

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **201892662** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2019.07.31

(51) Int. Cl. **H01G 11/82** (2013.01)
H01G 11/78 (2013.01)
H01G 11/74 (2013.01)

(22) Дата подачи заявки
2017.05.26

(54) **УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫЙ УЛЬТРАКОНДЕНСАТОР С ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТЬЮ
ЭНЕРГИИ И БАТАРЕЯ, СОСТОЯЩАЯ ИЗ УКАЗАННЫХ КОНДЕНСАТОРОВ**

(31) **62/341,657; 1609299.1**

(32) **2016.05.26**

(33) **US; GB**

(86) **PCT/EP2017/062787**

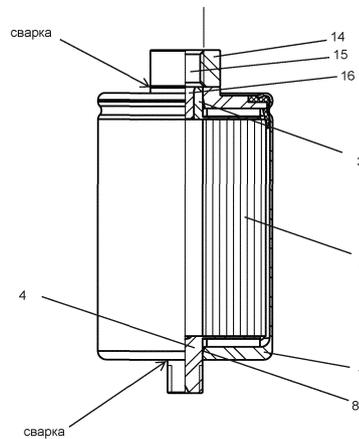
(87) **WO 2017/203040 2017.11.30**

(71) Заявитель:
**ОЮ СКЕЛЕТОН ТЕХНОЛОДЖИС
ГРУП (ЕЕ)**

(72) Изобретатель:
**Леис Яан, Лахейр Анн, Пихлакас
Прийт, Арулепп Мати, Нуутинен
Матти, Перксон Анти, Мадиберк
Таави (ЕЕ)**

(74) Представитель:
Махлина М.Г. (RU)

(57) Настоящее изобретение относится к конденсатору с двойным электрическим слоем и к способу его изготовления. Ультраконденсатор содержит цилиндрический корпус (1), имеющий дно с одного конца, при этом корпус закрыт торцевой крышкой (2), объединенной с первым токовым выводом (3). Из дна корпуса выступает конец второго токового вывода. В отличие от предшествующих известных решений токовые выводы расположены в ультраконденсаторе и приварены точечной сваркой к концу электрода для уменьшения внутреннего сопротивления и достижения оптимальной плотности пакетирования.



201892662

A1

A1

201892662

**УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫЙ УЛЬТРАКОНДЕНСАТОР
С ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТЬЮ ЭНЕРГИИ
И БАТАРЕЯ, СОСТОЯЩАЯ ИЗ УКАЗАННЫХ КОНДЕНСАТОРОВ**

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к ультраконденсатору с двойным электрическим слоем с электродами из углеродного композита с высокой плотностью энергии, имеющему цилиндрический корпус, и к батарее, состоящей из ультраконденсаторов.

Уровень техники

Из существующего уровня техники известен ряд конструкций конденсаторов с двойным слоем. В документе EE05629, 16.04.2012 г., OÜ Skeleton Technologies, авторы настоящего изобретения описывают призматический конденсатор с двойным слоем. До настоящего времени основная проблема в отношении цилиндрических конденсаторов с двойным слоем заключается в контакте между электродом и токовым выводом.

В документе WO03/041097, 15.05.2003 г., Maxwell Technologies, Inc., описан конденсатор с двойным слоем, содержащий первый вывод и второй вывод и формованную конструкцию электрода, помещенную в контейнер конденсатора. Контейнер конденсатора закрыт контактными краем и первым стержнем/приемником. Второй диск/выход расположен с другой стороны корпуса конденсатора. Основная проблема в отношении цилиндрических конденсаторов заключается в контакте между электродом типа «jelly-roll» и токовым выводом.

В документе US2009/0180238, 16.07.2009 г., Maxwell Technologies, Inc., описано устройство с двойным слоем для хранения энергии, содержащее первый токоприемник и второй токоприемник, имеющие противоположные края, при этом первая и вторая конструкции электродов расположены рядом с противоположными сторонами соответствующих токоприемников.

Сущность изобретения

Настоящее изобретение описывает углерод/углеродный конденсатор с двойным электрическим слоем (КДЭС) с высокой удельной емкостью и высокой плотностью

энергии, который включает в себя отрицательно заряженный электрод из микропористого/ мезопористого углерода и положительно заряженный электрод из микропористого/ мезопористого углерода, отделенные друг от друга сепаратором, имеющим сплошную пористость.

Настоящее изобретение также описывает конструкцию углерод/углеродного КДЭС цилиндрической формы с высокой удельной емкостью и высокой плотностью энергии, который частично обеспечивает эффективную плотность упаковки и низкое внутреннее сопротивление электрохимической системы.

Кроме того, изобретение описывает особенность КДЭС, который без дополнительных поддерживающих элементов позволяет объединять отдельные элементы КДЭС в высоковольтную батарею КДЭС.

Задача изобретения состоит в том, чтобы предложить конструкцию цилиндрического ультраконденсатора с высокой плотностью энергии, имеющего низкое внутреннее сопротивление. Указанная задача была решена посредством объединения первого токового вывода и торцевой крышки конденсатора, при этом первый токовый вывод содержит звездообразную конструкцию с ножками, или ответвлениями или элементами, продолжающимися от центра токового вывода, и усиливающие ребра, образованные на одном из краев радиально продолжающихся элементов. Токовые выводы приварены с помощью лазерной сварки к электроду конденсатора вдоль нижней стороны радиально продолжающихся элементов. Конденсатор содержит корпус, имеющий закрытое дно с отверстием, через которое из корпуса выступает конец второго токового вывода. Указанная конструкция позволяет получить более компактный ультраконденсатор с высокой плотностью энергии по сравнению с другими ультраконденсаторами, известными из уровня техники.

Краткое описание чертежей

Варианты выполнения настоящего изобретения подробно описаны ниже со ссылкой на чертежи, на которых:

фиг. 1 – половина вида с половиной разреза цилиндрического ультраконденсатора по настоящему изобретению;

фиг. 2 – увеличенный разрез компоновки корпуса ультраконденсатора, торцевой крышки ультраконденсатора и пакета углеродного электрода;

фиг. 3 – другой вариант выполнения цилиндрического двухслойного ультраконденсатора по настоящему изобретению;

фиг. 4 – вид в разрезе соединения соседних ультраконденсаторов в блоке высоковольтной батареи;

фиг. 5A-5D – вид в разрезе первого токового вывода звездообразной конструкции, имеющей усиливающие ребра, разрез радиально продолжающихся элементов и ребер и каналов с нижней стороны звездообразной конструкции;

фиг. 6 и фиг. 7 – торцевая крышка ультраконденсатора для закрывания цилиндрического корпуса;

фиг. 8 – частичный вид в разрезе торцевой крышки, первого токового вывода, корпуса конденсатора, пакетированного углеродного электрода, уплотнения и крышки после заполнения ультраконденсатора электролитом;

фиг. 9 – частичный вид в разрезе второго токового вывода по изобретению;

фиг. 10 – вид сверху второго токового вывода из фиг. 9, показывающий звездообразную конструкцию, имеющую элементы, радиально продолжающиеся от центра токового вывода;

фиг. 11 – конструкция углеродного электрода с двухсторонним покрытием;

фиг. 12 – схематический вид слоев пар электродов, свернутых в рулон «jelly-roll» цилиндрической формы;

фиг. 13 – схематический вид рулона «jelly-roll» цилиндрической формы, помещенного в конденсатор, изготовленный по настоящему изобретению;

фиг. 14 – токовый вывод по настоящему изобретению, прикрепленный к рулону «jelly-roll» пакетированного углерод-углеродного электрода, используемого в ультраконденсаторе с высокой плотностью энергии;

фиг. 15A-15D – различные виды объединенного токового вывода, используемого в устройстве для хранения энергии, таком как ультраконденсатор по настоящему изобретению, где фиг. 15A – частичный вид сверху токового вывода звездообразной конструкции, имеющей усиливающие ребра; фиг. 15B – вид в разрезе токового вывода по линии А-А из фиг. 15A, фиг. 15C – вид в разрезе усиливающего ребра токового вывода по линии В-В из фиг. 15B, и фиг. 15D – вид снизу токового вывода 103, на котором показан канал для направления электролита в рулон «jelly-roll» во время процесса изготовления конденсатора с двойным слоем.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения.

