



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 098 879** <sup>(13)</sup> **C1**  
(51) МПК<sup>6</sup> **H 01 G 9/155**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 95103368/07, 09.03.1995

(30) Приоритет: 11.03.1994 UA 94031999

(46) Дата публикации: 10.12.1997

(56) Ссылки: The second international seminar on double layer capacitors and similar energy storage devices. Florida, December, 7 - 9, 1992. Реклама фирма NEC, 08.12.93. (Nippon Electric Corporation). Electric Double - Layer Capacitor for High Rate Charge-Discharge Used. - The second International seminar on double layer cap., Florida, December, 7-9, 1992. Патент Японии N 3-5649, кл. H 01 G 9/00, 1991. Патент Японии N 3-29284, кл. H 01 G 9/00, 1991. Патент Японии N 2-56805, кл. H 01 G 9/00, 1990. Товстюк К.Д. Напівпровідникове матеріалознавство. - Київ: Наукова думка, 1984. Юхновский И.Р., Куриляк И.И. Электролиты. - Киев: Наукова думка, 1988, с. 167. S.Poth and H.Bleier. Solutions in polyacetylene. Adv in phys. 1987, v. 36, N 4, p. 385 - 462. Кинле Х., Бадер Э. Активные угли и их промышленное применение. - Л.: Химия, 1984, с. 215.

(71) Заявитель:

Товстюк Наталия Корнеевна (UA),  
Чернилевский Игорь Константинович (UA)

(72) Изобретатель: Товстюк Корней Денисович[UA],

Чернилевский Игорь Константинович[UA], Товстюк Наталия Корнеевна[UA], Куценко Виктор Иванович[UA], Маркова Людмила Николаевна[UA], Хруник Ярослав Андреевич[UA], Шамборовская Александра Евстахиевна[UA]

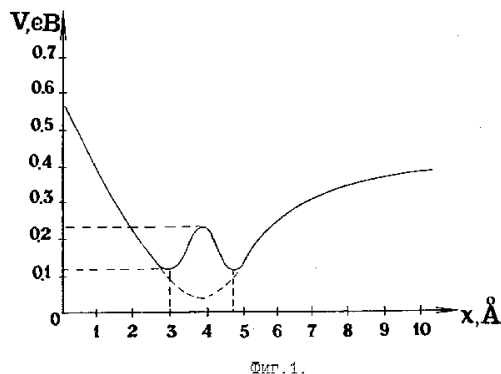
(73) Патентообладатель:

Товстюк Наталия Корнеевна (UA),  
Чернилевский Игорь Константинович (UA)

(54) КОНДЕНСАТОР БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ НА ДВОЙНОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ СЛОЕ

(57) Реферат:

Использование: источники постоянного тока. Сущность изобретения: устройство содержит сепаратор, электролит и поляризуемые электроды, основа которых выполнена из покрытий металлическими пленками углеродных волокон с совершенной гексагональной кристаллической структурой графита и упорядоченной системой внутренних пор с характерными двойными ямами адиабатического потенциала. Электроды запрессованы единым блоком во внешний экран. Устройство имеет высокие удельные электрические характеристики. 2 табл. 5 ил.



RU 2 098 879 C1

RU 2 098 879 C1



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 098 879** <sup>(13)</sup> **C1**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup> **H 01 G 9/155**

RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 95103368/07, 09.03.1995

(30) Priority: 11.03.1994 UA 94031999

(46) Date of publication: 10.12.1997

(71) Applicant:

Tovstjuk Natalija Korneevna (UA),  
Chernilevskij Igor' Konstantinovich (UA)

(72) Inventor: Tovstjuk Kornej Denisovich[UA],  
Chernilevskij Igor' Konstantinovich[UA], Tovstjuk  
Natalija Korneevna[UA], Kutsenko Viktor  
Ivanovich[UA], Markova Ljudmila  
Nikolaevna[UA], Khrunik Jaroslav  
Andreevich[UA], Shamborovskaja Aleksandra  
Evstakhievna[UA]

