



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013110055/04, 11.08.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
11.08.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 11.08.2010

(43) Дата публикации заявки: 20.09.2014 Бюл. № 26

(45) Опубликовано: 10.07.2015 Бюл. № 19

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: WO 2009/033627 A1, 19.03.2009 RU 2336602 C1, 20.10.2008. RU 2364011 C2, 10.08.2009. WO 2009/033514 A, 19.03.2009 US 2002/182511 A1, 05.12.2002. Целлюлоза Википедия [найдено 21.02.2014] найдено из Интернет: URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/>. Целлюлоза Энциклопедия Кольера [размещено 2000] [найдено 2014-02-20] найдено из Интернет: URL: http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_colier/6349.

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 11.03.2013

(86) Заявка РСТ:
EP 2010/004912 (11.08.2010)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2012/019626 (16.02.2012)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Большая Спасская, 25, стр. 3, ООО "Юридическая фирма "Городисский и Партнеры"

(72) Автор(ы):

**РОТ Михаэль (DE),
ВЕБЕР Кристоф (DE),
БЕРГ Маргитта (DE),
ГАЙГЕР Зигрид (DE),
ХИРН Клаус (DE),
ВАШИНСКИ Кристиан (DE),
ФАЛУЗИ Сандра (DE),
КАЗАЙ Максим (DE)**

(73) Патентообладатель(и):

КАРЛ ФРОЙДЕНБЕРГ КГ (DE)

(54) СЕПАРАТОР С ПОВЫШЕННОЙ ПРОЧНОСТЬЮ НА ПРОКОЛ

(57) Реферат:

Изобретение относится к сепаратору. Сепаратор имеет основную часть из нетканого материала, при этом основная часть снабжена покрытием, причем покрытие содержит частицы наполнителя и целлюлозу, где покрытие содержит гибкие частицы связующего средства из органических полимеров, где частицы

наполнителя представляют собой частицы неорганического наполнителя, и где частицы наполнителя и гибкие частицы органического связующего средства связаны между собой целлюлозой, сепаратор отличается тем, что целлюлоза представляет собой производные целлюлозы, которые имеют длину цепи по

меньшей мере из 200 повторяющихся звеньев, и тем, что покрытие содержит неонные поверхностно-активные вещества в количестве вплоть до 5% в расчете на твердое вещество покрытия. Технический результат - разработка

и усовершенствование сепаратора таким образом, что он при повышенной механической стабильности проявляет высокую проницаемость. 14 з.п. ф-лы, 7 ил., 6 пр.

R U 2 5 5 4 9 4 5 C 2

R U 2 5 5 4 9 4 5 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 554 945** (13) **C2**
(51) Int. Cl.
H01M 2/16 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2013110055/04, 11.08.2010**

(24) Effective date for property rights:
11.08.2010

Priority:

(22) Date of filing: **11.08.2010**

(43) Application published: **20.09.2014** Bull. № 26

(45) Date of publication: **10.07.2015** Bull. № 19

(85) Commencement of national phase: **11.03.2013**

(86) PCT application:
EP 2010/004912 (11.08.2010)

(87) PCT publication:
WO 2012/019626 (16.02.2012)

Mail address:

**129090, Moskva, ul. Bol'shaja Spasskaja, 25, str. 3,
OOO "Juridicheskaja firma "Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**ROT Mikhaehl' (DE),
VEBER Kristof (DE),
BERG Margitta (DE),
GAJGER Zigrid (DE),
KhIRN Klaus (DE),
VASHINSKI Kristian (DE),
FALUZI Sandra (DE),
KAZAJ Maksim (DE)**

(73) Proprietor(s):

KARL FROJDENBERG KG (DE)

(54) **SEPARATOR WITH HIGH PUNCTURE RESISTANCE**

(57) Abstract:

FIELD: process engineering.

SUBSTANCE: invention relates to separation. Separator has main part of nonwoven material. Note here that said main part is provided with coating. Note here that said coating comprises filler particles and cellulose, said coating containing resilient particles of binder from organic polymers. Note also that filler particles are inorganic filler particles. Filler particles

and organic binder resilient particles are bonded by said cellulose. Said separator differs from known designs in that cellulose represents derivatives of cellulose that feature chain length of at least 200 alternating links. Besides, said coating contains non-ionic surfactant in amount of up to 5% per coating solid substance.

EFFECT: perfected design, high permeability.

15 cl, 7 dwg, 6 ex

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к сепаратору согласно родовому понятию Пункта 1 патентной формулы.

Уровень техники

5 Сепараторы указанного типа уже известны из патентного документа WO 2009/033627 A1. Эти сепараторы покрыты частицами наполнителя и могут быть использованы в Li-ионных аккумуляторах или конденсаторах.

Выход из строя Li-ионных аккумуляторов может быть вызван внешними или внутренними причинами. В качестве внешних факторов могут рассматриваться
10 неисправная система управления аккумулятором или отказ температурного контроля. Внутренние причины выхода из строя могут быть обусловлены химическими реакциями в элементе, процессами разрушения или внутренними короткими замыканиями.

На внешние причины может быть оказано только относительное влияние путем конструктивного исполнения аккумулятора. Однако должны были быть сокращены
15 или же устранены внутренние причины, чтобы обеспечить возможность длительной эксплуатации высокочастотных Li-ионных аккумуляторов.

Почти 90% всех отказов элементов в Li-ионных аккумуляторах обуславливаются внутренними короткими замыканиями. Внутреннее короткое замыкание происходит, когда одно или более зерен электродов в процессе эксплуатации аккумулятора
20 продавливаются сквозь сепаратор и образуют электропроводный канал, который ведет к короткому замыканию.

При коротком замыкании, вследствие спонтанного разряда элемента, это ведет к очень сильному локальному выделению тепла, которое может обусловить усадку или же расплавление многих сепараторов. В лучшем случае это ведет «только» к выходу
25 из строя, в наихудшем же случае к взрыву или же возгоранию аккумулятора. Чем крупнее аккумуляторы, тем все более проблематичными являются вышеуказанные процессы, так как запасенная в аккумуляторе энергия коррелирует с его емкостью.

Общеупотребительные пористые сепараторы на основе полиолефиновых мембран, но также керамические сепараторы, имеют хорошие электрические характеристики,
30 которые за последние 15 лет проявились в растущей плотности энергии и, соответственно, удельной мощности Li-ионных аккумуляторов.

Но недостатками этих сепараторов являются их термические и механические свойства. Так, например, полипропилен и полиэтилен имеют низкую температуру плавления, и пористые мембраны из этих материалов проявляют высокую усадку и поэтому
35 ограниченную механическую стабильность.

Дополнительными слабыми местами являются, в частности, низкие прочность на прокол и сопротивление разрастанию трещин у полиолефиновых мембран, а также у керамических сепараторов. Эти недостатки чаще всего и ведут к зачастую драматическим отказам аккумуляторов.

40 К сожалению, механические свойства сепараторов, наряду с надежностью электрохимических элементов, оказывают влияние также на их электрические характеристики. При намерении улучшить механические свойства сепаратора, чтобы, например, повысить их прочность на прокол, при той же конструкции нужно использовать более плотный сепаратор. Тем самым, естественно, обуславливается
45 пониженная пористость и, отсюда, повышенное электрическое сопротивление в элементе, поскольку электролит может хуже диффундировать через мембрану.

Сущность изобретения

Поэтому в основу изобретения положена задача разработать и усовершенствовать

сепаратор указанного вначале типа таким образом, что он при повышенной механической стабильности проявляет высокую проницаемость.

Настоящим изобретением вышеуказанная задача решена с помощью признаков согласно Пункту 1 патентной формулы.

5 Используемые согласно изобретению производные целлюлозы имеют длину цепи по меньшей мере 100 повторяющихся звеньев ($DP=100$), предпочтительно длину цепи по меньшей мере 200 повторяющихся звеньев. Это неожиданно приводит к весьма улучшенным механическим свойствам. За счет применения выбранных
10 модифицированных производных целлюлозы неожиданно можно решительным образом улучшить однородность и стабильность раствора для нанесения покрытия и тем самым также покрытия сепаратора.