Конденсатор с двойным электрическим слоем по настоящему изобретению содержит цилиндрический корпус 1, закрытый с одного конца, причем другой конец закрыт торцевой крышкой 2, которая объединена с первым токовым выводом 3 (фиг. 1). Первый токовый вывод 3 имеет сквозное отверстие 6 для заполнения конденсатора электролитом во время процесса изготовления. Уплотнение 5 предназначено для электрической изоляции торцевой крышки 2 от цилиндрического корпуса 1. В цилиндрическом корпусе расположены пакетированные углерод/углеродные электроды 7. В закрытом конце (дне) цилиндрического корпуса 1 выполнено отверстие 8, через которое выступает конец второго токового вывода 4, который помещен в корпус 1 конденсатора. Конец второго токового вывода 4 приварен к дну корпуса 1 по периметру отверстия 8 (фиг. 3).

Торцевая крышка 2 для закрывания корпуса конденсатора имеет отверстие 9 для направления конца первого токового вывода 3, выступающего из указанного конденсатора, при этом торцевая крышка 2 и конец первого токового вывода 3 сварены между собой по периметру отверстия 9 (фиг. 8). Торцевая крышка 2 имеет на наружном крае ступень 12, высота которой соответствует толщине уплотнения 5, и торцевая крышка 2 имеет вокруг отверстия 9 цилиндрический пояс 13, который продолжается выше плоскости конца цилиндрического корпуса и к которому прикреплена соединительная втулка 14, имеющая наружный диаметр, который соответствует диаметру цилиндрического пояса 13. Соединительная втулка 14 имеет сквозное резьбовое отверстие 15, и указанная втулка приварена к пояску 13 торцевой крышки 2.

Конец второго токового вывода 4 имеет резьбу, при этом размеры указанной резьбы соответствуют размерам резьбы резьбового отверстия 15 в соединительной втулке 14, так что отдельные конденсаторы с двойным электрическим слоем могут быть последовательно соединены в блок конденсаторов, т.е. высоковольтную батарею (фиг. 4).

Первый токовый вывод 3 (фиг. 5А – 5В) содержит звездообразную конструкцию с прямоугольными ответвлениями 10, радиально продолжающимися от центра звездообразной конструкции (или элементами, радиально продолжающимися от центра конца первого токового вывода), причем на верхней стороне (одной стороне) радиально продолжающихся элементов 10 образованы усиливающие ребра 11, которые находятся в контакте с дном торцевой крышки 2 конденсатора. В контексте настоящего изобретения

термин «звездообразная конструкция» следует понимать как конструкцию, содержащую ножки или радиально продолжающиеся элементы или ответвления, выступающие радиально от центра токового вывода, где указанные ножки или радиально продолжающиеся элементы или радиально продолжающиеся ответвления соединены друг другом только в центре токового вывода (см. фиг. 5B, 5D, 10).

Нижнюю сторону звездообразной конструкции в виде радиально продолжающихся элементов 10 токового вывода 3 приваривают лазерной точечной сваркой соответственно к выровненным положительным и отрицательным концам рулона «jelly-roll» из свернутых углеродных электродов 7, помещенных в цилиндрический корпус 1 во время сборки конденсатора с двойным электрическим слоем. Прямоугольные радиально продолжающиеся элементы 10 с усиливающими ребрами 11 образованы и расположены на верхней стороне звездообразной конструкции токового вывода 2. От сквозного отверстия 6 первого токового вывода 3 продолжаются каналы 17 между радиально продолжающимися элементами 10 звездообразной конструкции первого токового вывода 3. Эти каналы 17 во время процесса изготовления конденсатора направляют электролит к «jelly-roll» 7, когда токовый вывод 3 приваривают к электроду.

Второй токовый вывод 4 содержит сходную звездообразную конструкцию с прямоугольными продолжающимися элементами 20, выступающими радиально от центра токового вывода 4, где на верхней стороне ответвлений 20 звездообразной конструкции образованы усиливающие ребра 21, которые находятся в контакте с дном цилиндрического корпуса 1. Нижнюю сторону звездообразной конструкции в виде радиально продолжающихся элементов 10 второго токового вывода 4 приваривают лазерной точечной сваркой соответственно к выровненным положительным и к отрицательным концам «jelly-roll» из свернутых углеродных электродов 7, помещенных в цилиндрический корпус 1 во время сборки конденсатора с двойным электрическим слоем.

На фиг. 14 и 15A – 15D показан объединенный токовый вывод, используемый в устройствах для хранения энергии, таких как ультраконденсаторы с высокой плотностью энергии или батареи, состоящая из таких конденсаторов. Указанный объединенный токовый вывод содержит «звездообразную конструкцию» (3) с прямоугольными удлиненными элементами 110, которые продолжаются радиально от центра токового вывода 103, при этом на краях верхней стороны удлиненных элементов 110 образованы усиливающие элементы 111.

Объединенный токовый вывод 103 имеет сквозное отверстие 106 для заполнения электролитом, например, конденсатора с двойным электрическим слоем во время процесса изготовления. Для равномерного распределения электролита предусмотрены каналы 117 в нижней стороне токового вывода, причем указанные каналы продолжаются от сквозного отверстия 106 до точки контакта между удлиненными элементами 110 звездообразной конструкции 100.

Эти каналы 117 во время процесса изготовления ультраконденсатора направляют электролит к «jelly-roll», когда токовый вывод приваривают к электроду.

Нижняя сторона радиально продолжающихся элементов 110 токового вывода приварена к выровненным концам фольги токоприемника, согнутым по торцевой плоскости цилиндрического «jelly-roll» из свернутых электродов. Для выполнения сварки можно использовать лазерную сварку или лазерную точечную сварку.

Нижние стороны круглого основания первого и второго токовых выводов приварены лазерной точечной сваркой соответственно к положительному и отрицательному концам пакетированного цилиндрического углеродного электрода 7, помещенного в цилиндрический корпус 1 во время сборки конденсатора с двойным электрическим слоем. Усиливающие ребра 11, 21 образованы и расположены радиально на верхних сторонах токовых выводов.

«Звездообразные токовые выводы» по настоящему изобретению, приваренные лазерной сваркой соответственно к выровненным положительному или отрицательному концам фольги токоприемника, согнутой по торцевой плоскости «jelly-roll» из пакетированных углеродных электродов, имеют следующие преимущества:

1. низкое контактное сопротивление между фольгой токоприемника и токовыми выводами;
2. уменьшение массы по сравнению с обычными пластинчатыми токовыми выводами;
3. обеспечение дополнительного пространства для электролита во время заполнения.

Для электрической изоляции торцевой крышки 2 и пакетированного углеродного электрода 7 от цилиндрического корпуса 1 конденсатора используют уплотнение 5. Уплотнение 5 является кольцом L-образного сечения, где более короткий участок L-образного сечения поддерживается ступенью 12 на наружном крае торцевой крышки 2, и более длинный участок L-образного сечения обернут вокруг цилиндрически

пакетированного углеродного электрода. Таким образом, электрод сцентрирован в корпусе и изолирован от корпуса.

Конденсатор с двойным электрическим слоем по настоящему изобретению изготавливают следующим образом: прежде всего, второй токовый вывод помещают в цилиндрический корпус, так чтобы усиливающие ребра с верхней стороны пластинчатого круглого основания второго токового вывода опирались на дно цилиндрического корпуса, и конец второго токового вывода продолжался из корпуса. Конец второго токового вывода приваривают снаружи к дну корпуса. Цилиндрически пакетированные углеродные электроды помещают в корпус, и цилиндрический корпус закрывают торцевой крышкой с уплотнением, так что уплотнение окружает верхнюю часть углеродного электрода (электрод изолирован от корпуса). После этого верхний край цилиндрического корпуса подвергают формовке, так чтобы конденсатор был закрыт и герметично уплотнен. Конденсатор заполняют электролитом через отверстие 6 в первом токовом выводе во время процесса изготовления, после чего отверстие закрывают крышкой 16. Соединительную втулку 14 приваривают к концу первого токового вывода перед заполнением конденсатора электролитом или после этого.

Пример изготовления склеенных электродов

Для изготовления перезаряжаемого положительного электрода (анода) конденсатора 0,85 грамма первичного синтетического микропористого углерода с нерегулярной неграфитной структурой, полученного на основе карбида титана (H.C. Starck), и 0,15 грамма вторичного синтетического углерода, состоящего из микропористых слоев графена и полученного на основе карбида кремния (Sika-Tech), были смешаны в 3 мл этанола. В полученную смесь добавили 8% полимерного вяжущего (PTFE, Aldrich, 60% дисперсия в воде). После смешивания полученную смесь подвергли сушке при 90°C в течение приблизительно 1 часа при атмосферном давлении. Далее смесь подвергли прессованию для получения листа толщиной 2 – 3 мм и постепенной формовке с помощью поворотного уплотнителя для получения углеродной пленки с активным слоем толщиной приблизительно 90 мкм (микрон) и шириной приблизительно 50 мм. Сходным образом был изготовлен перезаряжаемый отрицательный электрод, причем первичный углерод предпочтительно имел более высокую удельную площадь поверхности. Углеродные пленки были подвергнуты сушке в вакууме при 150°C. После этого сухие пленки приклеили с помощью клеевого слоя к алюминиевой фольге шириной 165 мм (например,

C209, KDK Corporation, 20 мм). Используемый клеевой слой предварительно приготовили в виде раствора из 50% углеродной сажи и 50% ПВДФ (Aldrich) в N-метил-пирролидоне (N-метил-2-пирролидон). Далее электроды, покрытые с одной стороны активным углеродным слоем, были подвергнуты сушке при 100°C, и углеродные пленки приклеили к противоположной стороне алюминиевой полосы с противоположной стороны от углеродного слоя. Далее полученные электроды с двухсторонним покрытием были подвергнуты сушке в вакууме при 130°C в течение 48 ч.