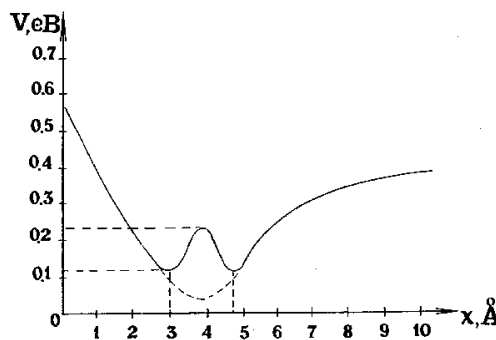
(73) Proprietor:

Tovstjuk Natalija Korneevna (UA),  
Chernilevskij Igor' Konstantinovich (UA)

(54) **HEAVY-POWER CAPACITOR WHICH HAS DOUBLE ELECTRIC LAYER**

(57) Abstract:

FIELD: direct current sources. SUBSTANCE:  
device has separator, electrolyte, polarized  
cathodes which base is made from carbon  
fibers which are covered with metal films  
and have perfect hexagonal shape of graphite  
crystals and structured system of inner  
pores with specific double gaps of adiabatic  
potential. Electrodes are mounted into  
external shield as integral unit. EFFECT:  
increased specific electric characteristics.  
2 tbl, 5 dwg



Фиг. 1.

RU 2 098 879 C1

RU 2 098 879 C1

Изобретение может применяться в приборостроении, энергетике, автомобилестроении, электротехнике, машиностроении в качестве источника постоянного тока многократного использования.

На сегодняшний день разработки конденсаторов на двойном электрическом слое проводятся практически во всех промышленно развитых странах мира. Передовые позиции среди них занимают Япония и США. Наиболее полно современный уровень разработок конденсаторов на двойном электрическом слое (double layer capacitor) (далее конденсатор) рассмотрен в обзоре [1]

Основные параметры конденсаторов и их основные технологические особенности приведены в табл. 1.

На основе табл.1 выберем в качестве аналогов и прототипа предлагаемого изобретения приборы поз. 3, 4, 8, 12, близкие по параметрам величины емкости и технологии изготовления, и проведем более детальное их сравнение.

Данные для детального сравнения приведены в табл.2. Из отобранных в качестве аналога изобретения конденсаторов 3, 4, 8, 12 наиболее близким является прибор 8.

Аналог 1 (прибор 8) разрабатывается Maxwell Laboratories в пределах многолетней программы, направленной на создание мощных конденсаторов на двойном слое. Эта программа находится на начальных этапах реализации.

Основной прибора являются электроды, состоящие из:

активированных углерода волокон диаметром от 8 до 10 мкм, длиной от 1 до 2 мм;

металлических волокон диаметром 2 мкм, длиной от 1 до 2 мм;

органического соединения в качестве связующего вещества.

После перемешивания составляющих электрод спекается при температуре 1000 °С, что приводит к образованию пустот в его объеме за счет выгорания связующего вещества. Это делает данный электрод близким к электродам в классических порошковых конденсаторах на двойном электрическом слое.

Основные недостатки такой структуры электрода:

случайный характер контактов "углеродное волокно металл" и их большое сопротивление, возникающее на границах между частицами;

смачивание поверхности активированных углеродных волокон при влажной обработке связующим веществом, остатки которого блокируют часть пор в объеме волокон;

неупорядоченный характер пор в объеме электрода, которые образуются за счет выгорания связующего вещества;

неупорядоченная система контактов, созданных металлической сеткой в объеме электрода.

Аналог 2 (прибор 4) представлен торговой фирмой Panasonic. При разработке электродов использован активированный уголь. Детали изготовления электрода не описывается. Использован органический электролит, что позволило поднять рабочее

напряжение конденсатора до 3 В, а удельную энергию до 2.27 В•А•час/кг и 2.94 В•А•час/л (табл.1 п.7).

Прибор изготовлен в виде цилиндра диаметром 51.2 мм, высотой 124.0 мм.

Удельный вес прибора составляет 1.3 г/см<sup>3</sup>.

Эти особенности позволяют сделать вывод, что прибор изготовлен с использованием классической спиралевидной конструкции электродов, а в качестве токовыводов использована алюминиевая (никелевая) фольга или сетка.

Прибор способен разряжаться при удельной мощности 450 В•А/кг или 580 В•А/л, что составляет один из лучших результатов для конденсаторов на двойном электрическом слое, описанных в литературных источниках.

