10 поддерживается при практически фиксированном напряжении и подвергается воздействию практически фиксированной температуры окружающей среды в течение относительно длительного периода времени. В некоторых случаях относительно длительный период времени можно определять путем аппроксимации зависимости тока от времени как экспоненциальной функции, а затем давая пройти нескольким (например, примерно 3-5) характеристическим постоянным времени. Для многих технологий суперконденсаторов такая длительность зачастую находится в диапазоне от примерно 50 часов до примерно 100 часов. В альтернативном варианте, если по какой-либо причине такой длительный период времени непрактичен, ток утечки можно просто экстраполировать, опять же, возможно, путем аппроксимации зависимости тока от времени как экспоненциальной или любой аппроксимирующей функции, которая сочтена целесообразной. Примечательно, что ток утечки в общем будет зависеть от температуры окружающей среды. Следовательно, чтобы охарактеризовать работоспособность устройства при некоторой температуре или в некотором диапазоне температур, в общем важно подвергнуть устройство воздействию интересующей температуры окружающей среды при измерении тока утечки.

[00144] Обратимся теперь к ФИГ. 11, где показаны аспекты примерного корпуса 7. Среди прочего, корпус 7 обеспечивает конструктивную и физическую защиту суперконденсатора 10. В этом примере корпус 7 включает в себя тело 20 в форме кругового цилиндра и дополняющий его колпачок 24. В этом варианте воплощения колпачок 24 включает в себя центральный участок, который был удален и заполнен электрическим изолятором 26. Ввод 19 колпачка пронизывает электрический изолятор 26, обеспечивая пользователям доступ к аккумулялированной энергии.

[00145] Обычные материалы для корпуса 7 включают в себя нержавеющую сталь, алюминий, тантал, титан, никель, медь, олово, различные сплавы, ламинаты и т.п. В корпусе 7 (в общем - в

сочетании с по меньшей мере некоторыми металлическими компонентами) можно использовать такие конструкционные материалы, как некоторые материалы на полимерной основе.

[00146] Хотя в этом примере на колпачке 24 изображен только один ввод 19, следует осознать, что конструкция корпуса 7 не ограничивается обсуждаемыми здесь вариантами воплощения. Например, колпачок 24 может включать в себя множество вводов 19. В некоторых вариантах воплощения тело 20 включает в себя второй, аналогичный колпачок 24 на противоположном конце кругового цилиндра. Кроме того, следует осознать, что корпус 7 не ограничивается вариантами воплощения с телом 10 в форме кругового цилиндра. Например, корпус 7 может иметь створчатую конструкцию (типа раковины), призматическую конструкцию, пакетную или любую другую конструкцию, которая удовлетворяет потребностям конструктора, изготовителя или пользователя.

[00147] В этом примере колпачок 24 изготовлен с внешним диаметром, который предназначен для плотной посадки во внутреннем диаметре тела 20. При сборке колпачок 24 можно вваривать в тело 20, тем самым обеспечивая пользователям герметичное уплотнение.

[00148] Обращаясь теперь ФИГ. 12, там показан примерный аккумулирующий энергию элемент 12. В этом примере аккумулирующий энергию элемент 12 является аккумулятором энергии типа «рулета». В этих вариантах воплощения материалы аккумулятора энергии заворачивают в плотную упаковку. Множество выводов в общем образуют каждую клемму 8 и предоставляют электрический доступ к надлежащему слою аккумулирующего энергию элемента 12. В общем, при сборке, каждую клемму 8 электрически подключают к корпусу 7 (например, к соответствующему вводу 19 и/или непосредственно к корпусу 7). Аккумулирующий энергию элемент 12 может допускать множество разных форм. В общем, есть по меньшей мере два множества выводов (например, клемм 8), по одному для каждого токоотвода 2. Для простоты, на ФИГ. 12, 15 и 17 показана только одна клемма 8.

[00149] Желательно высокоэффективное уплотнение корпуса 7. То есть, предотвращение проникновения внешней среды (такой как

воздух, влажность и т.д. ...) способствует поддержанию чистоты компонентов аккумулирующего энергию элемента 12. Кроме того, оно предотвращает утечку электролита 6 из аккумулирующего энергию элемента 12.

[00150] Обращаясь теперь к ФИГ. 13, корпус 7 может включать в себя внутренний барьер 30. В некоторых вариантах воплощения барьер 30 представляет собой покрытие. В этом примере барьер 30 выполнен из политетрафторэтилена (ПТФЭ). Политетрафторэтилен (ПТФЭ) демонстрирует различные свойства, которые делают эту композицию весьма подходящей для барьера 30. ПТФЭ имеет температуру плавления примерно 327 градусов по Цельсию, обладает превосходными диэлектрическими свойствами, имеет коэффициент трения между примерно 0,05 и 0,10, что соответствует третьему снизу среди любых известных твердых материалов, обладает высокой стойкостью к коррозии и другими полезными свойствами. В общем, внутренний участок колпачка 24 может включать в себя расположенный на нем барьер 30.

[00151] Для барьера 30 можно использовать и другие материалы. Среди этих других материалов - разновидности керамики (подходит керамика любого типа, которую можно должным образом нанести и которая удовлетворяет критериям рабочих характеристик), другие полимеры (предпочтительно - высокотемпературный полимер) и т.п. Примерные другие полимеры включают перфторалкоксиполимер (ПФА) и фторированный этиленпропилен (ФЭП), а также этилентетрафторэтилен (ЭТФЭ).

[00152] Барьер 30 может включать в себя любой материал или сочетания материалов, которые обеспечивают снижение электрохимических или других типов реакций между аккумулирующим энергию элементом 12 и корпусом 7 или компонентами корпуса 7. В некоторых вариантах воплощения эти сочетания проявляются как гомогенные дисперсии отличающихся материалов в одиночном слое. В других вариантах воплощения эти сочетания проявляются как отличающиеся материалы во множестве слоев. Можно использовать и другие сочетания. Короче говоря, барьер 30 может рассматриваться как по меньшей мере один из электрического изолятора и химически

инертного (т.е. демонстрирующего низкую реакционную способность) барьера и поэтому он существенно сопротивляется или препятствует по меньшей мере одному из электрических и химических взаимодействий между аккумулялирующим элементом 12 и корпусом 7. В некоторых вариантах воплощения термины «низкая реакционная способность» и «низкая химическая активность» в общем относятся к скорости химического взаимодействия, которая ниже уровня, которого опасается заинтересованное лицо.

[00153] В общем, барьер 30 может быть заключен внутри корпуса 7, так что все выходящие внутрь поверхности корпуса 7 оказываются покрытыми. Внутри тела 20 и на наружной поверхности 36 колпачка 24 (см. ФИГ. 14А) может быть предусмотрена по меньшей мере одна необработанная область 31. В некоторых вариантах воплощения необработанные области 31 (см. ФИГ. 14В) могут быть предусмотрены, чтобы учесть требования к сборке, например, области, которые будут уплотнены или соединены (например, посредством сварки).

[00154] Барьер 30 можно наносить на внутренние участки с помощью обычных методов. Например, в случае ПТФЭ, барьер 30 можно наносить путем намазывания или напыления барьера 30 на внутреннюю поверхность в виде покрытия. В качестве части процесса можно использовать маску, чтобы гарантировать сохранение желаемой целостности необработанных областей 31. Короче говоря, чтобы обеспечить барьер, можно использовать множество методов.

[00155] В примерном варианте воплощения барьер 30 имеет толщину от примерно 3 мил до примерно 5 мил, а материал, используемый для барьера 30, является материалом на основе ПФА. В этом примере поверхности для приема материала, который составляет барьер 30, подготавливают посредством пескоструйной обработки, например, оксидом алюминия. После очистки поверхностей наносят материал, сначала в виде жидкости, а потом – порошка. Материал отверждают посредством процесса термообработки. В некоторых вариантах воплощения цикл нагревания длится от примерно 10 минут до примерно 15 минут при температурах примерно 370 градусов по Цельсию. Это приводит к

непрерывной финишной обработке до барьера 30, который практически не имеет дефектов с размером точечных проколов или меньших. На ФИГ. 15 изображена сборка варианта воплощения суперконденсатора 10 в соответствии с излагаемыми здесь принципами. В этом варианте воплощения суперконденсатор 10 включает в себя тело 20, которое имеет расположенный в нем барьер 30, колпачок 24 с расположенным в нем барьером 30 и аккумулирующий энергию элемент 12. Во время сборки колпачок 24 устанавливается на тело 20. Первую из клемм 8 электрически подключают к вводу 19 колпачка, а вторую из клемм 8 электрически подключают к корпусу 7, как правило на дне, на боку или на колпачке 24. В некоторых вариантах воплощения вторую из клемм 8 подключают к еще одному вводу 19 (например, на противоположном колпачке 24).

[00156] Когда барьер 30 расположен на внутренней(их) поверхности(ях) корпуса 7, электрохимические и другие реакции между корпусом 7 и электролитом в значительной мере сокращаются или практически исключаются. Это особенно важно при повышенных температурах, когда скорость химических и других реакций обычно увеличивается.

[00157] Обращаясь теперь к ФИГ. 16, там показана относительная рабочая характеристика суперконденсатора 10 в сравнении с другим эквивалентным суперконденсатором. На ФИГ. 16А показан ток утечки для известного из уровня техники варианта воплощения суперконденсатора 10. На ФИГ. 16В показан ток утечки для эквивалентного суперконденсатора 10, который включает в себя барьер 30. На ФИГ. 16В суперконденсатор 10 электрически эквивалентен суперконденсатору, ток утечки которого показан на ФИГ. 16А. В обоих случаях корпус 7 был выполнен из нержавеющей стали, подаваемое на элемент напряжение составляло 1,75 вольта, а электролит был неочищенным. Температуру поддерживали постоянной на 150 градусах по Цельсию. Примечательно, что ток утечки на ФИГ. 16В показывает сравнительно меньшее начальное значение и отсутствие существенного увеличения со временем, тогда как ток утечки на ФИГ. 16А показывает сравнительно большее начальное значение, а также существенное увеличение со временем.

[00158] В общем, барьер 30 обеспечивает подходящую толщину подходящих материалов между аккумулирующим энергию элементом 12 и корпусом 7. Барьер 30 может включать в себя гомогенную смесь, гетерогенную смесь и/или по меньшей мере один слой материалов. Барьер 30 может обеспечивать полное покрытие (т.е. обеспечивать покрытие по всей площади внутренней поверхности корпуса, за исключением контактов электродов) или частичное покрытие. В некоторых вариантах воплощения барьер 30 образован из множественных компонентов. См., например, вариант воплощения, представленный ниже и проиллюстрированный на ФИГ. 8.

[00159] Обращаясь к ФИГ. 17, там показаны аспекты дополнительного варианта воплощения. В некоторых вариантах воплощения аккумулирующий энергию элемент 12 уложен внутри оболочки 33. То есть, аккумулирующий энергию элемент 12 имеет расположенный на нем барьер 30, обернутый поверх или иным образом нанесенный для отделения аккумулирующего энергию элемента 12 от корпуса 7 после сборки. Оболочку 33 можно наносить задолго до упаковки аккумулирующего энергию элемента 12 в корпус 7. Следовательно, использование оболочки 33 может создать определенные преимущества, например, для изготовителей. (Отметим, что в целях иллюстрации оболочка 33 показана как неплотно расположенная поверх аккумулирующего энергию элемента 12.)

[00160] В некоторых вариантах воплощения оболочку 33 используют совместно с покрытием, при этом покрытие располагается поверх по меньшей мере участка внутренних поверхностей. Например, в одном варианте воплощения покрытие расположено в пределах внутренности корпуса 7 только в тех областях, где оболочка 33 может оказаться по меньшей мере частично утрачивающей свои качества (т.е., таких как выступающая клемма 8). Оболочка 33 и покрытие вместе образуют эффективный барьер 30.

[00161] Соответственно, включение барьера 30 в конструкцию может обеспечить суперконденсатор, демонстрирующий ток утечки со сравнительно малыми начальными значениями и существенно более медленным увеличением тока утечки со временем по отношению к

уровню техники. Важно, что ток утечки суперконденсатора остается на практически приемлемых (т.е. желательно низких) уровнях, когда суперконденсатор подвергается воздействию температур окружающей среды, при которых известные из уровня техники конденсаторы демонстрировали бы чрезмерно большие начальные значения тока утечки и/или чрезмерно быстрое увеличение тока утечки со временем.

[00162] По традиции, термин «ток утечки» в общем относится к отдаваемому конденсатором току, который измеряют по истечении некоего данного периода времени. Это измерение проводят, когда клеммы конденсатора поддерживаются при практически фиксированной разности потенциалов (напряжении на клеммах). При оценке тока утечки типичный период времени составляет семьдесят два (72) часа, хотя можно использовать и другие периоды. Отметим, что ток утечки для известных из уровня техники конденсаторов в общем увеличивается с увеличением объема и площади поверхности аккумулирующей энергии среды и сопутствующим увеличением площади внутренних поверхностей корпуса. В общем, увеличивающийся ток утечки считают показателем постепенно нарастающих скоростей реакций внутри суперконденсатора 10. Требования к характеристике тока утечки в общем определяются условиями окружающей среды, преобладающими в конкретном применении. Например, по отношению к суперконденсатору 10, имеющему объем 20 мл, практический предел по току утечки может составлять менее 100 мА.

[00163] Описав таким образом варианты воплощения барьера 30 и различные его аспекты, следует признать, что суперконденсатор 10 может обладать и другими преимуществами в результате сниженной реакции между корпусом 7 и аккумулирующей энергию средой 1. Например, эквивалентное последовательное сопротивление (ЭПС) суперконденсатора 10 может демонстрировать сравнительно более низкие значения со временем. Кроме того, нежелательные химические реакции, которые имеют место в известном из уровня техники конденсаторе, часто создают нежелательные эффекты, такие как газовыделение, или - в случае герметично уплотненного корпуса - вспучивание корпуса. В обоих случаях это приводит к нарушению конструктивной целостности корпуса и/или герметичного

уплотнения конденсатора. В конечном счете, это может привести к утечкам или неустранимому (внезапному) отказу известного из уровня техники конденсатора. В некоторых вариантах воплощения эти эффекты можно существенно уменьшить или исключить за счет применения описанного барьера 30.

[00164] Следует понимать, что термины «барьер» и «покрытие» не являются ограничивающими приводимые здесь принципы. То есть, можно использовать любой метод нанесения подходящего материала на внутренние поверхности корпуса 7, тела 20 и/или колпачка 24. Например, в других вариантах воплощения барьер 30 фактически заделывают в или на материал, составляющий тело 20 корпуса, причем этот материал затем обрабатывают или придают ему форму так, как нужно для формирования различных компонентов корпуса 7. Рассматривая некоторые из многих возможных методов нанесения барьера 30, могут оказаться одинаково приемлемыми накатывание, напыление, спекание, наплавление, печать или нанесение материала(ов) иным образом. Короче говоря, барьер 30 можно наносить любым методом, который изготовитель, конструктор и/или пользователь полагают целесообразным.

[00165] Материалы, используемые для барьера 30, можно выбирать в соответствии с такими свойствами, как реакционная способность, диэлектрическая постоянная, температура плавления, адгезия к материалам корпуса 7, коэффициент трения, стоимость и другие такие факторы. Для обеспечения желаемых свойств можно использовать сочетания материалов (такие как слоистые, смешанные или сочетающиеся иным образом).

[00166] Использование усовершенствованного корпуса 7, например, корпуса с барьером 30, может в некоторых вариантах воплощения ограничить ухудшение качества электролита 6. Между тем, барьер 30 представляет собой лишь один метод обеспечения усовершенствованного корпуса 7, и можно использовать другие методы. Например, использование корпуса 7, изготовленного из алюминия, может оказаться выгодным благодаря электрохимическим свойствам алюминия в присутствии электролита 6. Вместе с тем, принимая во внимание трудности в производстве алюминия, было невозможно (до сих пор) разработать варианты воплощения корпуса

7, использующие достоинства алюминия.

[00167] Дополнительные варианты воплощения корпуса 7 включают в себя те, в которых алюминий присутствует на всех внутренних поверхностях, которые могут подвергаться воздействию электролита, а пользователи при этом получают возможность сваривать и герметично уплотнять корпус. Улучшенную рабочую характеристику суперконденсатора 10 можно воплотить посредством уменьшенной внутренней коррозии, исключения проблем, связанных с использованием разнородных металлов в электропроводной среде и с другими причинами. В корпусе 7 преимущественно используется существующая технология, такая как электродные вкладыши, которые включают в себя металлостеклянные уплотнения (и могут включать в себя изготовленные из нержавеющей стали, тантала или других преимущественных материалов и компонентов) и поэтому экономичны в изготовлении.

[00168] Хотя они и описываются здесь как варианты воплощения корпуса 7, подходящие для суперконденсатора 10, эти варианты воплощения (как в случае с барьером 30) могут быть использованы при любом типе аккумулятора энергии, который считается целесообразным, и могут предусматривать практически осуществимую технологию любого типа. Например, можно использовать другие формы аккумулятора энергии, включая электрохимические батареи, в частности, батареи на основе лития.

[00169] В некоторых вариантах воплощения материал, используемый для создания тела 20, включает алюминий, который может включать в себя алюминий любого типа или алюминиевый сплав, признанный целесообразным конструктором или изготовителем (которые все в широком смысле называются здесь просто «алюминием»). Поверх (например, посредством плакирования) алюминия (алюминия, выходящего на внутренние поверхности тела 20) можно располагать различные сплавы, слоистые материалы (ламинаты) и т.п. Для дополнения тела и/или корпуса 7 можно использовать дополнительные материалы (такие как конструкционные материалы или электроизоляционные материалы, такие как некоторые материалы на полимерной основе). Конструктор или изготовитель может выбрать в соответствии со своими предпочтениями и

целесообразностью материалы, располагаемые поверх алюминия.

[00170] В общем, материал(ы), выходящий(е) на внутренние поверхности корпуса 7, демонстрируют адекватно низкую реакционную способность, когда подвергаются воздействию электролита 6, и поэтому их упоминание носит лишь характер иллюстрации некоторых из вариантов воплощения, а не ограничения приводимых здесь принципов.

[00171] Хотя в этом примере иллюстрируется лишь один ввод 19 на колпачке 24, следует признать, что конструкция корпуса 7 не ограничивается обсуждаемыми здесь вариантами воплощения. Например, колпачок 24 может включать в себя множество вводов 19. В некоторых вариантах воплощения тело 20 включает в себя второй, аналогичный колпачок 24 на противоположном конце кругового цилиндра. Кроме того, следует признать, что корпус 7 не ограничивается вариантами воплощения с телом 20 в форме кругового цилиндра. Например, корпус 7 может иметь створчатую конструкцию, призматическую конструкцию, пакетную или любую другую конструкцию, которая удовлетворяет потребностям конструктора, изготовителя или пользователя.

[00172] Желательно высокоэффективное уплотнение корпуса 7. То есть, предотвращение проникновения внешней среды (такой как воздух, влажность и т.д. ...) способствует поддержанию чистоты компонентов аккумулирующего энергию элемента 12. Кроме того, оно предотвращает утечку электролита 6 из аккумулирующего энергию элемента 12.

[00173] Обращаясь теперь к ФИГ. 18, там показаны аспекты вариантов воплощения заготовки 34 для колпачка 24. Показанная на ФИГ. 18А заготовка 34 включает в себя многослойный материал. Слой первого материала 41 представляет собой алюминий. Слой второго материала 42 представляет собой нержавеющей сталь. В вариантах воплощения по ФИГ. 18 нержавеющей сталь плакируют на алюминий, тем самым обеспечивая материал, который демонстрирует желаемое сочетание металлургических свойств. То есть, в предусмотренных здесь вариантах воплощения алюминий обращен внутрь аккумулирующего энергию элемента (т.е. корпуса), а

нержавеющая сталь обращена наружу. Таким образом, появляется возможность воспользоваться выгодными электрическими свойствами алюминия, а конструкция при этом основана на конструктивных свойствах (и металлургических свойствах, т.е. свариваемости) нержавеющей стали. Многослойный материал может включать в себя дополнительные слои, полагаемые целесообразными.

[00174] Как упоминалось выше, слой первого материала 41 плакируют на слой (или слоем) второго материала 42. Употребляемые здесь термины «плакировать», «плакирование» и т.п. относятся к скреплению друг с другом разнородных металлов. Плакирование часто достигается путем экструдирования двух металлов через головку, а также прессования или прокатывания листов вместе под высоким давлением. Можно использовать и другие процессы, такие как лазерное плакирование. Результатом является лист материала, состоящего из нескольких слоев, при этом несколько слоев материала соединены воедино, так что материал можно обрабатывать как одиночный лист (например, формовать, как формовали бы одиночный лист однородного материала).

[00175] Обращаясь по-прежнему к ФИГ. 18А, в одном варианте воплощения для обеспечения заготовки 34 с целью создания плоского колпачка 2 используют лист плоской заготовки (как показано на чертеже). Участок слоя второго материала 42 (например, по окружности колпачка 24) можно удалить, чтобы облегчить крепление колпачка 24 к телу 20. На ФИГ. 18В показан еще один вариант воплощения заготовки 34. В этом примере заготовка 34 обеспечивается в виде листа плакированного материала, которому придана вогнутая конфигурация. На ФИГ. 18С заготовка 34 обеспечивается в виде листа плакированного материала, которому придана выпуклая конфигурация. Колпачок 24, который изготавливают из различных вариантах воплощения заготовки 34 (таких как показанные на ФИГ. 18), выполнен с возможностью выдерживать приваривание к телу 20 корпуса 7. Более конкретно, вариант воплощения по ФИГ. 18В адаптирован для посадки в пределах внутреннего диаметра тела 20, а вариант воплощения по ФИГ. 18С адаптирован для посадки на внешнем диаметре тела 20. В различных альтернативных вариантах

воплощения слои плакированного материала в листе могут быть размещены в обратном порядке.

[00176] При сборке колпачок 24 можно приваривать к телу 20, вследствие чего обеспечивается желаемое для пользователей герметичное уплотнение. Примерные методы сварки включают лазерную сварку и сварку вольфрамовым электродом в инертной атмосфере (ВИА), а также могут включать в себя другие формы сварки, полагаемые подходящими.

[00177] Обращаясь теперь к ФИГ. 19, там показан вариант воплощения электродного узла 50. Электродный узел 50 предназначен для вставления в заготовку 34 и обеспечения электрической связи от аккумулирующей энергию среды к пользователю. В общем, электродный узел 50 включает в себя втулку 51. Втулка 51 окружает изолятор 26, который, в свою очередь, окружает ввод 19. В этом примере втулка 51 представляет собой круговой цилиндр с фланцевым верхним участком.

[00178] Для сборки колпачка 24 в заготовке 34 выполнено перфорационное отверстие (не показано). Перфорационное отверстие имеет геометрию, предусматривающую размеры, согласующиеся с электродным узлом 50. Соответственно, электродный узел 50 вставляют в перфорационное отверстие заготовки 34. После того как электродный узел 50 вставлен, электродный узел 50 можно крепить к заготовке 34 посредством такого метода, как сварка. Сварка может быть лазерной сваркой, обеспечивающей приваривание по окружности фланца втулки 51. Обращаясь к ФИГ. 20, там показаны точки 61, где осуществляется сварка. В этом варианте воплощения точки 61 обеспечивают подходящие места для сварки нержавеющей стали с нержавеющей сталью - относительно простой процедуры сварки. Соответственно, излагаемые здесь принципы обеспечивают безопасную сварку электродного узла 50 по месту на заготовке 34.

[00179] Материал для создания втулки 51 может включать металлы или сплавы металлов различных типов. В общем, материалы для втулки 51 выбирают в соответствии, например, с конструктивной целостностью и скрепляемостью (склеиваемостью или свариваемостью) (с заготовкой 34). Примерные материалы для

штулки 51 включают нержавеющую сталь 304 или нержавеющую сталь 316. Материал для создания ввода 19 может включать металлы и сплавы металлов различных типов. В общем, материалы для ввода 19 выбирают в соответствии, например, с конструктивной целостностью и электрической проводимостью. Примерные материалы для электрода включают нержавеющую сталь 446 или сплав 52.

[00180] В общем, изолятор 26 скреплен со штулкой 51 и вводом 19 посредством известных методов (например, посредством скрепления стекла с металлом). Материал для создания изолятора 26 может включать в себя – без ограничения – стекло различных типов, включая высокотемпературное стекло, стеклокерамику или керамические материалы. В общем, материалы для изолятора выбирают, например, в соответствии с конструктивной целостностью и электрическим сопротивлением (т.е. электроизоляционными свойствами).

[00181] Использование компонентов (таких как предыдущий вариант воплощения электродного узла 50), которые основаны на скреплении стекла с металлом, а также использование различных методов сварки обеспечивает герметичное уплотнение аккумулятора энергии. Для обеспечения герметичного уплотнения также можно использовать и другие компоненты. Употребляемый здесь термин «герметичное уплотнение» в общем относится к уплотнению, которое демонстрирует скорость утечки, не превышающую ту, которая определена здесь. Однако следует учесть, что фактическая эффективность уплотнения может быть лучше, чем соответствующая этому стандарту.

[00182] Дополнительные или другие методы соединения электродного узла 50 с заготовкой 34 включают в себя использование клеящего вещества под фланцем штулки 51 (между фланцем и слоем второго материала 42), когда такие методы считаются целесообразными.

[00183] Обращаясь теперь к ФИГ. 21, аккумулирующий энергию элемент 12 размещают внутри тела 20. Для обеспечения суперконденсатора 10 целесообразным образом подключают упомянутую по меньшей мере одну клемму 8 (например, к вводу 19), а колпачок 24 сопрягают с телом 20.

[00184] После сборки колпачок 24 и тело 20 можно уплотнять. На ФИГ. 22 изображены различные варианты воплощения собранного аккумулятора энергии (в этом случае - суперконденсатора 10). На ФИГ. 22А плоская заготовка 34 (см. ФИГ. 18А) используется для создания плоского колпачка 24. После установки колпачка 24 на тело 20 колпачок 24 и тело 20 сваривают, создавая уплотнение 62. В этом случае, поскольку тело 20 имеет форму кругового цилиндра, сварной шов проходит по окружности вокруг тела 20 и колпачка 24, обеспечивая уплотнение 62. Во втором варианте воплощения, показанном на ФИГ. 22В, для создания вогнутого колпачка 24 используется вогнутая заготовка 34 (см. ФИГ. 18В). После установки колпачка 24 на тело 20 колпачок 24 и тело 20 сваривают, создавая уплотнение 62. В третьем варианте воплощения, показанном на ФИГ. 22С, для создания выпуклого колпачка 24 используется выпуклая заготовка 34 (см. ФИГ. 18С). После установки колпачка 24 на тело 20 колпачок 24 и тело 20 можно сваривать, создавая уплотнение 62.

[00185] Если это целесообразно, плакированный материал можно удалить (такими методами, как, например, механическая обработка или травление, и т.д. ...), чтобы обнажить другой металл в многослойном материале. Соответственно, в некоторых вариантах воплощения уплотнение 62 может включать в себя сварной шов алюминия с алюминием. Сварной шов алюминия с алюминием можно дополнить другими крепежными средствами, если это целесообразно.