Согласно изобретению, с помощью такого сепаратора явственно повышается надежность эксплуатации Li-ионных аккумуляторов. Неожиданно оказалось, что
15 нетканый материал, покрытый производными целлюлозы, причем покрытие включает твердые частицы неорганического или органического наполнителя и гибкие частицы органического связующего средства, проявляет особенно хорошие механические свойства. Кроме того, применение производных целлюлозы неожиданно ведет к однородному покрытию. Кроме того, неожиданно появляются очень высокая прочность на прокол и очень высокое сопротивление разрастанию трещин, которые для подобных
20 сепараторов согласно прототипу до сих пор не были известны. Благодаря улучшенным механическим свойствам существенно сокращается опасность внутреннего короткого замыкания, причем это не оказывает негативного влияния на проницаемость сепаратора. Это проявляется в очень низком числе Герли, которое является легкодоступным и представляет собой распространенный в кругу специалистов измеряемый параметр,
25 чтобы определять проницаемость и, соответственно, извилистость каналов пористых мембран. Низкое число Герли указывает на то, что микроскопический массообмен через сепаратор происходит без проблем. Массообмен коррелирует с сопротивлением в элементе аккумуляторной батареи. В этом отношении представлен сепаратор, который при повышенной механической стабильности проявляет высокую проницаемость.

30 Следовательно, тем самым решена указанная вначале задача.

Производные целлюлозы могли иметь структуры простых эфиров целлюлозы и/или сложных эфиров целлюлозы. Простые эфиры целлюлозы и сложные эфиры целлюлозы как производные целлюлозы ведут к особенно стабильным сепараторам. Производные
35 целлюлозы имеют степень замещения 0,7, предпочтительно 0,9, чтобы образовать оптимальную гидрофильную массу внутри раствора для нанесения покрытия. Этим путем, во-первых, получены неожиданно хорошие свойства раствора для нанесения покрытия в отношении пленкообразования, во-вторых, резко затруднено агломерирование частиц наполнителя. Таким образом достигнуто почти совершенное однородное покрытие.

40 Применением специальных поверхностно-активных веществ, а именно неионных поверхностно-активных веществ, неожиданно могут быть существенным образом улучшены однородность и стабильность растворов для нанесения покрытий и тем самым также покрытия сепаратора. Это неожиданно ведет к значительно улучшенным механическим свойствам. Применением незначительных количеств неионных
45 поверхностно-активных веществ с содержанием менее 5%, предпочтительно менее 2%, в особенности предпочтительно менее 1%, в расчете на твердое вещество покрытия, могут быть неожиданно сильно улучшены гомогенность и однородность смеси.

Покрытие могло содержать неионные поверхностно-активные вещества, которые

имеют октил- и/или нонилфенолэтоксилаты, и/или алкилированные этиленоксид/полипропиленоксидные сополимеры. Эти поверхностно-активные вещества особенно хорошо пригодны, чтобы оказывать положительное влияние на однородность раствора для нанесения покрытия. Напротив, ионные поверхностно-активные вещества могут

5 вызывать агломерирование частиц наполнителя и тем самым обуславливать расслоение и/или коагуляцию заряженных частиц наполнителя внутри раствора для нанесения покрытия.

Гибкие частицы органического связующего средства могли иметь содержание по меньшей мере 2 весовых процента, предпочтительно по меньшей мере 5 весовых

10 процентов, особенно предпочтительно по меньшей мере 10 весовых процентов покрытия. Уже при этом достигаются очень высокие уровни прочности на прокол и сопротивления разрастанию трещин в сепараторе и одновременно неожиданно высокая воздухопроницаемость. При содержании по меньшей мере 11% получаются особенно высокие значения прочности сепаратора на прокол.

15 Частицы связующего средства могли иметь размер менее 1 мкм (d_{50}), предпочтительно менее 0,5 мкм (d_{50}) и особенно предпочтительно менее 0,3 мкм (d_{50}). Величина d_{50} обозначает средний размер или, соответственно, средний диаметр частиц.

Частицы наполнителя могли иметь максимальный размер 5 мкм (d_{50}),

20 предпочтительно 2 мкм (d_{50}), особенно предпочтительно они могли быть меньше 1 мкм (d_{50}). Эти размеры частиц наполнителя оказались пригодными для того, чтобы хорошо покрывать нетканый материал. Выбор величины среднего диаметра из этого диапазона оказался особенно благоприятным, чтобы избежать коротких замыканий вследствие формирования дендритоподобных выростов или продуктов износа.

25 Частицы наполнителя могли быть однородно распределены в основном материале в плоскости. Благодаря такому конкретному исполнению короткие замыкания могут быть предотвращены особенно эффективно. Металлические дендриты и продукты износа почти не могут проникать сквозь однородно уложенную плоскую поверхность. Кроме того, благодаря такой плоской поверхности исключается непосредственный

30 контакт электродов при приложении давления. В этом плане конкретно представляется, что все поры нетканого материала однородно заполнены частицами наполнителя таким образом, что сепаратор имеет преимущественно поры средней величины, которые являются меньшими, чем средний диаметр частиц наполнителя.

Частицы наполнителя могли быть соединены с нетканым материалом и,

35 соответственно, друг с другом с помощью частиц связующего средства. При этом частицы связующего средства могли состоять из органических полимеров. Применение частиц связующего средства из органических полимеров позволяет изготовить сепаратор с достаточной механической гибкостью. Отличные связующие свойства неожиданно проявляет бутадиен-стирольный сополимер.

40 В предпочтительных вариантах исполнения частицы связующего средства могли содержать сложные полиэфиры, полиамиды, простые полиэфиры, поликарбоксилаты, поликарбоновую кислоту, поливинильное соединение, полиолефин, каучук, галогенированный полимер и/или ненасыщенный полимер.

Частицы связующего средства могли быть использованы в форме гомополимеров

45 или в виде сополимеров. В качестве сополимеров пригодны, например, статистические сополимеры, градиентные сополимеры, альтернантные сополимеры, блок-сополимеры или привитые сополимеры. Сополимеры могут состоять из двух, трех, четырех или более различных мономеров (тройные сополимеры, четверные сополимеры).

Предпочтительно могли использоваться частицы термопластических, эластомерных и/или термореактивных связующих средств. В качестве примеров в этом плане следует указать поливинилпирролидон, полиакриловую кислоту, полиакрилаты, полиметакриловую кислоту, полиметакрилаты, полистирол, поливиниловый спирт, поливинилацетат, полиакриламид, поливинилиденфторид и сополимеры из вышеуказанных соединений, целлюлозу и ее производные, простые полиэферы, полиуретаны, нитрилкаучук (NBR), бутадиен-стирольный каучук (SBR), а также латекс.

В одном предпочтительном варианте исполнения полимер, из которого получены частицы связующего средства, мог представлять собой ненасыщенный полимер. При этом непредельными группами могли быть углерод-углеродные двойные или тройные связи, или углерод-азотные двойные или тройные связи. Предпочтительными являются C=C-двойные связи. Они могут быть равномерно распределены в полимере, как, например, в полимерах, получаемых полимеризацией диенов. Такие полимеры могут быть также частично гидрированными. В альтернативном варианте, скелеты полимеров могут быть связаны с остатками, которые содержат непредельные группы. Как правило, ненасыщенные полимеры отличаются хорошими клеящими свойствами.

В одном предпочтительном варианте исполнения полимер, из которого получены частицы связующего средства, мог представлять собой поливиниловый простой эфир. Пригодными мономерными структурными компонентами являются, например, метил-, этил-, пропил-, изопропил-, бутил-, изобутил-, гексил-, октил-, децил-, додецил-, 2-этилгексил-, циклогексил-, бензил-, трифторметил-, гексафторпропил- или тетрафторпропилвиниловые простые эфиры. При этом могут быть использованы, например, гомополимеры или сополимеры, в частности блок-сополимеры. Соплимеры могут состоять из различных мономерных виниловых простых эфиров или представлять собой сополимеры из мономерных виниловых простых эфиров с другими мономерами. Поливиниловые простые эфиры особенно пригодны в качестве связующего средства, так как они имеют очень хорошие клеящие и адгезионные свойства.