Далее двухсторонние электроды с активным углеродным слоем разрезали в размер, так чтобы ширина углеродной полосы составляла 50 мм, а ширина фольги, выступающей от одного края, составляла 60 мм.

На рабочую поверхность поместили сепаратор шириной 60 мм, и положительно заряженный электрод конденсатора поместили на сепаратор, так чтобы края сепаратора выступали за углеродную пленку с активным слоем на равное расстояние от каждого края. Таким же образом на указанный электрод поместили второй сепаратор, и сверху на него поместили отрицательно заряженный электрод, край фольги которого находился с противоположного края указанного электрода. К одному концу электрода и ленты сепаратора прикрепили трубку диаметром 5 мм, и электрод и трубку сепаратора обернули вокруг указанной трубки. Указанный образованный рулон наружным диаметром 29 мм зафиксировали лентой, после чего удалили трубку диаметром 5 мм. Выступающую фольгу электродов подвергли формовке с целью выравнивания, и положительный конец пакета приварили точечной сваркой к положительному токовому выводу конденсатора. После этого цилиндрический пакет поместили в корпус конденсатора, и отрицательный конец пакета приварили точечной сваркой к отрицательному токовому выводу конденсатора. Первый токовый вывод переместили в корпус конденсатора и уплотнили соответствующим уплотнителем, после чего корпус закрыли и подвергли формовке для обеспечения герметичности.

Электрическое сопротивление закрытого конденсатора проверили омметром, после чего выполнили проверку на газонепроницаемость с помощью гелиевого течеискателя приблизительно при давлении 5 атм (506,625 кПа). После проверки конденсатор соединили с вакуумной системой (приблизительно 7 мм/Нг) и оставили при 120°C на 72 часа.

После полного удаления воздуха конденсатор наполнили предварительно приготовленным раствором безводного электролита, состоящим из ацетонитрила (Aldrich) и 30% триэтилметил-тетрафторборат аммония (Stella Chemical).

Ниже в таблице приведены примеры пар нанопористых электродов, используемых в настоящем изобретении, которые явным образом не ограничивают использование настоящего изобретения, имеющего различную конфигурацию электрода.

Табл. 1

№ SC*	Анод (+)	Катод (-)	Массовое соотношение +/-	Удельная массовая емкость углеродных электродов		5-s энерговыведение (Вт/см ³) углерода
				Ф/г	Ф/см ³	
1479	CDC1	CDC1	0,909	29,1	21,8	9,37
1487	CDC2	CDC2	0,998	28,6	20,9	6,1
1464	CDC3	CDC2	0,973	28,9	21,9	9,38
1462	CDC3	CDC1	0,931	28,3	21,5	9,18
1481	CDC4	CDC1	0,975	27,0	21,6	9,0

*углеродные электроды, приклеенные к токоприемнику, за исключением 1487, где контактное давление углеродного электрода относится к фольге, покрытой слоем углерода

По настоящему изобретению слой активированного углерода соединяют с обеими поверхностями токового выхода, причем в качестве способов соединения можно использовать: контактное давление углеродной пленки на поверхность токоприемника; приклеивание углеродной пленки к поверхности токоприемника; уплотнение сухой смеси или пасты, состоящей из углерода и связующего, на токоприемнике. Токоприемники могут быть материалами с электрохимическим сопротивлением, имеющими очень хорошую электропроводность, как правило, тонкой металлической фольгой, например, алюминиевой фольгой толщиной 5 – 100 мкм, которая, в свою очередь, может быть покрыта тонким керамическим или любым другим электропроводящим слоем (например, толщиной 1 – 2 мкм) для улучшения электрического контакта между активным углеродом и токоприемником. Как вариант, способ улучшения электрического контакта может представлять собой покрытие активированной углеродной пленки тонким слоем металла,

используя способ вакуумного напыления, такой как способ термического или плазменного напыления в вакууме из паровой фазы или способ металлического напыления.

Возможным способом соединения токоприемников и конца токового вывода могут быть точечная сварка, дуговая сварка вольфрамовым электродом в среде защитного газа, лазерная сварка, диффузионная сварка, напыление алюминия.

Апротонный электролит может содержать органический растворитель и апротонную соль, которая является донором ионных пар. Электролитные соли могут быть четвертичными аммониевыми солями и, например, тетраэтил-тетрафторборатом аммония, триэтилметил-тетрафторборатом аммония и т.д.

Электролитная соль может содержать катионы $(R_1R_2)_4N^+$ или $R_1R_2P^+$, где R_1 и R_2 – алкильные группы от $-CH_3$ до $-C_5H_{11}$ или циклическое фениловое кольцо $-C_6H_5$, и анионы BF_4^- ; PF_6^- ; AsF_6^- ; Ph_4B^- ; $CF_3SO_3^-$ и т.д.

Используемые растворители выбирают из следующих растворителей и их смесей: ацетонитрил, бензонитрил, сульфолан, пропиленкарбонат, этиленкарбонат, этиленметилкарбонат, диметилкарбонат, диэтилкарбонат, метилацетат, γ -бутиролактон, тетрагидрофуран, N, N-диметилформамид, диметилсульфоксид, пиридин, диметилкетон и т.п. Электролиты, ионные жидкости могут использоваться в качестве имидазольного компонента, например, EMIBF₆, EMICF₃SO₃ и др., в концентрированном виде или с растворителями.

Перечень элементов:

- 1 - цилиндрический корпус;
- 2 - торцевая крышка;
- 3 - первый токовый вывод;
- 4 - второй токовый вывод;
- 5 - уплотнение;
- 6 - сквозное отверстие;
- 7 - углеродные электроды;
- 8 - отверстие;
- 9 - отверстие;
- 10 - прямоугольные радиально продолжающиеся элементы;
- 11 - усиливающее ребро;
- 12 - ступень;

- 13 - поясок;
- 14 - соединительная втулка;
- 15 - сквозное резьбовое отверстие;
- 16 - крышка;
- 17 - канал;
- 20 - прямоугольные радиально продолжающиеся элементы;
- 21 - усиливающее ребро;
- 100 - звездообразная конструкция;
- 103 - токовый вывод;
- 106 - сквозное отверстие;
- 110 - прямоугольные удлиненные элементы
- 111 - усиливающие ребра;
- 117 - каналы.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Углерод/углеродный ультраконденсатор с высокой плотностью энергии, содержащий цилиндрический корпус (1), имеющий дно и закрытый на другом конце торцевой крышкой (2), которая объединена с первым токовым выводом (3), причем первый токовый вывод (3) имеет сквозное отверстие (6), предназначенное для заполнения ультраконденсатора электролитом, уплотнение (5) для электрической изоляции торцевой крышки (2) от цилиндрического корпуса (1) ультраконденсатора, двухслойный углеродный электрод (7), помещенный в цилиндрический корпус (1) и второй токовый вывод (4), отличающийся тем, что в дне цилиндрического корпуса (1) имеется отверстие (8), через которое из цилиндрического корпуса (1) выступает конец второго токового вывода (4), приваренный к дну корпуса (1) по периметру отверстия (8) снаружи корпуса, а торцевая крышка (2) имеет отверстие (9) для направления конца первого токового вывода (3), выступающего из конденсатора, при этом торцевая крышка (2) и конец первого токового вывода (3) сварены между собой по периметру отверстия (9).

2. Ультраконденсатор по п. 1, отличающийся тем, что первый и второй токовые выводы (3, 4), содержат звездообразную конструкцию с прямоугольными удлиненными элементами (10, 20), продолжающимися радиально от центра токовых выводов (3, 4), при этом на верхней поверхности радиально удлиненных элементов (10, 20) звездообразной конструкции образованы усиливающие ребра (11, 21), при этом нижняя поверхность звездообразной конструкции (10, 20) приварена соответственно к положительному или отрицательному концу пакетированного цилиндрического углеродного электрода во время сборки ультраконденсатора.