[00186] Для уплотнения корпуса 7 можно использовать другие методы. Например, можно использовать лазерную сварку, сварку ВИА, контактную сварку, ультразвуковую сварку и другие формы механического уплотнения. Вместе с тем, следует отметить, что, в общем, традиционные формы только механического уплотнения не подходят для обеспечения надежного герметичного уплотнения, предлагаемого в суперконденсаторе 10.

[00187] В некоторых вариантах воплощения для внутренних компонентов используется многослойный материал. Например, алюминий можно плакировать нержавеющей сталью, чтобы обеспечить многослойный материал в по меньшей мере одной из клемм 8. В

некоторых из этих вариантов воплощения часть алюминия можно удалять, обнажая нержавеющую сталь. Открытую нержавеющую сталь можно затем использовать для крепления клеммы 8 к вводу 19 с помощью простых процедур сварки.

[00188] Использование плакированного материала для внутренних компонентов можно рекомендовать при конкретных вариантах воплощения плакированного материала. Например, может оказаться выгодным использование плакированного материала, который включает в себя алюминий (нижний слой), нержавеющую сталь и/или тантал (промежуточный слой) и алюминий (верхний слой), который таким образом ограничивает воздействие на нержавеющую сталь внутренней среды суперконденсатора 10. Эти варианты воплощения можно расширить, например, дополнительным покрытием полимерными материалами, такими как ПТФЭ.

[00189] В общем, сборка корпуса часто предусматривает размещение аккумулирующего элемента 12 внутри тела 20 и заполнение тела 20 электролитом 6. Можно проводить процесс сушки. Примерная сушка включает в себя нагревание тела 20 с находящимися в нем аккумулирующим элементом 12 и электролитом 6, зачастую - при пониженном давлении (например, в вакууме). После проведения адекватной (необязательной) сушки можно проводить завершающие этапы сборки. На этих завершающих этапах выполняют внутренние электрические соединения, устанавливают колпачок 24 и герметично уплотняют его на теле 20, например, приваривая колпачок 24 к телу 20.

[00190] Соответственно, обеспечение корпуса 7, который пользуется преимуществом многослойного материала, дает аккумулятор энергии, демонстрирующий ток утечки со сравнительно малыми начальными значениями и существенно более медленными увеличениями тока утечки со временем по сравнению с уровнем техники. Важно, что ток утечки аккумулятора энергии остается на практических (т.е. желаемо низких) уровнях, когда суперконденсатор 10 подвергается воздействию температур окружающей среды, при которых известные из уровня техники конденсаторы демонстрировали бы чрезмерно большие начальные значения тока утечки и/или чрезмерно быстрые увеличения тока утечки со временем.

[00191] Кроме того, суперконденсатор 10 может обладать и другими преимуществами в результате сниженной реакции между корпусом 7 и аккумулирующим энергию элементом 12. Например, эквивалентное последовательное сопротивление (ЭПС) аккумулятора энергии может демонстрировать сравнительно меньшие значения со временем. Кроме того, нежелательные химические реакции, которые имеют место в известном из уровня техники конденсаторе, зачастую создают нежелательные эффекты, такие как газовыделение, или - в случае герметично уплотненного корпуса - вспучивание корпуса 7. В обоих случаях это приводит к нарушению конструктивной целостности корпуса 7 и/или герметичного уплотнения аккумулятора энергии. В конечном счете, это может привести к утечкам или неустранимому отказу известного из уровня техники конденсатора. В некоторых вариантах воплощения эти эффекты можно существенно уменьшить или исключить за счет применения описанного барьера.

[00192] Соответственно, в распоряжение пользователей теперь предоставляется корпус 7 для аккумулятора энергии, в котором существенный участок - вплоть до всех внутренних поверхностей - корпуса 7 выполнен из алюминия (и может включать в себя немешающий материал, как описано ниже). Таким образом избегают проблем внутренней коррозии, и в распоряжении конструкторов оказывается повышенная универсальность выбора подходящих материалов для электролита 6.

[00193] За счет использования многослойного материала (например, плакированного материала), в состав корпуса 7 можно вводить нержавеющую сталь, а значит, можно использовать компоненты с металлостеклянными уплотнениями. Компоненты можно приваривать к той стороне плакированного материала, где находится нержавеющая сталь, с помощью таких методов, как лазерная сварка или контактная сварка, а ту сторону плакированного материала, где находится алюминий, можно приваривать к другим алюминиевым деталям (например, к телу 20).

[00194] В некоторых вариантах воплощения для покрытия деталей корпуса 7 можно использовать изоляционный полимер. Таким образом возможно гарантировать, что на компоненты аккумулятора энергии будут воздействовать только металлы приемлемых типов

(такие как алюминий). Примерный изоляционный полимер включает в себя ПФА, ФЭП, ТФЭ и ПТФЭ. Подходящие полимеры (или другие материалы) ограничены только потребностями конструктора или изготовителя системы и свойствами соответствующих материалов. Здесь можно сослаться на ФИГ. 23, где введено малое количество изоляционного материала 39 для ограничения воздействия электролита 6 на нержавеющую сталь втулки 51 и ввода 19. В этом примере клемма 8 подсоединена к вводу 19, например, посредством сварки, а затем покрыта изоляционным материалом 39.

[00195] Обратимся теперь к ФИГ. 24, где изображены аспекты сборки еще одного варианта воплощения колпачка 24. На ФИГ. 24А изображен шаблон (т.е. заготовка 34), который используется для обеспечения тела колпачка 24. Размеры шаблона в общем обеспечивают сопряжение с корпусом 7 подходящего типа аккумулирующего энергию элемента (такого как суперконденсатор 10). Колпачок 24 может быть изначально выполнен обеспечением шаблона, придающего форму шаблону, включая купол 37 внутри шаблона (показанного на ФИГ. 24В), и последующим перфорированием купола 37 для обеспечения прохода 32 (показанного на ФИГ. 24С). Конечно, заготовку 34 (например, круглый кусок исходного материала) можно прессовать или изготавливать по-иному с тем, чтобы одновременно обеспечить вышеупомянутые признаки.

[00196] В общем и в связи с этими вариантами воплощения, колпачок может быть выполнен из алюминия или его сплава. Вместе с тем, колпачок может быть выполнен из любого материала, который признан подходящим изготовителем, потребителем, конструктором и т.д. Например, колпачок 24 можно изготавливать из стали и пассивировать (т.е. наносить инертное покрытие) или иным образом подготавливать к использованию в корпусе 7.

[00197] Обращаясь теперь также к ФИГ. 25, там показан еще один вариант воплощения электродного узла 50. В этих вариантах воплощения электродный узел 50 включает в себя ввод 19 и расположенный вокруг ввода 19 материал полусферической формы. Материал полусферической формы служит в качестве изолятора 26, а его форма в общем совпадает с куполом 37. Полусферический изолятор 26 может быть изготовлен из любого материала,

пригодного для обеспечения герметичного уплотнения, но выдерживающего химическое влияние электролита б. Примерные материалы включают в себя перфторалкоксиполимер (ПФА), фторированный этилен-пропилен (ФЭП), поливинилфторид (ПВФ), тетрафторэтилен (ТФЭ), хлортрифторэтилен (ХТФЭ), полихлортрифторэтилен (ПХТФЭ), полиэтилентетрафторэтилен (ПЭТФЭ), полиэтиленхлортрифторэтилен (ПЭХТФЭ), политетрафторэтилен (ПТФЭ), иной материал на основе фторполимера, а также любой другой материал, который может проявлять аналогичные свойства (в различных степенях) и обеспечивать удовлетворительную рабочую характеристику (например, обладая, среди прочих свойств, высокой стойкостью к растворителям, кислотам и основаниям при высоких температурах, низкой стоимостью и т.п.).

[00198] Ввод 19 может быть выполнен из алюминия или его сплава. Вместе с тем, ввод 19 может быть выполнен из любого материала, который считает подходящим изготовитель, потребитель, конструктор и т.п. Например, ввод 19 можно изготавливать из стали и пассивировать (т.е. наносить инертное покрытие, такое как кремний) или иным образом подготавливать к использованию в электродном узле 50. Примерный метод пассивации включает в себя осаждение покрытия из гидрогенизированного аморфного кремния на поверхности подложки и функционализацию покрытой подложки за счет подвергания ее воздействию связующего реагента, имеющего по меньшей мере одну ненасыщенную углеводородную группу, под давлением и при повышенной температуре в течение эффективного промежутка времени. Покрытия из гидрогенизированного аморфного кремния осаждают, подвергая подложку воздействию газообразного гидрида кремния под давлением и при повышенной температуре в течение эффективного промежутка времени.

[00199] Полусферическому изолятору 26 можно придать такие размеры относительно купола 37, что при сборке в колпачок 24 достигается плотное прилегание (т.е. герметичное уплотнение). Полусферический изолятор 26 не должен быть совершенно симметричным или иметь классические полусферические пропорции. То есть, полусферический изолятор 26 является практически

полусферическим и может предусматривать, например, незначительные коррекции в пропорциях, небольшой фланец (например, на основании) и другие признаки, полагаемые целесообразными. Полусферический изолятор 26 в общем выполнен из однородного материала, однако это не обязательно. Например, полусферический изолятор 26 может включать в себя наполненный воздухом или газом тор (не показан) для обеспечения желаемой протяженности или сжимаемости.

[00200] Как показано на ФИГ. 26, электродный узел 50 можно вставить в шаблон (т.е. формованную заготовку 34), обеспечивая вариант воплощения колпачка 24, который включает в себя полусферическое герметичное уплотнение.

[00201] Как показано на ФИГ. 27, в различных вариантах воплощения с дном колпачка 24 (т.е. участком колпачка 24, который обращен вовнутрь корпуса 7 и обращен к аккумулирующему элементу 12) может быть скреплен или сопряжен иным образом держатель 43. Держатель 43 может быть скреплен с колпачком 24 посредством различных методов, таких как сварка алюминия (такая как лазерная, ультразвуковая и т.п.). Для скрепления можно использовать и другие методы, включая, например, штамповку (т.е. механическое скрепление) и высокотемпературную пайку. Скрепление может происходить, например, по периметру держателя 43. В общем, чтобы создать желаемое уплотнение 71, скрепление обеспечивается в по меньшей мере одной точке крепления. В держателе 43 для герметизации изолятора 26 может быть использована по меньшей мере одна крепежная деталь, например, множество заклепок.

[00202] В примере по ФИГ. 27 колпачок 24 имеет вогнутую конструкцию (см. ФИГ. 18В). Однако можно использовать и другие конструкции. Например, можно предусмотреть выпуклый колпачок 24 (ФИГ. 18С), а также можно использовать накладной колпачок 24 (разновидность варианта воплощения по ФИГ. 18С, конфигурация которого обеспечивает установку так, как изображено на ФИГ. 22С).

[00203] В некоторых вариантах воплощения по меньшей мере один из корпуса 7 и колпачка 24 включает в себя материалы,

которые имеют множество слоев. Например, первый слой материала может включать в себя алюминий, при этом второй слой материала представляет собой нержавеющую сталь. В этом примере нержавеющая сталь плакирована на алюминий, тем самым обеспечивая материал, демонстрирующий желаемое сочетание металлургических свойств. То есть, в представленных здесь вариантах воплощения алюминий обращен внутрь аккумулирующего энергию элемента (т.е. корпуса), а нержавеющая сталь обращена наружу. Таким образом, появляется возможность воспользоваться выгодными электрическими свойствами алюминия, а конструкция при этом основана на конструкционных свойствах (и металлургических свойствах, т.е. свариваемости) нержавеющей стали. Многослойный материал может включать в себя дополнительные слои, полагаемые целесообразными. Это с выгодой обеспечивает сварку нержавеющей стали с нержавеющей сталью – относительно простую процедуру сварки.

[00204] Материал, используемый для колпачка, а также ввода 19, можно выбрать с учетом теплового расширения полусферического изолятора 26. Кроме того, можно также разработать методы изготовления с учетом теплового расширения. Например, при сборке колпачка 24, изготовитель может прикладывать давление к полусферическому изолятору 26, таким образом по меньшей мере немного сжимая полусферический изолятор 26. Следовательно, по меньшей мере некоторое тепловое расширение колпачка 24 обеспечивается без ущерба для эффективности герметичного уплотнения.

[00205] При том, что материал, используемый для создания тела 20, включает в себя алюминий, он может включать в себя алюминий любого типа или алюминиевый сплав, который конструктор или изготовитель посчитает целесообразным (и все эти материалы в широком смысле называются здесь просто «алюминием»). Поверх (например, плакированием) алюминия (алюминия, выходящего на внутренние поверхности тела 20) можно располагать различные сплавы, слоистые материалы и т.п. Для дополнения тела и/или корпуса 7 можно использовать дополнительные материалы (такие как конструкционные материалы или электроизоляционные материалы, такие как некоторые материалы на полимерной основе). Конструктор

или изготовитель может выбрать в соответствии со своими предпочтениями и целесообразностью материалы, располагаемые поверх алюминия.

[00206] Применение алюминия не является необходимым или требуемым. Коротче говоря, можно обеспечить выбор материала применительно к любому материалу, который конструктор, изготовитель или пользователь и т.п. сочтет целесообразным. Можно учитывать различные факторы, такие как, например, снижение электрохимического взаимодействия с электролитом 6, структурные свойства, стоимость и т.п.

[00207] Теперь рассмотрим аккумулирующий элемент 12 подробнее. Обратимся к ФИГ. 28, где представлен внутренний вид суперконденсатора 10. В этом примере аккумулирующий элемент 12 вставлен в тело 20 и содержится внутри него. Каждое множество выводов объединено в жгут и подключено к корпусу 7 в качестве одной из клемм 8. В некоторых вариантах воплощения множество выводов подключены к дну тела 20 (на внутренней поверхности), тем самым превращая тело 20 в отрицательный контакт 55. Аналогичным образом, другое множество выводов объединено в жгут и подключено к вводу 19, обеспечивая положительный контакт 56. Электрическая изоляция отрицательного контакта 55 и положительного контакта 56 сохраняется электрическим изолятором 26. В общем, подключение выводов осуществляется посредством сварки, такой как по меньшей мере одна из лазерной и ультразвуковой сварки. Конечно, можно использовать и другие методы, полагаемые целесообразными.

[00208] Следует понимать, что для обеспечения высокоэффективного аккумулятора энергии требуются надежные методы сборки. Соответственно, теперь будут рассмотрены некоторые из этих методов.

[00209] Обращаясь теперь к ФИГ. 29, там показаны компоненты примерного электрода 3. В этом примере электрод 3 будет использоваться в качестве отрицательного электрода 3 (однако это обозначение произвольно и приводится просто для ссылки).

[00210] Как можно заметить из иллюстрации, по меньшей мере в этом варианте воплощения сепаратор 5 в общем имеет большую

длину и большую ширину, чем аккумулирующая энергия среда 1 (и токоотвод 2). За счет использования большего сепаратора 5 обеспечивается защита от короткого замыкания отрицательного электрода 3 с положительным электродом 3. Использование дополнительного материала в сепараторе 5 тоже обеспечивает лучшую электрическую защиту выводов и клеммы 8.

[00211] Обратимся теперь к ФИГ. 30, где представлен вид сбоку варианта воплощения аккумулирующего элемента 12. В этом примере слоистый пакет аккумулирующей энергии среды 1 включает в себя первый сепаратор 5 и второй сепаратор 5, так что электроды 3 электрически разделены, когда аккумулирующий элемент 12 собирают в свернутый аккумулирующий элемент 23. Отметим, что термины «положительный» и «отрицательный» применительно к электроду 3 и сборке суперконденсатора 10 являются просто произвольными и относятся к функциональным возможностям при выполнении в суперконденсаторе 10 и накоплении в нем заряда. Эта оговорка, широко распространенная в данной области техники, не означает, что заряд был накоплен до сборки, или не может быть отнесена к любому аспекту помимо обеспечения физической идентификации разных электродов.

[00212] Перед свертыванием аккумулирующего элемента 12 отрицательный электрод 3 и положительный электрод 3 совмещают (выравнивают) друг с другом. Совмещение электродов 3 улучшает рабочую характеристику суперконденсатора 10, поскольку длина пути переноса ионов в общем минимизируется при наивысшей степени совмещения. Кроме того, обеспечивая высокую степень совмещения, исключают избыточный сепаратор 5, а эффективность суперконденсатора 10 в результате не страдает.

[00213] Обращаясь теперь также к ФИГ. 31, там показан вариант воплощения аккумулирующего элемента 12, в котором электроды 3 свернуты в рулон с получением свернутого аккумулирующего элемента 23. В качестве наружного слоя аккумулирующего элемента 12 присутствует один из сепараторов 5, который отделяет аккумулирующую энергию среду 1 от внутренней поверхности корпуса 7.

[00214] Для согласования полярности наружного электрода в

свернутом аккумулирующем элементе 13 с полярностью тела 20 можно применить «согласование полярностей». Например, в некоторых вариантах воплощения отрицательный электрод 3 находится на наружной стороне плотно упакованной упаковки, которую обеспечивает свернутый аккумулирующий элемент 23. В этих вариантах воплощения обеспечивается иная степень гарантии предотвращения короткого замыкания. То есть, если отрицательный электрод 3 подключен к телу 20, то отрицательный электрод 3 размещен в качестве наружного электрода в свернутом аккумулирующем элементе 23. Соответственно, если сепаратор 5 выходит из строя, например, из-за механического износа, вызванного вибрацией суперконденсатора 10 во время эксплуатации, суперконденсатор 10 не откажет в результате короткого замыкания между наружным электродом в свернутом аккумулирующем элементе 23 и телом 20.

[00215] Для каждого варианта воплощения свернутого аккумулирующего элемента 23, по меньшей мере в сепараторе 5 может быть предусмотрена контрольная метка 72. Контрольная метка 72 будет использоваться для обеспечения позиционирования выводов на каждом из электродов 3. В некоторых вариантах воплощения позиционирование выводов обеспечивается посредством расчета. Например, принимая во внимание внутренний диаметр рулона типа «рулета» и общую толщину объединенных сепараторов 5 и электродов 3, можно оценить место расположения каждого из выводов. Вместе с тем, практика показала, что полезнее и эффективнее использовать контрольную метку 72. Контрольная метка 72 может включать в себя, например, прорезь в крае сепаратора(ов) 5.

[00216] В общем, контрольная метка 72 применяется для каждой новой спецификации аккумулирующего элемента 12. То есть, поскольку новая спецификация аккумулирующего элемента 12 может требовать отличающейся толщины по меньшей мере одного слоя в нем (по сравнению с ранее принятым вариантом), использование ранее принятых контрольных меток может оказаться по меньшей мере несколько неточным.

[00217] В общем, контрольная метка 72 проявляется в виде одиночной радиальной линии (риски), которая пересекает рулон от

его центра к его периферии. Соответственно, когда выводы устанавливаются вдоль контрольной метки 72, каждый вывод будет совмещаться с остальными выводами (как показано на ФИГ. 10). Вместе с тем, когда аккумулярующий элемент 12 развернут (для тех вариантов воплощения, где аккумулярующий элемент 12 является или станет рулоном), контрольную метку 72 можно рассматривать как множество маркировок (как показано на ФИГ. 32). По традиции, безотносительно варианта воплощения или внешнего вида маркировки аккумуляющего элемента 12, идентификация места для введения вывода считается предусматривающей определение «контрольной метки 72» или «набора контрольных меток 72».

[00218] Обращаясь теперь к ФИГ. 32, после установления контрольной метки 72 (например, по маркировке свернутого в рулон аккумуляющего элемента 12) обеспечена (т.е. описана контрольной меткой 72) точка монтажа для установки каждого из выводов. После выявления каждой точки монтажа для какой-то данной спецификации строения аккумуляющего элемента 12, определение относительного местоположения каждой точки монтажа можно повторить для дополнительных случаев конкретного строения аккумуляющего элемента 12.

[00219] В общем, каждый вывод подключен к соответствующему токоотводу 2 в аккумуляющем элементе 12. В некоторых вариантах воплощения и токоотвод 2, и вывод изготовлены из алюминия. В общем, вывод подключен к токоотводу 2 по ширине W , однако вывод может быть подключен и лишь на части ширины W . Подключение может быть осуществлено, например, ультразвуковой сваркой вывода с токоотводом 2. Чтобы осуществить подключение, по меньшей мере часть аккумуляющей энергии среды 1 можно (по обстоятельствам) удалить, так чтобы каждый вывод можно было надлежащим образом соединить с токоотводом 2. Для обеспечения подключения можно предпринять и другие подготовительные и вспомогательные меры, полагаемые целесообразными.

[00220] Конечно, можно предусмотреть противоположные контрольные метки 73. То есть, таким же образом, каким предусмотрены контрольные метки 72, можно выполнить набор противоположных контрольных меток 73 для учета монтажа выводов

противоположной полярности. То есть, контрольные метки 72 можно использовать для монтажа выводов на первый электрод 3, такой как отрицательный электрод 3, а противоположные контрольные метки 73 можно использовать для монтажа выводов на положительный электрод 3. В том варианте воплощения, где свернутый аккумулирующий элемент 23 является цилиндрическим, противоположные контрольные метки 73 находятся на противоположной стороне аккумулирующей энергию среды 1 и смещены по длине от контрольных меток 72 (как изображено).

[00221] Отметим, что на ФИГ. 32 и контрольные метки 72, и противоположные контрольные метки 73 показаны расположенными на одном электроде 3. То есть, ФИГ. 29 изображает вариант воплощения, который служит просто для иллюстрации пространственной (т.е. линейной) связи контрольных меток 72 и противоположных контрольных меток 73. Это не подразумевает, что положительный электрод 3 и отрицательный электрод 3 имеют общую аккумулирующую энергию среду 1. Вместе с тем, следует отметить, что в тех случаях, где контрольные метки 72 и противоположные контрольные метки 73 размещаются путем сворачивания аккумулирующего элемента 12 и последующей маркировки сепаратора 5, контрольные метки 72 и противоположные контрольные метки 73 в самом деле могут быть предусмотрены на одном сепараторе 5. Однако, на практике, можно использовать лишь один набор из контрольных меток 72 и противоположных контрольных меток 73, чтобы провести монтаж выводов для любого данного электрода 3. То есть, следует понимать, что вариант воплощения, изображенный на ФИГ. 32, должен быть дополнен еще одним слоем аккумулирующей энергию среды 1 для другого электрода 3, который будет иметь противоположную полярность.

[00222] Как показано на ФИГ. 33, вышеописанный метод сборки приводит к аккумулирующему элементу 12, который включает в себя по меньшей мере один набор совмещенных выводов. Первый набор совмещенных выводов 91 используется, в частности, при подключении свернутого аккумулирующего элемента 23 к одному из отрицательного контакта 55 и положительного контакта 56, а набор противоположных совмещенных выводов 92 обеспечивает подключение

аккумулирующей энергии среды 1 к противоположному контакту (55, 56).

[00223] Свернутый аккумулирующий элемент 23 можно завернуть в обертку 93. Обертка 93 может быть реализована во множестве вариантов воплощения. Например, обертка 93 может быть предусмотрена в виде ленты КАРТОН™ (которая представляет собой полиимидную пленку, разработанную фирмой DuPont, Уилмингтон, штат Делавэр, США), или ленты ПТФЭ. В этом примере лента КАРТОН™ окружает свернутый аккумулирующий элемент 23 и прилипает к нему. Обертка 93 может быть предусмотрена без клея, будучи плотно прилегающей оберткой 93, которую надевают со скольжением на свернутый аккумулирующий элемент 23. Обертка 93 может проявляться больше как мешок, такой как тот, что в общем охватывает свернутый аккумулирующий элемент 23 (например, такой как рассмотренная выше оболочка 73). В некоторых из этих вариантов воплощения обертка 93 может включать в себя материал, функционирующий как усадочная пленка и тем самым обеспечивающий эффективное физическое (а в некоторых вариантах воплощения – химическое) ограждение свернутого аккумулирующего элемента 23. В общем, обертка 93 выполнена из материала, который не препятствует электрохимическим функциям суперконденсатора 10. Обертка 93 также может при необходимости обеспечивать частичное покрытие, например, способствуя вставлению свернутого аккумулирующего элемента 23.

[00224] В некоторых вариантах воплощения отрицательные выводы и положительные выводы находятся на противоположных сторонах свернутого аккумулирующего элемента 23 (в случае свернутого в рулон типа «рулета» аккумулирующего элемента 23 выводы отрицательной полярности и выводы положительной полярности могут быть диаметрально противоположными). В общем, размещение выводов отрицательной полярности и выводов положительной полярности на противоположных сторонах свернутого аккумулирующего элемента 23 осуществляется для того, чтобы способствовать созданию свернутого аккумулирующего элемента 23, а также обеспечению улучшенного электрического разделения.

[00225] В некоторых вариантах воплощения, после того как собраны совмещенные выводы 91, 92, каждый из множества совмещенных выводов 91, 92 объединяют в жгут (на месте) так, что вокруг множества совмещенных выводов 91, 92 можно расположить усадочную пленку (не показана). В общем, усадочная пленка выполнена из ПТФЭ, однако можно использовать любой совместимый материал.

[00226] В некоторых вариантах воплощения, после того как материал усадочной пленки помещен вокруг совмещенных выводов 91, совмещенные выводы 91 изгибают, придавая им предполагаемую форму, когда суперконденсатор 10 уже будет собран. То есть, обращаясь к ФИГ. 34, можно увидеть, что предполагается «Z-образная» форма совмещенных выводов. После придания «Z-образного» изгиба совмещенным выводам 91, 92 и наложения усадочной пленки эту усадочную пленку можно нагреть или активировать иным образом так, что усадочная пленка даст усадку по месту вокруг совмещенных выводов 91, 92. Соответственно, в некоторых вариантах воплощения совмещенные выводы 91, 92 могут быть упрочнены и защищены оберткой. Применение «Z-образного» изгиба особенно полезно при подключении аккумулирующей энергию среды 1 к вводу 19, расположенному внутри колпачка 24.

[00227] Конечно, на практике можно реализовать и другие варианты воплощения подключения каждого набора совмещенных выводов 91, 92 (т.е. каждой клеммы 8) к соответствующему контакту 55, 56. Например, в одном варианте воплощения к одному из ввода 19 и корпуса 7 подключают промежуточный вывод с тем, чтобы облегчить подключение к соответствующему набору совмещенных выводов 91, 92.

[00228] Используемые материалы можно выбирать в соответствии с такими свойствами, как реакционная способность, диэлектрическая постоянная, температура плавления, адгезия к другим материалам, свариваемость, коэффициент трения, стоимость и другие такие факторы. Для обеспечения желаемых свойств можно использовать сочетания материалов (такие как слоистые, смешанные или сочетающиеся иным образом).

[00229] Среди многообразия вариантов воплощения полезно

использовать множество суперконденсаторов 10 вместе, обеспечивая источник питания. Чтобы обеспечить надежную работу, отдельные суперконденсаторы 10 можно протестировать заранее, до использования. Чтобы провести испытания разных типов, каждый из суперконденсаторов 10 можно испытывать как одиночный элемент, последовательно или параллельно с множественными подсоединенными суперконденсаторами. Использование различных металлов, соединяемых различными методами (такими как сварка) может уменьшить ЭПС соединения, а также увеличить прочность соединений. Теперь опишем некоторые аспекты соединений между суперконденсаторами 10.