В одном предпочтительном варианте исполнения полимер, из которого получены частицы связующего средства, мог представлять собой фторированный или галогенированный полимер. Он может быть получен, например, из винилиденфторида (VDF), гексафторпропилена (HFP) или хлортрифторэтилена (CTFE) или может содержать такие мономерные структурные компоненты. При этом могут быть использованы, например, гомополимеры или сополимеры, в частности блок-сополимеры. Соплимеры могут состоять из различных галогенированных мономеров, или представлять собой сополимеры из галогенированных мономеров с другими мономерами. Полимеры и мономеры могут быть полностью фторированными или хлорированными, или частично фторированными или хлорированными. В одном особенном варианте осуществления изобретения содержание галогенированного мономера в качестве сомономера, в частности HFP и CTFE, во всем полимере составляет между 1 до 25 весовых процентов. Галогенированные полимеры отличаются, как правило, высокой термостойкостью и устойчивостью к химическим веществам, а также хорошей смачиваемостью. Они особенно пригодны в качестве связующего средства, когда для наполнителя нетканого материала применяются фторированные или частично фторированные частицы. Применением сополимеров можно в широком диапазоне температур варьировать термостойкость и температуру обработки. Благодаря этому температура обработки связующего средства может быть согласована с температурой плавления частиц.

В одном дополнительном варианте исполнения полимер, из которого получены частицы связующего средства, мог представлять собой поливинильное соединение.

Пригодными, в частности, являются такие, которые состоят из N-виниламидных мономеров, таких как N-винилформамид и N-винилацетамид, или содержат эти мономеры. В частности, пригодны соответствующие гомополимеры и сополимеры, такие как блок-сополимеры. Поли-N-винильные соединения отличаются хорошей

5 смачиваемостью.

В одном предпочтительном варианте исполнения полимер, из которого получены частицы связующего средства, мог представлять собой каучук. Применимы общеизвестные каучуки, такие как этилен-пропилен-диеновый каучук (EPDM-каучук). В частности, EPDM-каучук имеет высокую эластичность и хорошую химическую

10 устойчивость, в частности, в отношении полярных органических сред и может быть использован в широком температурном диапазоне. Также могут быть применены каучуки, выбранные из натурального каучука, изопренового каучука, бутадиенового каучука, хлоропренового каучука, бутадиен-стирольного каучука или нитрил-бутадиенового каучука. Эти каучуки содержат ненасыщенные двойные связи. Они

15 отличаются хорошей клейкостью. При этом могут быть использованы, например, гомополимеры или сополимеры, в частности блок-сополимеры.

Применимы также фторированные каучуки, такие как перфторкаучук (FFKM), фторкаучук (FKM) или пропилен-тетрафторэтиленовый каучук (FPM), а также их сополимеры. В особенности предпочтителен FFKM. Эти полимеры, в частности FFKM,

20 отличаются применимостью в широком диапазоне температур, очень хорошей устойчивостью к средам и химическим веществам, и очень низким набуханием. Поэтому они пригодны, в частности, для вариантов применения в агрессивном окружении при высоких температурах, как в топливных элементах.

В одном предпочтительном варианте исполнения полимер, из которого получены

25 частицы связующего средства, мог представлять собой сложный полиэфир или полиамид, или их сополимер. Соплимеры могут состоять из различных полиамидных и/или сложнополиэфирных мономеров или представлять собой сополимеры из таких мономеров с другими мономерами. Частицы таких связующих средств отличаются очень хорошими адгезионными свойствами.

Частицы связующего средства также могли включать кремнийсодержащие и/или кремнийорганические полимеры. В одном варианте исполнения в качестве связующего средства используются силоксаны. В одном дополнительном варианте исполнения в качестве частиц связующего средства применяются силильные соединения и/или силаны. Частицы этих связующих средств, в частности, силильных соединений и/или силанов,

35 предпочтительно используются, когда частицы наполнителя полностью или по меньшей мере частично представляют собой органические частицы.

Температура плавления частиц связующего средства и/или частиц наполнителя могла быть ниже температур плавления волокон нетканого материала. Выбором таких частиц связующего средства и, соответственно, наполнителя может быть выполнен сепаратор

40 с так называемым «механизмом отключения». При «механизме отключения» расплавленные частицы закупоривают поры нетканого материала, так что дендритоподобные выросты через поры и тем самым короткие замыкания возникать не могут.

В этом плане возможно применение смесей из частиц наполнителя и/или частиц связующего средства с различающимися температурами плавления. Этим путем может быть обеспечено постепенное или постадийное закупоривание пор с ростом

45 температуры.

Частицы наполнителя могли состоять из органических полимеров. Пригодными

полимерами являются, например, полиацетали, полициклоолефиновые сополимеры, сложные полиэферы, полиимиды, простые полиэфиркетоны, поликарбосилаты и галогенированные полимеры.

Органические полимеры могли представлять собой гомополимеры или сополимеры. В качестве сополимеров пригодны, например, статистические сополимеры, градиентные сополимеры, альтернантные сополимеры, блок-сополимеры или привитые сополимеры. Соплимеры могут состоять из двух, трех или более различных мономеров (тройные сополимеры, четверные сополимеры). Указанные материалы также могут быть переработаны в частицы, будучи в форме смесей. В общем, применимы термопластические полимеры и смеси полимеров или сшитые полимеры и смеси полимеров, такие как эластомеры или реактопласты.

Частицы наполнителя могли быть получены, в частности, из полипропилена, полиэтилена, поливинилпирролидона, поливинилиденфторида, сложного полиэфира, политетрафторэтилена (PTFE), перфторэтиленпропилена (FEP), полистирола, полиакрилатов, а также сополимеров вышеуказанных полимеров. В особенности предпочтительны гомополимеры, сополимеры или блок-сополимеры винилиденфторида (VDF), политетрафторэтилена (PTFE) и полиоксиметилена (POM, также называемого полиацеталем или полиформальдегидом).

В одном предпочтительном варианте осуществления изобретения частицы наполнителя состоят из полиацеталей, таких как полиоксиметилена (POM), или частицы наполнителя содержат полиацетали. Могут быть также использованы сополимеры ацеталей, например, с триоксаном в качестве сомономера. Полиацетали отличаются отличной формостабильностью и термостойкостью. Кроме того, они имеют лишь незначительное водопоглощение. Это согласно изобретению является благоприятным обстоятельством, так как наполненный нетканый материал в целом затем поглощает только малое количество воды.

В одном дополнительном варианте осуществления изобретения частицы наполнителя могли состоять из циклоолефиновых сополимеров (COC) или содержать их. Термические свойства COC могли бы быть в широком диапазоне целенаправленно изменены вариацией соотношения внедренных циклических и линейных олефинов и тем самым приспособлены к условиям желательного варианта применения. По существу, этим путем термостойкость может быть отрегулирована на температуры от 65 до 175°C. COC отличаются исключительно низким водопоглощением и очень хорошими электроизоляционными характеристиками.

В одном дополнительном варианте осуществления изобретения частицы наполнителя могли состоять из сложных полиэфиров или содержать их. В частности, предпочтительны жидкокристаллические сложные полиэфиры (LCP). Например, они предлагаются фирмой Ticona под торговым наименованием «Vectra LCP». Жидкокристаллические сложные полиэфиры отличаются высокой размерной стабильностью, высокой термостойкостью и хорошей устойчивостью к химическим веществам.

В одном дополнительном варианте осуществления изобретения частицы наполнителя могли состоять из полиимидов (PI) или их сополимеров, или содержать их. Пригодными сополимерами являются, например, простые полиэфиримиды (PEI) и полиамидимиды (PAI). Применение полиимидов является полезным, так как они имеют высокую механическую прочность и высокую термостойкость. Кроме того, они проявляют хорошие поверхностные свойства, которым целенаправленно могут быть приданы характеристики от гидрофильных до гидрофобных.