Достоинством прибора является высокое рабочее напряжение. Анализ недостатков изготовления прибора невозможен из-за отсутствия описания изготовления его электродов и конструкции прибора. Использование органического электролита способствует возрастанию внутреннего сопротивления прибора (уменьшению мощности прибора).

Аналог 3 (прибор 3) создан Nippon Electric Corporation в 1993 году. Основой прибора являются высокопористые электроды, созданные из смеси твердого активированного угля, смешанного с порошком активированного угля и специальной фенольной резиной. Полученная смесь карбонизирована при температуре 600-1000 °С.

Удельная плотность электродов составляет 0.8-1,1 г/см<sup>3</sup>.

Емкость двойного электрического слоя 50-60 Ф/см<sup>3</sup>.

В качестве электролиза использован водный раствор серной кислоты. Коллектор выполнен из токопроводящей резины, корпус прибора изготовлен из пластмассы.

Конструктивно прибор выполнен в виде призмы размером (84•48•64) мм. Вес прибора 600 г, удельный вес 2.32 г/см<sup>3</sup>. При разряде прибор реализует мощность 1170 В•А/л или 503 В•А/кг.

Преимуществом прибора по отношению к аналогу 2 является уменьшение внутреннего сопротивления (увеличение мощности) за счет применения плоскопараллельных коллекторов, а также применения водного электролита.

К недостаткам прибора следует отнести низкую упорядоченность структуры со всеми недостатками порошковых электродов (аналог 1); высокий удельный вес электродов и прибора в целом.

Прототип (прибор 12) разработан Matsushita Electric Industrial Co, которая не менее десяти лет занимается разработкой конденсаторов на двойном электрическом слое и имеет ряд разработок электродов, защищенных патентами [4-6]

Основой конденсатора служит электрод из активированного угля, спрессованного вместе со связующим веществом на алюминиевую фольгу. Экспериментально показано, что решающими факторами для снижения внутреннего сопротивления электрода и прибора в целом является уплотнение

упаковки активированного угля (до 75% активированного угля, 25% пор) и уменьшение размеров его частиц. Связующее вещество, по мнению авторов, обеспечивает надежную адгезию активированного угля к коллектору.

Данный вывод является новым для разработок фирмы Matsushita, в которых, как правило, использованы электроды из углеродного волокна или нетканого материала. Для заполнения пространства между волокнами использовался углеродный порошок [4] электропроводная добавка [5] или смесь из активированного волокна и нетканого материала, поверх которого создавался сплошной проводящий слой [6]

В качестве электролита для конденсатора использована смесь пропиленкарбоната и тетрафторбората тетраэтиламония.

Прибор выполнен в виде цилиндра диаметром 50 мм и высотой 125 мм. Вес прибора не сообщается. Электроды с прослойкой сепаратора скручены в рулон. Прибор способен разряжаться при удельной мощности до 733 В·А/л. преимуществом прибора является высокое рабочее напряжение.

Недостатками вышеуказанных приборов являются спиралеобразность электродов (использование которых неминуемо приводит к увеличению сопротивления коллектора за счет его длины); использование порошкообразного активированного углерода (аналог 1); использование органического электролита (аналог 2).

Конденсатор на двойном электрическом слое, который используется как источник постоянного тока многоразового использования, имеет значительное преимущество перед аккумуляторами за счет возможности заряжаться и разряжаться десятки тысяч раз (большой циркулируемости) при практически одинаковых величинах токов разряда и заряда. Вместе с этим он проигрывает наиболее распространенным кислотным аккумуляторам, которые имеют удельную энергию 25-35 В·А·час/л, зарядную и разрядную мощность соответственно 20-50 и 1г 80-750 В·А/л. Исходя из данных табл. 1 эффективно использовать преимущество конденсатора в увеличении циклируемости можно только при условии увеличения его удельной мощности и удельной энергии, что составляет задачу данного изобретения.

Реализация конденсатора большой мощности на двойном электрическом слое требует выполнения по крайней мере трех условий:

наличие большой поверхности контакта материала матрицы с электролитом и их значительной поляризуемости (что обеспечивает емкость прибора);

высокой проводимости электролита;

-высокой проводимости материала электрода.

Рассмотрим, при каких обстоятельствах эти условия возможно реализовать наиболее полным образом.