[00230] В некоторых вариантах воплощения суперконденсатор 10 включает в себя два контакта. Этими двумя контактами являются штырек металлостеклянного уплотнения (т.е. ввод 19) и остальная часть корпуса 7. Когда множество суперконденсаторов 10 соединяют последовательно, зачастую желательно подключить межсоединение между дном корпуса 7 (в случае корпуса 7 цилиндрической формы), так что расстояние до внутренних выводов минимизируется и поэтому получается минимальное сопротивление. В этих вариантах воплощения противоположный конец межсоединения обычно подключен к штырьку металлостеклянного уплотнения.

[00231] Что касается межсоединений, то сварной шов общего типа предусматривает использование аппарата для контактной электросварки с параллельными электродами. Сварной шов можно получать путем совмещения конца межсоединения над штырьком и приваривания межсоединения непосредственно к штырьку. Использование некоего числа сварных швов увеличит прочность и связь между межсоединением и штырьком. В общем, при приваривании к штырьку придание формы концу межсоединения для хорошего сопряжения со штырьком служит гарантией того, что практически не будет лишнего перекрывающего штырек материала, который вызывал бы короткое замыкание.

[00232] Для приваривания межсоединения к штырьку можно использовать аппарат для контактной электросварки с противоположными электродами, а для приваривания межсоединения к дну корпуса 7 можно использовать аппарат ультразвуковой сварки.

Когда применяемые металлы совместимы, можно использовать методы низкотемпературной пайки.

[00233] Что касается материалов, используемых в межсоединениях, то обычным типом материала, используемым для межсоединения, является никель. Никель можно использовать, поскольку он хорошо сваривается с нержавеющей сталью и имеет отчетливую границу раздела. Вместо никеля можно использовать другие металлы и сплавы, например, для снижения сопротивления в межсоединении.

[00234] В общем, материал, выбираемый для межсоединения, подбирают по совместимости с материалами в штырьке, а также материалами в корпусе 7. Примерные материалы включают медь, никель, тантал, алюминий, и никель-медную плакировку. Иные металлы, которые можно использовать, включают серебро, золото, латунь, платину и олово.

[00235] В некоторых вариантах воплощения, таких как те, где штырек (т.е. ввод 19) выполнен из тантала, в межсоединении могут использоваться промежуточные металлы, например, за счет применения соединения короткой перемычкой. Примерное соединение перемычкой включает в себя полосу тантала, которая модифицирована посредством использования аппарата для контактной сварки с противоположными электродами, чтобы приварить к перемычке полосу алюминия/меди/никеля. Затем для приваривания танталовой полосы к танталовому штырьку используют аппарат для контактной сварки с параллельными электродами.

[00236] Перемычку можно также использовать на контакте, то есть корпусе 7. Например, к дну корпуса 7 можно контактной сваркой приварить кусочек никеля. Потом к никелевой перемычке можно ультразвуковой сваркой приварить полосу меди. Этот метод способствует уменьшению сопротивления межсоединений элементов. Использование разных металлов для каждого соединения может уменьшить ЭПС межсоединений между элементами, включенными последовательно.

[00237] Описав таким образом аспекты надежного суперконденсатора 10, который пригоден для высокотемпературных окружающих сред (т.е. вплоть до примерно 210 градусов по

Цельсию), теперь приведем и/или охарактеризуем некоторые дополнительные аспекты.

[00238] В конструкции суперконденсатора 10 можно использовать множество самых разных материалов. Если надо исключить кислород и влагу и предотвратить выброс электролита 6, существенна целостность суперконденсатора 10. Чтобы достичь этого, роликовые сварные швы и любые другие точки уплотнения должны удовлетворять стандартам герметичности по всему намеченному для работы диапазону температур. Кроме того, выбираемые материалы должны быть совместимыми с другими материалами, такими как ионные жидкости и растворители, которые могут использоваться в составе электролита 6.

[00239] В некоторых вариантах воплощения ввод 19 выполнен из металла, такого как по меньшей мере один из ковара (товарный знак KOVAR™ Carpenter Technology Corporation из г. Ридинга, штат Пенсильвания, США, причем ковар - это полученный вакуумной плавкой железо-никеле-кобальтовый сплав с низким коэффициентом расширения, химический состав которого контролируется в узких пределах для гарантии свойств точного равномерного теплового расширения), сплава 52 (железоникелевый сплав, подходящий для герметичного крепления стекла и керамики к металлу), тантала, молибдена, ниобия, вольфрама, нержавеющей стали 446 (ферритной, термически неупрочняемой нержавеющей стали, которая обеспечивает хорошую стойкость к высокотемпературной коррозии и окислению) и титана.

[00240] Тело металлостеклянных уплотнений, которые пользуются преимуществом вышеизложенного, можно изготавливать из нержавеющей сталей серии 300, таких как сплавы 304, 304L, 316 и 316L. Эти тела также можно изготавливать из такого металла, как по меньшей мере один из различных никелевых сплавов, таких как инконель (семейство аустенитных жаропрочных сплавов на хромоникелевой основе, которые являются стойкими к окислению и коррозии материалами, весьма подходящими для эксплуатации в экстремальных условиях окружающей среды, предусматривающих воздействие давления и тепла) и хастелой (обладающий высокой

коррозионной стойкостью металлический сплав, который включает в себя никель и различные процентные доли молибдена, хрома, кобальта, железа, меди, марганца, титана, циркония, алюминия, углерода и вольфрама).

[00241] Изолирующим материалом между вводом 19 и окружающим телом в металлостеклянном уплотнении, как правило, является стекло, состав которого патентуется каждым изготовителем уплотнений и зависит от того, является спай обжимаемым или согласованным (т.е. работающим за счет близких значений коэффициентов расширения стекла и металла). В металлостеклянном уплотнении можно использовать и другие материалы. Например, в уплотнении можно использовать различные полимеры. Как таковой, термин «металлостеклянное» уплотнение просто описывает тип уплотнения, а не подразумевает, что уплотнение обязательно должно включать в себя стекло.

[00242] Корпус 7 для суперконденсатора 10 может быть изготовлен, например, из нержавеющей стали типов 304, 304L, 316 и 316L. Корпуса также можно изготавливать из некоторых из алюминиевых сплавов, таких как 1100, 3003, 5052, 4043 и 6061, но не ограничиваясь ими. Можно использовать различные многослойные материалы, которые могут включать в себя, например, алюминий, плакированный на нержавеющую сталь. Другие неограничительные совместимые металлы, которые можно использовать, включают в себя платину, золото, родий, рутений и серебро.

[00243] Конкретные примеры металлостеклянных уплотнений, которые используются в суперконденсаторе 10, включают в себя металлостеклянные уплотнения двух разных типов. Первое из них - от фирмы SCHOTT с местонахождением в г. Елмсфорде, штат Нью-Йорк, США. В этом варианте воплощения используются штырек из нержавеющей стали, стеклянный изолятор и тело из нержавеющей стали. Второе металлостеклянное уплотнение - от фирмы HERMETIC SEAL TECHNOLOGY, г. Цинцинатти, штат Огайо, США. В этом втором варианте воплощения используются танталовый штырек, стеклянный изолятор и тело из нержавеющей стали. Для различных вариантов воплощения можно предусмотреть различные размеры.

[00244] Дополнительный вариант воплощения

металлостеклянного уплотнения включает в себя вариант воплощения, предусматривающий использование алюминиевого уплотнения и алюминиевого тела. Еще один вариант воплощения металлостеклянного уплотнения включает в себя алюминиевое уплотнение с эпоксидом или другими изолирующими материалами (такими как керамика или кремний).

[00245] Металлостеклянному уплотнению в ряде аспектов можно придать желаемую конфигурацию. Например, размеры корпуса и штырька, а также материал штырька и корпуса можно модифицировать по обстоятельствам. Кроме того, штырек также может быть трубкой или сплошным стержнем, а также возможно наличие множественных штырьков в одной крышке. Хотя материалами наиболее распространенных типов, используемыми для штырька, являются сплавы нержавеющей стали, омедненная нержавеющая сталь, молибден, платина-индий, различные железоникелевые сплавы, тантал и другие металлы, можно использовать и некоторые нетрадиционные материалы (такие как алюминий). Корпус обычно выполняют из нержавеющей стали, титана и/или различных других материалов.

[00246] При сборке суперконденсатора 10 можно воспользоваться множеством самых разных методов крепления. Например, что касается сварки, то можно воспользоваться множеством самых разных методов сварки. Нижеследующее является иллюстративным перечислением типов сварки и различных целей, для достижения которых можно использовать каждый тип сварки.

[00247] Ультразвуковую сварку можно использовать, помимо прочего, для: приваривания алюминиевых лепестков к токоотводу; приваривания лепестков к нижней (донной) плакированной крышке; приваривания лепестка-накладки к плакированной перемычке, соединенной со штырьком металлостеклянного уплотнения; и приваривания лепестков «рулета» друг к другу. Импульсную или контактную сварку можно использовать, помимо прочего, для: наваривания выводов ко дну банки или к штырьку; приваривания выводов к токоотводу; приваривания накладки к плакированной перемычке; приваривания плакированной перемычки к клемме 8; приваривания выводов к нижней крышке. Лазерную сварку можно

использовать, помимо прочего, для: приваривания крышки из нержавеющей стали к банке из нержавеющей стали; приваривания перемычки из нержавеющей стали к выполненному из нержавеющей стали штырьку металлостеклянного уплотнения; и наваривания заглушки на заливочное отверстие. Сварку ВИА можно использовать, помимо прочего, для: приваривания алюминиевых крышек к алюминиевой банке; и приваривания алюминиевого уплотнения на место. Холодную сварку (сжатие металлов друг с другом с большой силой) можно использовать, помимо прочего, для: уплотнения заливочного отверстия путем посадки с натягом алюминиевого шарика/штифта в заливочное отверстие.

[00248] Теперь приведем физические аспекты примерного суперконденсатора 10. Отметим, что в нижеследующих таблицах термин «лепесток» в общем относится к «выводу», как обсуждалось выше; термины «перемычка» и «накладка» также относятся к аспектам вывода (например, перемычка может быть подключена к вводу, или «штырьку», а накладка полезна для соединения перемычки с лепестками, или выводами). Использование различных соединений может облегчить процесс сборки и дать преимущество определенных методов сборки. Например, перемычку можно подсоединить к штырьку лазерной сваркой или контактной сваркой, а ультразвуковой сваркой подключить к накладке.

Таблица 7

Массы готового элемента с электролитом (НС – нержавеющая сталь)		
Компонент	Масса (граммы)	Процент от общей массы
Банка (тело корпуса) из НС	14,451	20,87%
Верхняя крышка (колпачок) из НС	5,085	7,34%
Титановое металлостеклянное уплотнение	12,523	18,09%
Плакированное дно из НС/Al	10,150	14,66%
Штифт (уплотнение для заливочного отверстия)	0,200	0,29%
Внутренний электрод (гладкий, без лепестков)	3,727	5,38%

Алюминий внутреннего электрода	1,713	2,47%
Углерод внутреннего электрода	2,014	2,91%
Внешний электрод (гладкий, без лепестков)	4,034	5,83%
Алюминий внешнего электрода	1,810	2,61%
Углерод внешнего электрода	2,224	3,21%
Сепаратор	1,487	2,15%
Алюминиевые лепестки (все 8) «рулета»	0,407	0,59%
Плакированная перемычка из Ta/Al	0,216	0,31%
Алюминиевая накладка (лепестки перемычки-накладки)	0,055	0,08%
Термоусадочная пленка тефлона	0,201	0,29%
Электролит (IT)	16,700	24,12%
Общая масса	69,236	100,00%

Таблица 8

Массы готового элемента без электролита (НС - нержавеющая сталь)		
Компонент	Масса (граммы)	Процент от общей массы
Банка из НС	14,451	27,51%
Верхняя крышка из НС	5,085	9,68%
Титановое металлостеклянное уплотнение	12,523	23,84%
Плакированное дно из НС/Al	10,150	19,32%
Штифт	0,200	0,38%
Внутренний электрод (гладкий, без лепестков)	3,727	7,09%
Внешний электрод (гладкий, без лепестков)	4,034	7,68%
Сепаратор	1,487	2,83%
Алюминиевые лепестки (все 8) «рулета»	0,407	0,77%
Плакированная перемычка из Ta/Al	0,216	0,41%
Алюминиевая накладка (лепестки перемычки-накладки)	0,055	0,10%
Термоусадочная пленка тефлона	0,201	0,38%

Общая масса	52,536	100,00%
-------------	--------	---------

Таблица 9

Массы элементных компонентов в готовом элементе с электролитом		
Компонент	Масса (граммы)	Процент от общей массы
Банка, крышки, уплотнение, перемычка, накладка, термоусадочная пленка, штифт	42,881	61,93%
«Руллет» с электродами, лепестками, сепаратором	9,655	13,95%
Электролит	16,700	24,12%
Общая масса	69,236	100,00%

Таблица 10

Массы электрода		
Компонент	Масса (граммы)	Процент от общей массы
Углерод внутреннего электрода	2,014	25,95%
Алюминий внутреннего электрода	1,713	22,07%
Углерод внешнего электрода	2,224	28,66%
Алюминий внешнего электрода	1,810	23,32%
Общая масса	7,761	100,00%

[00249] В качестве демонстрации чистоты в суперконденсаторе 10, корпус 7 уплотненного суперконденсатора 10 открывали и брали пробы аккумулирующего элемента 12 на примеси. Содержание воды замеряли методом Карла Фишера для электродов, сепаратора и электролита из элемента 12. Делали по три замера и усредняли их.

[00250] Содержание воды (т.е. уровень влаги) в электроде и сепараторе оказалось составляющим 343,3 ч.н.м. (на массовый процент) и 152,6 ч.н.м. (на массовый процент) соответственно. Чтобы измерить содержание воды в электролите 6, смешивали 1,1 мл электролита, который был получен из закрытого элемента, с 4 мл очищенного электролита. Затем измеряли содержание воды в смеси. Зная содержание воды в добавленном электролите (60,3 ч.н.м.), определяли содержание воды в электролите, извлеченном из

элемента. Таким образом, содержание воды в электролите 6 внутри уплотненного суперконденсатора 10 составляло 15,5 ч.н.м. Содержание галогенидов в суперконденсаторе 10 измеряли с помощью ионоселективных электродов (ИСЭ). Среднее содержание хлорид-ионов (Cl^-) в электролите 6 оказалось составляющим 90,9 ч.н.м., а среднее содержание фторид-ионов (F^-) оказалось составляющим 0,25 ч.н.м.

[00251] В общем, способ характеристики загрязнения внутри суперконденсатора включает себя проделывание проема в корпусе 7 для доступа к его содержимому, взятие пробы содержимого и анализирование этой пробы. Для поддержки характеристики можно воспользоваться методами, раскрытыми здесь в других местах.

[00252] Отметим, что для гарантии точного измерения примесей в суперконденсаторе и его компонентах, включая электрод, электролит и сепаратор, сборку и разборку можно проводить в подходящей окружающей среде, такой как инертная среда, внутри защитной камеры с перчатками.

[00253] На ФИГ. 35-38 представлены графики, изображающие рабочие характеристики примерных суперконденсаторов 10. ФИГ. 35 и 36 иллюстрируют рабочие характеристики суперконденсатора 10 при 1,75 вольта и 125 градусах по Цельсию. ФИГ. 37 и 38 иллюстрируют рабочие характеристики суперконденсатора 10 при 1,5 вольта и 150 градусах по Цельсию.

[00254] В общем, суперконденсатор 10 можно использовать при множестве самых разных условий окружающей среды и потребностей. Например, напряжение на клеммах может находиться в диапазоне от примерно 100 мВ до 10 В. Температуры окружающей среды могут находиться в диапазоне от примерно минус 40 градусов по Цельсию до плюс 210 градусов по Цельсию. Типичные высокие температуры окружающей среды находятся в диапазоне от плюс 60 градусов по Цельсию до плюс 210 градусов по Цельсию.

[00255] На ФИГ. 39-43 представлены дополнительные графики, изображающие рабочие характеристики примерных суперконденсаторов 10. В этих примерах суперконденсатор 10 был закрытым элементом (т.е. корпусом). Суперконденсатор циклировали 10 раз, с током зарядки и разрядки 100 мА, заряжали до 0,5 вольта, измеряли

сопротивление, разряжали до 10 мВ, давали постоять 10 секунд, а затем снова циклировали.

[00256] В таблицах 11 и 12 представлены сравнительные данные рабочих характеристик для вариантов воплощения суперконденсатора 10. Как показано, собраны данные рабочих характеристик для множества различных рабочих условий.

Таблица 11

Сравнительные данные рабочих характеристик

Номер элемента	Температура (°C)	Напряжение (В)	Время (часы)	Начальное ЭПС (МОм)	Увеличение ЭПС, %	Начальная емкость (Ф)	Уменьшение емкости, %	Масса элемента (г)	Ток при окончании (мА)
D2011-09	150	1,25	1500	30	0	93	5	-	0,5
C1041-02	150	1,5	1150	45	60	32	-	28,35	0,5
C2021-01	150	1,5	1465	33	100	32	70	26,61	0,8
D5311-01	150	1,6	150	9	10	87	4	-	5
C6221-05	150	1,75	340	15	50	-	-	38,31	1
C6221-05	150	1,75	500	15	100	-	-	38,31	2
C6221-05	150	1,75	600	15	200	-	-	38,31	2
C6221-05	150	1,75	650	15	300	-	-	38,31	2
D1043-02	150	1,75	615	43	50	100	-	-	3
D1043-02	150	1,75	700	43	100	100	-	-	3
C5071-01	150	1,75	600	26	100	27	32	-	2
C5071-01	150	1,75	690	26	200	27	35	-	2
C5071-01	150	1,75	725	26	300	27	50	-	2
C8091-06	125	1,75	500	38	5	63	11	37,9	0,5
C9021-02	125	1,75	1250	37	10	61	-	39,19	0,3
D5011-02	125	1,9	150	13	0	105	0	-	1,4
C8091-06	125	2	745	41	22	56		37,9	1,2
D2011-08	175	1	650	33	12	89	30	-	4
D1043-10	175	1,3	480	30	100	93	50	-	6,5
C2021-04	175	1,4	150	35	100	27	-	27,17	3,5
C4041-04	210	0,5	10	28	0	32	-	28,68	1
C4041-04	210	0,5	20	28	0	32	-	28,68	7
C4041-04	210	0,5	50	28	100	32	-	28,68	18

Сравнительные данные рабочих характеристик

Номер элемента	T (°C)	Напряжение (В)	Время (часы)	Начальное ЭПС (МОМ)	Начальная емкость (Ф)	Ток утечки (мА)	Объемное ЭПС (Омхсм ³)	Объемная емкость (Ф/см ³)	Объемный ток утечки (мА/см ³)	Увеличение ЭПС, %	Уменьшение емкости, %	Объем (см ³)
D2011-09	150	1,25	1500	30	93	0,5	0,75	3,72	0,02	0	5	25
C2021-01	150	1,5	1465	33	32	0,75	0,396	2,67	0,06	100	5	12
C5071-01	150	1,75	600	26	27	2	0,338	2,08	0,15	100	32	13
C5071-01	150	1,75	690	26	27	2	0,338	2,08	0,15	200	35	13
C5071-01	150	1,75	725	26	27	2	0,338	2,08	0,15	300	50	13
C8091-06	125	1,75	500	38	63	0,5	0,494	4,85	0,04	5	11	13
C9021-02	125	1,75	1250	37	61	0,25	0,481	4,69	0,02	10	11	13
D2011-08	175	1	650	33	89	4	0,825	3,56	0,16	12	30	25
D1043-10	175	1,3	480	30	93	6,5	0,75	3,72	0,26	100	50	25
C4041-04	210	0,5	50	28	32	18	0,336	2,67	1,50	100	50	12

[00257] Таким образом, представленные в таблицах 11 и 12 данные демонстрируют, что приведенные здесь принципы позволяют суперконденсаторам работать в экстремальных условиях. Соответственно изготовленные суперконденсаторы могут, например, демонстрировать токи утечки ниже, чем примерно 1 мА на миллилитр объема элемента, и увеличение ЭПС, меньшее, чем примерно 100 процентов за 500 часов (при поддержании при напряжениях менее чем примерно 2 В и температурах менее чем примерно 150 градусов по Цельсию). Поскольку среди различных требований к суперконденсатору (например - по напряжению и температуре) можно находить компромиссные варианты, номинальными значениями рабочих характеристик суперконденсатора (например, скоростью увеличения ЭПС, емкости) можно управлять, т.е. можно корректировать для удовлетворения конкретной потребности. В отношении вышеуказанного термина «номинальные значения рабочих характеристик» отметим, что этот термин приводится как общепринятое определение, которое касается значений параметров,

описывающих условия работы.

[00258] Отметим, что замеры емкости, а также ЭПС, представленные в таблице 11 и других местах, проводили общеизвестными методами. Рассмотрим сначала методы измерения емкости.

[00259] Емкость можно измерять рядом способов. Один способ подразумевает контроль напряжения, имеющегося на клеммах конденсатора, при отборе известного тока (во время «разрядки») из суперконденсатора или подаче известного тока (во время «зарядки») в суперконденсатор. Более конкретно, можно воспользоваться тем фактом, что идеальный конденсатор подчиняется следующему уравнению:

$$I=C \times dV/dt,$$

где I - ток зарядки, C - емкость, а dV/dt - производная напряжения V идеального конденсатора по времени. Идеальный конденсатор - это такой конденсатор, внутреннее сопротивление которого равно нулю и емкость которого не зависит от напряжения, помимо прочего. Когда сила тока I зарядки постоянна, напряжение V линейно изменяется во времени, так что dV/dt можно рассчитать как наклон этой линии, или $\Delta V/\Delta T$. Однако этот способ в общем является аппроксимацией, и при вычислении или измерении емкости приходится учитывать разность напряжений конденсатора, обеспечиваемую эквивалентным последовательным сопротивлением (падение на ЭПС). Эквивалентное последовательное сопротивление (ЭПС) в общем может представлять собой аппроксимацию диссипативных или иных эффектов внутри конденсатора элементом с сосредоточенными параметрами. Поведение конденсатора зачастую выводят из модели цепи, содержащей идеальный конденсатор, последовательно соединенный с резистором, имеющим значение сопротивления, равное ЭПС. В общем, это дает хорошие аппроксимации поведения реального конденсатора.

[00260] В одном способе измерения емкости можно в значительной мере пренебречь эффектом падения напряжения на ЭПС в случае, когда внутреннее сопротивление практически не зависит от напряжения, а зарядный или разрядный ток практически

фиксирован. В этом случае падение напряжения на ЭПС можно аппроксимировать как величину постоянную и, естественно, вычесть из расчетного значения изменения напряжения в течение упомянутой разрядки или зарядки при постоянной силе тока. Тогда изменение напряжения является по сути отражением изменения накопленного заряда на конденсаторе. Таким образом, это изменение напряжения можно, посредством вычисления, принимать за показатель емкости.

[00261] Например, во время разрядки при постоянной силе тока, постоянная сила тока I известна. Измерение изменения напряжения, ΔV , во время разрядки в течение измеряемого интервала времени, ΔT , и деление значения силы тока I на отношение $\Delta V/\Delta T$ дает аппроксимацию емкости. Когда I измеряют в амперах, ΔV - в вольтах, а ΔT - в секундах, результат по емкости будет выражен в единицах Фарад.

[00262] Обращаясь к оценке ЭПС, эквивалентное последовательное сопротивление (ЭПС) суперконденсатора также можно измерять рядом способов. Один способ подразумевает контроль напряжения, имеющегося на клеммах конденсатора при отборе известного тока из суперконденсатора (во время «разрядки») или подаче известного тока в суперконденсатор (во время «зарядки»). Более конкретно, можно воспользоваться тем фактом, что ЭПС подчиняется следующему уравнению:

$$V=I \times R,$$

где I - ток, фактический проходящий через ЭПС, R - значение сопротивления ЭПС, а V - разность напряжений, обеспечиваемая ЭПС (падение на ЭПС). В общем, ЭПС может представлять собой аппроксимацию диссипативных или иных эффектов внутри суперконденсатора элементом с сосредоточенными параметрами. Поведение суперконденсатора зачастую выводят из модели цепи, содержащей идеальный конденсатор, последовательно соединенный с резистором, имеющим значение сопротивления, равное ЭПС. В общем, это дает хорошие аппроксимации поведения реального конденсатора.

[00263] В одном способе измерения ЭПС можно начать отбор тока разрядки из конденсатора, который находился в покое (который не заряжался или не разряжался значительным током). В

течение интервала времени, в котором изменение напряжения, создаваемое конденсатором благодаря изменению накопленного на конденсаторе заряда, мало по сравнению с измеренным изменением напряжения, это измеренное изменение напряжения представляет собой по сути отражение ЭПС конденсатора. В этих условиях, изменение мгновенного напряжения, создаваемое конденсатором, можно, посредством вычисления, принимать за показатель ЭПС.

[00264] Например, при инициировании отбора тока разрядки из конденсатора, это можно представить изменением мгновенного напряжения, ΔV , на протяжении интервала измерения, ΔT . Поскольку емкость конденсатора, C , разряжаемого известным током, I , во время интервала измерения, ΔT , давала бы изменение напряжения, малое по сравнению с измеренным изменением напряжения, ΔV , можно разделить ΔV во время интервала ΔT на ток I разрядки, что дает аппроксимацию ЭПС. Когда I измеряют в амперах, а ΔV – в вольтах, результат по ЭПС будет выражен в единицах Ом.

[00265] Как ЭПС, так и емкость может зависеть от температуры окружающей среды. Следовательно, уместное измерение может потребовать от пользователя подвергнуть суперконденсатор 10 воздействию интересующей конкретной температуры окружающей среды во время измерения.

[00266] Требования к рабочей характеристике тока утечки в общем определяются условиями окружающей среды, преобладающими в конкретном применении. Например, в отношении конденсатора с объемом 20 мл практический предел по току утечки может падать ниже 100 мА. Употребляемый здесь термин «объемный ток утечки» суперконденсатора 10 в общем относится к току утечки, деленному на объем суперконденсатора 10, и может быть выражен, например, в единицах мА/см³. Точно так же, «объемная емкость» суперконденсатора 10 в общем относится к емкости суперконденсатора 10, деленной на объем суперконденсатора 10, и может быть выражена, например, в единицах Ф/см³. Кроме того, «объемное ЭПС» суперконденсатора 10 в общем относится к ЭПС суперконденсатора 10, умноженному на объем суперконденсатора 10, и может быть выражено, например, в единицах Ом·см³.

[00267] Отметим, что один подход к снижению объемного тока утечки при конкретной температуре состоит в том, чтобы снизить рабочее напряжение при этой температуре. Другой подход к снижению объемного тока утечки при конкретной температуре состоит в том, чтобы увеличить объем пор суперконденсатора. Еще один подход к снижению объемного тока утечки состоит в том, чтобы снизить нагрузку аккумулирующей энергии среды 1 на электроде 3.

[00268] Может существовать множество самых разных окружающих сред, в которых суперконденсатор 10 принесет конкретную пользу. Например, в автомобильных применениях могут реализоваться температуры окружающей среды, составляющие 105 градусов по Цельсию (и при этом практический срок службы конденсатора будет находиться в диапазоне от примерно 1 года до 20 лет). В некоторых скважинных применениях, таких как бурение геотермальных скважин, могут быть достигнуты температуры окружающей среды, составляющие 300 градусов по Цельсию или более (и при этом практический срок службы конденсатора будет находиться в диапазоне от примерно 100 часов до 10000 часов).

