

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ С
ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности
Международное бюро



(10) Номер международной публикации
WO 2012/156809 A1

(43) Дата международной публикации
22 ноября 2012 (22.11.2012)

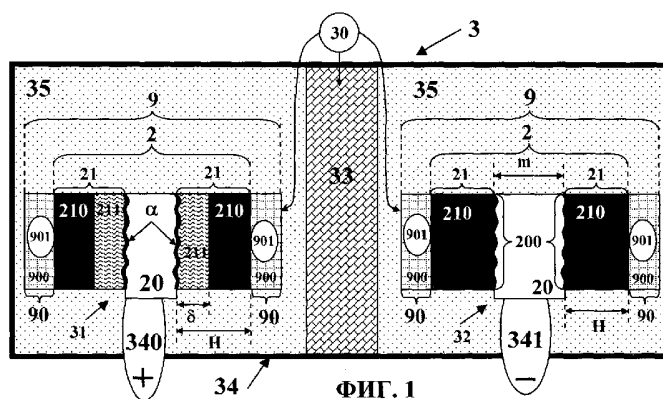
WIPO | РСТ

- (51) Международная патентная классификация:
H01G 9/058 (2006.01) *H01G 9/008* (2006.01)
- (21) Номер международной заявки: РСТ/IB2012/000969
- (22) Дата международной подачи:
17 мая 2012 (17.05.2012)
- (25) Язык подачи: Русский
- (26) Язык публикации: Русский
- (30) Данные о приоритете:
11166818 19 мая 2011 (19.05.2011) EP
- (71) Заявитель (для всех указанных государств, кроме US):
ЮНАСКО ЛИМИТЕД (YUNASKO LIMITED)
[GB/GB]; Риджен Стрит, 324-326, сьют 404, Лондон,
W1B 3NH, London (GB).
- (72) Изобретатели; и
- (75) Изобретатели/Заявители (только для US):
МАЛЕТИН, Юрий (MALETIN, Yuriy) [UA/UA]; ул.
Билычанская, дом 5, кв. 54, Киев, 03115, Kiev (UA).
**ПОДМОГИЛЬНЫЙ, Сергей (PODMOGILNYI, Ser-
gii)** [UA/UA]; проспект Свободы, дом 2, кв. 3, Киев,
04108, Kiev (UA). **ЗЕЛИНСКИЙ, Юрий (ZELIN-
SKYI, Iurii)** [UA/UA]; ул. Предславинская, дом 49, кв.
4, Киев, 04108, Kiev (UA).
- (74) Агент: ДЕЛЯМАР, Рауль (DELAMARE, Raoul); 34
ул. де Лиеж, Париж, 75008, Paris (FR).
- (81) Указанные государства (если не указано иначе, для
каждого вида национальной охраны): AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Указанные государства (если не указано иначе, для
каждого вида региональной охраны): ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), европейский патент (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[продолжение на следующей странице]

(54) Title: CURRENT COLLECTOR AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) Название изобретения : КОЛЛЕКТОР ТОКА И СПОСОБ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ



(57) Abstract: The invention relates to a method for manufacturing a current collector (2) for a supercapacitor (3), said method comprising a phase for processing the surface of an aluminium foil (20), which phase consists in that: the aluminium foil (20) is placed in a vacuum chamber (4); a native oxide film is removed; and a current-conducting coating (21) is applied to the aluminium foil (20), said current-conducting coating comprising an outer layer (210) consisting of carbon. According to the invention, the step of applying the current-conducting coating (21) comprises a stage of sputtering a powder mix of carbon and aluminium onto the aluminium foil (20). The invention also relates to a current collector (2) manufactured using the above manufacturing method (1).