3. Ультраконденсатор по п. 2, отличающийся тем, что усиливающие ребра (11, 21), образованные на верхней поверхности радиально удлиненных элементов (10, 20) звездообразной конструкции, ориентированы радиально.

4. Ультраконденсатор по п. 1, отличающийся тем, что торцевая крышка (2) имеет на наружном крае ступень (12), высота которой соответствует толщине уплотнения (5), и торцевая крышка (2) имеет вокруг отверстия (9) пояс (13), который продолжается выше плоскости конца цилиндрического корпуса, при этом к указанному пояску (13)

прикреплена соединительная втулка (14), имеющая наружный диаметр, который соответствует диаметру пояска.

5. Ультраконденсатор по п. 4, отличающийся тем, что соединительная втулка (14) имеет резьбовое сквозное отверстие (15) и приварена к пояску (13) торцевой крышки (2).

6. Ультраконденсатор по п. 4, отличающийся тем, что конец второго токового вывода (4) имеет резьбу, при этом размеры указанной резьбы соответствуют размерам резьбы резьбового сквозного отверстия (15) в соединительной втулке 14, так что отдельные ультраконденсаторы с двойным электрическим слоем могут быть последовательно соединены в батарею конденсаторов.

7. Ультраконденсатор по п. 1, отличающийся тем, что уплотнение (5) является кольцом L-образного сечения, где более короткий участок L-образного сечения поддерживается ступенью (12) на наружном крае торцевой крышки (2), и более длинный участок L-образного сечения обернут вокруг цилиндрически пакетированного углеродного электрода для центрирования углеродного электрода в цилиндрическом корпусе и изоляции углеродного электрода от корпуса.

8. Объединенный токовый вывод для устройства хранения энергии, содержащий звездообразную конструкцию (100) с прямоугольными удлиненными элементами (110), продолжающимися радиально от центра токового вывода (3), при этом на краях верхней стороны удлиненных элементов (110) образованы усиливающие ребра (111).

9. Объединенный токовый вывод по п. 8, отличающийся тем, что токовый вывод (103) имеет сквозное отверстие (106) для заполнения электролитом устройства хранения энергии, такого как конденсатор с двойным слоем, во время процесса изготовления.

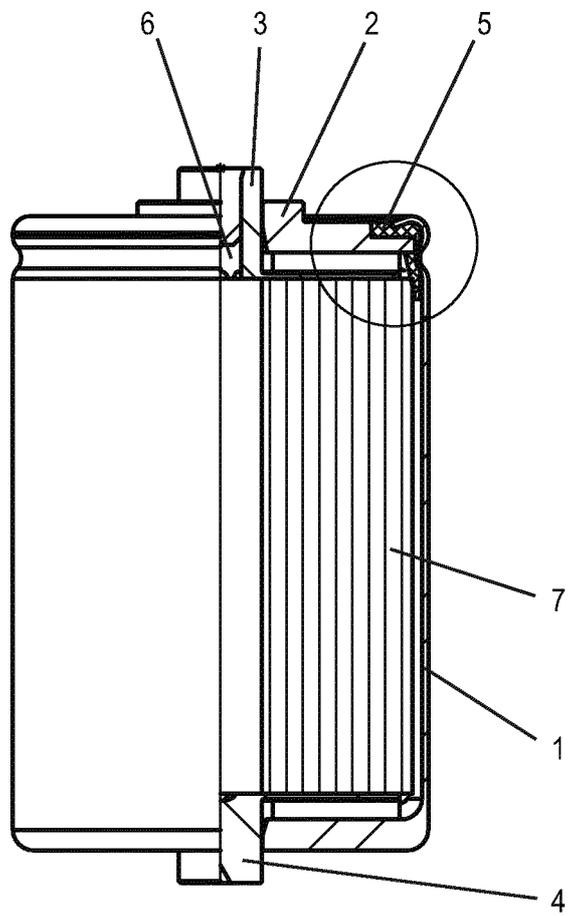
10. Объединенный токовый вывод по п. 8, отличающийся тем, что в нижней стороне токового вывода предусмотрены удлиненные каналы (117), продолжающиеся от сквозного отверстия (106) до точки контакта между радиально удлиненными элементами (110) звездообразной конструкции (100).

11. Объединенный токовый вывод по любому из п.п. 8 - 10, отличающийся тем, что нижняя сторона радиально удлиненных элементов (100) токового вывода приварена к выровненным концам фольги токоприемников, согнутым по торцевой плоскости цилиндрического рулона «jelly-roll» свернутых электродов.

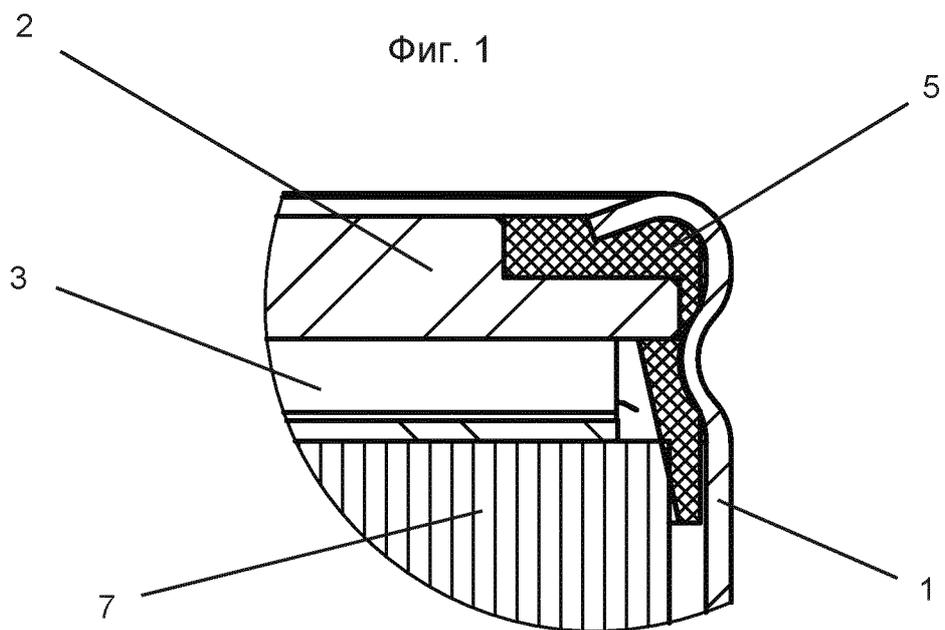
12. Объединенный токовый вывод по п. 11, отличающийся тем, что сварка является лазерной сваркой или лазерной точечной сваркой.

13. Способ изготовления ультраконденсатора с электродом с двойным электрическим слоем, включающий следующие этапы:

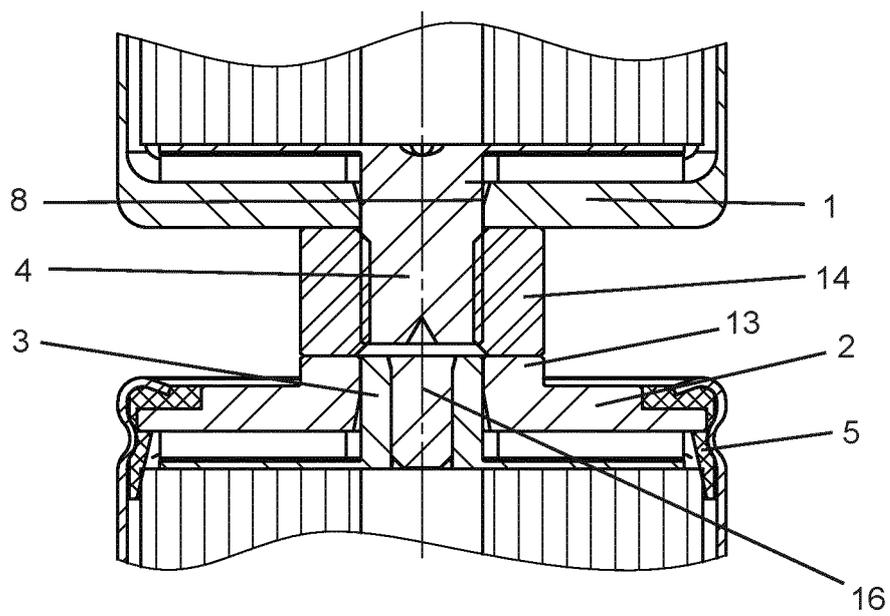
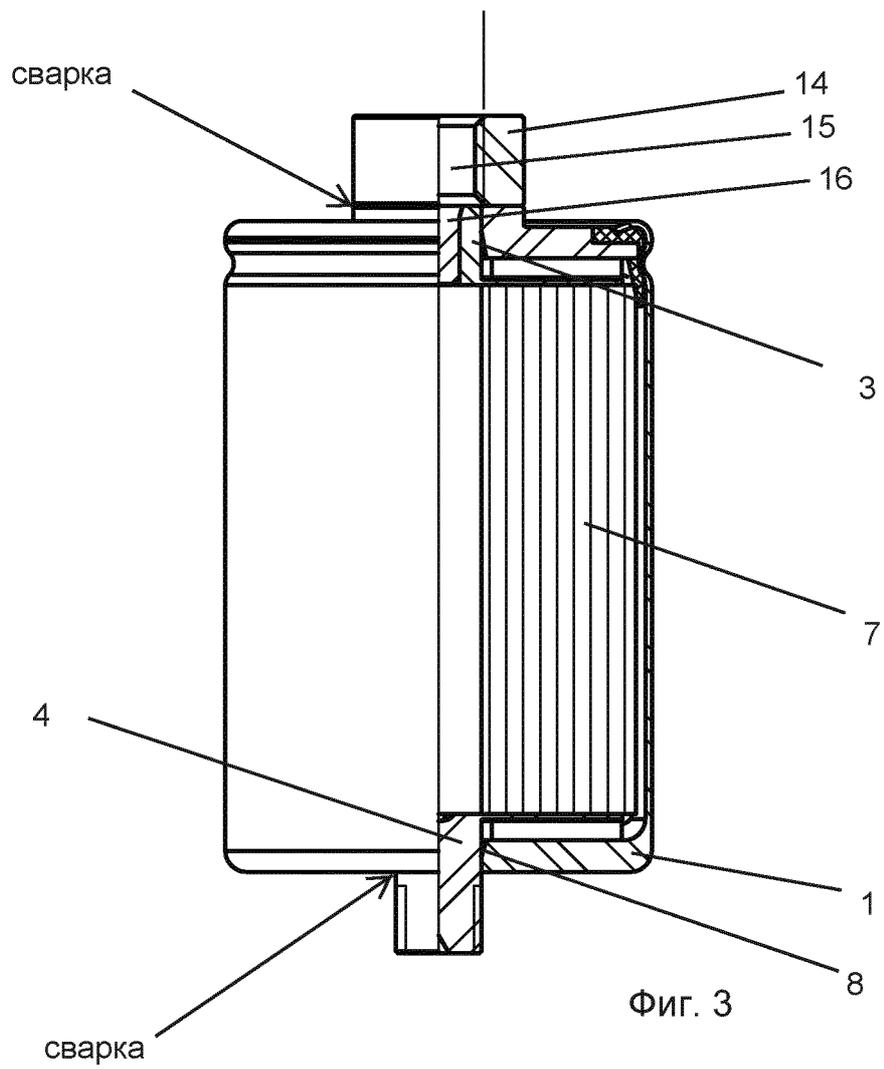
- a) размещение в цилиндрическом корпусе ультраконденсатора второго токового вывода, так чтобы усиливающие ребра, образованные на верхней стороне звездообразной конструкции, опирались на дно корпуса, и конец токового вывода выступал из корпуса,
- b) приварка конца второго токового вывода к дну цилиндрического корпуса,
- c) размещение цилиндрически пакетированного углеродного электрода в корпусе,
- d) сборка торцевой крышки с уплотнением, так чтобы уплотнение окружало верхнюю часть углеродного электрода,
- e) формовка верхнего края цилиндрического корпуса внутрь для герметичного закрывания и уплотнения ультраконденсатора,
- f) заполнение ультраконденсатора электролитом через отверстие в первом токовом выводе и закрывание указанного отверстия крышкой,
- g) приварка соединительной втулки к первому токовому выводу.