[00269] «Срок службы» конденсатора в общем также определяется конкретным применением, а его показателем, как правило, является определенное процентное увеличение тока утечки или ухудшение другого параметра (уместное или показательное для данного применения). Например, в одном варианте воплощения срок службы конденсатора при автомобильном применении может определяться как время, за которое ток утечки увеличивается до 200% его начального (в начале срока службы или «НСС») значения.

[00270] Электролит 6 можно выбирать с целью проявления желательных свойств, таких как высокая термостабильность, низкая температура стеклования (T_c), вязкость, конкретное свойство загущения после сдвига или тиксотропное свойство (например, свойство, которое зависит от температуры), а также высокая электропроводность и демонстрируемые хорошие электрические рабочие характеристики в широком диапазоне температур. В качестве примеров, электролит 6 может обладать высокой степенью текучести или, наоборот, быть практически твердым, так что

гарантировано разделение электродов 3. Соответственно, можно также использовать другие варианты воплощения электролита 6, проявляющие желательные свойства, в сочетании с любыми из вышеизложенных.

[00271] «Пиковая плотность мощности» представляет собой одну четвертую квадрата пикового напряжения устройства, деленного на эквивалентное последовательное сопротивление устройства. «Плотность энергии» представляет собой половину квадрата пикового напряжения устройства, деленного на емкость устройства.

[00272] Для целей этого изобретения, суперконденсатор 10 может иметь объем в диапазоне от примерно $0,05 \text{ см}^3$ до примерно 7,5 литров.

[00273] Номинальные значения нормализованных параметров можно получить путем умножения или деления нормализуемых параметров (например, объемного тока утечки) на некоторую нормализующую характеристику (например, объем). Например, номинальный ток утечки суперконденсатора, имеющего объемный ток утечки 10 мА/см^3 и объем 50 см^3 , представляет собой произведение объемного тока утечки и объема, 500 мА . Кстати, номинальное ЭПС суперконденсатора, имеющего объемное ЭПС $20 \text{ мОм}\cdot\text{см}^3$ и объем 50 см^3 , представляет собой частное от деления объемного ЭПС на объем, $0,4 \text{ мОм}$.

[00274] Объем конкретного суперконденсатора 10 можно расширить, объединяя несколько аккумулирующих элементов (например, сваривая друг с другом несколько «рулетов») внутри одного корпуса 7 так, что они оказываются электрически параллельными или последовательными.

[00275] Варианты воплощения суперконденсатора 10, которые обладают относительно малым объемом, можно изготавливать с призматическим форм-фактором, так что электроды 3 суперконденсатора 10 противоположны друг другу, по меньшей мере один электрод 3 имеет внутренний контакт с металлостеклянным уплотнением, а другой имеет внутренний контакт с корпусом или с металлостеклянным уплотнением.

[00276] Следует понимать, что описываемые здесь принципы являются лишь иллюстрирующими, а не ограничивающими изобретение. Кроме того, специалист в данной области техники поймет, что в рамках объема притязаний этого изобретения можно реализовать дополнительные компоненты, конфигурации, компоновки и т.п. Например, конфигурации слоев, электродов, выводов, клемм, контактов, вводов, колпачков и т.п. могут отличаться от описанных здесь вариантов воплощения. В общем, конструкция и/или применение компонентов суперконденсатора и самих суперконденсаторов, использующих такие электроды, ограничены лишь требованиями конструктора, изготовителя, оператора и/или пользователя системы, а также потребностями, существующими в какой-либо конкретной ситуации.

[00277] Кроме того, возможно и может быть рекомендовано наличие различных других компонентов для обеспечения аспектов описываемых здесь принципов. Например, для дополнительных вариантов воплощения, которые находятся в рамках притязаний согласно описываемым здесь принципам, можно предусмотреть использование дополнительных материалов, сочетаний материалов и/или исключение материалов. В том смысле, в каком они обсуждаются здесь, такие термины, как «адаптация», «конфигурирование», «создание» и т.п., можно рассматривать как подразумевающие применение любых из раскрытых здесь методов, а также других аналогичных методов (могущих быть известными в настоящее время или быть открытыми в будущем) для обеспечения предполагаемого результата.

[00278] При представлении элементов по данному изобретению или варианту(ам) его воплощения, признаки в единственном числе следует считать означающими, что имеется один или более элементов. Точно так же, прилагательное «другой», употребляемое при представлении элемента, следует считать означающим, что имеется один или более элементов. Термины «включающий в себя», «имеет» и «имеющий» следует считать включительными в том смысле, что помимо перечисленных элементов возможно наличие дополнительных элементов.

[00279] В данной заявке описывается множество переменных,

включая, но не ограничиваясь ими, компоненты (например, электродные материалы, электролиты и т.д.), условия (например, температуру, отсутствие различных примесей на различных уровнях) и рабочие характеристики (например, емкость после циклирования по сравнению с начальной емкостью, низкий ток утечки и т.д.). Следует понимать, что любая комбинация любых из этих переменных может характеризовать вариант воплощения изобретения. Например, сочетание конкретного электродного материала с конкретным электролитом, при конкретном диапазоне температур и с содержанием примеси меньше некоторого конкретного количества, работающее с емкостью после циклирования и током утечки, имеющими конкретные значения, причем эти переменные включены как возможности, но их конкретное сочетание может и не быть указано в явном виде, представляет собой вариант воплощения изобретения. Среди перечисленных здесь переменных возможно также специально выбирать другие сочетания изделий, компонентов, условий и/или способов, чтобы охарактеризовать другие варианты воплощения, что должно быть очевидно обычным специалистам в данной области техники.

[00280] Следует признать, что различные компоненты или технологии могут обеспечить определенные необходимые или выгодные функциональные возможности или признаки. Соответственно, эти функции и признаки, которые могут оказаться необходимыми для обоснования предлагаемой формулы изобретения и ее вариантов, признаются неизбежно включенными в описание как часть приводимых здесь принципов и часть раскрытого изобретения.

[00281] Хотя изобретение описано со ссылками на примерные варианты воплощения, следует понять, что в рамках объема притязаний изобретения возможны внесение различных изменений и замена его элементов эквивалентными. Кроме того, следует принять во внимание многие модификации для адаптации конкретного прибора, ситуации или материала к принципам изобретения без отклонения от его существа. Поэтому имеется в виду, что изобретение ограничивается не конкретными вариантами воплощения, описанными в качестве полагаемого наилучшего способа осуществления изобретения, а ограничивается прилагаемой формулой

изобретения.

[00282] Вариантами воплощения изобретения могут быть следующие:

1. Суперконденсатор, содержащий:

аккумулирующий энергию элемент и электролит внутри герметично уплотненного корпуса, причем элемент электрически подключен к положительному контакту и отрицательному контакту, при этом суперконденсатор выполнен с возможностью работать при температуре в пределах диапазона температур между примерно 80 градусами по Цельсию и примерно 210 градусами по Цельсию.

2. Суперконденсатор по п.1, при этом диапазон температур находится между примерно 90 градусами по Цельсию и примерно 210 градусами по Цельсию.

3. Суперконденсатор по п.1, при этом диапазон температур находится между примерно 80 градусами по Цельсию и примерно 150 градусами по Цельсию.

4. Суперконденсатор по п.1, при этом суперконденсатор способен работать в поддиапазоне в пределах упомянутого диапазона температур, причем этот поддиапазон составляет примерно 10 градусов по Цельсию.

5. Суперконденсатор по п.1, при этом аккумулирующий энергию элемент содержит положительный электрод и отрицательный электрод.

6. Суперконденсатор по п.5, при этом по меньшей мере один из электродов содержит углеродистую аккумулирующую энергию среду.

7. Суперконденсатор по п.6, при этом углеродистая аккумулирующая энергию среда содержит углеродные нанотрубки.

8. Суперконденсатор по п.6, при этом углеродистая аккумулирующая энергию среда содержит по меньшей мере одно из активированного угля, углеродных волокон, вискозы, графена, аэрогеля, углеродной ткани и множества разновидностей углеродных нанотрубок.

9. Суперконденсатор по п.5, при этом каждый электрод содержит токоотвод.

10. Суперконденсатор по п.1, при этом электролит очищен для

уменьшения содержания примесей.

11. Суперконденсатор по п.1, при этом содержание галогенид-ионов в электролите составляет менее чем примерно 1000 частей на миллион.

12. Суперконденсатор по п.1, при этом содержание галогенид-ионов в электролите составляет менее чем примерно 500 частей на миллион.

13. Суперконденсатор по п.1, при этом содержание галогенид-ионов в электролите составляет менее чем примерно 100 частей на миллион.

14. Суперконденсатор по п.1, при этом содержание галогенид-ионов в электролите составляет менее чем примерно 50 частей на миллион.

15. Суперконденсатор по п.11, при этом галогенид-ионы содержат по меньшей мере один из хлорида, бромиды, фторида и йодида.

16. Суперконденсатор по п.1, при этом суммарная концентрация металлических частиц в электролите составляет менее чем примерно 1000 частей на миллион.

17. Суперконденсатор по п.16, при этом металлические частицы содержат по меньшей мере один из Br, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mo, Na, Ni, Pb, Zn, сплава любых из вышеуказанных и оксида любых из вышеуказанных.

18. Суперконденсатор по п.1, при этом суммарная концентрация примесей в электролите составляет менее чем примерно 1000 частей на миллион.

19. Суперконденсатор по п.18, при этом примеси содержат по меньшей мере один из бромэтана, хлорэтана, 1-бромбутана, 1-хлорбутана, 1-метилимидазола, этилацетата и метилхлорида.

20. Суперконденсатор по п.1, при этом суммарное содержание воды в электролите составляет менее чем примерно 500 частей на миллион.

21. Суперконденсатор по п.1, при этом суммарное содержание воды в электролите составляет менее чем примерно 100 частей на миллион.

22. Суперконденсатор по п.1, при этом суммарное содержание

воды в электролите составляет менее чем примерно 50 частей на миллион.

23. Суперконденсатор по п.1, при этом суммарное содержание воды в электролите составляет примерно 20 частей на миллион.

24. Суперконденсатор по п.1, при этом катион электролита выбран из группы, содержащей 1-(3-цианопропил)-3-метилимидазолий, 1,2-диметил-3-пропилимидазолий, 1,3-бис(3-цианопропил)имидазолий, 1,3-диэтоксиимидазолий, 1-бутил-1-метилпиперидиний, 1-бутил-2,3-диметилимидазолий, 1-бутил-3-метилимидазолий, 1-бутил-4-метилпиридиний, 1-бутилпиридиний, 1-децил-3-метилимидазолий, 1-этил-3-метилимидазолий и 3-метил-1-пропилпиридиний.

25. Суперконденсатор по п.1, при этом катион электролита выбран из группы, содержащей аммоний, имидазолий, оксазолий, фосфоний, пиперидиний, пиразиний, пиразиний, пиридазиний, пиридиний, пиримидиний, пирролидиний, сульфоний, тиазолий, триазолий, гуанидий, изохинолиний, бензотриазолий, типы виологенов и функционализированные катионы имидазолия.

26. Суперконденсатор по п.25, при этом по меньшей мере одна ответвляющаяся группа (R_x) для катиона выбрана из групп, содержащих: алкильную, гетероалкильную, алкенильную, гетероалкенильную, алкинильную, гетероалкинильную, галогено-, амино-, нитро-, циано-, гидроксильную, сульфатную, сульфонатную или карбонильную группы.

27. Суперконденсатор по п.26, при этом алкил выбран из групп, содержащих: насыщенные алифатические группы, алкильные группы с неразветвленной цепью, алкильные группы с разветвленной цепью, циклоалкильные (алициклические) группы, алкилзамещенные циклоалкильные группы и циклоалкилзамещенные алкильные группы.

28. Суперконденсатор по п.26, при этом алкил выбран из группы, содержащей: метил, этил, пропил, бутил, пентил, гексил, этилгексил, циклопропил, циклобутил, циклопентил и циклогексил.

29. Суперконденсатор по п.26, при этом гетероалкил содержит алкильную группу, которая содержит по меньшей мере один гетероатом.

30. Суперконденсатор по п.29, при этом гетероатом выбран из

группы, содержащей кислород, азот и серу.

31. Суперконденсатор по п.26, при этом алкильные группы и алкинильные группы содержат алифатическую группу.

32. Суперконденсатор по п.26, при этом алифатическая группа содержит по меньшей мере одну из двойной связи и тройной связи.

33. Суперконденсатор по п.1, при этом анион электролита выбран из группы, содержащей: $-F^-$, $-Cl^-$, $-Br^-$, $-I^-$, $-OCH_3^-$, $-CN^-$, $-SCN^-$, $-C_2H_3O_2^-$, $-ClO^-$, $-ClO_2^-$, $-ClO_3^-$, $-ClO_4^-$, $-NCO^-$, $-NCS^-$, $-NCSe^-$, $-NCN^-$, $-OCH(CH_3)_2^-$, $-CH_2OCH_3^-$, $-COOH^-$, $-OH^-$, $-SOCH_3^-$, $-SO_2CH_3^-$, $-SOCH_3^-$, $-SO_2CF_3^-$, $-SO_3H^-$, $-SO_3CF_3^-$, $-O(CF_3)_2C_2(CF_3)_2O^-$, $-CF_3^-$, $-CHF_2^-$, $-CH_2F^-$, $-CH_3^-$, $-NO_3^-$, $-NO_2^-$, $-SO_3^-$, $-SO_4^{2-}$, $-SF_5^-$, $-CB_{11}H_{12}^-$, $-CB_{11}H_6C_{16}^-$, $-CH_3CB_{11}H_{11}^-$ и $-C_2H_5CB_{11}H_{11}^-$.

34. Суперконденсатор по п.1, при этом анион электролита выбран из группы, содержащей $A-PO_4^-$, $-A-SO_2^-$, $A-SO_3^-$, $-A-SO_3H^-$, $-A-COO^-$, $-A-CO^-$, где А - одно из фенильной группы, замещенного фенила, алкильной группы, замещенной алкильной группы, алкана с отрицательно заряженным радикалом, галогенированного алкана и простого эфира.

35. Суперконденсатор по п.1, при этом анион электролита содержит базовую структуру, связанную с соответствующим числом замещающих групп.

36. Суперконденсатор по п.35, при этом базовая структура содержит один из N, O, CO, SO, Be, C, Mg, Ca, Ba, Ra, Au, B, Al, Ga, Th, In, P, S, Sb, As, N, Bi, Nb и Sb.

37. Суперконденсатор по п.35, при этом соответствующее число замещающих групп составляет по меньшей мере две.

38. Суперконденсатор по п.37, при этом замещающие группы являются одними из отличающихся и повторяющихся.

39. Суперконденсатор по п.1, при этом анион электролита содержит базовую структуру (Y_2) и две связанные с ней замещающие группы (α_2).

40. Суперконденсатор по п.1, при этом анион электролита содержит базовую структуру (Y_2) и упомянутые две замещающие группы (α_2), причем базовая структура (Y_2) выбрана из группы, состоящей из N, O, CO и SO, а каждая из двух замещающих групп

(α_2) выбрана из группы, состоящей из: $-F^-$, $-Cl^-$, $-Br^-$, $-I^-$, $-OCH_3^-$, $-CN^-$, $-SCN^-$, $-C_2H_3O_2^-$, $-ClO^-$, $-ClO_2^-$, $-ClO_3^-$, $-ClO_4^-$, $-NCO^-$, $-NCS^-$, $-NCSe^-$, $-NCN^-$, $-OCH(CH_3)_2^-$, $-CH_2OCH_3^-$, $-COOH^-$, $-OH^-$, $-SOCH_3^-$, $-SO_2CH_3^-$, $-SOCH_3^-$, $-SO_2CF_3^-$, $-SO_3H^-$, $-SO_3CF_3^-$, $-O(CF_3)_2C_2(CF_3)_2O^-$, $-CF_3^-$, $-CHF_2^-$, $-CH_2F^-$, $-CH_3^-$, $-NO_3^-$, $-NO_2^-$, $-SO_3^-$, $-SO_4^{2-}$, $-SF_5^-$, $-CB_{11}H_{12}^-$, $-CB_{11}H_6C_{16}^-$, $-CH_3CB_{11}H_{11}^-$ и $-C_2H_5CB_{11}H_{11}^-$, а также $A-PO_4^-$, $A-SO_2^-$, $A-SO_3^-$, $A-SO_3H^-$, $A-COO^-$, $A-CO^-$, где А - одно из фенильной группы, замещенного фенила, алкильной группы, замещенной алкильной группы, алкана с отрицательно заряженным радикалом, галогенированного алкана и простого эфира.

41. Суперконденсатор по п.1, при этом анион электролита содержит базовую структуру (Y_3) и три связанные с ней замещающие группы (α_3).

42. Суперконденсатор по п.1, при этом анион электролита содержит базовую структуру (Y_3) и три замещающие группы (α_3), причем базовая структура (Y_3) выбрана из группы, состоящей из Be, C, N, O, Mg, Ca, Ba, Ra, Au, а каждая из трех замещающих групп (α_3) выбрана из группы, состоящей из: $-F^-$, $-Cl^-$, $-Br^-$, $-I^-$, $-OCH_3^-$, $-CN^-$, $-SCN^-$, $-C_2H_3O_2^-$, $-ClO^-$, $-ClO_2^-$, $-ClO_3^-$, $-ClO_4^-$, $-NCO^-$, $-NCS^-$, $-NCSe^-$, $-NCN^-$, $-OCH(CH_3)_2^-$, $-CH_2OCH_3^-$, $-COOH^-$, $-OH^-$, $-SOCH_3^-$, $-SO_2CH_3^-$, $-SOCH_3^-$, $-SO_2CF_3^-$, $-SO_3H^-$, $-SO_3CF_3^-$, $-O(CF_3)_2C_2(CF_3)_2O^-$, $-CF_3^-$, $-CHF_2^-$, $-CH_2F^-$, $-CH_3^-$, $-NO_3^-$, $-NO_2^-$, $-SO_3^-$, $-SO_4^{2-}$, $-SF_5^-$, $-CB_{11}H_{12}^-$, $-CB_{11}H_6C_{16}^-$, $-CH_3CB_{11}H_{11}^-$ и $-C_2H_5CB_{11}H_{11}^-$, а также $A-PO_4^-$, $A-SO_2^-$, $A-SO_3^-$, $A-SO_3H^-$, $A-COO^-$, $A-CO^-$, где А - одно из фенильной группы, замещенного фенила, алкильной группы, замещенной алкильной группы, алкана с отрицательно заряженным радикалом, галогенированного алкана и простого эфира.

43. Суперконденсатор по п.1, при этом анион электролита содержит базовую структуру (Y_4) и четыре связанные с ней замещающие группы (α_4).

44. Суперконденсатор по п.1, при этом анион электролита содержит базовую структуру (Y_4) и четыре замещающие группы (α_4), причем базовая структура (Y_4) выбрана из группы, состоящей из B, Al, Ga, Th, In, P, а каждая из четырех замещающих групп (α_4) выбрана из группы, состоящей из: $-F^-$, $-Cl^-$, $-Br^-$, $-I^-$, $-OCH_3^-$, $-CN^-$

, $-\text{SCN}^-$, $-\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$, $-\text{ClO}^-$, $-\text{ClO}_2^-$, $-\text{ClO}_3^-$, $-\text{ClO}_4^-$, $-\text{NCO}^-$, $-\text{NCS}^-$, $-\text{NCSe}^-$, $-\text{NCN}^-$, $-\text{OCH}(\text{CH}_3)_2^-$, $-\text{CH}_2\text{OCH}_3^-$, $-\text{COOH}^-$, $-\text{OH}^-$, $-\text{SOCH}_3^-$, $-\text{SO}_2\text{CH}_3^-$, $-\text{SOCH}_3^-$, $-\text{SO}_2\text{CF}_3^-$, $-\text{SO}_3\text{H}^-$, $-\text{SO}_3\text{CF}_3^-$, $-\text{O}(\text{CF}_3)_2\text{C}_2(\text{CF}_3)_2\text{O}^-$, $-\text{CF}_3^-$, $-\text{CHF}_2^-$, $-\text{CH}_2\text{F}^-$, $-\text{CH}_3^-$, $-\text{NO}_3^-$, $-\text{NO}_2^-$, $-\text{SO}_3^-$, $-\text{SO}_4^{2-}$, $-\text{SF}_5^-$, $-\text{CB}_{11}\text{H}_{12}^-$, $-\text{CB}_{11}\text{H}_6\text{C}_{16}^-$, $-\text{CH}_3\text{CB}_{11}\text{H}_{11}^-$ и $-\text{C}_2\text{H}_5\text{CB}_{11}\text{H}_{11}^-$, а также A-PO_4^- , A-SO_2^- , A-SO_3^- , $\text{A-SO}_3\text{H}^-$, A-COO^- , A-CO^- , где А - одно из фенильной группы, замещенного фенила, алкильной группы, замещенной алкильной группы, алкана с отрицательно заряженным радикалом, галогенированного алкана и простого эфира.

45. Суперконденсатор по п.1, при этом анион электролита содержит базовую структуру (Y_6) и шесть связанных с ней замещающих групп (α_6).

46. Суперконденсатор по п.1, при этом анион электролита содержит базовую структуру (Y_6) и шесть замещающих групп (α_6), причем базовая структура (Y_6) выбрана из группы, состоящей из Р, S, Sb, As, N, Bi, Nb, Sb, а каждая из шести замещающих групп (α_6) выбрана из группы, состоящей из: $-\text{F}^-$, $-\text{Cl}^-$, $-\text{Br}^-$, $-\text{I}^-$, $-\text{OCH}_3^-$, $-\text{CN}^-$, $-\text{SCN}^-$, $-\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$, $-\text{ClO}^-$, $-\text{ClO}_2^-$, $-\text{ClO}_3^-$, $-\text{ClO}_4^-$, $-\text{NCO}^-$, $-\text{NCS}^-$, $-\text{NCSe}^-$, $-\text{NCN}^-$, $-\text{OCH}(\text{CH}_3)_2^-$, $-\text{CH}_2\text{OCH}_3^-$, $-\text{COOH}^-$, $-\text{OH}^-$, $-\text{SOCH}_3^-$, $-\text{SO}_2\text{CH}_3^-$, $-\text{SOCH}_3^-$, $-\text{SO}_2\text{CF}_3^-$, $-\text{SO}_3\text{H}^-$, $-\text{SO}_3\text{CF}_3^-$, $-\text{O}(\text{CF}_3)_2\text{C}_2(\text{CF}_3)_2\text{O}^-$, $-\text{CF}_3^-$, $-\text{CHF}_2^-$, $-\text{CH}_2\text{F}^-$, $-\text{CH}_3^-$, $-\text{NO}_3^-$, $-\text{NO}_2^-$, $-\text{SO}_3^-$, $-\text{SO}_4^{2-}$, $-\text{SF}_5^-$, $-\text{CB}_{11}\text{H}_{12}^-$, $-\text{CB}_{11}\text{H}_6\text{C}_{16}^-$, $-\text{CH}_3\text{CB}_{11}\text{H}_{11}^-$ и $-\text{C}_2\text{H}_5\text{CB}_{11}\text{H}_{11}^-$, а также A-PO_4^- , A-SO_2^- , A-SO_3^- , $\text{A-SO}_3\text{H}^-$, A-COO^- , A-CO^- , где А - одно из фенильной группы, замещенного фенила, алкильной группы, замещенной алкильной группы, алкана с отрицательно заряженным радикалом, галогенированного алкана и простого эфира.

47. Суперконденсатор по п.1, при этом электролит содержит растворитель.

48. Суперконденсатор по п.47, при этом растворитель содержит по меньшей мере один из ацетонитрила, амида, бензонитрила, бутиролактона, циклического простого эфира, дибутилкарбоната, диэтилкарбоната, диэтилового простого эфира, диметоксиэтана, диметилкарбоната, диметилформамида, диметилсульфона, диоксана, диоксолана, этилформиата, этиленкарбоната, этилметилкарбоната, лактона, простого эфира с

открытой цепью, метилформиата, метилпропионата, метилтетрагидрофурана, нитрила, нитробензола, нитрометана, n-метилпирролидона, пропиленкарбоната, сульфолана, сульфона, тетрагидрофурана, тетраметиленсульфона, тиофена, этиленгликоля, диэтиленгликоля, триэтиленгликоля, полиэтиленгликолей, сложного эфира карбоновой кислоты, γ -бутиролактона, нитрила и трицианогексана.

49. Суперконденсатор по п.1, при этом корпус содержит барьер, расположенный поверх существенной части его внутренних поверхностей.

50. Суперконденсатор по п.49, при этом барьер содержит по меньшей мере один из политетрафторэтилена (ПТФЭ), перфторалкоксиполимера (ПФА), фторированного этилен-пропилена (ФЭП) и этилентетрафторэтилена (ЭТФЭ).

51. Суперконденсатор по п.49, при этом барьер содержит керамический материал.

52. Суперконденсатор по п.49, при этом барьер содержит материал, который демонстрирует стойкость к коррозии, желаемое свойство диэлектрика и низкую электрохимическую реакционную способность.

53. Суперконденсатор по п.49, при этом барьер содержит множественные слои материалов.

54. Суперконденсатор по п.1, при этом корпус содержит многослойный материал.

55. Суперконденсатор по п.54, при этом многослойный материал содержит первый материал, плакированный на второй материал.

56. Суперконденсатор по п.54, при этом многослойный материал содержит по меньшей мере один из стали, тантала и алюминия.

57. Суперконденсатор по п.1, при этом корпус содержит по меньшей мере одно полусферическое уплотнение.

58. Суперконденсатор по п.1, при этом корпус содержит по меньшей мере одно металлостеклянное уплотнение.

59. Суперконденсатор по п.58, при этом штырек

металлостеклянного уплотнения обеспечивает один из контактов.

60. Суперконденсатор по п.58, при этом металлостеклянное уплотнение содержит ввод, который содержит один из железоникелькобальтового сплава, железоникелевого сплава, тантала, молибдена, ниобия, вольфрама, разновидности нержавеющей стали и титана.

61. Суперконденсатор по п.58, при этом металлостеклянное уплотнение содержит тело, которое содержит по меньшей мере один из никеля, молибдена, хрома, кобальта, железа, меди, марганца, титана, циркония, алюминия, углерода и вольфрама и их сплава.

62. Суперконденсатор по п.1, при этом аккумулирующий энергию элемент содержит сепаратор для обеспечения электрического разделения между положительным электродом и отрицательным электродом.

63. Суперконденсатор по п.62, при этом сепаратор содержит один из полиамида, политетрафторэлитена (ПТФЭ), полиэфирэфиркетона (ПЭЭК), оксида алюминия (Al_2O_3), стекловолокна и армированного стекловолокном пластика.

64. Суперконденсатор по п.63, при этом сепаратор практически не содержит влаги.

65. Суперконденсатор по п.63, при этом сепаратор является практически гидрофобным.

66. Суперконденсатор по п.1, при этом герметичное уплотнение демонстрирует скорость утечки, не превышающую примерно $5,0 \times 10^{-6}$ атм-см³/сек.

67. Суперконденсатор по п.1, при этом герметичное уплотнение демонстрирует скорость утечки, не превышающую примерно $5,0 \times 10^{-7}$ атм-см³/сек.