(57) Реферат: Изобретение

[продолжение на следующей странице]



WO 2012/156809 A1



Декларации в соответствии с правилом 4.17:

Опубликована:

- касающаяся права заявителя подавать заявку на патент и получить его (правило 4.17 (ii))
 - об авторстве изобретения (правило 4.17 (iv))
- с отчётом о международном поиске (статья 21.3)

относится к способу изготовления коллектора тока (2) для суперконденсатора (3), содержащему фазу обработки поверхности алюминиевой фольги (20), состоящую в том, чтобы: - поместить алюминиевую фольгу (20) в вакуумную камеру (4), - удалить нативную оксидную пленку, - нанести на алюминиевую фольгу (20) токопроводящее покрытие (21), которое содержит внешний слой (210), состоящий из углерода. Согласно изобретению этап нанесения токопроводящего покрытия (21) содержит стадию распыления порошковой смеси углерода и алюминия на алюминиевую фольгу (20) Изобретение также относится к коллектору тока (2), изготовленному с помощью указанного способа изготовления (1).

Коллектор тока и способ его изготовления

Настоящее изобретение относится по большей части к области электротехники и, в частности, к коллектору тока из алюминиевой фольги и способу его изготовления. Такой коллектор тока используется при производстве электродов для конденсатора двойного электрического слоя, обыкновенно называемого суперконденсатором или ультраконденсатором, удельная электрическая емкость которого может достигать 10^7 Фарад/м³. Благодаря такой высокой электрической емкости и пропорциональной ей удельной энергии, суперконденсаторы используются, в основном, как импульсные источники питания - либо независимые (когда достаточно однократного импульса энергии), либо в комбинации с традиционными аккумуляторами для сглаживания пиковых нагрузок на аккумуляторной батарее.

В частности, согласно первой из своих сторон, изобретение касается способа изготовления коллектора тока из алюминиевой фольги, предназначенного для конденсатора двойного электрического слоя. Такой способ изготовления содержит фазу обработки, по меньшей мере, предварительно выбранной части поверхности алюминиевой фольги. Эта фаза обработки содержит следующие этапы, состоящие в том, чтобы:

- поместить алюминиевую фольгу в вакуумную камеру,
- нанести методом вакуумного напыления на выбранную часть поверхности алюминиевой фольги токопроводящее покрытие.

Такой способ изготовления коллектора тока из алюминиевой фольги для суперконденсатора известен из международной патентной заявки WO 00/19465. Согласно этому документу, токопроводящий слой, напыленный в вакууме на поверхность коллектора тока, состоит из нитридов, карбидов или боридов ряда металлов. Эти соединения прочно прилипают к нативной оксидной пленке, присутствующей на поверхности алюминиевой фольги, и обладают высокой

электропроводностью. Такое решение позволяет минимизировать контактное сопротивление между материалом электрода и металлическим коллектором тока. Это способствует уменьшению внутреннего сопротивления суперконденсатора согласно WO 00/19465 и, следовательно, повышению удельной мощности его импульсов, отдаваемых на полезную нагрузку. Однако металлический токопроводящий слой согласно WO 00/19465 корродирует в жидком электролите, которым заполнен суперконденсатор. Особенно быстро коррозия металлического токопроводящего слоя происходит на электроде, который является анодом суперконденсатора. В результате металлический токопроводящий слой практически полностью растворяется в жидком электролите в процессе эксплуатации суперконденсатора, что неприемлемо.

Патентная заявка Соединённых Штатов Америки US 2004/0264110A1 описывает способ изготовления, соответствующий приведенному выше описанию, фаза обработки которого содержит этап, состоящий в том, чтобы удалить с выбранной части поверхности алюминиевой фольги нативную оксидную пленку. В этих условиях выбранная часть поверхности алюминиевой фольги полностью покрыта непрерывным токопроводящим покрытием. Кроме того, токопроводящее покрытие содержит по меньшей мере внешний слой, состоящий исключительно из углерода.