В одном предпочтительном варианте осуществления изобретения частицы наполнителя могли состоять из фторированных или галогенированных полимеров, или содержать их. Они могут быть получены, например, из винилиденфторида (VDF), политетрафторэтилена (PTFE), гексафторпропилена (HFP) или хлортрифторэтилена (CTFE). При этом могут быть использованы, например, гомополимеры или сополимеры, в частности блок-сополимеры. Соплимеры могут состоять из различных галогенированных мономеров, или представлять собой сополимеры из галогенированных мономеров с другими мономерами. Полимеры и мономеры могут быть полностью фторированными или хлорированными, или частично фторированными или хлорированными. В одном особенном варианте осуществления изобретения содержание галогенированного мономера в качестве сомономера, в частности HFP и CTFE, во всем полимере составляет между 1 до 25 весовых процентов. Галогенированные полимеры отличаются высокой термостойкостью и устойчивостью к химическим веществам, а также хорошей смачиваемостью. Они особенно пригодны для применения с частицами фторированных или частично фторированных связующих средств. Применением и выбором сополимеров можно в широком диапазоне температур варьировать термостойкость и температуру обработки. Благодаря этому температура обработки частиц связующего средства может быть согласована с температурой плавления частиц наполнителя. Кроме того, возможно установление температуры отключения.

Особенно предпочтительно может быть использован сополимер из PTFE и перфтор-3,6-диокса-4-метил-7-октенсульфоновой кислоты (PFSA). Он может быть приобретен в фирме Dupont под торговым наименованием Nafion. Он является предпочтительным согласно изобретению, поскольку имеет хорошую катионную и протонную проводимость.

Применение органических полимеров для частиц наполнителя позволяет без проблем расплавлять частицы для достижения «эффекта отключения». Кроме того, может быть изготовлен сепаратор, который можно без проблем раскаивать без опасности раскрошить. Крошение сепаратора происходит главным образом тогда, когда в сепараторе имеется относительно высокое содержание частиц неорганического наполнителя. В этом плане возможно применение смесей частиц различных наполнителей или частиц со структурой «сердцевина-оболочка». Этим путем может быть достигнуто постепенное или постадийное закупоривание пор в сепараторе с ростом температуры.

Пригодные к использованию частицы связующего средства и частицы наполнителя, в частности частицы органического наполнителя, предпочтительно являются по большей части термостойкими. Частицы связующего средства и/или частицы наполнителя предпочтительно устойчивы при температурах 100, 150, 175 или 200°C. Это позволяет использовать их в топливных элементах.

Также возможно применение частиц неорганических наполнителей или неорганических-органических гибридных частиц. Эти частицы наполнителя не расплавляются при температуре ниже 400°C. Кроме того, эти частицы наполнителя могут быть выбраны с основными свойствами, чтобы, по меньшей мере частично, снижать имеющую место в аккумуляторах протонную активность.

В качестве частиц неорганических наполнителей пригодны, например, оксиды металлов, гидроксиды металлов и силикаты. Они могут состоять из оксидов алюминия, оксидов кремния, цеолитов, титанатов и/или перовскитов или содержать их. Также могут быть использованы смеси этих частиц наполнителей или смеси с другими материалами.

В одном варианте осуществления изобретения могли быть применены частицы неорганических наполнителей с частицами органических наполнителей. Частицы неорганических наполнителей по своей природе могут иметь трещиноватую или пористую структуру и тем самым повышать пористость, в частности, частиц в смесях наполнителей. Они также имеют высокую термостойкость, высокую химическую устойчивость и хорошую смачиваемость. Так, например, могут быть использованы смеси из частиц органических и неорганических наполнителей, в которых до 2, 5, 10, 25 или 50 весовых процентов частиц наполнителя составляют частицы неорганического наполнителя.

Также могут быть использованы частицы неорганических наполнителей, которые являются сферическими, или их наружная форма имеет равномерное расположение плоскостей, которая приближается к шарообразной. Такие частицы наполнителей, например, могут быть получены кристаллизацией.

Описываемый здесь нетканый материал, в отличие от известных нетканых материалов, может быть изготовлен также без частиц неорганических наполнителей. В одном варианте осуществления изобретения не содержатся никакие частицы неорганических наполнителей, или частицы наполнителей с неорганическими компонентами.

Применимые частицы наполнителей могли быть получены известными способами. Так, известен способ, в котором пригодные, в частности, шарообразные частицы наполнителей получают уже как реакционный продукт полимеризации. Предпочтительными способами являются эмульсионная и дисперсионная полимеризация.

В одном дополнительном варианте исполнения частицы наполнителя могли быть получены дополнительной переработкой полимеров. Например, могут быть размолоты полимерные гранулы. При необходимости применяются последующие способы разделения, такие как просеивание, чтобы получить желательный гранулометрический состав. Частицы наполнителей могут состоять из смесей частиц с различными размерами. Тем самым можно варьировать пористость и распределение пор по величине.

Волокна нетканого материала могли быть изготовлены из органических полимеров, в частности из полибутилтерефталата, полиэтилентерефталата, полиакрилонитрила, поливинилиденфторида, простых полиэфирэфиркетонов, полиэтиленнафталата, полисульфонов, полиимидов, сложных полиэфиров, полипропилена, полиэтилена, полиоксиметилена, полиамида или поливинилпирролидона. Возможно также применение двухкомпонентных волокон, которые включают вышеуказанные полимеры. Применение этих органических полимеров позволяет изготовить сепаратор, который проявляет лишь незначительную термическую усадку. Кроме того, эти материалы являются в значительной степени электрохимически стабильными в отношении используемых в аккумуляторах и конденсаторах электролитов и газов.

Средняя длина волокон нетканого материала могла превышать их средний диаметр по меньшей мере в два раза, предпочтительно многократно. Этим конкретным исполнением может быть получен особо прочный нетканый материал, так как волокна могут переплетаться друг с другом.

По меньшей мере 90% волокон нетканого материала могли иметь средний диаметр не более 12 мкм. Это конкретное исполнение позволяет сформировать сепаратор с относительно малыми размерами пор. Еще более тонкопористая структура может быть достигнута тем, что по меньшей мере 40% волокон нетканого материала имеют средний диаметр не более 8 мкм.

Сепаратор мог отличаться толщиной не более 100 мкм. Сепаратор с такой толщиной еще можно без проблем намотать в рулон, и он обеспечивает весьма надежную работу

аккумулятора. Толщина предпочтительно могла составлять не более 60 мкм. Эта толщина позволяет улучшенную наматываемость, и тем не менее надежную работу аккумулятора. В особенности предпочтительно толщина могла составлять не более 35 мкм. С сепараторами такой толщины могут быть выполнены очень компактные аккумуляторы и конденсаторы. Наиболее предпочтительно толщина могла составлять не выше 25 мкм. С сепараторами такой толщины могут быть выполнены аккумуляторы с высокой плотностью энергии.

Сепаратор мог иметь пористость по меньшей мере 25%. Сепаратор с такой пористостью благодаря своей плотности материала особенно эффективно подавляет возникновение коротких замыканий. Предпочтительно сепаратор мог иметь пористость по меньшей мере 35%. С помощью сепаратора с такой пористостью может быть изготовлен аккумулятор с высокой удельной мощностью. Описываемый здесь сепаратор при высокой пористости тем не менее имеет очень мелкие поры, так что не могут возникать никакие дендритоподобные выросты от одной стороны на другую сторону слоя. В этом плане поры могут быть выполнены с лабиринтообразной структурой, в которых не могут образовываться никакие дендритоподобные выросты от одной стороны сепаратора на другую сторону. В одном дополнительном варианте исполнения пористость составляет между 25 и 70, предпочтительно между 35 и 60%, особенно предпочтительно между 45 и 55%.

Сепаратор мог иметь поры с размерами не более 10 мкм, предпочтительно не более 3 мкм. Выбор пор этой величины оказался особенно благоприятным, чтобы избежать коротких замыканий. В особенности предпочтительно поры могли иметь величину не более 1 мкм. Такой сепаратор особенно эффективно предотвращает короткие замыкания из-за роста металлических дендритов, вследствие продуктов износа электродных частиц и в результате непосредственного контакта электродов при приложении давления.