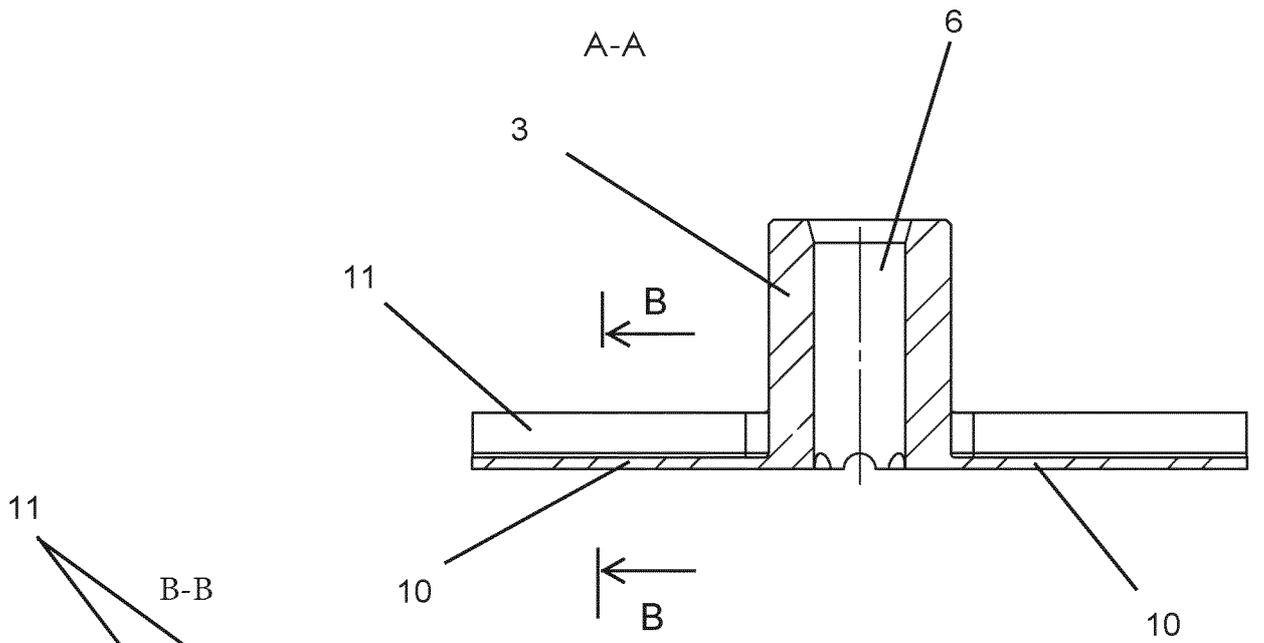


Фиг. 1

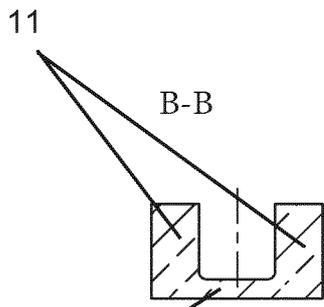


Фиг. 2

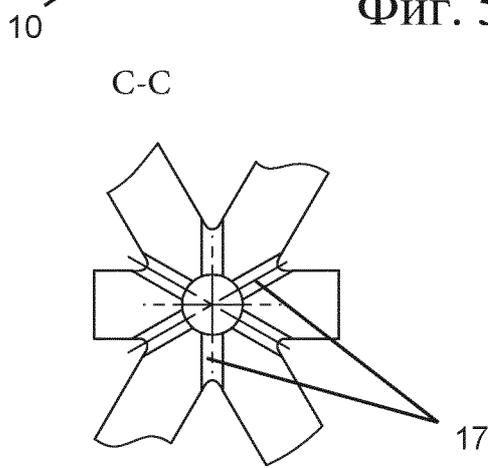




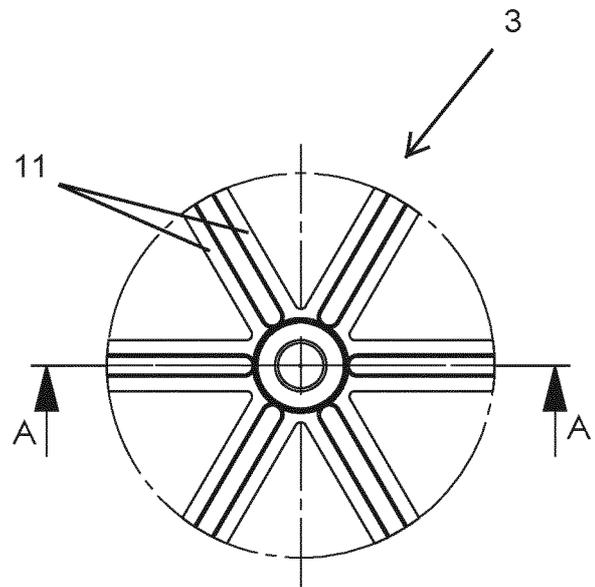
Фиг. 5А



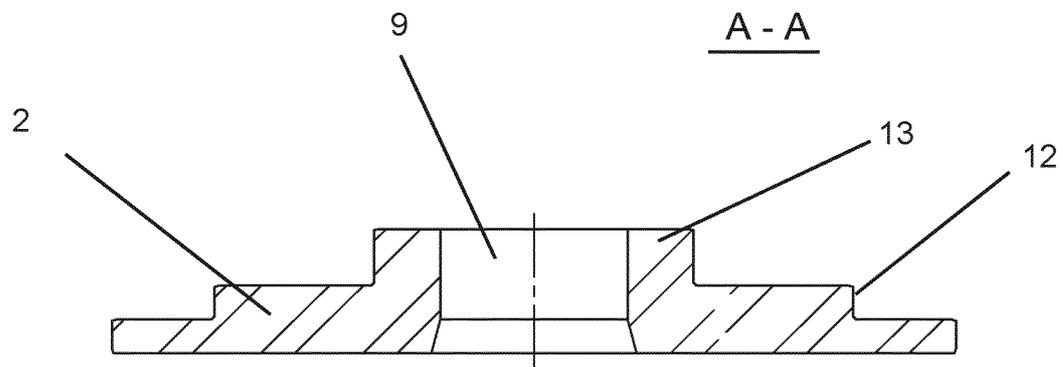
Фиг. 5С



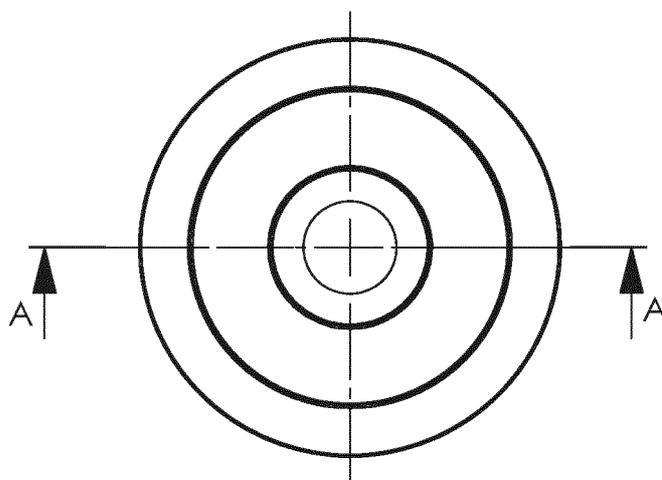
Фиг. 5D