Таким образом, в известном способе изготовления согласно US 2004/0264110A1, нативная оксидная пленка на поверхности алюминиевой фольги замещается непрерывным (т.е. без разрывов) токопроводящим покрытием из углерода, который химически и электрохимически стоек к воздействию окислителей (в частности, жидкого электролита суперконденсатора, или кислорода из воздуха). Созданный таким образом сплошной барьер блокирует доступ окислителя к коллектору тока из алюминиевой фольги, что предотвращает коррозию коллектора тока, в том числе на электроде,

который является анодом суперконденсатора. Это позволяет увеличить срок эксплуатации суперконденсатора. Кроме того, изготовленный согласно 2004/0264110A1 коллектор тока не корродирует на открытом воздухе, что облегчает его хранение, транспортировку и, более того, 5 делает возможным сборку электрода в среде (например, воздушной), содержащей окислитель в газообразной (или жидкой) фазе. Наконец, наличие сплошного токопроводящего покрытия из углерода позволяет сохранить контактное сопротивление между материалом электрода и металлическим коллектором тока столь же близким к нулю, как в 10 известном суперконденсаторе согласно WO 00/19465. Однако, по сравнению с технологией по WO 00/19465, безотказность способа изготовления коллектора тока согласно US 2004/0264110A1 лучше, т.к. не требует сложного в технологическом плане получения 15 predetermined стехиометрических составов нитридов, карбидов или боридов металлов при их вакуумном напылении, имея в виду, что любое отклонение от predetermined стехиометрии приводит к существенному повышению контактного сопротивления коллектора тока согласно WO 00/19465.

Несмотря на все упомянутые выше преимущества, способ 20 изготовления коллектора тока согласно US 2004/0264110A1 не может гарантировать надежного закрепления токопроводящего покрытия к алюминиевой фольге: отсутствие связей химической природы между углеродом и алюминием делает проблематичным прилипание токопроводящего покрытия к алюминиевой фольги. В результате 25 токопроводящее покрытие легко осыпается с алюминиевой фольги, что неприемлемо.

Опирающееся на это оригинальное наблюдение настоящее изобретение главным образом имеет целью предложить способ 30 изготовления коллектора тока из алюминиевой фольги, позволяющий, по меньшей мере, сгладить, как минимум один из указанных выше недостатков. Этот способ изготовления коллектора тока содержит фазу

обработки, по меньшей мере, предварительно выбранной части поверхности алюминиевой фольги. В этих условиях фаза обработки, включает следующие этапы, состоящие в том, чтобы:

- поместить алюминиевую фольгу в вакуумную камеру,
- 5 – удалить с выбранной части поверхности алюминиевой фольги нативную оксидную пленку,
- нанести методом вакуумного напыления на выбранную часть поверхности алюминиевой фольги непрерывное токопроводящее покрытие, полностью покрывающее эту выбранную часть и
- 10 – содержащее, по меньшей мере, один внешний слой, состоящий исключительно из углерода.

Для достижения упомянутой выше цели, этот способ изготовления характеризуется по существу тем, что этап нанесения токопроводящего покрытия содержит предварительного стадию

15 распыления порошковой смеси углерода и алюминия на выбранную часть поверхности алюминиевой фольги.

Благодаря такому функционированию способа изготовления согласно изобретению, этап нанесения методом вакуумного напыления токопроводящего покрытия происходит следующим образом. Сначала

20 (во время предварительной стадии) распыляют порошковую смесь углерода и алюминия. В результате этого на выбранной части поверхности алюминиевой фольги создаётся, по меньшей мере, один внутренний слой токопроводящего покрытия, содержащий механическую смесь углерода и алюминия. Сразу по окончании этой

25 предварительной стадии, распыляют порошок углерода (например, порошок графита) для создания на выбранной части поверхности алюминиевой фольги, поверх упомянутого выше внутреннего слоя токопроводящего покрытия, по меньшей мере, одного внешнего слоя токопроводящего покрытия, состоящего исключительно из углерода.

В этих условиях внутренний (промежуточный) слой токопроводящего покрытия, расположенный между внешним слоем токопроводящего покрытия и алюминиевой фольгой, играет роль грунтовки, внутри которой углерод и алюминий механически
5 перемешаны, и которая улучшает адгезию внешнего слоя (состоящего исключительно из углерода) токопроводящего покрытия к алюминиевой фольге. Это способствует дополнительному снижению контактного сопротивления коллектора тока, изготовленного с помощью способа изготовления согласно изобретению.