Изобретение поясняется фиг. 1 5.

Условия поляризуемости следующие.

Наиболее эффективными условиями для получения высокой степени поляризации поверхности материала является наличие совершенной структуры слоистого кристалла,

что, вследствие кристаллографической симметрии, характеризуется Давидовским вырождением энергетического спектра (а). Следствием этого являются Ян-Тейлеровские дисторсии, появление которых обуславливает образование двойных ям адиабатического потенциала (фиг. 1) (б). Высота потенциального барьера А между дном потенциальных ям должна быть не менее 0.1 эВ, что дает возможность локализовать в них легкие частицы водорода или лития (в). Размещение адиабатических ям повторяет структуру поверхности кристалла и имеет упорядоченный характер. Двойные ямы не являются симметричными из-за наличия кристаллической поверхности, что приводит к их последовательному заполнению в процессе заряда конденсатора. При заполнении двойных ям легкими частицами образуется двойной электрический слой с аномально большой поляризацией, что может превышать поляризацию обыкновенного адсорбированного слоя в 50-100 раз [7]

В случае углерода, организованного в структуру графита, условия (а), (б) и (в) выполняются при наличии по крайней мере четырех упорядоченных атомарных слоев углерода. При этом потенциальные ямы расположены на этом расстоянии  $3 \frac{a}{A}$  и  $4.5-5$

$\frac{a}{A}$  от поверхности графитизированного углерода, приведенного в контакт с электролитом, что определяет минимальное расстояние, необходимое для пространственной локализации двойного электрического слоя около поверхности со структурой графита. Плотность двойных ям на такой поверхности составляет  $2 \cdot 10^5 \text{ см}^{-2}$ .

Если пространственная локализация электролита на основе воды ограничена капилляром диаметром менее  $100 \frac{a}{A}$  то это приводит к структурному упорядочению воды. При этом диполи в виде молекулы воды  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$  размещаются, как правило, противоположными полюсами друг к другу, образуя одномерные цепочки [8] В таких цепочках под действием внешнего возбуждения водород может быть оторван от кислорода и потерять электрон. Именно этот процесс электронного возбуждения передается по цепочке, и носитель заряда приобретает большую подвижность.

Время существования такого возбуждения  $10^{-10} \text{ с}$ ;

скорость распространения  $10^3 \text{ м/с}$ ;  
расстояние пространственного распространения 0,1 мкм. [9]

Это расстояние лимитирует длину пор диаметром менее  $1000 \frac{a}{A}$  способных сделать

вклад в общий ток и емкость конденсатора на двойном электрическом слое при больших токах разряда. Поток таких электронных возбуждений создает ток, роль которого тем значительнее в электролите, чем больше он структурированный. В случае ограничения электролита слоями углерода со структурой графита нефарадеевские токи играют доминирующую роль при расстоянии между соседними слоями графита менее  $100 \frac{a}{A}$  Для

неупорядоченной структуры углерода, которая характерна для активированного угля, данные условия не выполняются.

Требования по поляризации структурно-упорядоченной поверхности и вкладу нефарадеевских токов в тонких порах углеродного электрода не реализованы ни в одном из аналогов и прототипе.

Для экспериментальной реализации условий поляризации и проводимости, выбрано углеродное волокно, которое прошло этапы графитизации и активирования парами воды.

Рентгеноструктурный анализ, проведенный в ИПМ АН Украины свидетельствует о наличии в волокне гексагональной структуры углерода с областями когерентного отражения

25-30  $\frac{\circ}{\text{A}}$  Расстояние между атомными плоскостями в границах областей когерентного отражения составляет

3,7  $\frac{\circ}{\text{A}}$  Версия наличия графитовых зерен,

основные плоскости которых расположены перпендикулярно или под любым углом к оси волокна (текстура), экспериментального подтверждения не получили. Аморфная фаза в волокне отсутствует. Наблюдение поверхности и поперечного сечения волокна (фиг. 2 и 3) с помощью электронного микроскопа показали визуальную высокую однородность материала и высокую воспроизводимость процесса его формирования (фиг.4), что связано, вероятно, с фазовым переходом и отображено в строго одинаковых диаметрах образованных волокон. Плотность материала волокна составляет 0,317 г/см<sup>3</sup>. Сравнение ее с плотностью графита (2,1 г/см<sup>3</sup>) позволяет сделать вывод о том, что 85% объема волокна составляют пустоты.