Удельный вес единицы площади соответствующего изобретению сепаратора мог составлять между 10 и 60, в частности между 15 и 50 г/м².

Сепаратор мог проявлять сопротивление разрастанию трещин в поперечном направлении на уровне по меньшей мере 0,3 Н, предпочтительно по меньшей мере 0,5 Н, и сопротивление разрастанию трещин в продольном направлении по меньшей мере 0,3 Н, предпочтительно 0,4 Н. Такой сепаратор является исключительно стабильным и может быть без проблем намотан в рулон. Повышенная устойчивость к распространению трещины также сокращает чувствительность материала к механической нагрузке при разрезании в продольном и поперечном направлении. Кроме того, она улучшает характеристики безопасности, когда в испытаниях на изгиб тестируется поведение аккумулятора при столкновении в случае применения в автомобиле.

Сепаратор мог утрачивать свое изолирующее действие при размещении между двумя электропроводными электродами при приложении нагрузки по меньшей мере 500 Н, предпочтительно по меньшей мере 600 Н, особенно предпочтительно по меньшей мере 700 Н, причем с такой нагрузкой пуансон с шарообразной головкой и диаметром 6 мм вдавливался в систему из сепаратора и электродов. Такой сепаратор имеет высокую стабильность и прочность на прокол.

Сепаратор мог быть механически упрочнен каландрированием. Каландрированием обеспечивается сокращение поверхностной шероховатости. Нанесенные на поверхность нетканого материала частицы наполнителя и/или частицы связующего средства после каландрирования сплющиваются.

Покрытие могло иметь неровности, которые выступают из плоскости максимум на

1 мкм, и/или покрытие могло иметь углубления, которые имеют максимальную глубину 1 мкм. Исследования на сепараторе толщиной 30 мкм показали, что покрытие имеет неровности, которые выступают из плоскости максимум на 1 мкм. Кроме того, углубления в покрытии имеют глубину максимально 1 мкм. С помощью такого сепаратора оказывается благоприятное влияние на поведение аккумулятора при старении.

Гибкие частицы органического связующего средства могли иметь температуру размягчения, или температуру стеклования, меньшую или равную 20°C, особенно предпочтительно меньшую или равную 0°C. Под гибкими частицами органического связующего средства в контексте настоящего описания понимают частицы с температурой размягчения, или температурой стеклования, меньшей или равной 20°C. Комбинация этих гибких частиц органического связующего средства с твердыми частицами наполнителя ведет к резинообразному высокопластичному поведению сепаратора и обуславливает четко выраженное повышение деформационной устойчивости.

Описываемый здесь сепаратор может быть использован в качестве сепаратора в особенности в аккумуляторах и конденсаторах, поскольку он особенно эффективно предотвращает короткие замыкания.

Он может найти применение также в топливных элементах в качестве газодиффузионного слоя или мембраны, так как он проявляет хорошие характеристики смачиваемости и может транспортировать жидкости.

Под сепаратором в контексте настоящего описания понимают композит с признаками Пункта 1 патентной формулы.

Теперь есть различные возможности выгодным образом исполнить и усовершенствовать указания настоящего изобретения. Для этого следует обратиться, с одной стороны, к пунктам прилагаемой патентной формулы, и, с другой стороны, к нижеследующему разъяснению предпочтительных примеров осуществления изобретения с привлечением чертежа.

В сочетании с разъяснением предпочтительных примеров осуществления изобретения с привлечением чертежа также разъясняются в основном предпочтительные варианты исполнения и усовершенствования.

Краткое описание чертежей

Как показано в чертежах:

Фиг. 1 представляет конструкцию измерительного устройства для определения прочности сепараторов на прокол,

Фиг. 2 представляет диаграмму для сравнения величин прочности сепараторов на прокол,

Фиг. 3 представляет диаграмму, которая показывает величины сопротивления сепараторов разрастанию трещин в продольном направлении,

Фиг. 4 представляет диаграмму, которая показывает величины сопротивления сепараторов разрастанию трещин в поперечном направлении,

Фиг. 5 представляет диаграмму, которая показывает числа Герли для сепараторов,

Фиг. 6 представляет схематическое изображение испытательного образца для проведения испытания на сопротивление разрастанию трещин, и

Фиг. 7 представляет сделанный в растровом электронном микроскопе (REM) снимок Примера 3 исполнения, который подтверждает, насколько равномерными и высококачественными являются покрытие и пропитывание.

Осуществление изобретения

Примеры осуществления:

Пример 1:

К 251 части 2,5%-ного раствора карбоксиметилцеллюлозы добавили 221 часть 70%-ной дисперсии оксида алюминия (Al_2O_3 , $d_{50} = 0,7$ мкм) и перемешивали в течение 30 минут. Затем прибавили 10 частей алкилфенолэтоксилата, и после этого 24 части 48%-ной коллоидальной дисперсии NBR (бутадиен-нитрильного каучука) ($\text{pH } 9,6$; $T_G = -12^\circ\text{C}$ (температура стеклования)), также при перемешивании. Раствор перемешивали в течение 2 часов, и по меньшей мере через 24 часа испытали на стабильность. Вязкость полученного раствора составляла 290 сП. Содержание гибких частиц органического связующего средства в покрытии составляет 6,3%.

Нанесение покрытия:

На нетканый материал из PET (полиэтилентерефталата) шириной 65 см (толщина: 22 мкм, удельный вес единицы площади: 11 г/м^2) нанесли сплошное покрытие из вышеуказанного раствора с использованием способа нанесения покрытий валиком и бесконтактно высушили при температуре 125°C . Получили покрытый нетканый материал с удельным весом единицы площади 49 г/м^2 и толщиной 40 мкм. Средний размер пор покрытого нетканого материала составлял 0,2 мкм.

Пример 2:

К 98010 частям 1,5%-ного раствора карбоксиметилцеллюлозы добавили 46594 части 66%-ной дисперсии оксида алюминия (Al_2O_3 , $d_{50} = 2,5$ мкм) и перемешивали в течение 30 минут. После этого прибавили 3000 частей алкилфенолэтоксилата и затем 5396 частей гибкой 48%-ной коллоидальной дисперсии NBR ($\text{pH } 9,6$; $T_G = -12^\circ\text{C}$), также при перемешивании. Раствор перемешивали в течение 3 часов, и по меньшей мере через 24 часа испытали на стабильность. Вязкость полученного раствора составляла 100 сП. Содержание твердого вещества гибких частиц органического связующего средства в покрытии составляет 7,4%.

Нанесение покрытия:

На нетканый PET-материал шириной 58 см (толщина: 19 мкм, удельный вес единицы площади: 11 г/м^2) нанесли сплошное покрытие из вышеуказанного раствора с использованием способа нанесения покрытий валиком и высушили при температуре 120°C . Получили пропитанный нетканый материал с удельным весом единицы площади 35 г/м^2 и толщиной 36 мкм. Средний размер пор составлял 0,2 мкм.

Пример 3:

К 251 части 2%-ного раствора карбоксиметилцеллюлозы добавили 221 часть 65%-ной дисперсии оксида алюминия (Al_2O_3 , $d_{50} = 2$ мкм) и перемешивали в течение 30 минут. После этого прибавили 5 частей алкилфенолэтоксилата и затем 40 частей 48%-ной коллоидальной связующей дисперсии NBR, также при перемешивании. Раствор перемешивали в течение 3 часов и по меньшей мере через 24 часа испытали на стабильность. Вязкость полученного раствора составляла 290 сП. Содержание твердого вещества гибких частиц органического связующего средства в покрытии составляет 11,1%.

Нанесение покрытия:

На нетканый PET-материал шириной 58 см (толщина: 20 мкм, удельный вес единицы площади: 11 г/м^2) нанесли сплошное покрытие из вышеуказанного раствора с использованием способа нанесения покрытий валиком и высушили при температуре

120°C. Получили пропитанный нетканый материал с удельным весом единицы площади 31 г/м² и толщиной 34 мкм. Средний размер пор составлял 0,6 мкм.