68. Суперконденсатор по п.1, при этом герметичное уплотнение демонстрирует скорость утечки, не превышающую примерно $5,0 \times 10^{-8}$ атм-см³/сек.

69. Суперконденсатор по п.1, при этом герметичное уплотнение демонстрирует скорость утечки, не превышающую примерно $5,0 \times 10^{-9}$ атм-см³/сек.

70. Суперконденсатор по п.1, при этом герметичное

уплотнение демонстрирует скорость утечки, не превышающую примерно $5,0 \times 10^{-10}$ атм-см³/сек.

71. Суперконденсатор по п.1, при этом по меньшей мере один контакт выполнен с возможностью сопряжения с другим контактом другого суперконденсатора.

72. Суперконденсатор по п.1, при этом аккумулирующий элемент содержит обертку, расположенную поверх его внешней поверхности.

73. Суперконденсатор по п.72, при этом обертка содержит один из ПТФЭ и полиимида.

74. Суперконденсатор по п.1, при этом объемный ток утечки в пределах упомянутого диапазона температур составляет меньше, чем примерно 1000 мА/л.

75. Суперконденсатор по п.1, при этом объемный ток утечки во всем заданном диапазоне напряжения составляет меньше, чем примерно 1000 мА/л.

76. Способ изготовления суперконденсатора, включающий в себя:

размещение аккумулирующего энергию элемента, содержащего аккумулирующую энергию среду, внутри корпуса; и

создание суперконденсатора для работы в пределах диапазона температур между примерно 80 градусами по Цельсию и примерно 210 градусами по Цельсию.

77. Способ по п.76, при этом создание включает в себя выбор для корпуса материала внутренней облицовки, который демонстрирует низкую способность к химической реакции с электролитом.

78. Способ по п.77, дополнительно включающий в себя введение материала внутренней облицовки на существенных участках внутренних поверхностей корпуса.

79. Способ по п.77, при этом создание включает в себя выбор по меньшей мере одного из алюминия, политетрафторэтилена (ПТФЭ), перфторалкоксополимера (ПФА), фторированного этилен-пропилена (ФЭП), этилентетрафторэтилена (ЭТФЭ) и керамического материала в качестве материала внутренней облицовки.

80. Способ по п.76, при этом создание включает в себя формирование корпуса из многослойного материала.

81. Способ по п.80, при этом формирование корпуса из многослойного материала включает в себя размещение привариваемого материала на внешней поверхности корпуса.

82. Способ по п.76, при этом создание включает в себя изготовление по меньшей мере одного из колпачка и тела для корпуса.

83. Способ по п.76, при этом создание включает в себя выполнение заливочного отверстия в корпусе.

84. Способ по п.82, при этом изготовление включает в себя установку уплотнения, содержащего изолятор и электрод, изолированный от корпуса, в корпус.

85. Способ по п.84, при этом установка уплотнения включает в себя установку металлостеклянного уплотнения.

86. Способ по п.84, при этом установка уплотнения включает в себя установку полусферического уплотнения.

87. Способ по п.85, при этом установка металлостеклянного уплотнения включает в себя приваривание металлостеклянного уплотнения к внешней поверхности корпуса.

88. Способ по п.76, дополнительно включающий в себя изготовление аккумулирующего энергию элемента.

89. Способ по п.88, при этом изготовление аккумулирующего энергию элемента включает в себя получение электрода путем соединения аккумулирующей энергию среды с токоотводом.

90. Способ по п.89, при этом получение электрода включает в себя соединение множества электродных элементов, изготовленных в результате соединения аккумулирующей энергию среды с токоотводом.

91. Способ по п.90, при этом соединение множества электродных элементов включает в себя ультразвуковую сварку соединительного элемента с токоотводом одного электродного элемента и с токоотводом другого электродного элемента.

92. Способ по п.88, при этом изготовление аккумулирующего энергию элемента включает в себя соединение по меньшей мере одного вывода с электродом.

93. Способ по п.92, при этом соединение по меньшей мере одного вывода с электродом включает в себя нанесение по меньшей мере одной контрольной метки на электрод.

94. Способ по п.92, при этом соединение по меньшей мере одного вывода с электродом включает в себя позиционирование каждого вывода на соответствующей контрольной метке.

95. Способ по п.92, при этом соединение по меньшей мере одного вывода включает в себя удаление аккумулирующей энергии среды с токоотвода.

96. Способ по п.92, при этом соединение по меньшей мере одного вывода включает в себя ультразвуковую сварку вывода с токоотводом.

97. Способ по п.88, при этом изготовление аккумулирующего элемента включает в себя размещение сепаратора между по меньшей мере двумя электродами.

98. Способ по п.97, дополнительно включающий в себя совмещение каждого из электродов с сепаратором.

99. Способ по п.88, при этом изготовление аккумулирующего элемента включает в себя упаковку по меньшей мере двух электродов с расположенным между ними сепаратором.

100. Способ по п.99, при этом упаковка включает в себя свертывание аккумулирующего элемента в свернутый аккумулирующий элемент.

101. Способ по п.88, при этом изготовление аккумулирующего элемента включает в себя размещение обертки поверх аккумулирующего элемента.

102. Способ по п.76, при этом размещение аккумулирующего элемента включает в себя группирование множества выводов вместе для обеспечения клеммы.

103. Способ по п.102, при этом группирование множества выводов вместе включает в себя совмещение выводов друг с другом в комплект совмещенных выводов для образования клеммы.

104. Способ по п.103, дополнительно включающий в себя размещение обертки вокруг комплекта совмещенных выводов.

105. Способ по п.103, дополнительно включающий в себя выполнение складки в комплекте совмещенных выводов.

106. Способ по п.103, дополнительно включающий в себя подключение комплекта совмещенных выводов к контакту корпуса.

107. Способ по п.103, при этом подключение включает в себя приваривание комплекта совмещенных выводов к контакту.

108. Способ по п.103, при этом подключение включает в себя приваривание комплекта совмещенных выводов к одной из накладки или перемычки для подключения к контакту корпуса.

109. Способ по п.76, дополнительно включающий в себя электрическое подключение по меньшей мере одной из накладки или перемычки к контакту корпуса.

110. Способ по п.109, дополнительно включающий в себя по существу размещение изоляционного материала поверх контакта на внутренней поверхности корпуса.

111. Способ по п.76, дополнительно включающий в себя герметизацию аккумулирующего энергию элемента внутри корпуса.

112. Способ по п.76, дополнительно включающий в себя сопряжение по меньшей мере одного колпачка с телом для обеспечения корпуса.

113. Способ по п.112, при этом колпачок содержит один из вогнутого колпачка, выпуклого колпачка и плоского колпачка.

114. Способ по п.112, дополнительно включающий в себя удаление по меньшей мере части многослойного материала в корпусе для обеспечения сопряжения.

115. Способ по п.112, при этом герметизация включает в себя по меньшей мере одну из импульсной сварки, лазерной сварки, контактной сварки и ВИА-сварки компонентов корпуса друг с другом.

116. Способ изготовления суперконденсатора, включающий в себя:

размещение аккумулирующего энергию элемента, содержащего аккумулирующую энергию среду, внутри корпуса; и

наполнение корпуса электролитом, приспособленным для работы в пределах диапазона температур между примерно 80 градусами по Цельсию и примерно 210 градусами по Цельсию.

117. Способ по п.116, при этом размещение дополнительно включает в себя предварительную обработку компонентов

суперконденсатора, включая по меньшей мере один из электрода, сепаратора, вывода, собранного аккумулирующего энергию элемента и корпуса, для уменьшения содержания влаги в них.

118. Способ по п.116, при этом предварительная обработка включает в себя нагревание выбранных компонентов практически в вакууме в диапазоне температур от примерно 100 градусов по Цельсию до примерно 150 градусов по Цельсию.

119. Способ по п.116, при этом предварительная обработка включает в себя нагревание выбранных компонентов практически в вакууме в диапазоне температур от примерно 150 градусов по Цельсию до примерно 300 градусов по Цельсию.

120. Способ по п.116, при этом размещение проводят в практически инертной среде.

121. Способ по п.116, дополнительно включающий в себя выбор практически очищенного электролита.

122. Способ по п.116, при этом упомянутый практически очищенный электролит включает электролит с содержанием галогенид-ионов, которое меньше, чем примерно 1000 частей на миллион.

123. Способ по п.116, при этом упомянутый практически очищенный электролит включает электролит с содержанием галогенид-ионов, которое меньше, чем примерно 500 частей на миллион.

124. Способ по п.116, при этом упомянутый практически очищенный электролит включает электролит с содержанием галогенид-ионов, которое меньше, чем примерно 100 частей на миллион.

125. Способ по п.116, при этом упомянутый практически очищенный электролит включает электролит с содержанием галогенид-ионов, которое не превышает примерно 20 частей на миллион.

126. Способ по п.122, при этом галогенид-ионы содержат по меньшей мере один из хлорида, бромида, фторида и йодида.

127. Способ по п.116, при этом суммарная концентрация металлических частиц в электролите составляет менее чем примерно 1000 частей на миллион.

128. Способ по п.127, при этом металлические частицы содержат по меньшей мере один из Br, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mo, Na, Ni, Pb, Zn, сплава любых из вышеуказанных и оксида любых из вышеуказанных.

129. Способ по п.116, при этом суммарная концентрация примесей из по меньшей мере одного растворителя в электролите составляет менее чем примерно 1000 частей на миллион.

130. Способ по п.129, при этом примеси содержат по меньшей мере один из бромэтана, хлорэтана, 1-бромбутана, 1-хлорбутана, 1-метилимидазола, этилацетата и метиленхлорида.

131. Способ по п.116, при этом суммарное содержание воды в электролите составляет менее чем примерно 500 частей на миллион.

132. Способ по п.116, при этом суммарное содержание воды в электролите составляет менее чем примерно 100 частей на миллион.

133. Способ по п.116, при этом суммарное содержание воды в электролите составляет менее чем примерно 50 частей на миллион.

134. Способ по п.116, при этом суммарное содержание воды в электролите составляет примерно 20 частей на миллион.

135. Способ по п.116, при этом катион электролита выбран из группы, содержащей 1-(3-цианопропил)-3-метилимидазолий, 1,2-диметил-3-пропилимидазолий, 1,3-бис(3-цианопропил)имидазолий, 1,3-диэтоксиимидазолий, 1-бутил-1-метилпиперидиний, 1-бутил-2,3-диметилимидазолий, 1-бутил-3-метилимидазолий, 1-бутил-4-метилпиридиний, 1-бутилпиридиний, 1-децил-3-метилимидазолий, 1-этил-3-метилимидазолий и 3-метил-1-пропилпиридиний.

136. Способ по п.116, при этом катион электролита выбран из группы, содержащей аммоний, имидазолий, оксазолий, фосфоний, пиперидиний, пиразиний, пиразиний, пиридазиний, пиридиний, пиримидиний, пирролидиний, сульфоний, тиазолий, триазолий, гуанидий, изохинолиний, бензотриазолий, типы виологенов и функционализированные катионы имидазолия.

137. Способ по п.136, при этом по меньшей мере одна ответвляющаяся группа (R_x) для катиона выбрана из групп, содержащих: алкильную, гетероалкильную, алкенильную, гетероалкенильную, алкинильную, гетероалкинильную, галогено-, амино-, нитро-, циано-, гидроксильную, сульфатную, сульфонатную

или карбонильную группы.

138. Способ по п.137, при этом алкил выбран из группы, содержащей: насыщенные алифатические группы, алкильные группы с неразветвленной цепью, алкильные группы с разветвленной цепью, циклоалкильные (алициклические) группы, алкилзамещенные циклоалкильные группы и циклоалкилзамещенные алкильные группы.

139. Способ по п.137, при этом алкил выбран из группы, содержащей: метил, этил, пропил, бутил, пентил, гексил, этилгексил, циклопропил, циклобутил, циклопентил и циклогексил.

140. Способ по п.137, при этом гетероалкил содержит алкильную группу, которая содержит по меньшей мере один гетероатом.

141. Способ по п.140, при этом гетероатом выбран из группы, содержащей кислород, азот и серу.

142. Способ по п.137, при этом алкильные группы и алкинильные группы содержат алифатическую группу.

143. Способ по п.137, при этом алифатическая группа содержит по меньшей мере одну из двойной связи и тройной связи.

144. Способ по п.116, при этом анион электролита выбран из группы, содержащей: $-F^-$, $-Cl^-$, $-Br^-$, $-I^-$, $-OCH_3^-$, $-CN^-$, $-SCN^-$, $-C_2H_3O_2^-$, $-ClO^-$, $-ClO_2^-$, $-ClO_3^-$, $-ClO_4^-$, $-NCO^-$, $-NCS^-$, $-NCSe^-$, $-NCN^-$, $-OCH(CH_3)_2^-$, $-CH_2OCH_3^-$, $-COOH^-$, $-OH^-$, $-SOCH_3^-$, $-SO_2CH_3^-$, $-SOCH_3^-$, $-SO_2CF_3^-$, $-SO_3H^-$, $-SO_3CF_3^-$, $-O(CF_3)_2C_2(CF_3)_2O^-$, $-CF_3^-$, $-CHF_2^-$, $-CH_2F^-$, $-CH_3^-$, $-NO_3^-$, $-NO_2^-$, $-SO_3^-$, $-SO_4^{2-}$, $-SF_5^-$, $-CB_{11}H_{12}^-$, $-CB_{11}H_6C_{16}^-$, $-CH_3CB_{11}H_{11}^-$ и $-C_2H_5CB_{11}H_{11}^-$.

145. Способ по п.116, при этом анион электролита выбран из группы, содержащей $A-PO_4^-$, $-A-SO_2^-$, $A-SO_3^-$, $-A-SO_3H^-$, $-A-COO^-$, $-A-CO^-$, где А - одно из фенильной группы, замещенного фенила, алкильной группы, замещенной алкильной группы, алкана с отрицательно заряженным радикалом, галогенированного алкана и простого эфира.

146. Способ по п.116, при этом анион электролита содержит множество базовых структур и соответствующее число замещающих групп.

147. Способ по п.116, при этом электролит содержит растворитель.

148. Способ по п.147, при этом растворитель содержит по меньшей мере один из ацетонитрила, амида, бензонитрила, бутиролактона, циклического простого эфира, дибутилкарбоната, диэтилкарбоната, диэтилового простого эфира, диметоксиэтана, диметилкарбоната, диметилформамида, диметилсульфона, диоксана, диоксолана, этилформиата, этиленкарбоната, этилметилкарбоната, лактона, простого эфира с открытой цепью, метилформиата, метилпропионата, метилтетрагидрофурана, нитрила, нитробензола, нитрометана, n-метилпирролидона, пропиленкарбоната, сульфолана, сульфона, тетрагидрофурана, тетраметиленсульфона, тиюфена, этиленгликоля, диэтиленгликоля, триэтиленгликоля, полиэтиленгликолей, сложного эфира карбоновой кислоты, γ -бутиролактона, нитрила и трицианогексана.

149. Способ по п.116, дополнительно включающий в себя выполнение заливочного отверстия в корпусе для обеспечения наполнения.

150. Способ по п.149, дополнительно включающий в себя уплотнение заливочного отверстия по завершении наполнения.

151. Способ по п.150, при этом уплотнение включает в себя посадку совместимого материала в заливочное отверстие.

152. Способ по п.151, дополнительно включающий в себя приваривание посаженного в заливочное отверстие материала к корпусу.

153. Способ по п.116, при этом наполнение включает в себя размещение электролита поверх заливочного отверстия в корпусе.

154. Способ по п.153, при этом наполнение включает в себя наведение вакуума на заливочном отверстии в корпусе.

155. Способ по п.154, при этом вакуум составляет ниже примерно 150 мторр.

156. Способ по п.154, при этом вакуум составляет ниже примерно 40 мторр.

157. Способ по п.116, при этом наполнение проводят в практически инертной среде.

158. Суперконденсатор, содержащий:

аккумулирующий энергию элемент и электролит внутри корпуса,

причем уровень содержания влаги внутри корпуса меньше, чем примерно 1000 частей на миллион (ч.н.м.).

159. Суперконденсатор по п.158, при этом уровень содержания влаги внутри корпуса меньше, чем примерно 500 частей на миллион (ч.н.м.).

160. Суперконденсатор по п.158, при этом уровень содержания влаги внутри корпуса меньше, чем примерно 350 частей на миллион (ч.н.м.).

161. Суперконденсатор по п.158, при этом уровень содержания влаги в электроде суперконденсатора меньше, чем примерно 350 частей на миллион (ч.н.м.).

162. Суперконденсатор по п.158, при этом уровень содержания влаги в сепараторе суперконденсатора меньше, чем примерно 160 частей на миллион (ч.н.м.).

163. Суперконденсатор по п.158, при этом уровень содержания влаги в электролите суперконденсатора меньше, чем примерно 20 частей на миллион (ч.н.м.).

164. Суперконденсатор по п.158, при этом суперконденсатор имеет содержание галогенидов менее чем примерно 1000 частей на миллион (ч.н.м.).

165. Суперконденсатор по п.158, при этом суперконденсатор имеет содержание галогенидов менее чем 500 частей на миллион (ч.н.м.).

166. Суперконденсатор по п.158, при этом суперконденсатор имеет содержание галогенидов менее чем примерно 100 частей на миллион (ч.н.м.).

167. Суперконденсатор, содержащий:

аккумулирующий энергию элемент и электролит внутри корпуса, причем уровень содержания примесей галогенидов внутри корпуса меньше, чем примерно 1000 частей на миллион.

168. Суперконденсатор по п.167, при этом уровень содержания влаги внутри корпуса меньше, чем примерно 1000 частей на миллион (ч.н.м.).

169. Суперконденсатор по п.167, при этом уровень содержания влаги внутри корпуса меньше, чем примерно 500 частей на миллион (ч.н.м.).

170. Суперконденсатор по п.167, при этом уровень содержания влаги внутри корпуса меньше, чем примерно 350 частей на миллион (ч.н.м.).

171. Суперконденсатор по п.167, при этом уровень содержания влаги в электроде суперконденсатора меньше, чем примерно 350 частей на миллион (ч.н.м.).

172. Суперконденсатор по п.167, при этом уровень содержания влаги в сепараторе суперконденсатора меньше, чем примерно 160 частей на миллион (ч.н.м.).

173. Суперконденсатор по п.167, при этом уровень содержания влаги в электролите суперконденсатора меньше, чем примерно 20 частей на миллион (ч.н.м.).

174. Суперконденсатор по п.167, при этом среднее содержание хлорида (Cl^-) меньше, чем примерно 500 частей на миллион (ч.н.м.).

175. Суперконденсатор по п.167, при этом среднее содержание фторида (F^-) меньше, чем примерно 500 частей на миллион (ч.н.м.).

176. Способ характеристики загрязнения внутри суперконденсатора, включающий в себя:

проделывание проема в корпусе суперконденсатора для доступа к его содержимому;

взятие пробы содержимого; и

анализирование этой пробы.

177. Способ по п.176, при этом проделывание проема включает в себя по меньшей мере одно из сверления отверстия в корпусе и резания корпуса.

178. Способ по п.176, при этом проделывание проема проводят в практически инертной среде, которая практически не содержит загрязняющих веществ.

179. Способ по п.176, при этом упомянутое содержимое включает в себя по меньшей мере один из электролита, электрода, сепаратора и внутренней поверхности корпуса.

180. Способ по п.176, при этом взятие пробы включает в себя сифонирование электролита изнутри суперконденсатора.

181. Способ по п.176, при этом взятие пробы включает в себя добавление электролита с известной концентрацией примесей в

суперконденсатор.

182. Способ по п.190, при этом взятие пробы дополнительно включает в себя извлечение избыточного электролита для анализа.

183. Способ по п.176, при этом взятие пробы дополнительно включает в себя взятие аликвоты по меньшей мере одного из электрода, сепаратора и внутренней поверхности корпуса.

184. Способ по п.176, при этом анализирование включает в себя по меньшей мере одну из атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС), масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (МССИСП), ионной хроматографии (ИХ), рентгеновской флуоресценции (РФ), пиролиза, рамановской спектроскопии, а также использование ионоселективных электродов (ИСЭ).

185. Способ по п.176, при этом анализирование упомянутого содержимого дополнительно включает в себя взвешивание содержимого и оценку процентной доли в общей массе.

186. Суперконденсатор, который демонстрирует объемный ток утечки ($\text{мА}/\text{см}^3$), меньший, чем примерно $10 \text{ мА}/\text{см}^3$, когда поддерживается при практически постоянной температуре в пределах диапазона между примерно 100 градусами по Цельсию и примерно 150 градусами по Цельсию.

187. Суперконденсатор по п.186, при этом объемный ток утечки ($\text{мА}/\text{см}^3$) меньше, чем примерно $1 \text{ мА}/\text{см}^3$.

188. Суперконденсатор по п.186, который также демонстрирует объемный ток утечки, больший, чем примерно $0,0001 \text{ мА}/\text{см}^3$.

189. Суперконденсатор по п.186, который также демонстрирует объемную емкость между примерно $6 \text{ Ф}/\text{см}^3$ и примерно $1 \text{ мФ}/\text{см}^3$.

190. Суперконденсатор по п.186, который также демонстрирует объемную емкость между примерно $10 \text{ Ф}/\text{см}^3$ и примерно $5 \text{ Ф}/\text{см}^3$.

191. Суперконденсатор по п.186, который также демонстрирует объемную емкость между примерно $50 \text{ Ф}/\text{см}^3$ и примерно $8 \text{ Ф}/\text{см}^3$.

192. Суперконденсатор по п.186, который также демонстрирует объемное ЭПС между примерно $20 \text{ мОм}\cdot\text{см}^3$ и $200 \text{ мОм}\cdot\text{см}^3$.

193. Суперконденсатор по п.186, который также демонстрирует объемное ЭПС между примерно $150 \text{ мОм}\cdot\text{см}^3$ и $2 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$.

194. Суперконденсатор по п.186, который также демонстрирует

объемное ЭПС между примерно $1,5 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$ и $200 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$.

195. Суперконденсатор по п.186, который также демонстрирует объемное ЭПС между примерно $150 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$ и $2000 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$.

196. Суперконденсатор по п.186, который также демонстрирует уменьшение емкости, меньшее, чем примерно 60 процентов, когда поддерживается при постоянном напряжении в течение по меньшей мере 20 часов.

197. Суперконденсатор по п.186, также демонстрирует увеличение ЭПС, меньшее, чем примерно 300 процентов, когда поддерживается при постоянном напряжении в течение по меньшей мере 20 часов.

198. Суперконденсатор по п.186, имеющий содержание влаги в электроде суперконденсатора, которое меньше, чем примерно 1000 ч.н.м.

199. Суперконденсатор по п.186, имеющий содержание влаги в электроде суперконденсатора, которое меньше, чем примерно 500 ч.н.м.

200. Суперконденсатор по п.186, имеющий содержание влаги в сепараторе суперконденсатора, которое меньше, чем примерно 1000 ч.н.м.

201. Суперконденсатор по п.186, имеющий содержание влаги в сепараторе суперконденсатора, которое меньше, чем примерно 500 ч.н.м.

202. Суперконденсатор по п.186, имеющий содержание влаги в электролите суперконденсатора, которое меньше, чем примерно 500 ч.н.м.

203. Суперконденсатор по п.186, содержащий корпус, который герметично уплотнен.

204. Суперконденсатор по п.203, при этом герметичное уплотнение демонстрирует скорость утечки He (стандартных см^3 He/c), которая составляет между примерно 10^{-5} (стандартных см^3 He/c) и примерно 10^{-9} (стандартных см^3 He/c).

205. Суперконденсатор по п.203, при этом герметичное уплотнение демонстрирует скорость утечки He (стандартных см^3 He/c), которая составляет между примерно 10^{-7} (стандартных см^3

He/c) и примерно 10^{-10} (стандартных $\text{см}^3 \text{He/c}$).

206. Суперконденсатор по п.186, при этом содержание хлорида в одном из электрода, электролита и сепаратора суперконденсатора меньше, чем примерно 300 ч.н.м.

207. Суперконденсатор по п.186, содержащий металлокерамическое уплотнение, расположенное в его корпусе.

208. Суперконденсатор, который демонстрирует объемный ток утечки, меньший, чем примерно 10 мА/см^3 , когда поддерживается при практически постоянной температуре в пределах диапазона температур между примерно 140 градусами по Цельсию и 180 градусами по Цельсию.

209. Суперконденсатор по п.208, при этом объемный ток утечки меньше, чем примерно 1 мА/см^3 .

210. Суперконденсатор по п.208, также демонстрирующий объемный ток утечки, который больше, чем примерно $0,001 \text{ мА/см}^3$.

211. Суперконденсатор по п.208, дополнительно демонстрирующий объемную емкость между примерно 6 Ф/см^3 и примерно 1 мФ/см^3 .

212. Суперконденсатор по п.208, дополнительно демонстрирующий объемную емкость между примерно 10 Ф/см^3 и примерно 5 Ф/см^3 .

213. Суперконденсатор по п.208, дополнительно демонстрирующий объемную емкость между примерно 50 Ф/см^3 и примерно 8 Ф/см^3 .

214. Суперконденсатор по п.208, дополнительно демонстрирующий объемное ЭПС между примерно $20 \text{ мОм}\cdot\text{см}^3$ и примерно $200 \text{ мОм}\cdot\text{см}^3$.

215. Суперконденсатор по п.208, дополнительно демонстрирующий объемное ЭПС между примерно $150 \text{ мОм}\cdot\text{см}^3$ и примерно $2 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$.

216. Суперконденсатор по п.208, дополнительно демонстрирующий объемное ЭПС между примерно $1,50 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$ и примерно $200 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$.

217. Суперконденсатор по п.208, дополнительно демонстрирующий объемное ЭПС между примерно $150 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$ и примерно

2000 Ом·см³.

218. Суперконденсатор по п.208, который также демонстрирует уменьшение емкости, меньшее, чем примерно 60 процентов, когда поддерживается при постоянном напряжении в течение по меньшей мере 20 часов.

219. Суперконденсатор по п.208, который также демонстрирует увеличение ЭПС, меньшее, чем примерно 300 процентов, когда поддерживается при постоянном напряжении в течение по меньшей мере 20 часов.

220. Суперконденсатор по п.208, имеющий содержание влаги в электроде суперконденсатора, которое меньше, чем примерно 1000 ч.н.м.

221. Суперконденсатор по п.208, имеющий содержание влаги в электроде суперконденсатора, которое меньше, чем примерно 500 ч.н.м.

222. Суперконденсатор по п.208, имеющий содержание влаги в сепараторе суперконденсатора, которое меньше, чем примерно 1000 ч.н.м.

223. Суперконденсатор по п.208, имеющий содержание влаги в сепараторе суперконденсатора, которое меньше, чем примерно 500 ч.н.м.

224. Суперконденсатор по п.208, имеющий содержание влаги в электролите суперконденсатора, которое меньше, чем примерно 500 ч.н.м.

225. Суперконденсатор по п.208, содержащий корпус, который герметично уплотнен.

226. Суперконденсатор по п.225, при этом герметичное уплотнение демонстрирует скорость утечки He (стандартных см³ He/с), которая составляет между примерно 10⁻⁵ (стандартных см³ He/с) и примерно 10⁻⁹ (стандартных см³ He/с).