10 Преимущественно выбранная часть поверхности алюминиевой фольги содержит, по меньшей мере, первую особую зону. В этих условиях, во время предварительной стадии, распыление порошковой смеси углерода и алюминия происходит, по меньшей мере, на эту первую особую зону выбранной части поверхности алюминиевой
15 фольги.

Благодаря такому функционированию, возможно селективно уменьшить площадь распыления порошковой смеси углерода и алюминия (до площади первой особой зоны) и, следовательно, минимизировать время предварительной стадии. Это способствует
20 ускорению изготовления коллектора тока.

Алюминий имеет плотность 2700 кг/м^3 и является самым тяжелым компонентом токопроводящего покрытия. Селективное уменьшение площади распыления порошковой смеси углерода и алюминия (до площади первой особой зоны) уменьшает вес
25 токопроводящего покрытия, что в свою очередь уменьшает вес коллектора тока, расширяя таким образом его функциональные возможности.

Преимущественно выбранная часть поверхности алюминиевой фольги также содержит, по меньшей мере, вторую особую зону
30 отличную от первой особой зоны. В этих условиях, во время

предварительной стадии, распыление порошковой смеси углерода и алюминия происходит также на эту вторую особую зону выбранной части поверхности алюминиевой фольги. По меньшей мере, первая и вторая длительности распыления порошковой смеси углерода и алюминия соответственно на первую и на вторую особые зоны 5 выбираются согласно, по меньшей мере, первому predetermined правилу.

Благодаря такому функционированию, возможно лимитировать площадь распыления порошковой смеси углерода и алюминия до 10 площадей соответственно первой и второй особых зоны. Благодаря селективно выбранным (согласно, по меньшей мере, первому predetermined правилу) первой и второй длительностям распыления порошковой смеси углерода и алюминия (при прочих равных условиях), толщины внутреннего (промежуточного) слоя 15 токопроводящего покрытия на соответственно первой и второй особых зонах отличаются друг от друга. Это способствует, с одной стороны, лучшему закреплению внешнего слоя (состоящего исключительно из углерода) токопроводящего покрытия к алюминиевой фольге, и, с 20 другой стороны, уменьшает вес коллектора тока, расширяя таким образом его функциональные возможности.

Преимущественно этап удаления нативной оксидной пленки производится в атмосфере инертного газа с помощью ионной пушки или генератора высокочастотной плазмы.

25 Применение ионной пушки или генератора высокочастотной плазмы позволяет:

- удалить нативную оксидную пленку и возможные загрязнения с поверхности алюминиевой фольги, и
- увеличить первичную шероховатость этой поверхности.

Это способствует улучшению адгезии сплошного токопроводящего 30 покрытия при его напылении на поверхность алюминиевой фольги.

Преимущественно этап нанесения непрерывного токопроводящего покрытия производится с помощью, по меньшей мере, одного из следующих методов: (а) магнетронный метод; (б) электроннолучевой метод; (в) электродуговой метод; (г) ионно-плазменный метод.

Благодаря этой характеристике, возможно формировать непрерывное токопроводящее покрытие при скорости обработки выбранной части поверхности флюминиевой фольги, достигающей 0,3 м²/с. В результате способ изготовления согласно изобретению обеспечивает высокую производительность.

Преимущественно перед фазой обработки способ изготовления согласно изобретению содержит этап, состоящий в том, чтобы придать дополнительную шероховатость выбранной части поверхности алюминиевой фольги с помощью механических или химических методов.

Наличие дополнительной шероховатости (вдобавок к упомянутой выше первичной шероховатости) поверхности алюминиевой фольги позволяет ещё больше улучшить адгезию напыляемого на неё впоследствии сплошного токопроводящего покрытия.

Преимущественно алюминиевая фольга являет лицевую сторону и противоположную ей оборотную сторону. В этих условиях выбранная часть поверхности занимает до 99% от, по меньшей мере, лицевой стороны алюминиевой фольги.