Сравнительный пример 1:

Тип Celgard 2320, трехслойная сухая мембрана

(полипропилен/полиэтилен/полипропилен), толщина 20 мкм

Сравнительный пример 2:

Тип Tonen E 16 MMS, мокрая мембрана (полиолефин), толщина 15 мкм

Сравнительный пример 3:

Керамический сепаратор, толщина: 31 мкм

Для определения веса, толщины и прочности на прокол, сопротивления разрастанию трещин и чисел Герли были использованы следующие методы измерения.

Вес:

Следуя методике проведения испытания EN 29073 - T1, для определения удельных весов единицы площади в каждом случае вырезали на штампе три образца с размерами 100×100 мм, взвесили образцы и измеренную величину умножили на 100.

Толщина:

Следуя методике проведения испытания EN 29073 - T2, толщины измерили с помощью прецизионного прибора для измерения толщины модели 2000 U/Elektrik. Площадь измерения составляла 2 см², давление при измерении 1000 сН/см².

Прочность на прокол:

Этот метод основан на публикации:

«Battery Conference on Applications and Advances, 1999. The Fourteenth Annual»

(«Четырнадцатая ежегодная конференция по применению и разработке аккумуляторов»), стр. 161-169.

В этом методе определяется необходимое усилие, воздействию которого должен быть подвергнут сепаратор при заданных условиях, чтобы он утратил свое электроизолирующее действие. Измерительное устройство представлено в Фиг. 1. Исследуемый сепаратор S уложен между анодом А (графит на медной фольге, общая толщина: 78 мкм, имеется в продаже на рынке) и катодом С (оксиды никеля-кобальта-марганца на алюминиевой фольге, общая толщина: 71 мкм, имеется в продаже на рынке), чтобы установить расположение, как в элементе аккумулятора. Эти три слоя размещены на закаленной и отполированной стальной пластине М, с верхней стороны на образец установлен скругленный и также закаленный металлический пуансон В (диаметр = 6 мм), и этот металлический пуансон В контактирует со стальной пластиной М. Давление на три слоя (композит компонентов аккумулятора) повышают до тех пор, пока не произойдет короткое замыкание, то есть, сепаратор S повреждается, и анод А и катод С приходят в непосредственный контакт. Измеряют нагрузку на металлический пуансон В, при которой электрическое сопротивление R внезапно падает ниже 100000 Ом.

Нагрузки, измеренные в Примерах и Сравнительных примерах, представлены в Фиг. 2 в одной диаграмме. Видно, что нагрузки, использованные для Примеров 1-3 со значениями 730 Н и, соответственно, 885 Н, явственно превышают нагрузки в 420 Н, 415 Н, 490 Н в Сравнительных примерах. Поэтому соответствующие изобретению сепараторы являются значительно более стабильными, чем сепараторы согласно прототипу.

Сопротивление разрастанию трещин:

Следуя методике проведения испытания стандарта DIN 53859, были определены значения сопротивления сепараторов разрастанию трещин. Для этого в каждом случае

на штампе вырубili три испытательных образца в MD («машинном направлении», по направлению изготовления нетканого материала) и в CD («поперечном направлении», перпендикулярном направлению изготовления нетканого материала) с размерами 75×50 мм и с разрезом длиной 50 мм. Это схематически представлено на Фиг. 6.

5 Образованные вследствие разреза выступы измерительных образцов зажимают в зажимных захватах машины для испытания на растяжение (расстояние между зажимами 50 мм), и растягивают в разные стороны со скоростью вытягивания 200 мм/мин. Поскольку сепараторы часто разрываются не по направлению разреза, учитываются также испытательные образцы, которые разрываются вбок. Из определенных значений
10 выводились усредненные величины.

На Фиг. 3 и 4 приведены величины сопротивления разрастанию трещин, измеренные в Примерах и Сравнительных примерах. Здесь также очевидно, что соответствующие изобретению сепараторы являются значительно более стабильными, чем сепараторы согласно прототипу.

15 Число Герли:

Согласно методике проведения испытания (стандарт ISO 9237), были определены числа Герли для сепараторов с помощью стандартного денситометра Герли фирмы Frank Prüfgeräte GmbH (модель F40450). Площадь измерения составляла 6,4516 см²,
20 объем воздуха 50 см³. Значения измеренных чисел Герли представлены на Фиг. 5 и составляют ниже 150 с/50 мл воздуха, предпочтительно ниже 100 с/50 мл воздуха.

Фиг. 7 показывает полученный с использованием растрового электронного микроскопа снимок соответствующего изобретению сепаратора. На Фиг. 7 ясно видно, насколько однородным и равномерным является покрытие, включающее производные
25 целлюлозы.

В отношении дополнительных предпочтительных вариантов исполнения и усовершенствований соответствующих изобретению инструкций следует, с одной стороны, обратиться к общей части описания и, с другой стороны, к пунктами прилагаемой патентной формулы.

30

Формула изобретения

1. Сепаратор с основной частью из нетканого материала, где основная часть снабжена покрытием, причем покрытие содержит частицы наполнителя и целлюлозу, где покрытие
35 содержит гибкие частицы связующего средства из органических полимеров, где частицы наполнителя представляют собой частицы неорганического наполнителя, и где частицы наполнителя и гибкие частицы органического связующего средства связаны между собой целлюлозой,

отличающийся тем, что целлюлоза представляет собой производные целлюлозы, которые имеют длину цепи по меньшей мере из 200 повторяющихся звеньев,

и тем, что покрытие содержит неионные поверхностно-активные вещества в
40 количестве вплоть до 5% в расчете на твердое вещество покрытия.

2. Сепаратор по п. 1, отличающийся тем, что производные целлюлозы имеют структуру простых эфиров целлюлозы и/или сложных эфиров целлюлозы.

3. Сепаратор по п. 1 или 2, отличающийся тем, что в составе неионных поверхностно-активных веществ присутствуют октил- и/или нонилфенолэтоксилаты, и/или
45 алкилированные этиленоксид/полипропиленоксидные сополимеры.

4. Сепаратор по п. 1 или 2, отличающийся тем, что гибкие частицы органического связующего средства имеют содержание по меньшей мере 2, предпочтительно по меньшей мере 5, особенно предпочтительно по меньшей мере 10 весовых процентов

покрытия.

5. Сепаратор по п. 1 или 2, отличающийся тем, что частицы связующего средства состоят из органических полимеров, которые выбраны из группы сложных полиэфиров, полиамидов, простых полиэфиров, поликарбоксилатов, поликарбоновых кислот, поливинильных соединений, полиолефинов, каучуков, галогенированных полимеров, поливинилпирролидона, полиакриловой кислоты, полиакрилатов, полиметакриловой кислоты, полиметакрилатов, полистирола, поливинилового спирта, поливинилацетата, полиакриламида, простых полиэфиров, полиуретанов, нитрилкаучука (NBR), бутадиен-стирольного каучука (SBR), латекса, фторированных полимеров, хлорированных полимеров, силоксанов, а также их смесей.

6. Сепаратор по п. 1 или 2, отличающийся тем, что полимер, из которого изготовлены частицы связующего средства, представляет собой фторированный или хлорированный полимер, который предпочтительно состоит из таких мономерных структурных компонентов, как винилиденфторид (VDF), гексафторпропилен (HFP) или хлортрифторэтилен (CTFE), или содержит такие мономерные структурные компоненты, и при этом могут также присутствовать структурные компоненты в виде гомополимеров или сополимеров, в частности блок-сополимеров.

7. Сепаратор по п. 1 или 2, отличающийся тем, что полимер, из которого изготовлены частицы связующего средства, представляет собой поливиниловый простой эфир, который предпочтительно состоит из таких мономерных структурных компонентов, как метил-, этил-, пропил-, изопропил-, бутил-, изобутил-, гексил-, октил-, децил-, додецил-, 2-этилгексил-, циклогексил-, бензил-, трифторметил-, гексафторпропил- или тетрафторпропилвиниловый простой эфир, или содержит такие мономерные структурные компоненты, и при этом могут также присутствовать структурные компоненты в виде гомополимеров или сополимеров, в частности блок-сополимеров.