227. Суперконденсатор по п.225, при этом герметичное уплотнение демонстрирует скорость утечки He (стандартных см³ He/с), которая составляет между примерно 10⁻⁷ (стандартных см³ He/с) и примерно 10⁻¹⁰ (стандартных см³ He/с).

228. Суперконденсатор по п.208, при этом содержание хлорида

в одном из электрода, электролита и сепаратора суперконденсатора меньше, чем примерно 300 ч.н.м.

229. Суперконденсатор по п.208, содержащий металлостеклянное уплотнение, расположенное в его корпусе.

230. Суперконденсатор, который демонстрирует объемный ток утечки, меньший, чем примерно 10 мА/см^3 , когда поддерживается при практически постоянной температуре в пределах диапазона температур между примерно 170 градусами по Цельсию и 210 градусами по Цельсию.

231. Суперконденсатор по п.230, при этом объемный ток утечки меньше, чем примерно 1 мА/см^3 .

232. Суперконденсатор по п.230, также демонстрирующий объемный ток утечки, который больше, чем примерно $0,001 \text{ мА/см}^3$.

233. Суперконденсатор по п.230, дополнительно демонстрирующий объемную емкость между примерно 6 Ф/см^3 и примерно 1 мФ/см^3 .

234. Суперконденсатор по п.230, дополнительно демонстрирующий объемную емкость между примерно 10 Ф/см^3 и примерно 5 Ф/см^3 .

235. Суперконденсатор по п.230, дополнительно демонстрирующий объемную емкость между примерно 50 Ф/см^3 и примерно 8 Ф/см^3 .

236. Суперконденсатор по п.230, дополнительно демонстрирующий объемное ЭПС между примерно $20 \text{ мОм}\cdot\text{см}^3$ и примерно $200 \text{ мОм}\cdot\text{см}^3$.

237. Суперконденсатор по п.230, дополнительно демонстрирующий объемное ЭПС между примерно $150 \text{ мОм}\cdot\text{см}^3$ и примерно $2 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$.

238. Суперконденсатор по п.230, дополнительно демонстрирующий объемное ЭПС между примерно $1,50 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$ и примерно $200 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$.

239. Суперконденсатор по п.230, дополнительно демонстрирующий объемное ЭПС между примерно $150 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$ и примерно $2000 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$.

240. Суперконденсатор по п.230, который также демонстрирует

уменьшение емкости, меньшее, чем примерно 60 процентов, когда поддерживается при постоянном напряжении в течение по меньшей мере 20 часов.

241. Суперконденсатор по п.230, который также демонстрирует увеличение ЭПС, большее, чем примерно 300 процентов, когда поддерживается при постоянном напряжении в течение по меньшей мере 20 часов.

242. Суперконденсатор по п.230, имеющий содержание влаги в электроде суперконденсатора, которое меньше, чем примерно 1000 ч.н.м.

243. Суперконденсатор по п.230, имеющий содержание влаги в электроде суперконденсатора, которое меньше, чем примерно 500 ч.н.м.

244. Суперконденсатор по п.230, имеющий содержание влаги в сепараторе суперконденсатора, которое меньше, чем примерно 1000 ч.н.м.

245. Суперконденсатор по п.230, имеющий содержание влаги в сепараторе суперконденсатора, которое меньше, чем примерно 500 ч.н.м.

246. Суперконденсатор по п.230, имеющий содержание влаги в электролите суперконденсатора, которое меньше, чем примерно 500 ч.н.м.

247. Суперконденсатор по п.230, содержащий корпус, который герметично уплотнен.

248. Суперконденсатор по п.247, при этом герметичное уплотнение демонстрирует скорость утечки He (стандартных см³ He/с), которая составляет между примерно 10⁻⁵ (стандартных см³ He/с) и примерно 10⁻⁹ (стандартных см³ He/с).

249. Суперконденсатор по п.247, при этом герметичное уплотнение демонстрирует скорость утечки He (стандартных см³ He/с), которая составляет между примерно 10⁻⁷ (стандартных см³ He/с) и примерно 10⁻¹⁰ (стандартных см³ He/с).

250. Суперконденсатор по п.230, при этом содержание хлорида в одном из электрода, электролита и сепаратора суперконденсатора меньше, чем примерно 300 ч.н.м.

251. Суперконденсатор по п.230, содержащий

металлостеклянное уплотнение, расположенное в его корпусе.

252. Способ обеспечения высокотемпературного перезаряжаемого устройства аккумулирования энергии, включающий в себя:

выбор высокотемпературного перезаряжаемого устройства аккумулирования энергии (ВТПУАЭ), которое демонстрирует начальную пиковую плотность мощности между 0,01 Вт/литр и 100 кВт/литр и период стойкости по меньшей мере 20 часов, когда подвергается воздействию температуры окружающей среды в диапазоне температур от примерно 80 градусов по Цельсию до примерно 210 градусов по Цельсию; и

обеспечение такого устройства аккумулирования.

253. Способ по п.252, при этом стойкость оценивают по уменьшению пиковой плотности мощности, не превышающему примерно 50 процентов за упомянутый период, при этом ВТПУАЭ выполнено с возможностью заряжаться и разряжаться по меньшей мере дважды.

254. Способ по п.252, при этом ВТПУАЭ представляет собой суперконденсатор.

255. Способ по п.252, при этом диапазон температур находится между примерно 100 градусами по Цельсию и примерно 210 градусами по Цельсию.

256. Способ по п.252, при этом диапазон температур находится между примерно 125 градусами по Цельсию и примерно 210 градусами по Цельсию.

257. Способ по п.252, при этом диапазон температур находится между примерно 80 градусами по Цельсию и примерно 175 градусами по Цельсию.

258. Способ по п.252, при этом диапазон температур находится между примерно 100 градусами по Цельсию и примерно 175 градусами по Цельсию.

259. Способ по п.252, при этом диапазон температур находится между примерно 125 градусами по Цельсию и примерно 175 градусами по Цельсию.

260. Способ по п.252, при этом ВТПУАЭ демонстрирует начальную пиковую плотность мощности, которая составляет между примерно 0,01 Вт/литр и примерно 50 кВт/литр.

261. Способ по п.252, при этом ВТПУАЭ демонстрирует начальную пиковую плотность мощности, которая составляет между примерно 0,01 Вт/литр и примерно 10 кВт/литр.

262. Способ по п.252, при этом ВТПУАЭ демонстрирует начальную пиковую плотность мощности, которая составляет между примерно 0,01 Вт/литр и примерно 5 кВт/литр.

263. Способ по п.252, при этом ВТПУАЭ демонстрирует начальную пиковую плотность мощности, которая составляет между примерно 0,01 Вт/литр и примерно 2 кВт/литр.

264. Способ применения высокотемпературного перезаряжаемого устройства аккумулярования энергии (ВТПУАЭ), включающий в себя:

получение ВТПУАЭ и;

по меньшей мере одно из циклирования ВТПУАЭ путем поочередных зарядки и разрядки ВТПУАЭ по меньшей мере дважды на протяжении 20 часов и поддерживания напряжения на ВТПУАЭ в течение 20 часов, так что ВТПУАЭ демонстрирует начальную пиковую плотность мощности между 0,01 Вт/литр и 150 кВт/литр и срок службы по меньшей мере 20 часов, когда работает при температуре окружающей среды, которая находится в диапазоне температур между примерно 80 градусами по Цельсию до примерно 210 градусов по Цельсию.

265. Способ по п.264, при этом стойкость оценивают по уменьшению пиковой плотности мощности, не превышающему примерно 50 процентов за упомянутый период, при этом ВТПУАЭ выполнено с возможностью заряжаться и разряжаться по меньшей мере дважды.

266. Способ по п.264, при этом ВТПУАЭ представляет собой суперконденсатор.

267. Способ по п.264, при этом диапазон температур находится между примерно 100 градусами по Цельсию и примерно 210 градусами по Цельсию.

268. Способ по п.264, при этом диапазон температур находится между примерно 125 градусами по Цельсию и примерно 210 градусами по Цельсию.

269. Способ по п.264, при этом диапазон температур находится между примерно 80 градусами по Цельсию и примерно 175 градусами по Цельсию.

270. Способ по п.264, при этом диапазон температур находится между примерно 100 градусами по Цельсию и примерно 175 градусами по Цельсию.

271. Способ по п.264, при этом диапазон температур находится между примерно 125 градусами по Цельсию и примерно 175 градусами по Цельсию.

272. Способ по п.264, при этом ВТПУАЭ демонстрирует начальную пиковую плотность мощности, которая составляет между примерно 0,01 Вт/литр и примерно 50 кВт/литр.

273. Способ по п.264, при этом ВТПУАЭ демонстрирует начальную пиковую плотность мощности, которая составляет между примерно 0,01 Вт/литр и примерно 10 кВт/литр.

274. Способ по п.264, при этом ВТПУАЭ демонстрирует начальную пиковую плотность мощности, которая составляет между примерно 0,01 Вт/литр и примерно 5 кВт/литр.

275. Способ по п.264, при этом ВТПУАЭ демонстрирует начальную пиковую плотность мощности, которая составляет между примерно 0,01 Вт/литр и примерно 2 кВт/литр.

276. Способ применения суперконденсатора, включающий в себя:

получение суперконденсатора, содержащего электролит и два электрода, причем каждый из электродов электрически связан с токоотводом и отделен от другого сепаратором;

при этом одна из зарядки и разрядки суперконденсатора обеспечивает начальное сочетание пиковой плотности мощности и плотности энергии в диапазоне от примерно $0,1 \text{ Вт}\cdot\text{ч}\cdot\text{кВт}/\text{литр}^2$ до примерно $100 \text{ Вт}\cdot\text{ч}\cdot\text{кВт}/\text{литр}^2$, причем упомянутое сочетание математически представляет собой произведение пиковой плотности мощности и плотности энергии суперконденсатора; и

при этом суперконденсатор демонстрирует период стойкости по меньшей мере 20 часов, когда подвергается воздействию температуры окружающей среды в диапазоне температур от примерно 80 градусов по Цельсию до примерно 210 градусов по Цельсию, при этом показателем стойкости является уменьшение пиковой плотности мощности не более чем на примерно 50 процентов за упомянутый

период, и при этом суперконденсатор выполнен с возможностью заряжаться и разряжаться по меньшей мере дважды.

277. Способ по п.276, при этом диапазон температур составляет от примерно 80 градусов по Цельсию до примерно 175 градусов по Цельсию.

278. Способ по п.276, при этом диапазон температур составляет от примерно 80 градусов по Цельсию до примерно 150 градусов по Цельсию.

279. Способ по п.276, при этом диапазон температур составляет от примерно 80 градусов по Цельсию до примерно 125 градусов по Цельсию.

280. Способ по п.276, при этом диапазон сочетания составляет от примерно 0,1 Вт·ч·кВт/литр² до примерно 100 Вт·ч·кВт/литр².

281. Способ по п.276, при этом диапазон сочетания составляет от примерно 1 Вт·ч·кВт/литр² до примерно 100 Вт·ч·кВт/литр².

282. Способ по п.276, при этом диапазон сочетания составляет от примерно 5 Вт·кВт/литр² до примерно 100 Вт·кВт/литр².

283. Способ по п.276, при этом диапазон сочетания составляет от примерно 10 Вт·ч·кВт/литр² до примерно 100 Вт·ч·кВт/литр².

284. Способ по п.276, при этом диапазон сочетания составляет от примерно 25 Вт·ч·кВт/литр² до примерно 100 Вт·ч·кВт/литр².

285. Способ по п.276, при этом диапазон сочетания составляет от примерно 50 Вт·ч·кВт/литр² до примерно 100 Вт·ч·кВт/литр².

286. Способ по п.276, при этом диапазон сочетания составляет от примерно 0,1 Вт·ч·кВт/литр² до примерно 50 Вт·ч·кВт/литр².

287. Способ по п.276, при этом диапазон сочетания составляет от примерно 1 Вт·ч·кВт/литр² до примерно 50

Вт·ч·кВт/литр².

288. Способ по п.276, при этом диапазон сочетания составляет от примерно 5 Вт·ч·кВт/литр² до примерно 50 Вт·ч·кВт/литр².

289. Способ по п.276, при этом диапазон сочетания составляет от примерно 10 Вт·ч·кВт/литр² до примерно 50 Вт·ч·кВт/литр².

290. Способ по п.276, при этом диапазон сочетания составляет от примерно 25 Вт·ч·кВт/литр² до примерно 50 Вт·ч·кВт/литр².

291. Способ по п.276, при этом диапазон сочетания составляет от примерно 0,1 Вт·ч·кВт/литр² до примерно 25 Вт·ч·кВт/литр².

292. Способ по п.276, при этом диапазон сочетания составляет от примерно 1 Вт·ч·кВт/литр² до примерно 25 Вт·ч·кВт/литр².

293. Способ по п.276, при этом диапазон сочетания составляет от примерно 5 Вт·ч·кВт/литр² до примерно 25 Вт·ч·кВт/литр².

294. Способ по п.276, при этом диапазон сочетания составляет от примерно 10 Вт·кВт/литр² до примерно 25 Вт·кВт/литр².

295. Способ по п.276, при этом диапазон сочетания составляет от примерно 0,1 Вт·ч·кВт/литр² до примерно 10 Вт·ч·кВт/литр².

296. Способ по п.276, при этом диапазон сочетания составляет от примерно 1 Вт·кВт/литр² до примерно 10 Вт·кВт/литр².

297. Способ по п.276, при этом диапазон сочетания составляет от примерно 5 Вт·ч·кВт/литр² до примерно 10 Вт·ч·кВт/литр².

298. Способ по п.276, при этом диапазон сочетания составляет от примерно 0,1 Вт·кВт/литр² до примерно 5 Вт·кВт/литр².

299. Способ по п.276, при этом диапазон сочетания составляет от примерно 1 Вт·ч·кВт/литр² до примерно 5 Вт·ч·кВт/литр².

300. Способ по п.276, при этом диапазон сочетания составляет от примерно 0,1 Вт·ч·кВт/литр² до примерно 1 Вт·ч·кВт/литр².

301. Способ применения суперконденсатора, включающий в себя:

получение суперконденсатора, который демонстрирует объемный ток утечки (мА/см³), который меньше, чем примерно 10 мА/см³, когда поддерживается при практически постоянной температуре в пределах диапазона между примерно 100 градусами по Цельсию и примерно 150 градусами по Цельсию и;

по меньшей мере одно из циклирования суперконденсатора путем поочередных зарядки и разрядки суперконденсатора по меньшей мере дважды на протяжении 20 часов и поддержания напряжения на суперконденсаторе в течение 20 часов, так что суперконденсатор демонстрирует увеличение ЭПС, меньшее, чем примерно 300 процентов после 20 часов, когда поддерживается при практически постоянной температуре в пределах диапазона температур между примерно 100 градусами по Цельсию и примерно 150 градусами по Цельсию.

302. Способ по п.301, при этом объемный ток утечки меньше, чем примерно 1 мА/см³.

303. Способ по п.301, который также демонстрирует объемный ток утечки, который больше, чем примерно 0,0001 мА/см³.

304. Способ по п.301, который также демонстрирует объемную емкость между примерно 6 Ф/см³ и примерно 1 мФ/см³.

305. Способ по п.301, который также демонстрирует объемную емкость между примерно 10 мФ/см³ и примерно 5 мФ/см³.

306. Способ по п.301, который также демонстрирует объемную емкость между примерно 50 мФ/см³ и примерно 8 мФ/см³.

307. Способ по п.301, который также демонстрирует объемное ЭПС между примерно 20 мОм·см³ и 200 мОм·см³.

308. Способ по п.301, который также демонстрирует объемное

ЭПС между примерно $150 \text{ мОм}\cdot\text{см}^3$ и $2 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$.

309. Способ по п.301, который также демонстрирует объемное ЭПС между примерно $1,5 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$ и $200 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$.

310. Способ по п.301, который также демонстрирует объемное ЭПС между примерно $150 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$ и $2000 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$.

311. Способ по п.301, который также демонстрирует уменьшение емкости, меньшее, чем примерно 60 процентов, когда поддерживается при постоянном напряжении.

312. Способ применения суперконденсатора, включающий в себя:

получение суперконденсатора, который демонстрирует объемный ток утечки ($\text{мА}/\text{см}^3$), который меньше, чем примерно $10 \text{ мА}/\text{см}^3$, когда поддерживается при практически постоянной температуре в пределах диапазона между примерно 140 градусами по Цельсию и примерно 180 градусами по Цельсию и;

по меньшей мере одно из циклирования суперконденсатора путем поочередных зарядки и разрядки суперконденсатора по меньшей мере дважды на протяжении 20 часов и поддержания напряжения на суперконденсаторе в течение 20 часов, так что суперконденсатор демонстрирует увеличение ЭПС, меньшее, чем примерно 300 процентов после 20 часов, когда поддерживается при практически постоянной температуре в пределах диапазона между примерно 140 градусами по Цельсию и примерно 180 градусами по Цельсию.

313. Способ по п.312, при этом объемный ток утечки меньше, чем примерно $1 \text{ мА}/\text{см}^3$.

314. Способ по п.312, который также демонстрирует объемный ток утечки, который больше, чем примерно $0,0001 \text{ мА}/\text{см}^3$.

315. Способ по п.312, который также демонстрирует объемную емкость между примерно $6 \text{ Ф}/\text{см}^3$ и примерно $1 \text{ мФ}/\text{см}^3$.

316. Способ по п.312, который также демонстрирует объемную емкость между примерно $10 \text{ Ф}/\text{см}^3$ и примерно $5 \text{ Ф}/\text{см}^3$.

317. Способ по п.312, который также демонстрирует объемную емкость между примерно $50 \text{ Ф}/\text{см}^3$ и примерно $8 \text{ Ф}/\text{см}^3$.

318. Способ по п.312, который также демонстрирует объемное

ЭПС между примерно $20 \text{ мОм}\cdot\text{см}^3$ и $200 \text{ мОм}\cdot\text{см}^3$.

319. Способ по п.312, который также демонстрирует объемное ЭПС между примерно $150 \text{ мОм}\cdot\text{см}^3$ и $2 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$.

320. Способ по п.312, который также демонстрирует объемное ЭПС между примерно $1,5 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$ и $200 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$.

321. Способ по п.312, который также демонстрирует объемное ЭПС между примерно $150 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$ и $2000 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$.

322. Способ по п.312, который также демонстрирует уменьшение емкости, меньшее, чем примерно 60 процентов, когда поддерживается при постоянном напряжении.

323. Способ применения суперконденсатора, включающий в себя:

получение суперконденсатора, который демонстрирует объемный ток утечки ($\text{мА}/\text{см}^3$), который меньше, чем примерно $10 \text{ мА}/\text{см}^3$, когда поддерживается при практически постоянной температуре в пределах диапазона между примерно 170 градусами по Цельсию и примерно 210 градусами по Цельсию и;

по меньшей мере одно из циклирования суперконденсатора путем поочередных зарядки и разрядки ВТПУАЭ по меньшей мере дважды на протяжении 20 часов и поддержания напряжения на ВТПУАЭ в течение 20 часов, так что суперконденсатор демонстрирует увеличение ЭПС, меньшее, чем примерно 300 процентов после 20 часов, когда поддерживается при практически постоянной температуре в пределах диапазона между примерно 170 градусами по Цельсию и примерно 210 градусами по Цельсию.

324. Способ по п.323, при этом объемный ток утечки меньше, чем примерно $1 \text{ мА}/\text{см}^3$.

325. Способ по п.323, который также демонстрирует объемный ток утечки, который больше, чем примерно $0,0001 \text{ мА}/\text{см}^3$.

326. Способ по п.323, который также демонстрирует объемную емкость между примерно $6 \text{ Ф}/\text{см}^3$ и примерно $1 \text{ мФ}/\text{см}^3$.

327. Способ по п.323, который также демонстрирует объемную емкость между примерно $10 \text{ Ф}/\text{см}^3$ и примерно $5 \text{ Ф}/\text{см}^3$.

328. Способ по п.323, который также демонстрирует объемную емкость между примерно $50 \text{ Ф}/\text{см}^3$ и примерно $8 \text{ Ф}/\text{см}^3$.

329. Способ по п.323, который также демонстрирует объемное ЭПС между примерно $20 \text{ мОм}\cdot\text{см}^3$ и $200 \text{ мОм}\cdot\text{см}^3$.

330. Способ по п.323, который также демонстрирует объемное ЭПС между примерно $150 \text{ мОм}\cdot\text{см}^3$ и $2 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$.

331. Способ по п.323, который также демонстрирует объемное ЭПС между примерно $1,5 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$ и $200 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$.

332. Способ по п.323, который также демонстрирует объемное ЭПС между примерно $150 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$ и $2000 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$.

333. Способ по п.323, который также демонстрирует уменьшение емкости, меньшее, чем примерно 60 процентов, когда поддерживается при постоянном напряжении.

334. Способ обеспечения высокотемпературного перезаряжаемого устройства аккумулярования энергии, включающий в себя:

получение суперконденсатора, который демонстрирует объемный ток утечки ($\text{мА}/\text{см}^3$), который меньше, чем примерно $10 \text{ мА}/\text{см}^3$, когда поддерживается при практически постоянной температуре в пределах диапазона между примерно 100 градусами по Цельсию до примерно 150 градусами по Цельсию и;

по меньшей мере одно из циклирования суперконденсатора путем поочередных зарядки и разрядки ВТПУАЭ по меньшей мере дважды на протяжении 20 часов и поддержания напряжения на ВТПУАЭ в течение 20 часов, так что суперконденсатор демонстрирует увеличение ЭПС, меньшее, чем примерно 300 процентов после 20 часов, когда поддерживается при практически постоянной температуре в пределах диапазона между примерно 100 градусами по Цельсию и примерно 150 градусами по Цельсию; и

обеспечение такого устройства аккумулярования.

335. Способ по п.334, при этом объемный ток утечки меньше, чем примерно $1 \text{ мА}/\text{см}^3$.

336. Способ по п.334, который также демонстрирует объемный ток утечки, который больше, чем примерно $0,0001 \text{ мА}/\text{см}^3$.

337. Способ по п.334, который также демонстрирует объемную емкость между примерно $6 \text{ Ф}/\text{см}^3$ и примерно $1 \text{ мФ}/\text{см}^3$.

338. Способ по п.334, который также демонстрирует объемную

емкость между примерно 10 Ф/см^3 и примерно 5 Ф/см^3 .

339. Способ по п.334, который также демонстрирует объемную емкость между примерно 50 Ф/см^3 и примерно 8 Ф/см^3 .

340. Способ по п.334, который также демонстрирует объемное ЭПС между примерно $20 \text{ МОм}\cdot\text{см}^3$ и $200 \text{ МОм}\cdot\text{см}^3$.

341. Способ по п.334, который также демонстрирует объемное ЭПС между примерно $150 \text{ МОм}\cdot\text{см}^3$ и $2 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$.

342. Способ по п.334, который также демонстрирует объемное ЭПС между примерно $1,5 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$ и $200 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$.

343. Способ по п.334, который также демонстрирует объемное ЭПС между примерно $150 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$ и $2000 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$.

344. Способ по п.334, который также демонстрирует уменьшение емкости, меньшее, чем примерно 60 процентов, когда поддерживается при постоянном напряжении.

345. Способ обеспечения высокотемпературного перезаряжаемого устройства аккумуляирования энергии, включающий в себя:

получение суперконденсатора, который демонстрирует объемный ток утечки (мА/см^3), который меньше, чем примерно 10 мА/см^3 , когда поддерживается при практически постоянной температуре в пределах диапазона между примерно 140 градусами по Цельсию и примерно 180 градусами по Цельсию и;

по меньшей мере одно из циклирования суперконденсатора путем поочередных зарядки и разрядки ВТПУАЭ по меньшей мере дважды на протяжении 20 часов и поддержания напряжения на ВТПУАЭ в течение 20 часов, так что суперконденсатор демонстрирует увеличение ЭПС, меньшее, чем примерно 300 процентов после 20 часов, когда поддерживается при практически постоянной температуре в пределах диапазона между примерно 140 градусами по Цельсию и примерно 180 градусами по Цельсию; и

обеспечение такого устройства аккумуляирования.

346. Способ по п.345, при этом объемный ток утечки меньше, чем примерно 1 мА/см^3 .

347. Способ по п.345, который также демонстрирует объемный ток утечки, который больше, чем примерно $0,0001 \text{ мА/см}^3$.

348. Способ по п.345, который также демонстрирует объемную емкость между примерно 6 Ф/см^3 и примерно 1 мФ/см^3 .

349. Способ по п.345, который также демонстрирует объемную емкость между примерно 10 Ф/см^3 и примерно 5 Ф/см^3 .

350. Способ по п.345, который также демонстрирует объемную емкость между примерно 50 Ф/см^3 и примерно 8 Ф/см^3 .

351. Способ по п.345, который также демонстрирует объемное ЭПС между примерно $20 \text{ мОм}\cdot\text{см}^3$ и $200 \text{ мОм}\cdot\text{см}^3$.

352. Способ по п.345, который также демонстрирует объемное ЭПС между примерно $150 \text{ мОм}\cdot\text{см}^3$ и $2 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$.

353. Способ по п.345, который также демонстрирует объемное ЭПС между примерно $1,5 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$ и $200 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$.

354. Способ по п.345, который также демонстрирует объемное ЭПС между примерно $150 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$ и $2000 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$.

355. Способ по п.345, который также демонстрирует уменьшение емкости, меньшее, чем примерно 60 процентов, когда поддерживается при постоянном напряжении.

356. Способ обеспечения высокотемпературного перезаряжаемого устройства аккумуляирования энергии, включающий в себя:

получение суперконденсатора, который демонстрирует объемный ток утечки (мА/см^3), который меньше, чем примерно 10 мА/см^3 , когда поддерживается при практически постоянной температуре в пределах диапазона между примерно 170 градусами по Цельсию и примерно 210 градусами по Цельсию и;

по меньшей мере одно из циклирования суперконденсатора путем поочередных зарядки и разрядки ВТПУАЭ по меньшей мере дважды на протяжении 20 часов и поддержания напряжения на ВТПУАЭ в течение 20 часов, так что суперконденсатор демонстрирует увеличение ЭПС, меньшее, чем примерно 300 процентов после 20 часов, когда поддерживается при практически постоянной температуре в пределах диапазона между примерно 170 градусами по Цельсию и примерно 210 градусами по Цельсию; и

обеспечение такого устройства аккумуляирования.

357. Способ по п.356, при этом объемный ток утечки меньше,

чем примерно 1 мА/см^3 .

358. Способ по п.356, который также демонстрирует объемный ток утечки, который больше, чем примерно $0,0001 \text{ мА/см}^3$.

359. Способ по п.356, который также демонстрирует объемную емкость между примерно 6 Ф/см^3 и примерно 1 мФ/см^3 .

360. Способ по п.356, который также демонстрирует объемную емкость между примерно 10 Ф/см^3 и примерно 5 Ф/см^3 .

361. Способ по п.356, который также демонстрирует объемную емкость между примерно 50 Ф/см^3 и примерно 8 Ф/см^3 .

362. Способ по п.356, который также демонстрирует объемное ЭПС между примерно $20 \text{ мОм}\cdot\text{см}^3$ и $200 \text{ мОм}\cdot\text{см}^3$.

363. Способ по п.356, который также демонстрирует объемное ЭПС между примерно $150 \text{ мОм}\cdot\text{см}^3$ и $2 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$.

364. Способ по п.356, который также демонстрирует объемное ЭПС между примерно $1,5 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$ и $200 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$.