Изложенные выше экспериментальные факты свидетельствуют о том, что образованные в процессе графитизации и активирования углеродные волокна имеют структуру ряда коаксиальных цилиндров, толщина стенок которых составляет

25-30  $\frac{\circ}{\text{A}}$  (7-8 слоев углерода), расстояние между которыми 150-200  $\frac{\circ}{\text{A}}$  Таким образом,

выбранные волокна образуют квазислоистую структуру, для которой справедливы особенности образования двойных электрических слоев и условий электронной проводимости электролита.

Наличие в углеродном волокне большого количества пустот способствует интенсивному проникновению раствора электролита в них. Размеры пустот порядка 150-200  $\frac{\circ}{\text{A}}$  при

наличии в них водного электролита, во-первых, обеспечивают высокую степень структуризации воды и значительную роль нефарадеевских токов. Во-вторых, не исключается возможность проводимости с помощью фарадеевских токов, что снимает ограничение на длину пустот (п.4.3). Выполнение этих условий определяет высокую степень проводимости электролита в объеме волокна.

Цилиндрическая форма волокон и их одинаковый диаметр обеспечивает присутствие, как минимум, 21,5% электролита в объеме электролита между волокнами и доступ электролита практически ко всей

поверхности волокна. Каналы, образуемые в объеме нитки между отдельными волокнами, в отличие от каналов, образованных вследствие выгорания связующего вещества, прямые и близки по размерам. Для сохранения максимального объема электролита в объеме электрода и обеспечения наилучших условий его проводимости мы предлагаем не использовать в электроде связующие вещества и проводящие порошковые добавки при его организации.

Известно, что проводимость углеродной структуры повышается с увеличением степени ее упорядочения за счет графитизации [10]

При использовании в качестве матрицы для поляризованного электрода графитизированных, структурно-совершенных углеродных волокон отсутствует проблема сопротивления на границе между частицами "углерод-углерод", характерная для всех порошковых электродов, а в том числе при использовании графитовых порошковых добавок совместно с волокнами.

Одинаковый диаметр волокон способствует равномерному распределению тока в объеме матрицы и позволяет избежать эффекта "шнурования" при протекании токов большой плотности.

Для решения проблем контакта "углерод-металл" нами предложено использовать тонкие металлические пленки, которые наносятся невлажными методами (например, вакуумным напылением) на каждое из волокон. Применение нанесения на поверхность волокна тонких металлических пленок невлажным способом позволяет:

увеличить площадь и упорядочить структуру контакта "углерод-металл"; избежать эффекта экранирования пор в углеродных волокнах, связанного с использованием связующего вещества или влажных способов формирования электрода.

Для уменьшения сопротивления коллектора в создаваемом приборе использованы плоскопараллельные короткие пластины из никелевой фольги, соотношение длины (l) к ширине (a) которых было меньше, чем 2,5 (фиг. 5).

К пластинам коллектора 1 с обеих сторон контактной сварки или сухого прессования под давлением крепятся углеродные волокна в виде ниток ткани 2. Электрод завернут в сепаратор 3, изготовленный, например, из нетканого полипропилена, и присоединен к положительному или отрицательному токовыводу конденсатора 4. Совокупность токовыводов, положительных и отрицательных электродов образует блок электродов конденсатора. В блоке электродов пластины поочередно присоединены к положительному и отрицательному токовыводу, что создает максимально возможную площадь перекрытия электродов и минимальное расстояние между ними. Это обстоятельство делает вклад сопротивления электролита в общее внутреннее сопротивление конденсатора на 1-2 порядка меньшим, чем любой другой в приборе. Блок электродов конденсатора запрессовывается во внешней экран 5, что обеспечивает его механическую прочность на протяжении выполнения операций сборки во внешний корпус и во время эксплуатации.

Корпус конденсатора 6 должен обеспечивать герметизацию блока электродов вместе с электролитом от действия внешней среды (возможна карбонизация электролита) и может выполняться из любого материала, стойкого к используемому электролиту.