Это позволяет упростить манипуляции с алюминиевой фольгой в вакуумной камере во время фазы обработки и, как следствие, ускорить изготовление коллектора тока.

Согласно второй из своих сторон, изобретение касается коллектора тока из алюминиевой фольги, который может быть изготовлен, например, с помощью описанного выше способа изготовления. Этот коллектор тока предназначен для конденсатора

двойного электрического слоя и содержит непрерывное токопроводящее покрытие. Последнее нанесено методом вакуумного напыления на, по меньшей мере, выбранную часть поверхности алюминиевой фольги, нативная оксидная пленка которой удалена в вакуумной камере. Токопроводящее покрытие полностью покрывает выбранную часть и содержит, по меньшей мере, один внешний слой, состоящий исключительно из углерода. Согласно изобретению, токопроводящее покрытие содержит, по меньшей мере, внутренний слой, расположенный между внешним слоем и алюминиевой фольгой. Этот внутренний слой состоит из смеси углерода и алюминия.

Преимущественно алюминиевая фольга являет первую толщину, равную по меньшей мере $1,5 \cdot 10^{-5}$ м. В этих условиях непрерывное токопроводящее покрытие являет вторую толщину, содержащуюся в интервале от $5 \cdot 10^{-8}$ м до $5 \cdot 10^{-7}$ м.

Малые значения первой и второй толщины позволяют экономить алюминий и углерод, что особенно важно при массовом производстве коллекторов тока. Кроме того, это обеспечивает малый вес и объем коллектора тока, что особенно важно, например, при его использовании на транспортных средствах, на летательных аппаратах и в бытовых приборах. Наконец, эти характеристики позволяют получить такое соотношение первой и второй толщин друг к другу, при котором коллектор тока имеет квазидвухмерную форму (в форме листа), изгиб которой возможен без растрескивания (на месте изгиба) непрерывного токопроводящего покрытия.

Преимущественно внутренний слой являет третью толщину такую, что отношение между третьей толщиной внутреннего слоя и второй толщиной непрерывного токопроводящего покрытия содержится в интервале от 0,05 до 0,95.

Благодаря этой выгодной характеристике, возможно селективно подобрать третью толщину внутреннего слоя для данной второй

толщины непрерывного токопроводящего покрытия: увеличение третьей
толщины внутреннего слоя означает повышение содержания алюминия
в токопроводящем покрытии и, следовательно, совокупный вес
коллектора тока тоже увеличивается. С другой стороны, уменьшение
5 (при прочих равных условиях) третьей толщины внутреннего слоя ведет
к снижению содержания алюминия в токопроводящем покрытии и,
следовательно, совокупный вес коллектора тока уменьшается. Это
расширяет функциональные возможности коллектора тока согласно
изобретению.

10 Преимущественно выбранная часть поверхности алюминиевой
фольги содержит, по меньшей мере, первую особую зону. В этих
условиях внутренний слой покрывает, по меньшей мере, первую особую
зону выбранной части поверхности алюминиевой фольги.

15 Преимущественно выбранная часть поверхности алюминиевой
фольги также содержит, по меньшей мере, вторую особую зону
отличную от первой особой зоны. Внутренний слой также покрывает эту
вторую особую зону выбранной части поверхности алюминиевой
фольги. В этих условиях третья толщина внутреннего слоя,
покрывающего первую особую зону отличается от третьей толщины
20 внутреннего слоя, покрывающего вторую особую зону.

Согласно третьей из своих сторон, изобретение касается
способа производства электрода, предназначенного для конденсатора
двойного электрического слоя. Этот способ производства содержит
следующие этапы, состоящие в том, чтобы:

- 25 – получить многослойную подложку путем нанесения нанопористого
угольного материала и связующего вещества на непрерывное
токопроводящее покрытие коллектора тока согласно изобретению с
помощью одного из следующих методов: (а) метод вальцевания; (б)
метод прессования; (в) метод обмазки,
- 30 – высушить полученную многослойную подложку,

- вырезать из высушенной многослойной подложки электрод predetermined размера.