365. Способ по п.356, который также демонстрирует объемное ЭПС между примерно $150 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$ и $2000 \text{ Ом}\cdot\text{см}^3$.

366. Способ по п.356, который также демонстрирует уменьшение емкости, меньшее, чем примерно 60 процентов, когда поддерживается при постоянном напряжении.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Суперконденсатор, содержащий:
положительный электрод,
отрицательный электрод,
сепаратор и
электролит в герметично уплотненном корпусе,
причем суперконденсатор содержит менее 200 частей на миллион (млн^{-1}) галогенидов и имеет содержание воды менее 100 частей на миллион (млн^{-1}),

причем суперконденсатор демонстрирует увеличение эквивалентного последовательного сопротивления (ЭПС) менее чем примерно 300 процентов, когда поддерживается при постоянном напряжении в течение по меньшей мере 20 часов, когда поддерживается при практически постоянной температуре в диапазоне температур от примерно 80 градусов по Цельсию до 210 градусов по Цельсию, и при этом:

суперконденсатор выполнен с возможностью работать при температуре от 80 градусов по Цельсию до 210 градусов по Цельсию с объемным током утечки менее 1000 мА на литр, и/или

суперконденсатор демонстрирует объемный ток утечки менее 10 мА/см³, когда поддерживается при практически постоянной температуре между 100 градусами по Цельсию и 150 градусами по Цельсию.

2. Суперконденсатор по п. 1, причем увеличение ЭПС составляет менее примерно 100 процентов.

3. Суперконденсатор по п. 1, причем по меньшей мере один из положительного электрода и отрицательного электрода содержит углеродистую аккумулирующую энергию среду, содержащую по меньшей мере одно из активированного угля, углеродных волокон, вискозы, графена, аэрогеля, углеродной ткани и углеродных нанотрубок.

4. Суперконденсатор по п. 1, причем электролит содержит ионную жидкость, содержащую:

катион, выбранный из группы, состоящей из катионов аммония, катионов имидазолия, функционализированных катионов имидазолия, катионов оксазолия, катионов фосфония, катионов пиперидиния, катионов пиразиния, катионов пиразолия, катионов пиридазиния,

катионов пиридиния, катионов пиримидиния, катионов пирролидиния, катионов сульфония, катионов тиазолия, катионов триазолия, катионов гуанидия, катионов изохинолиния, катионов бензотриазолия и катионов типа виологенов; и

анион, выбранный из группы, состоящей из бис (трифторметансульфонат) имида, трис (трифторметансульфонат) метида, дицианамиды, тетрафторбората, гексафторфосфата, трифторметансульфоната, бис (пентафторэтансульфонат) имида, тиоцианата и трифтор (трифторметил) бората.

5. Суперконденсатор по п. 4, причем электролит дополнительно содержит растворитель, выбранный из группы, состоящей из ацетонитрила, амидов, бензонитрила, бутиролактона, циклического простого эфира, диэтилового простого эфира, диметоксиэтана, диметилформамида, диметилсульфона, диоксана, диоксолана, этилформиата, этиленкарбоната, этилметилкарбоната, диметилкарбоната, диэтилкарбоната, пропиленкарбоната, дибутилкарбоната, лактона, метилформиата, метилпропионата, метилтетрагидрофурана, тетрагидрофурана, нитробензола, нитрометана, n-метилпирролидона, сульфолана, тетраметилсульфона, тиофена, этиленгликоля, диэтиленгликоля, триэтиленгликоля, полиэтиленгликолей, сложного эфира карбоновой кислоты, γ -бутиролактона и трицианогексана.

6. Суперконденсатор по п. 1, причем герметично уплотненный корпус демонстрирует скорость утечки гелия, которая составляет между примерно 10^{-5} стандартных см^3 He/секунду и примерно 10^{-9} стандартных см^3 He/секунду.

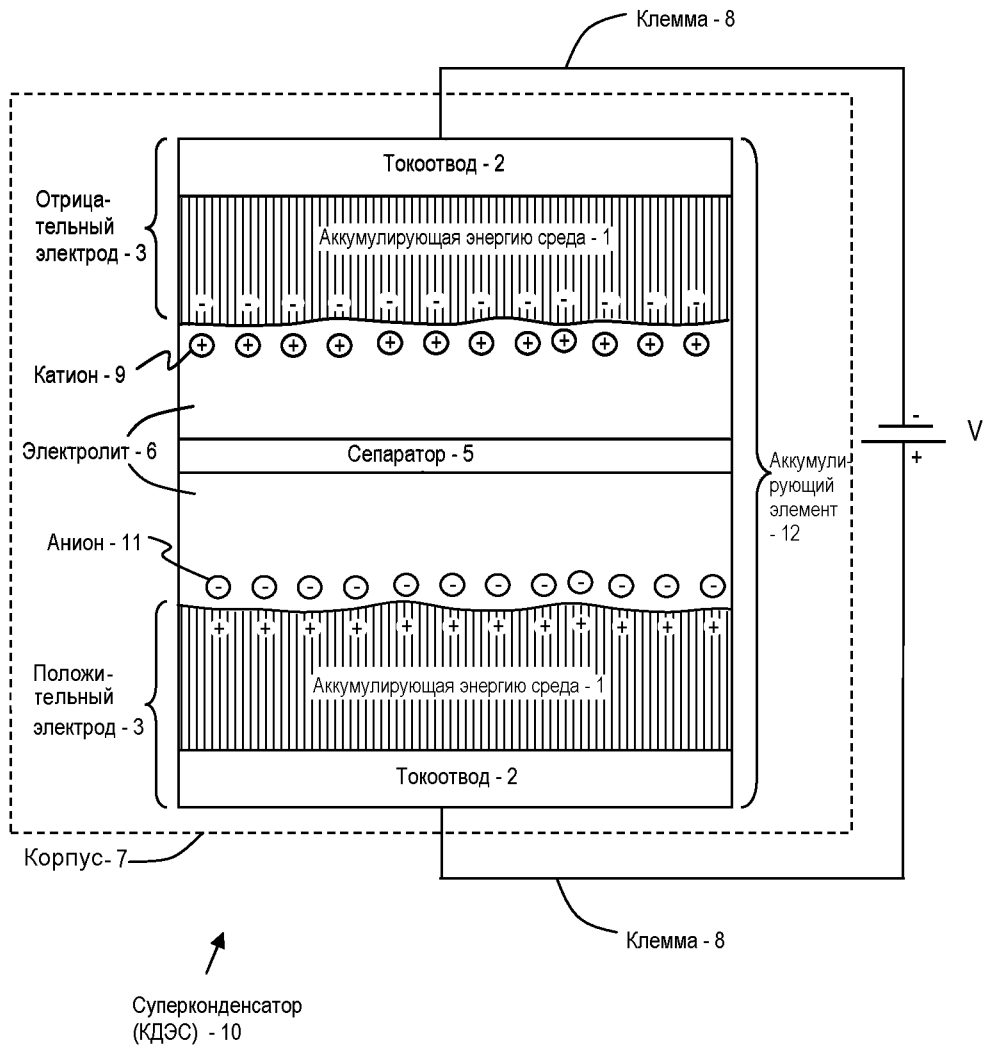
7. Суперконденсатор по п. 1, причем герметично уплотненный корпус демонстрирует скорость утечки гелия, которая составляет между примерно 10^{-7} стандартных см^3 He/секунду и примерно 10^{-10} стандартных см^3 He/секунду.

8. Суперконденсатор по п. 1, причем диапазон температур составляет между примерно 100 градусами по Цельсию и примерно 210 градусами по Цельсию.

9. Суперконденсатор по п. 1, причем диапазон температур составляет между примерно 150 градусами по Цельсию и примерно 210 градусами по Цельсию.

По доверенности

Фиг. 1



Фиг. 2



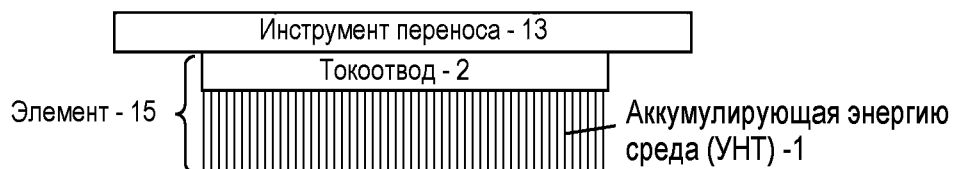
Фиг. 3



Фиг. 4



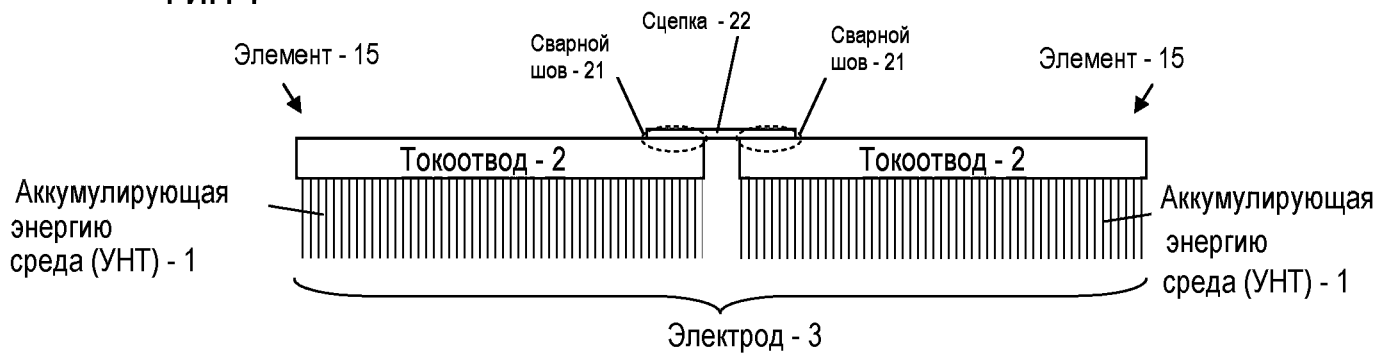
Фиг. 5



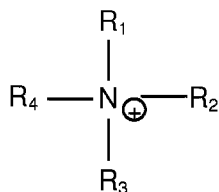
Фиг. 6



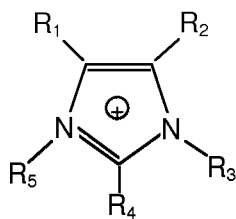
Фиг. 7



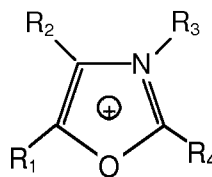
Фиг. 8



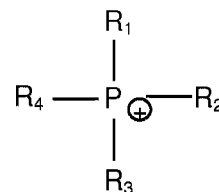
Аммоний



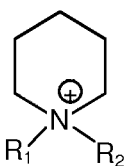
Имидазолий



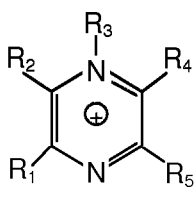
Оксазолий



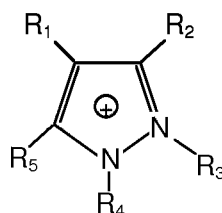
Фосфоний



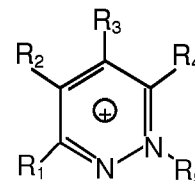
Пиперидиний



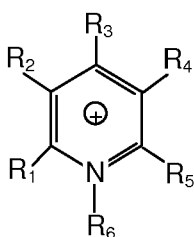
Пиразиний



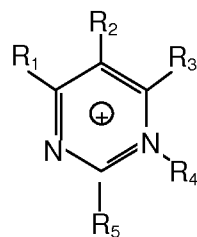
Пиразолий



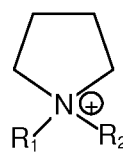
Пиридазиний



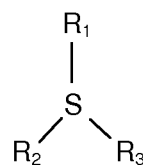
Пиридиний



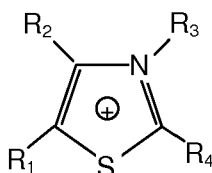
Пиримидиний



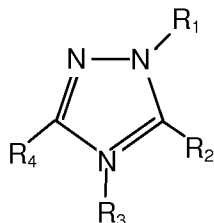
Пирролидиний



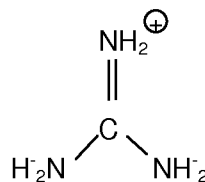
Сульфоний



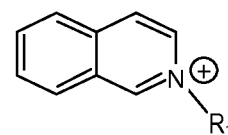
Тиазолий



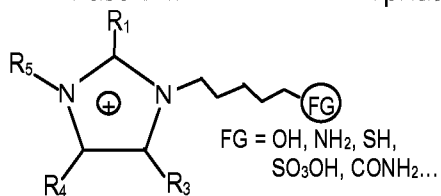
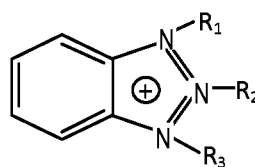
Триазолий