8. Сепаратор по п. 1 или 2, отличающийся тем, что полимер, из которого изготовлены частицы связующего средства, представляет собой поливинильное соединение, предпочтительно поливинильное соединение, которое состоит из таких мономерных структурных компонентов, как N-виниламидные мономеры, в частности таких как N-винилформамид и N-винилацетамид, или содержит эти мономеры и/или гомополимеры и сополимеры из них.

9. Сепаратор по п. 1, отличающийся тем, что неорганические частицы наполнителя выбраны из группы, состоящей из оксидов металлов, гидроксидов металлов и силикатов, в частности оксидов алюминия, оксидов кремния, цеолитов, титанатов и/или перовскитов.

10. Сепаратор по одному из пп. 1-2 или 9, отличающийся тем, что волокна нетканого материала изготовлены из органических полимеров, которые выбраны из группы полибутилтерефталата, полиэтилентерефталата, полиакрилонитрила, поливинилиденфторида, простого полиэфирэфиркетона, полиэтиленнафталата, полисульфонов, полиимидов, сложных полиэфиров, полипропилена, полиэтилена, полиоксиметилена, полиамида или поливинилпирролидона.

11. Сепаратор по одному из пп. 1-2 или 9, отличающийся тем, что сопротивление разрастанию трещин в поперечном направлении составляет по меньшей мере 0,3 Н, предпочтительно по меньшей мере 0,5 Н, и сопротивление разрастанию трещин в продольном направлении составляет по меньшей мере 0,3 Н, предпочтительно 0,4 Н.

12. Сепаратор по одному из пп. 1-2 или 9, отличающийся тем, что он утрачивает свое изолирующее действие при размещении между двумя электропроводными электродами при приложении нагрузки по меньшей мере 500 Н, предпочтительно по меньшей мере

600 Н, особенно предпочтительно по меньшей мере 700 Н, причем с такой нагрузкой пуансон с шарообразной головкой и диаметром 6 мм вдавливается в композит из сепаратора и электродов.

13. Сепаратор по одному из пп. 1-2 или 9, отличающийся тем, что он каландрирован.

5 14. Сепаратор по одному из пп. 1-2 или 9, отличающийся тем, что покрытие имеет неровности, которые выступают из плоскости максимум на 1 мкм, и/или что покрытие имеет углубления, которые имеют максимальную глубину 1 мкм.

10 15. Сепаратор по одному из пп. 1-2 или 9, отличающийся тем, что гибкие частицы органического связующего средства имеют температуру размягчения, или температуру стеклования, меньшую или равную 20°C, в особенности предпочтительно меньшую или равную 0° С.

15

20

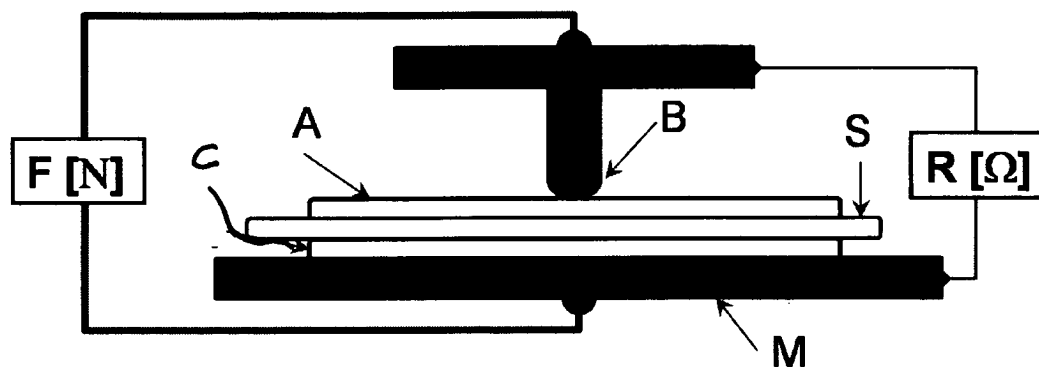
25

30

35

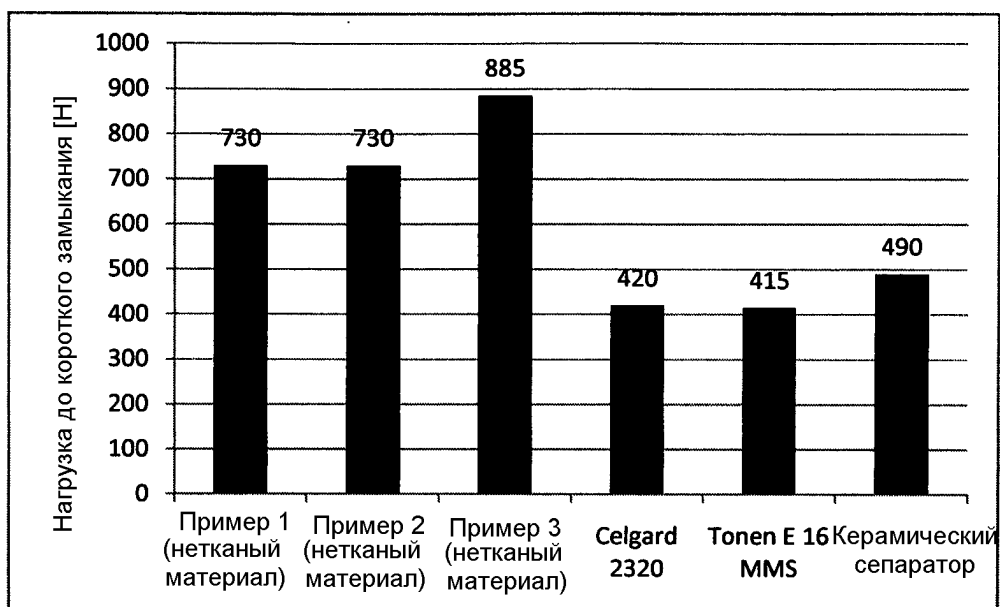
40

45

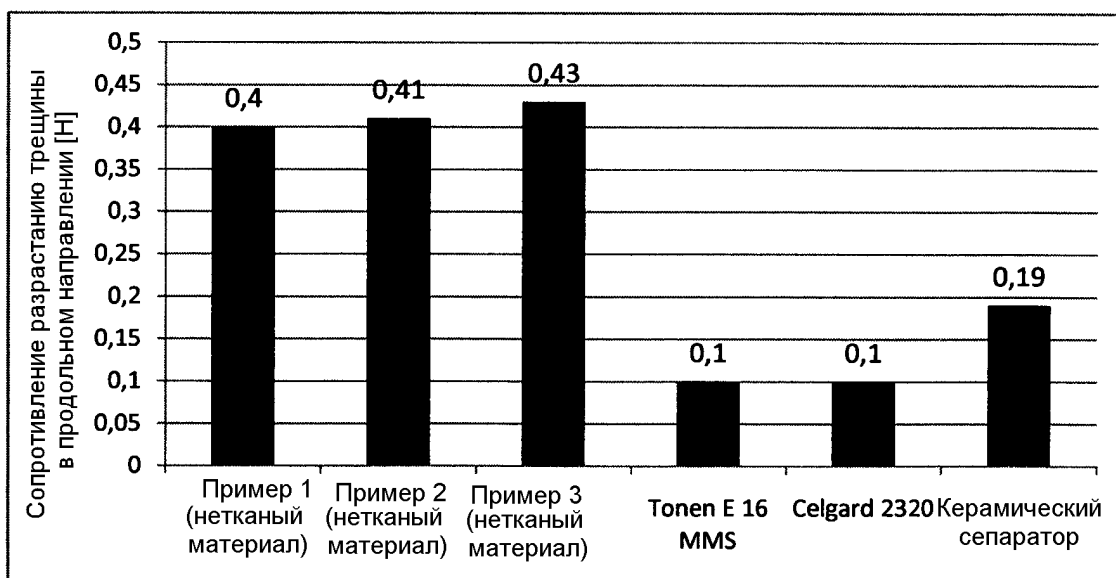


A = анод (графит на меди, толщина: 78 мкм)
 C = катод (NMC на алюминии, толщина: 71 мкм)
 S = сепаратор
 B = металлический стержень со скругленной вершиной
 M = металлическая пластина