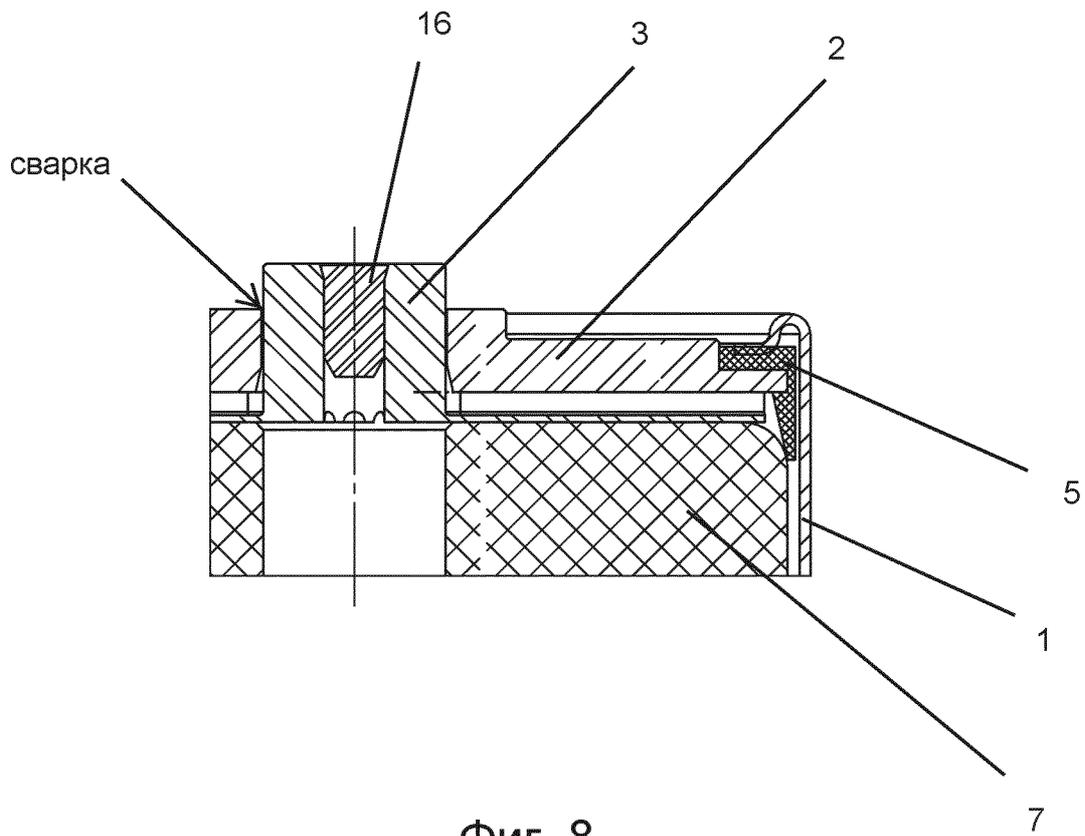
Фиг. 5В



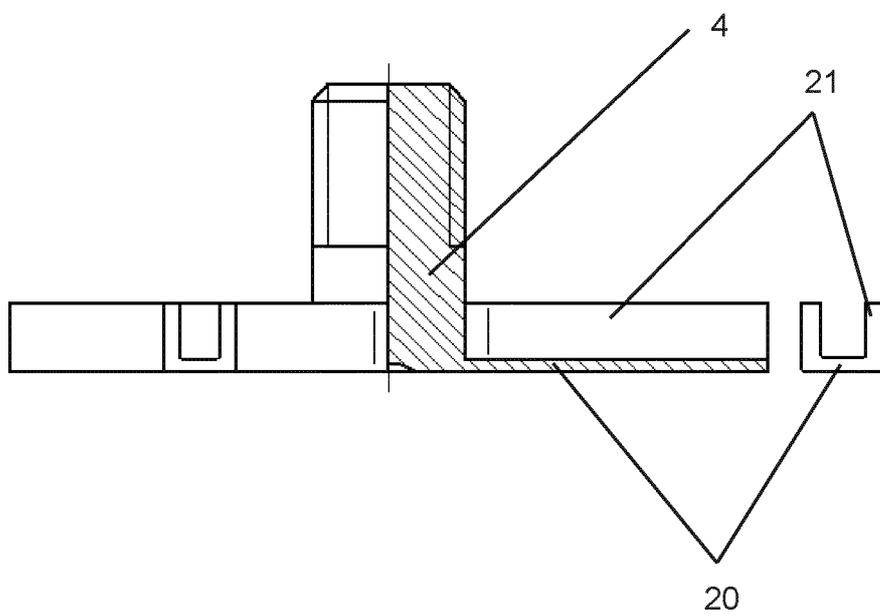
Фиг. 6



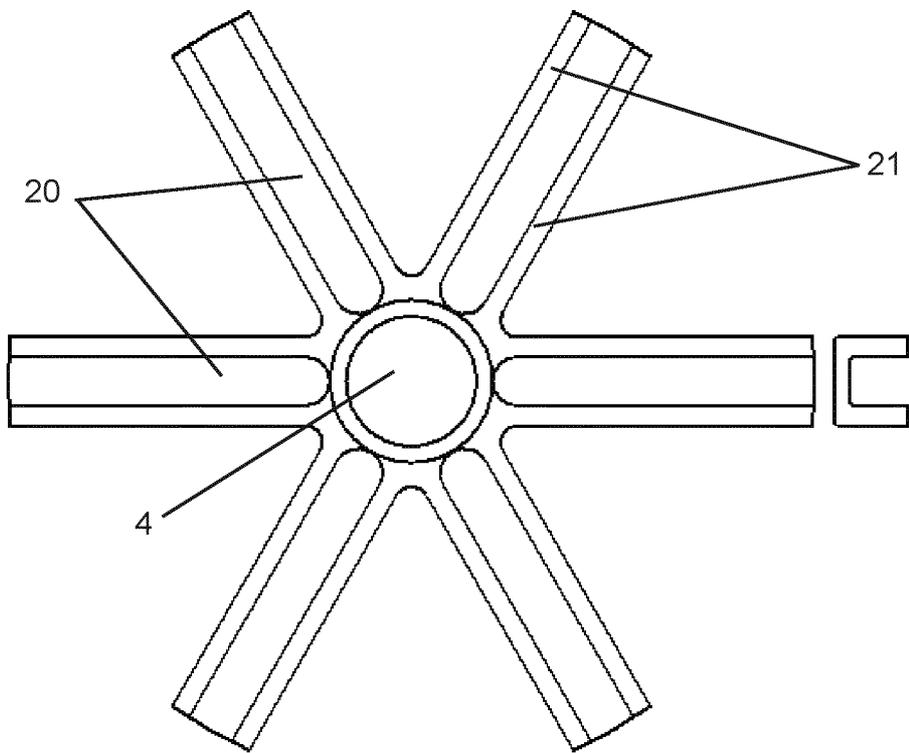
Фиг. 7



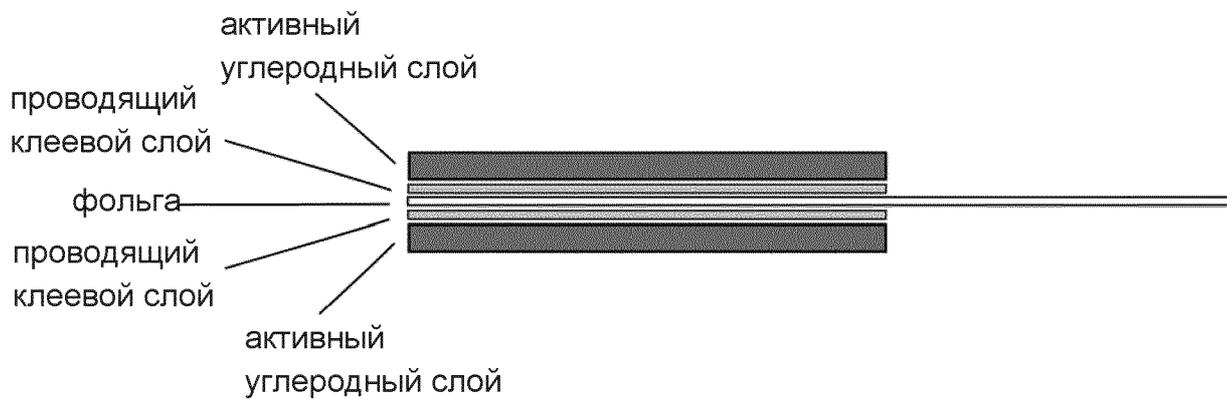
Фиг. 8



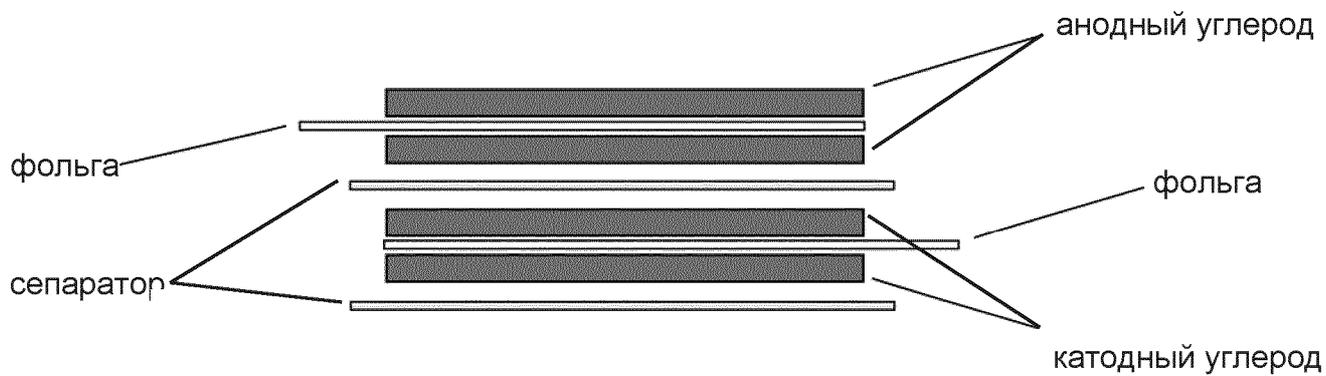
Фиг. 9



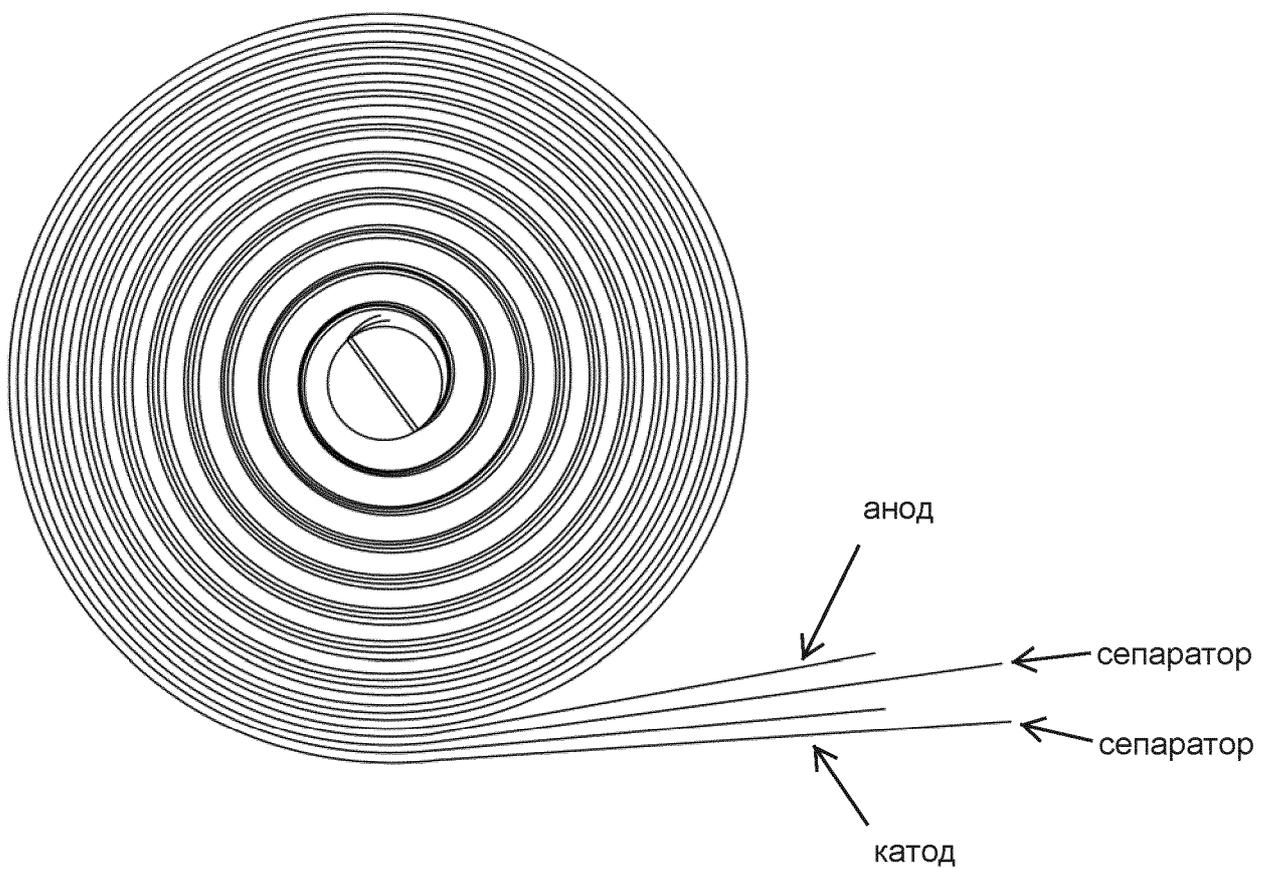