Таким образом, сущность изобретения составляет следующее:

использование в качестве матрицы упорядоченной структуры совершенного слоистого квазиодномерного углерода волокна (для изготовления поляризуемости электрода);

получение поляризации за счет упорядоченной структуры двойного электрического слоя, достигаемой на структурно-совершенной кристаллической поверхности графитизированного волокна с характерными двойными ямами адиабатического потенциала;

реализация в структурированном матрицей электролите проводимости за счет электронных возбуждений (нефарадеевские токи);

использование графитизированных углеродных волокон и тонких металлических пленок, нанесенных без связующего вещества и влажных способов обработки непосредственно на их поверхность, для обеспечения проводимости матрицы;

использование коротких параллельных положительных и отрицательных пластин коллектора, запрессованных в один блок с помощью внешнего экрана.

Полученный таким образом прибор является высокопористой композицией из углеродного волокна и металлических пленок, структурно упорядоченной без использования связующего вещества, как на микро-(пустоты), так и на макроуровне (волокна), с большой площадью электрического контакта, полученного с помощью металлической пленки, нанесенной непосредственно на волокно, и использования коротких плоскопараллельных пластин коллектора.

Приведенные особенности позволяют достичь значительной проводимости углеродно-металлической матрицы, электролита и прибора в целом, что есть необходимым и достаточным условием повышения его удельной мощности.

Работа прибора.

Конденсатор может быть использован в качестве источника постоянного тока, который работает как в буферном, так и в автономном режиме включения.

При работе конденсатора в буферном режиме включения он заряжается от генератора постоянного тока или первичного источника питания малой мощности и разряжается, отдавая большую мощность (например, при запуске двигателя внутреннего сгорания). Можно использовать конденсатор в режиме заряда постоянным током переменной амплитуды (ветровой генератор, солнечная батарея), сохранения энергии на протяжении часов или десятков часов и разряде любой мощности (автономные установки энергообеспечения, электромобиль).

При использовании конденсатора в режиме автономного включения целесообразно заряжать его большим током (десятки ампер) на протяжении короткого

промежутка времени и далее при отключении от зарядного устройства обеспечивать питание автономных приборов на протяжении единиц и десятков минут.

Таким образом, достигнута удельная мощность конденсатора вместе с удельной энергией конденсатора  $2 \text{ В}\cdot\text{А}\cdot\text{час/л}$  ( $7 \text{ Дж/см}^3$ ) позволяет применять конденсатор не только в приспособлении, но и в других областях. В частности:

в автомобилестроении путем создания конденсаторов и аккумуляторно-конденсаторных систем для запуска двигателей внутреннего сгорания и систем энергообеспечения автомобилей;

в машиностроении путем создания систем для запуска и торможения электродвигателей постоянного тока;

в энергетике в качестве первичного накопителя электрической энергии на ветровых и солнечных энергетических установках.

Пример 1. Для реализации электродов использовано активированное волокно диаметром  $13,4 \text{ мкм}$ , технически реализованное в виде ткани.

Волокна с одной стороны ткани покрыты металлической пленкой (например, с помощью вакуумного напыления). В качестве коллектора использована никелевая фольга толщиной  $0,1 \text{ мм}$ , которая контактирует с обеих сторон путем механического контакта с металлизированной стороной ткани. В качестве электролита использован  $1 \text{ Моль КОН}$ . Прибор призматической формы размером ( $110 \times 20 \times 175$ ) мм состоял из  $16$  электродов, соединенных параллельно по  $8$  на каждый вывод.

Пористость рабочего объема прибора  $72\%$

Рабочее напряжение  $1,25 \text{ В}$ ;

Емкость  $1300\text{-}2600 \text{ Ф}$ ;

Удельная энергия  $0,66 \text{ В}\cdot\text{А}\cdot\text{час/кг}$ ;

Внутреннее сопротивление  $2,5\text{-}4 \text{ МОм}$  позволяет разряжать прибор с удельной мощностью до  $700 \text{ В}\cdot\text{А/л}$ , что соизмеримо с прототипом и уступает аналогу 3.

Пример 2. Реализация электрода осуществлена аналогичным образом, как в примере 1.

В качестве электролита использовано едкое кали  $\text{KOH}$  с плотностью  $1,25 \text{ г/см}^3$  с добавкой  $\text{LiOH}$ . Прибор призматической формы с размерами ( $55 \times 20 \times 115$ ) мм состоял из  $18$  элементов, которые соединены параллельно по  $9$  на каждый вывод.