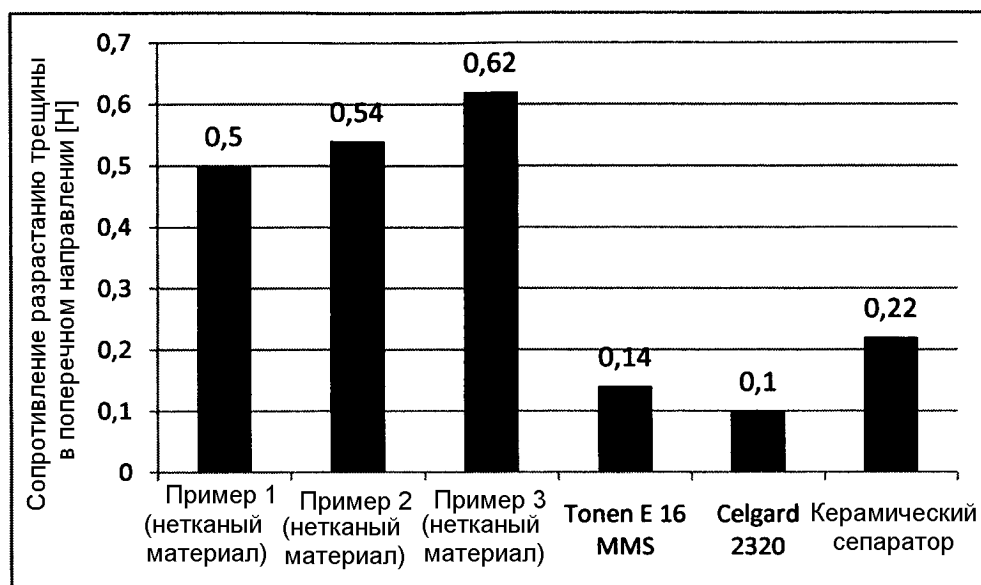
ФИГ. 1



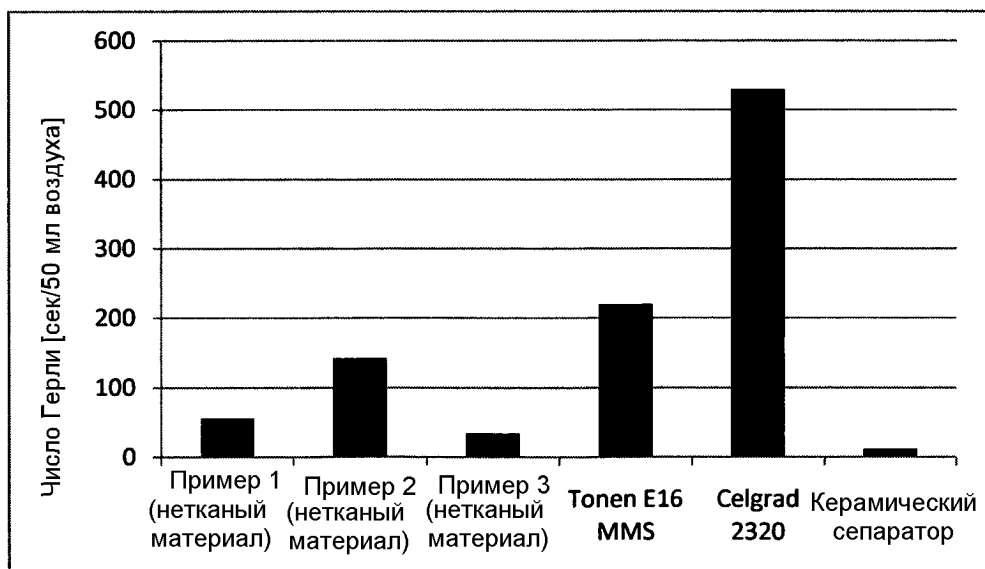
ФИГ. 2



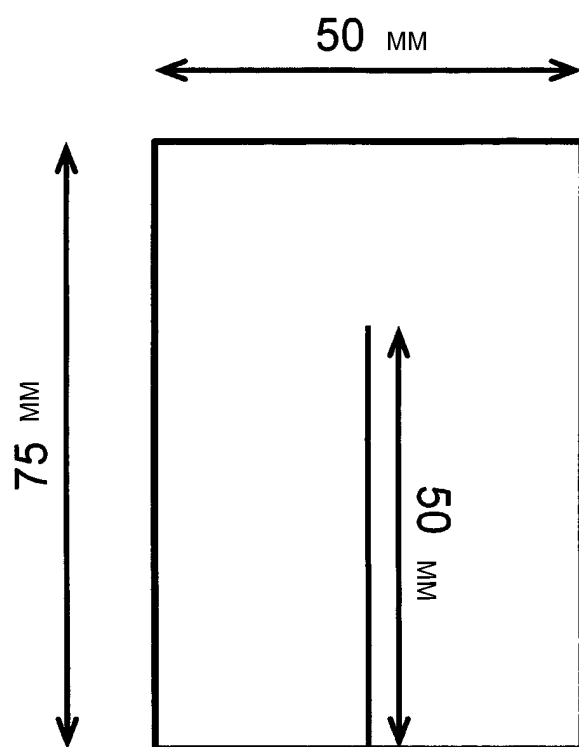
ФИГ. 3



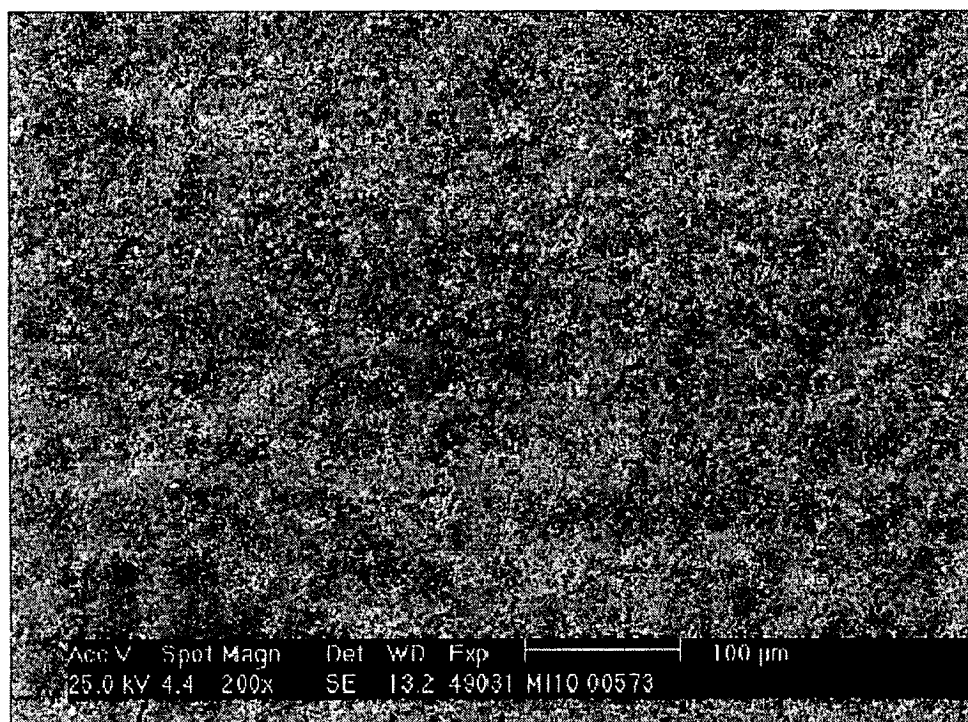
ФИГ. 4



ФИГ. 5



ФИГ. 6



ФИГ. 7