Фиг. 10



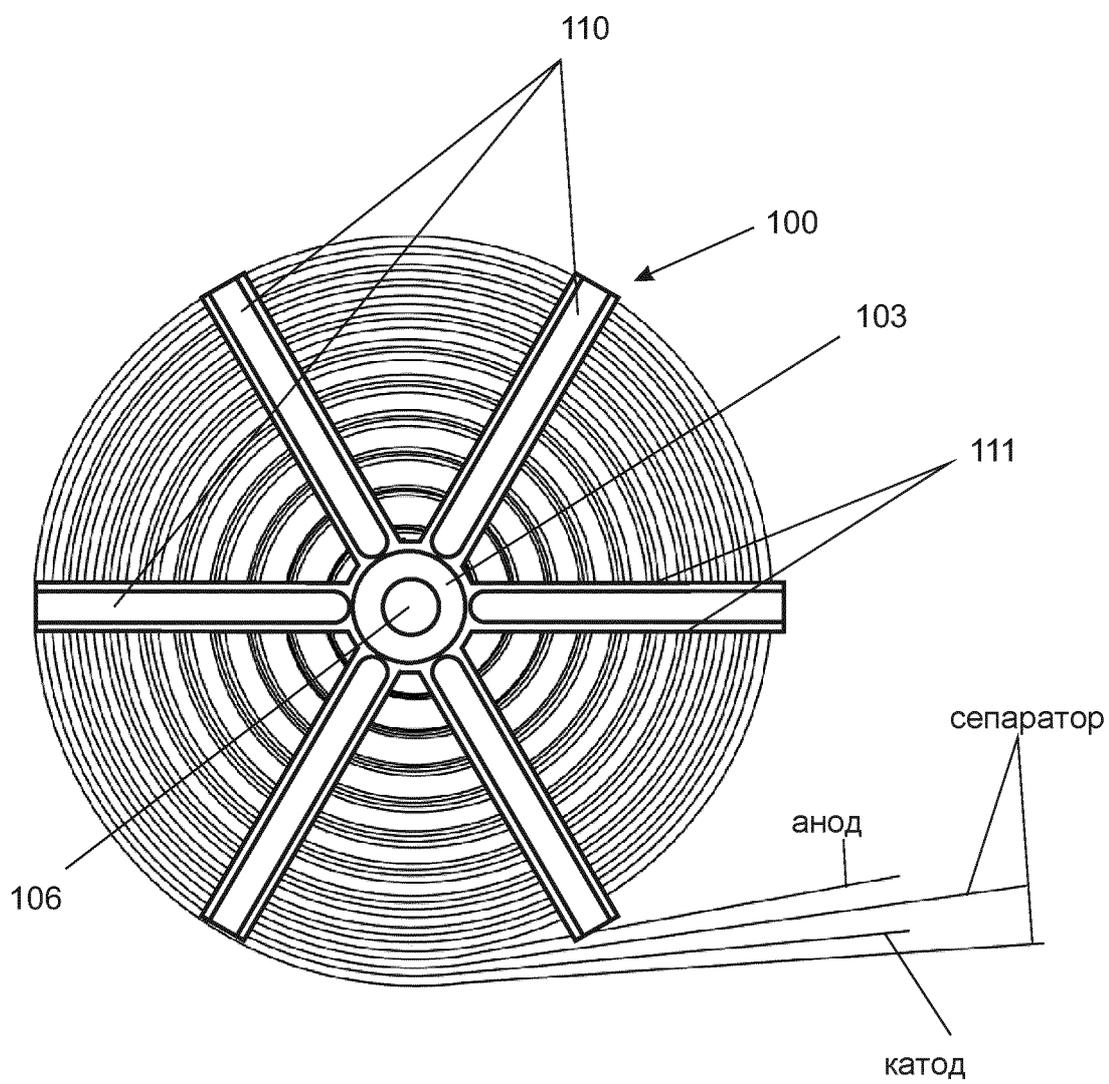
Фиг. 11



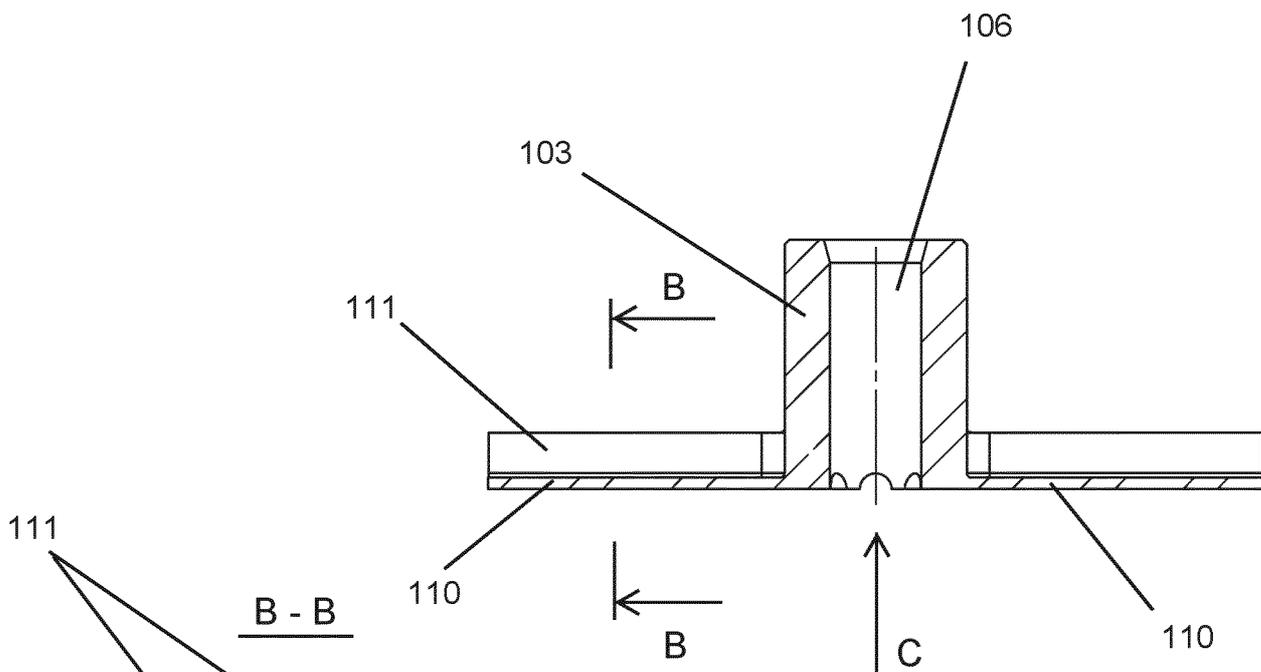
Фиг. 12



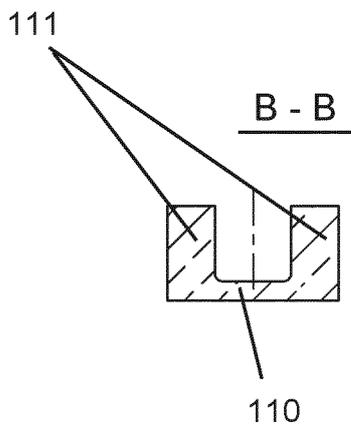
Фиг. 13



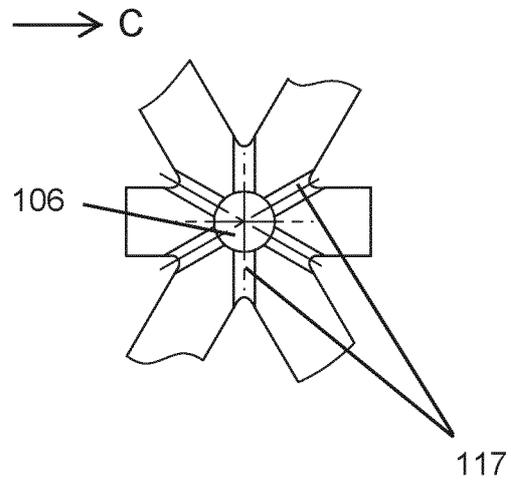
Фиг. 14



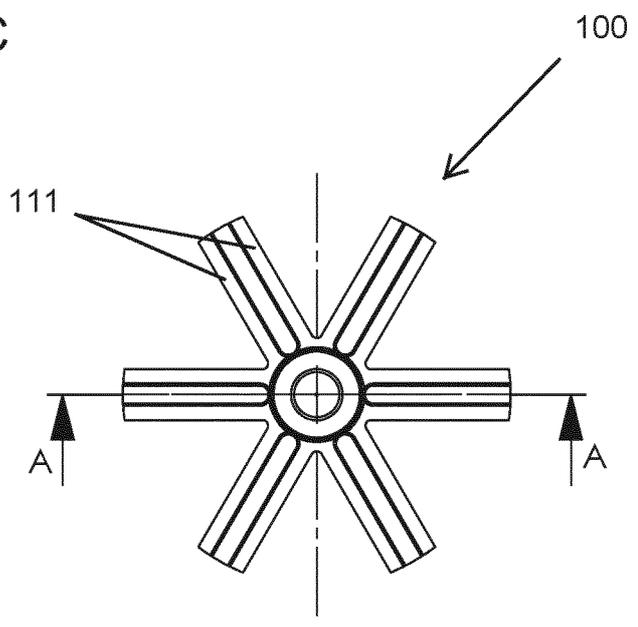
Фиг. 15B



Фиг. 15C



Фиг. 15D



Фиг. 15A