Пористость рабочего объема прибора  $73\%$

Рабочее напряжение  $1,30 \text{ В}$ .

Емкость  $420\text{-}1120 \text{ Ф}$ .

Удельная энергия  $1,09 \text{ В}\cdot\text{А}\cdot\text{ч/кг}$ .

Внутреннее сопротивление прибора  $4\text{-}6 \text{ МОм}$  позволяет разряжать прибор с удельной мощностью до  $1300 \text{ В}\cdot\text{А/л}$ , что выше аналогично параметра у всех аналогов и прототипа.

#### Формула изобретения:

Конденсатор большой мощности на двойном электрическом слое, состоящий из электродов на основе активированного углерода, сепаратора и электролита, размещенных в корпусе, отличающийся тем, что в качестве основы поляризуемых электродов использованы углеродные волокна с совершенной гексагональной кристаллической структурой графита и

упорядоченной системой внутренних пор с характерными двойными ямами адиабатического потенциала, поверхность волокон непосредственно покрыта тонкими

проводящими металлическими пленками путем осаждения из газовой (паровой) фазы, а все электроды запрессованы единым блоком во внешний экран.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

-7-

RU 2098879 C1

RU 2098879 C1

Таблица 1

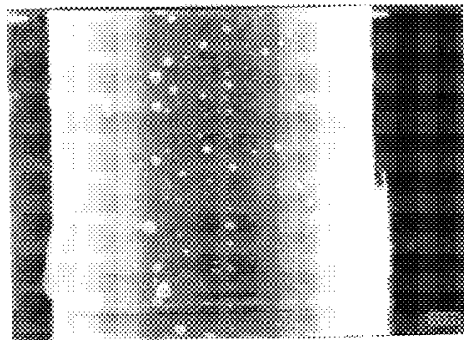
Название Фирма	Конструкция			Основные характеристики			Источник
	Конструкция	Материал электродов	Электролит	Емкость Ф	Напряж. В	В*А* час/л	
NEC* Суперкар 1 FY	призматич.	углерод	серная кислота	2,2	5,0	0,55	[1]
2 FE	призматич.	углерод	серная кислота	1,5	5,0	0,18	[1]
3 NEC' prog	призматич.	углерод	серная кислота	150,0	5,5	2,00	[2]
4 Panasonic	спираль единичная ячейка	углерод	органика	600,0	3,0	2,94	[1]
5 Evans	призматич.	углерод	серная кислота	0,5	11,0	0,50	[1]
6 Seico Instryment		полимер	органика	2,5	5	4,90	[1]
7 Pinnacie Research Institute	биполярный	смесь окислов Ru, Ta	серная кислота	0,01	100,0	14,00	[1]
8 Maxwell Luburn	биполярный	углеродно- металлич. конструкц.	КОН		1,2	1,97	[1] на стадии разраб.
9 DOE ** laboratore	биполярный	аэрогелан углерод	КОН	24,0	1,0	8,0- 20,0	[1] стадия разраб.
10 Giner Ins.	биполярный	углерод окись Ru	твердый полимер	4,0	5,0	2,00	[1]
11 Gold *** Capasi tor Al-t-	спираль	углерод	органика	1,5- 10,0	2,5	1,73	[3]
12 Power *** Capasi tor	спираль	углерод	органика	100- 470	2,3	1,40	[3]
13 Пример 2 предлагаем. разработка	призматич.	углеродно- металлич. конструкц.	КОН	420- 1120	1,3	2,07	предла- гаемое изобрет.
14 Пример 1 пропонувана разработка	призматич.	углеродно- металлич. конструкц.	КОН	1300- 2600	1,25	1,25	предла- гаемое изобрет.

Примечание: \* - Nippon Electric Corporation;  
\*\* - Livermore National Laboratory;  
\*\*\* - Matsushita Electric Industrial.