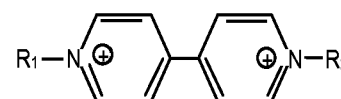
Гуанидий



Изохинолиний

Функционализированные
катионы имидазолия

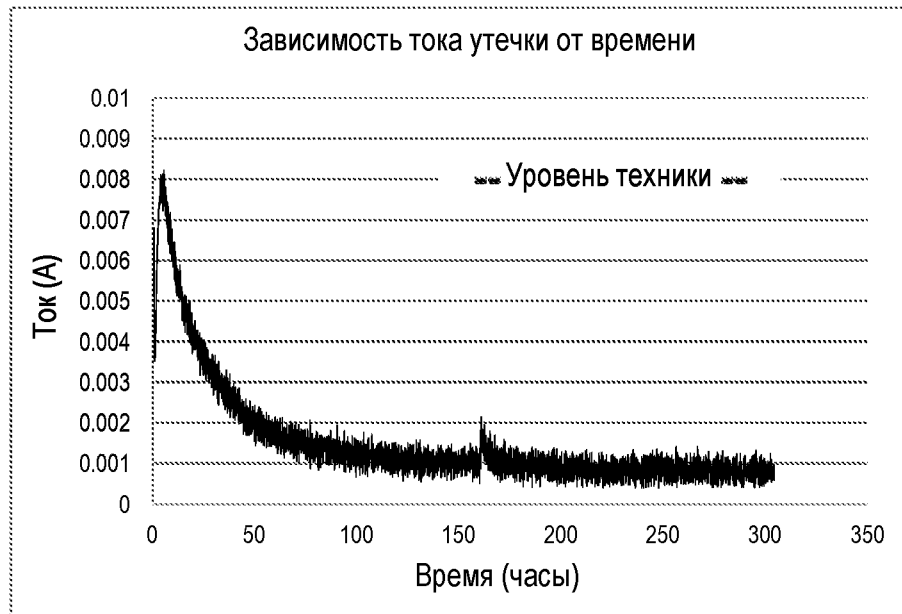
Бензотриазолий



Тип виологена

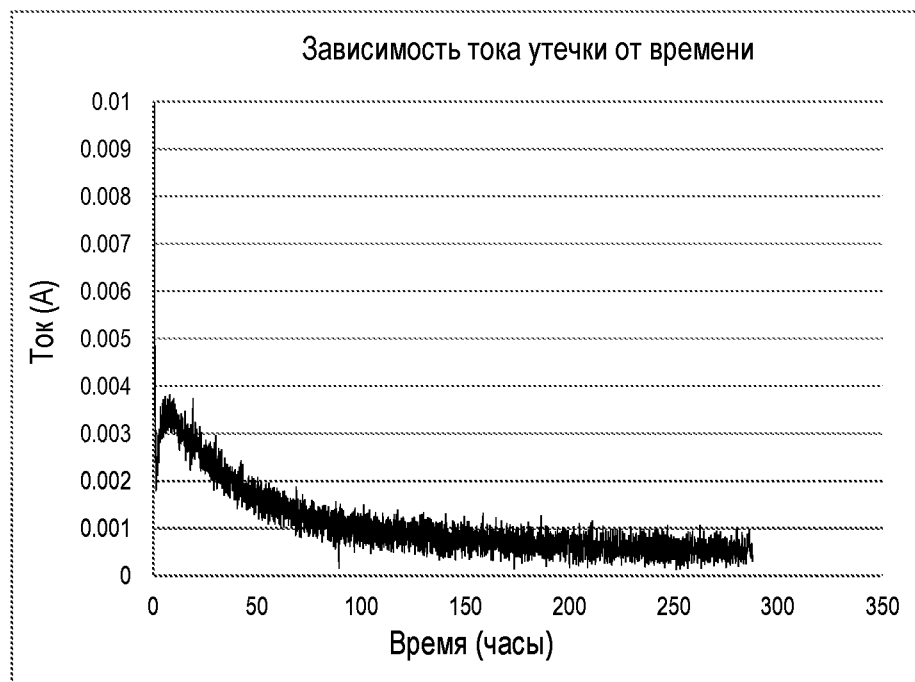
Основные структуры катионов

Фиг. 9



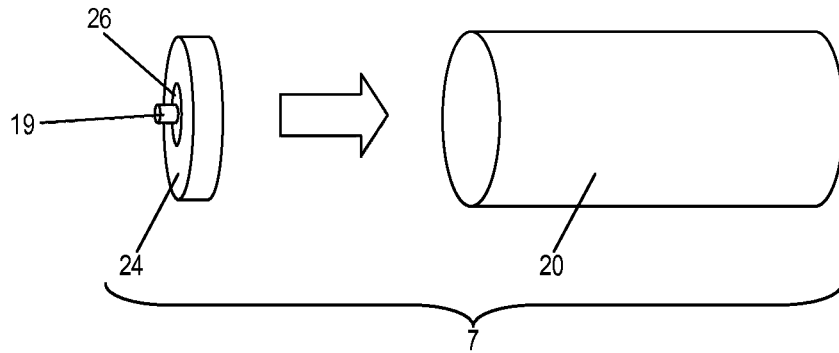
Неочищенный электролит

Фиг. 10

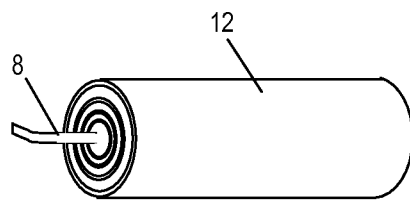


Очищенный электролит

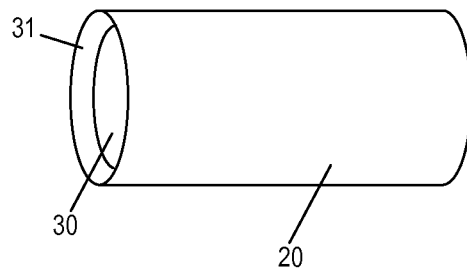
Фиг. 11



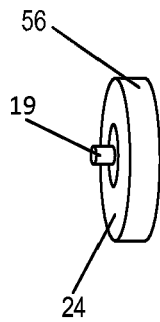
Фиг. 12



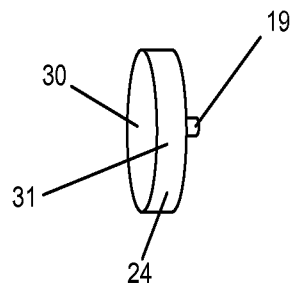
Фиг. 13



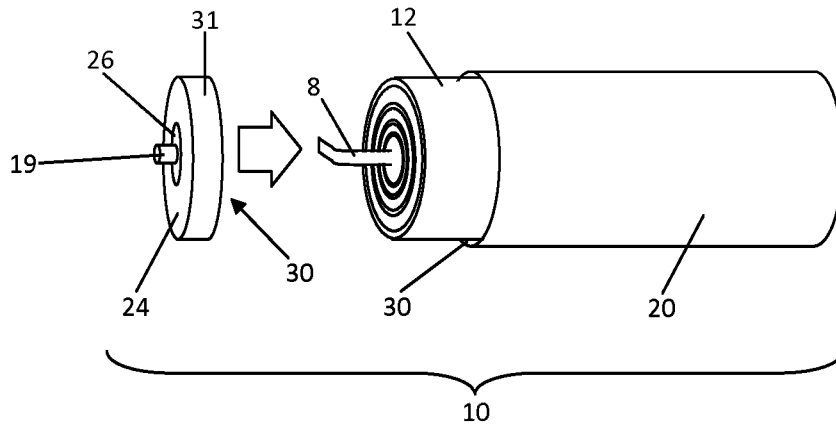
Фиг. 14А



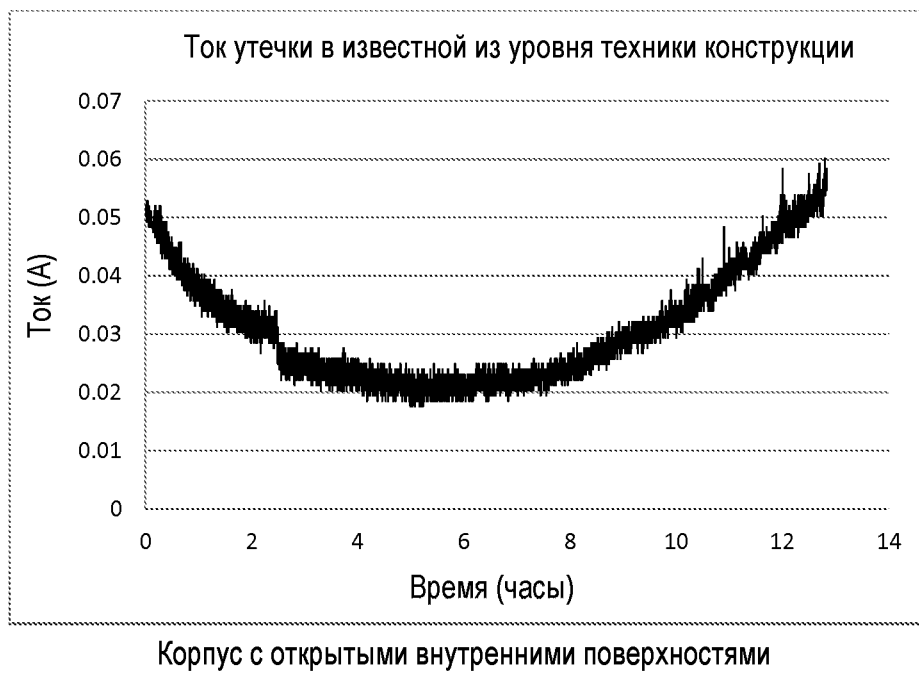
Фиг. 14В



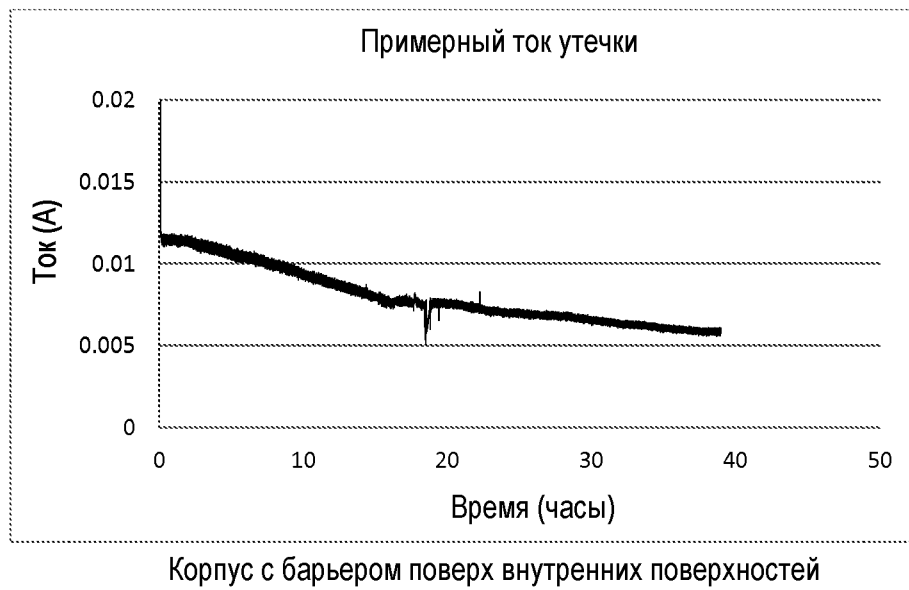
Фиг. 15



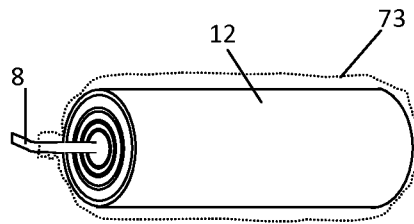
Фиг. 16А



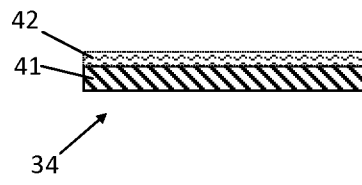
Фиг. 16В



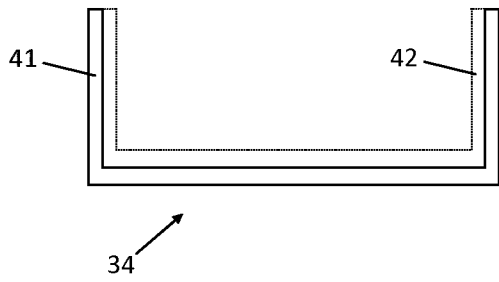
Фиг. 17



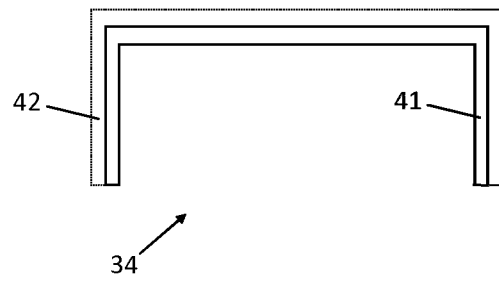
Фиг. 18А



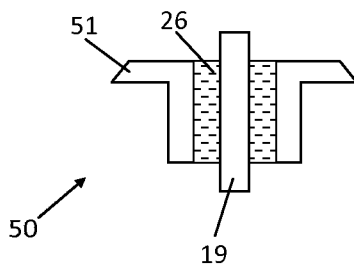
Фиг. 18В



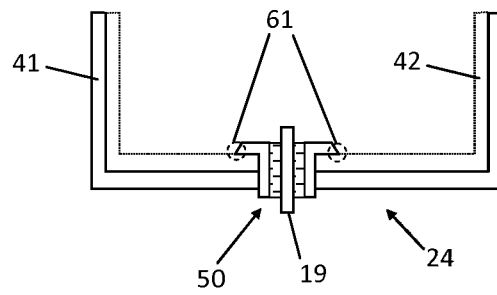
Фиг. 18С



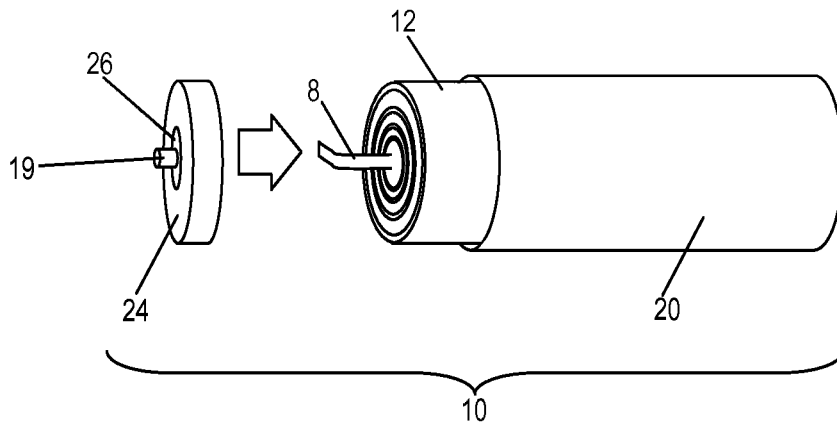
Фиг. 19



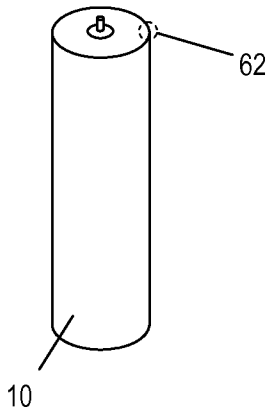
Фиг. 20



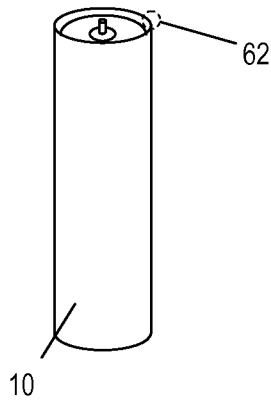
Фиг. 21



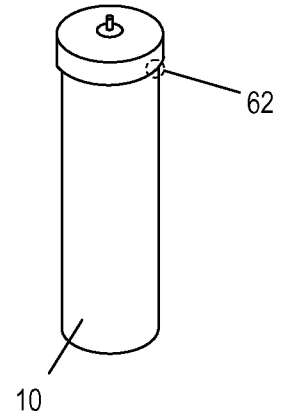
Фиг. 22А



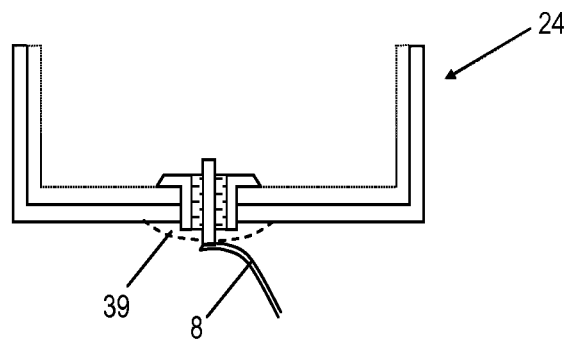
Фиг. 22В



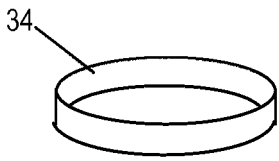
Фиг. 22С



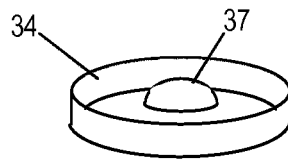
Фиг. 23



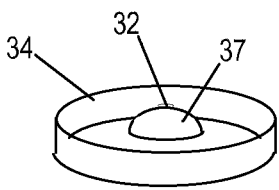
Фиг. 24А



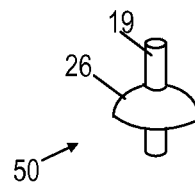
Фиг. 24В



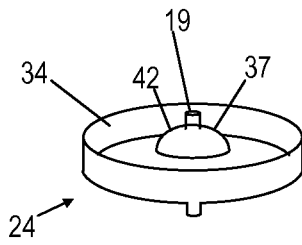
Фиг. 24С



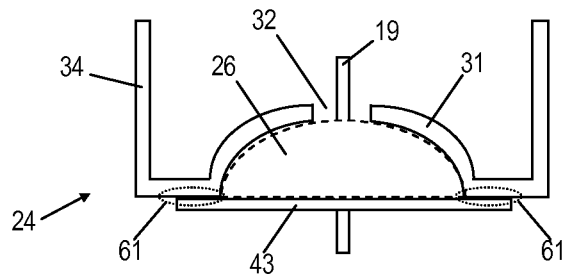
Фиг. 25



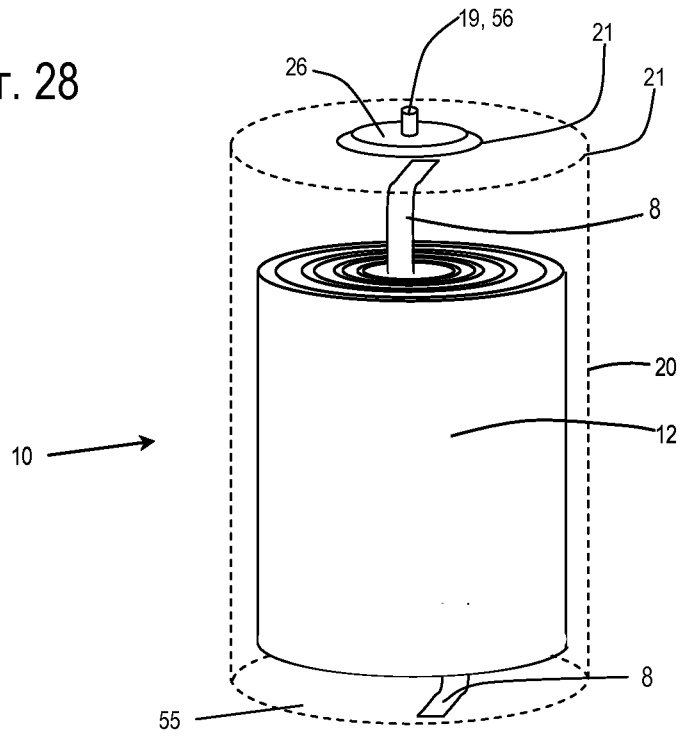
Фиг. 26



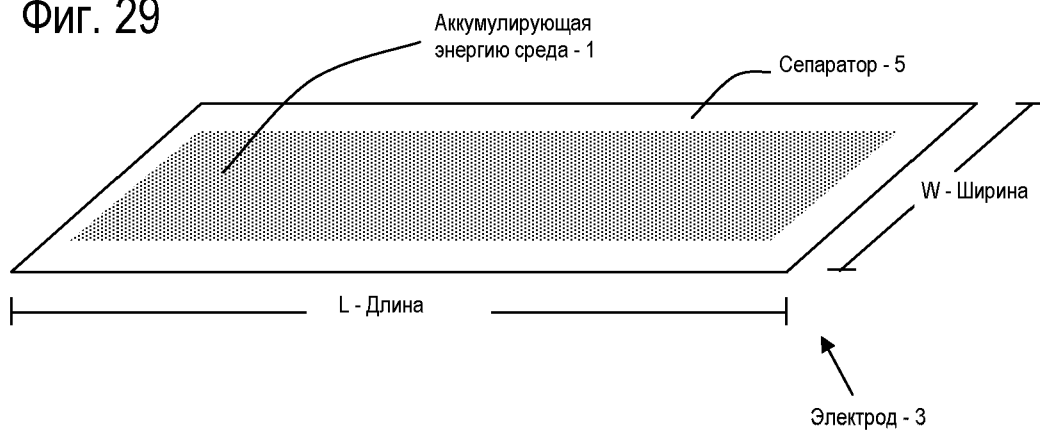
Фиг. 27



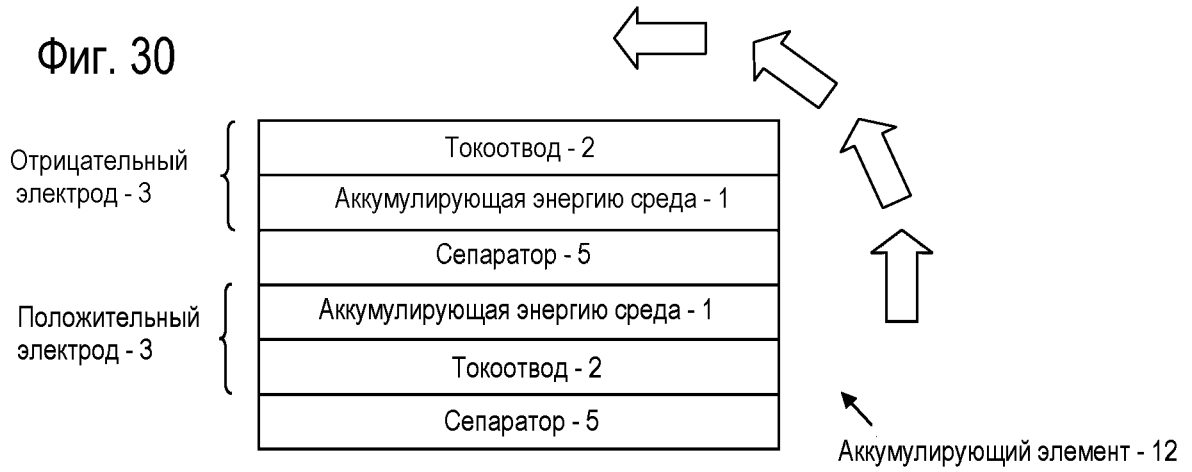
Фиг. 28



Фиг. 29



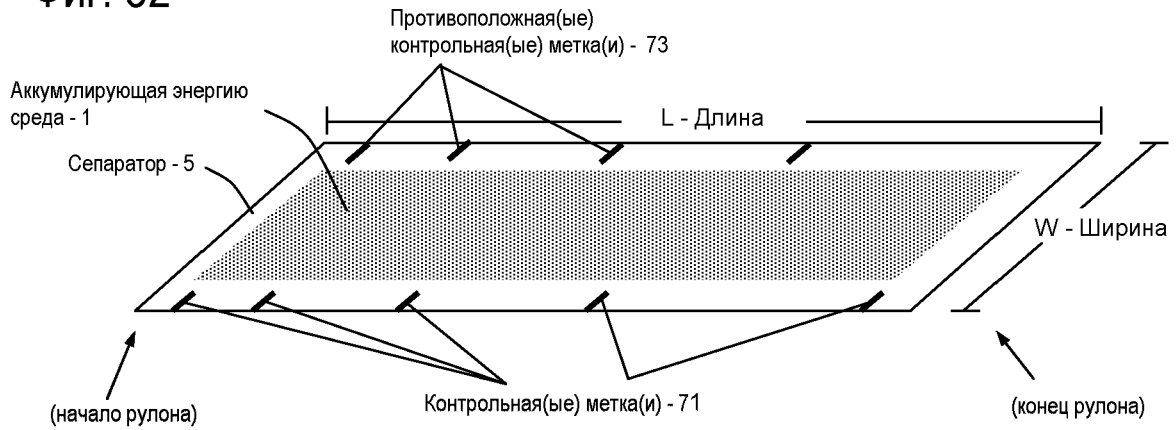
Фиг. 30



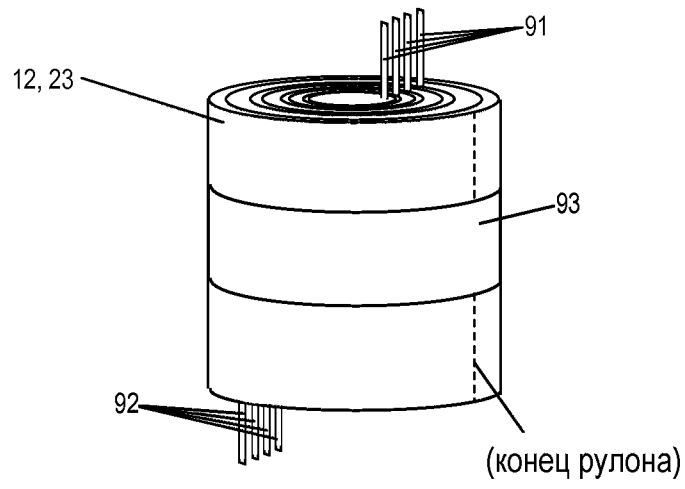
Фиг. 31



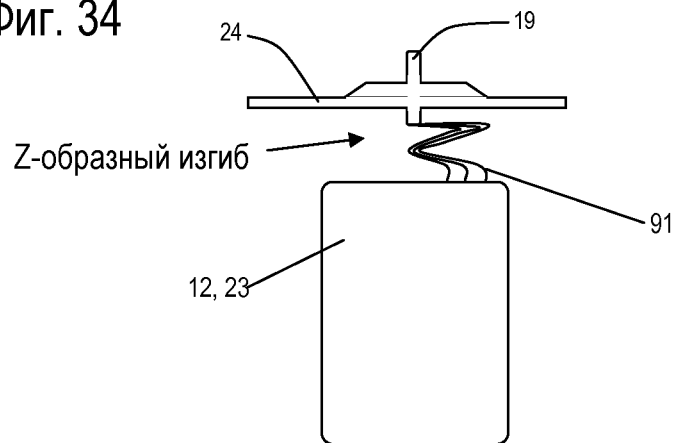
Фиг. 32



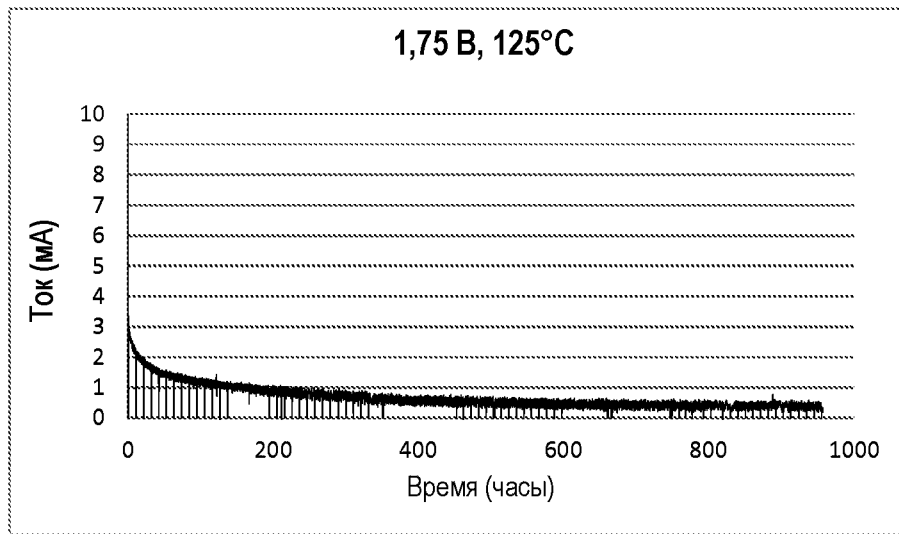
Фиг. 33



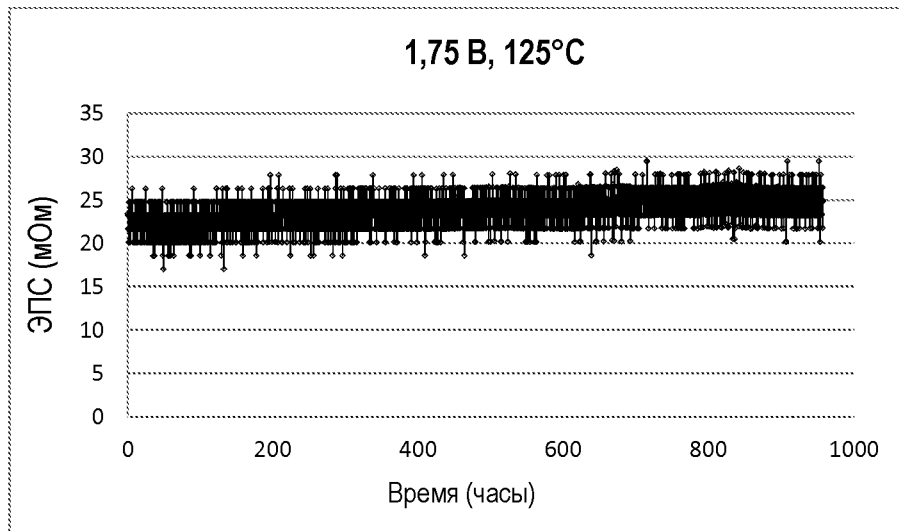
Фиг. 34



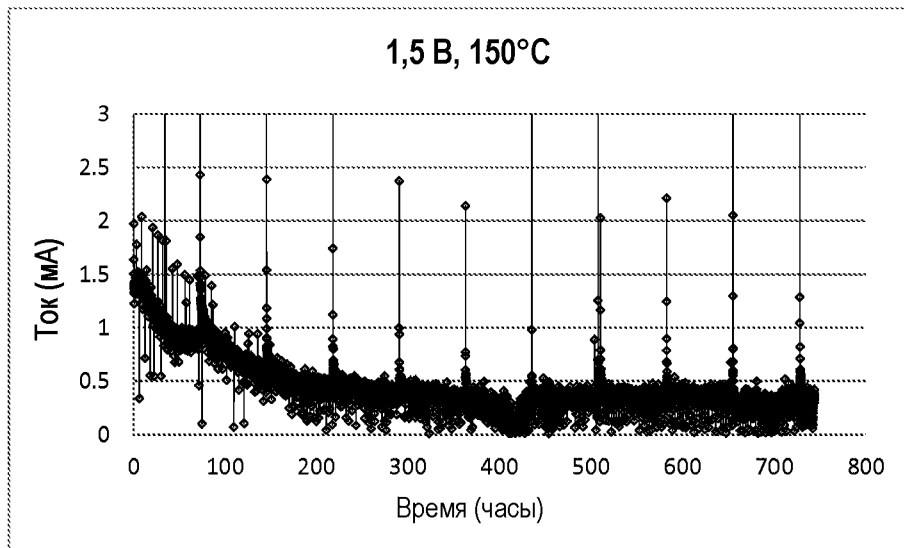
Фиг. 35



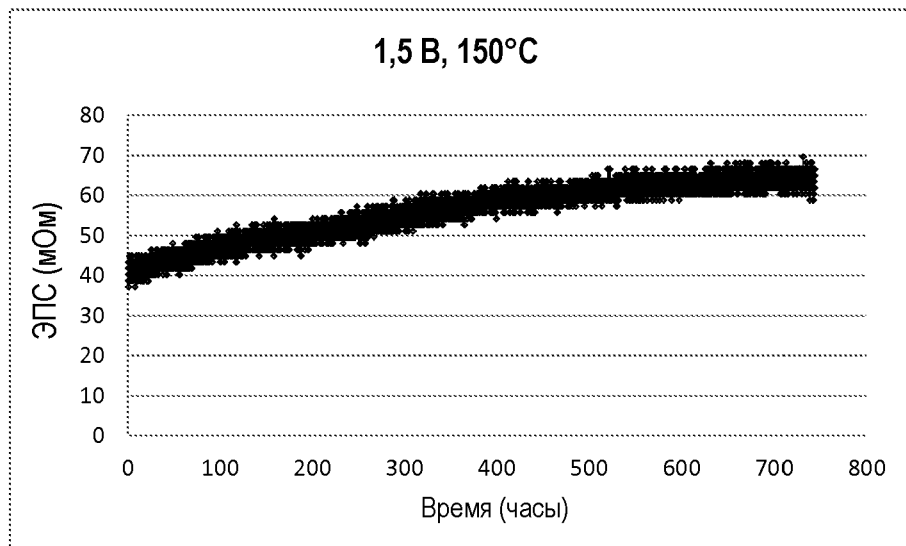
Фиг. 36



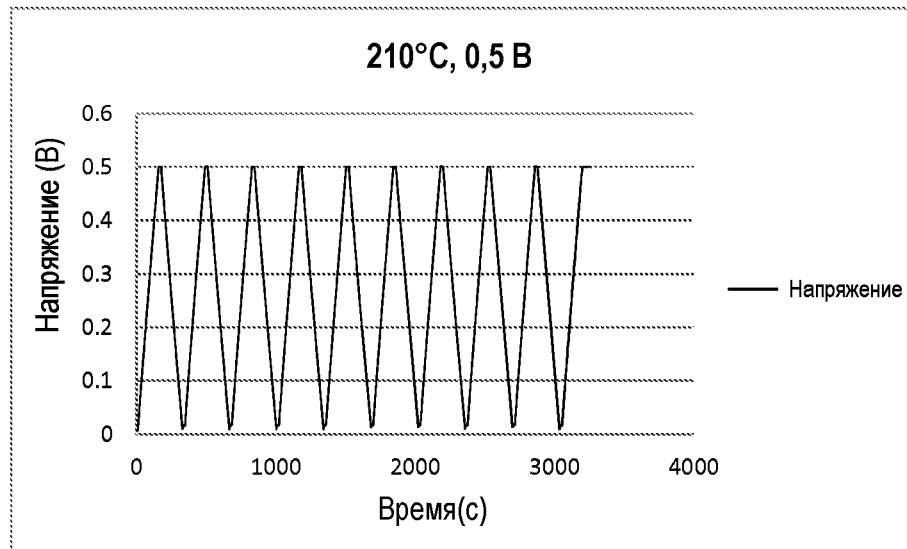
Фиг. 37



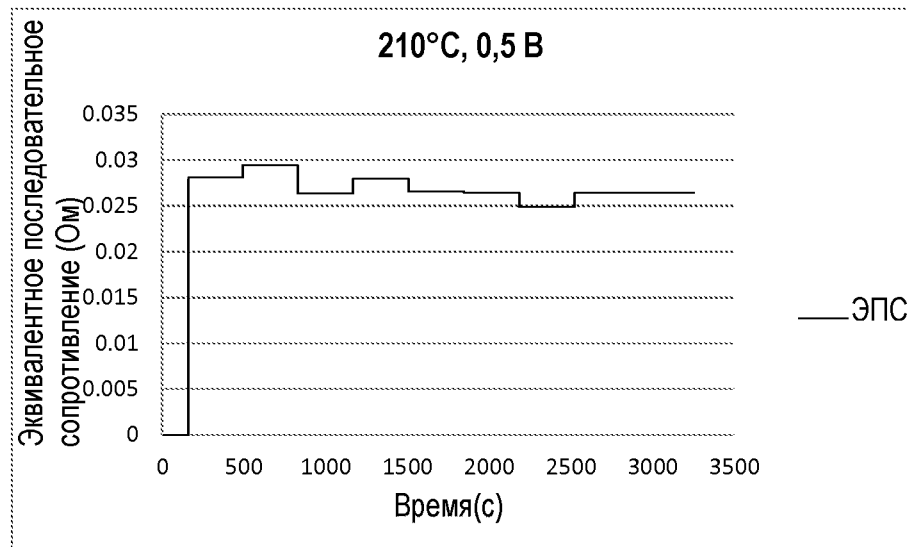
Фиг. 38



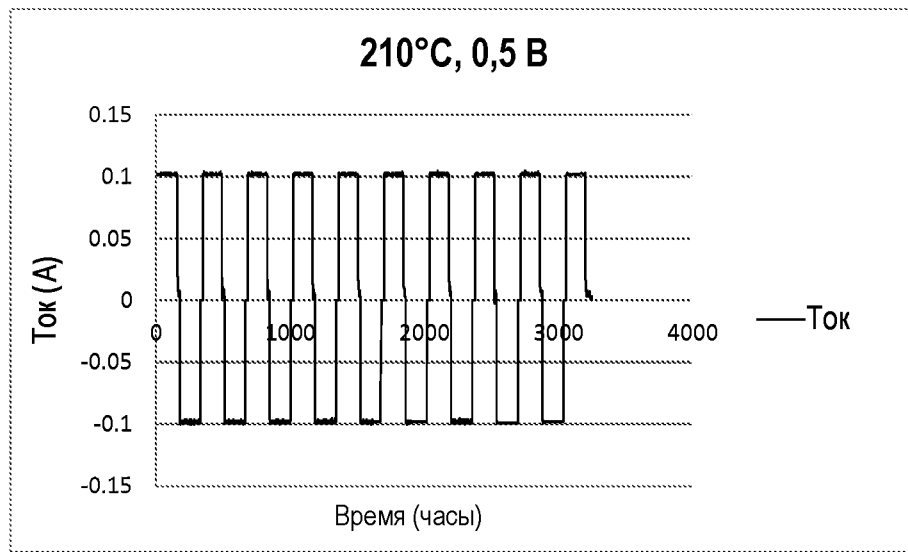
Фиг. 39



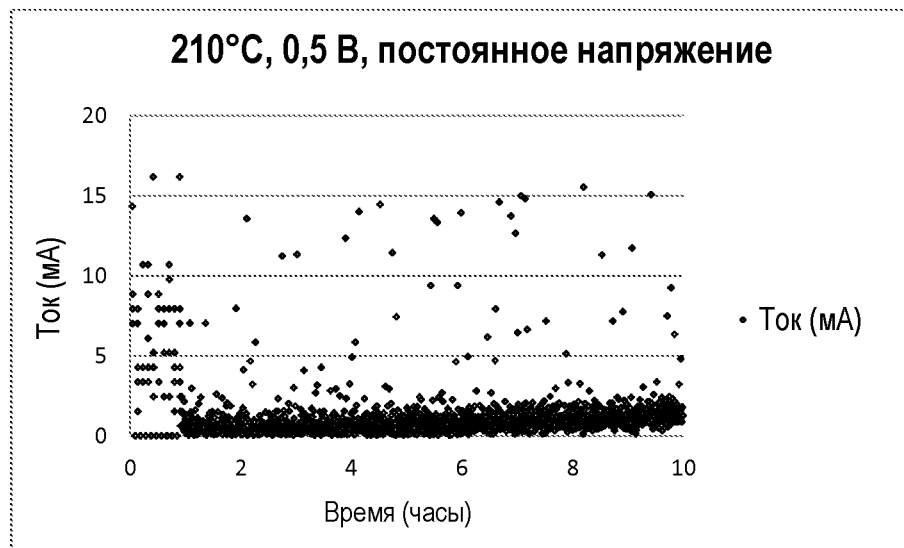
Фиг. 40



Фиг. 41



Фиг. 42



Фиг. 43



ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ
(статья 15(3) ЕАПК и правило 42 Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

201991272

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:

H01G 11/14 (2013.01)
H01G 11/32 (2013.01)
H01G 11/54 (2013.01)
H01G 11/78 (2013.01)

Согласно Международной патентной классификации (МПК)

Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)
H01G 9/00-H01G 9/28, H01G 11/00-H01G 11/86

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)
Google Patents, WIPO Patentscope, ЕАПАТИС

В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
X	US 2003/0030969 A1 (MAXWELL ELECT COMPONENTS GROUP), 13.02.2003, пар 0002, 0061, 0196, фиг.1	1-8
X	EP 1 642 894 A1 (OTSUKA CHEMICAL CO LTD, STELLA CHEMIFA CORP), 05.04. 2006, пар. 0097, 0195-250, фиг. 1, 2, 9	1-8
X	US 2009/0244812 A1 (AVX CORP), 01.10.2009, пар. 0015, 0027, 0028, 0034, 0035	1-3, 6-8
A	JP 2007 049030 A (TDK CORP), 22.02.2007	1-8

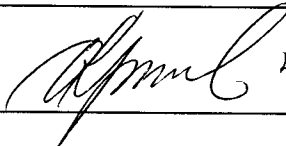
последующие документы указаны в продолжении

* Особые категории ссылочных документов:
«А» - документ, определяющий общий уровень техники
«D» - документ, приведенный в евразийской заявке
«Е» - более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее
«O» - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.
"P" - документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета"

«Т» - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения
«Х» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности
«У» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории
«&» - документ, являющийся патентом-аналогом
«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: **14/04/2020**

Уполномоченное лицо:
Начальник Отдела механики, физики и электротехники


Д.Ф.Крылов