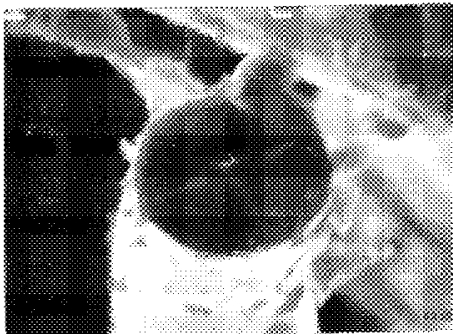
Таблица 2

Название прибора	V, см <sup>3</sup>	m, кг	Основные характеристики					ВА/кг	ВА/л
			Ф	В	ВА час/кг	ВА час/л	m/V, кг/л		
3	258	0,60	150	5,50	0,86	2,0	2,32	503	1170
4	255	0,33	600	3,00	2,27	2,94	1,29	450	580
8	-	-	-	1,20	1,00	1,97	-	-	-
12	247	-	470	2,30	-	1,40	-	-	733
Пример 1	337	0,64	2600	1,25	0,66	1,25	1,85	368	700
Пример 2	126	0,24	1120	1,30	1,09	2,07	1,90	702	1335

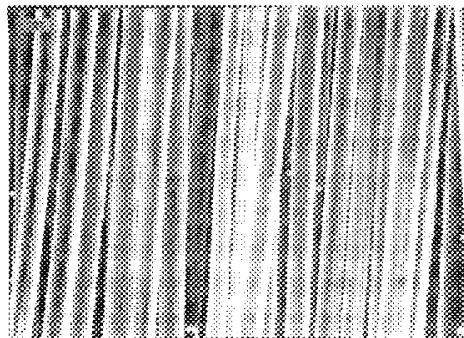




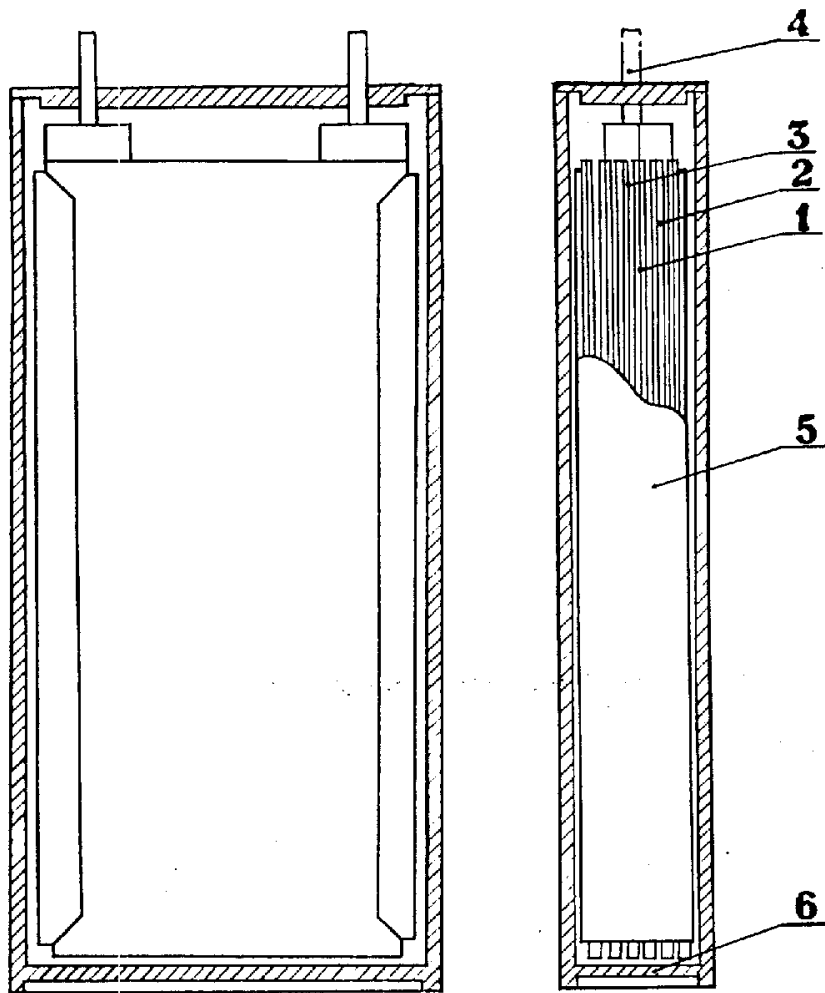
фиг.2



фиг.3



фиг.4



Фиг. 5.