Это позволяет получать электроды любого predetermined размера и/или профиля.

- 5 Преимущественно, способ производства электрода содержит этап, состоящий в том, чтобы нанести диэлектрическую защитную оболочку на, по меньшей мере, обратную сторону поверхности алюминиевой фольги.

Это позволяет улучшить стойкость электрода к коррозии.

- 10 Диэлектрическая защитная оболочка преимущественно содержит смесь связующего вещества и химически нейтрального полимера-диэлектрика. При этом диэлектрическая защитная оболочка преимущественно нанесена с помощью метода обмазки.

Это способствует ускорению производства электрода.

- 15 Согласно четвертой из своих сторон, изобретение касается электрода, произведенного, например, с помощью упомянутого выше способа производства. Этот электрод предназначен для конденсатора двойного электрического слоя. Электрод вырезан из высушенной многослойной подложки, содержащей нанопористый угольный материал и связующее вещество, нанесенные с помощью одного из следующих
20 методов: (а) метод вальцевания; (б) метод прессования; (в) метод обмазки, на непрерывное токопроводящее покрытие коллектора тока согласно изобретению. В этих условиях нанопористый угольный материал содержит углерод с удельной поверхностью, развитой до
25 $3 \cdot 10^6$ м²/кг.

Наличие у углерода столь развитой удельной поверхности способствует обеспечению достаточной (для последующего использования в суперконденсаторе) электрической ёмкости электрода.

Согласно пятой из своих сторон, изобретение касается способа сборки конденсатора двойного электрического слоя содержащего следующие этапы, состоящие в том, чтобы:

- 5 – сформировать пакет, содержащий анод, катод и расположенный между ними изолирующий пористый сепаратор, при этом, по меньшей мере, один среди анода и катода содержит электрод согласно изобретению,
- 10 – поместить пакет внутрь коробки, содержащей положительный и отрицательный контактные выходы, по меньшей мере, частично выступающие наружу коробки,
- соединить анод и катод с положительным и отрицательным контактными выходами соответственно,
- пропитать пакет органическим электролитом,
- герметизировать коробку.

15 Это позволяет получить суперконденсатор, удельная электрическая ёмкость которого может достигать 10^7 Фарад/м³.

Преимущественно коробка являет внутреннюю сторону, выполненную из электроизолирующего материала. В этих условиях способ сборки содержит этап, состоящий в том, чтобы прикрепить 20 электрод согласно изобретению к внутренней стороне коробки.

Это позволяет надежно закрепить электрод внутри коробки и, таким образом, повысить защиту суперконденсатора от вибраций, что особенно важно при его использовании на транспортных средствах и, в частности, на летательных аппаратах.

25 Согласно шестой из своих сторон, изобретение касается конденсатора двойного электрического слоя (собранного, например, с помощью описанного выше способа сборки), содержащего:

- герметичную коробку, содержащую положительный и отрицательный контактные выходы, по меньшей мере, частично выступающие наружу коробки,
 - пакет, пропитанный органическим электролитом и расположенный внутри герметичной коробки, пакет содержащий:
 - анод, соединённый с положительным контактным выходом,
 - катод, соединённый с отрицательным контактным выходом,
 - изолирующий пористый сепаратор, расположенный между анодом и катодом,
- 10 по меньшей мере, один среди анода и катода содержит электрод согласно изобретению.

В качестве органического электролита используется раствор соли в растворителе. В этих условиях соль содержит тетрафтороборат тетракис(диалкиламино)фосфония или тетраалкиламмония, или их смеси. В свою очередь, растворитель содержит полярный апротонный растворитель или смесь растворителей выбранных из ряда: (а) ацетонитрил; (б) γ -бутиролактон; (в) пропиленкарбонат; (г) этиленкарбонат; (д) этилметилкарбонат; (е) диэтилкарбонат; (ж) диметилкарбонат; (з) диметоксиэтан; (и) тетрагидрофуран.

20 Наличие этого органического электролита в суперконденсаторе способствует повышению его рабочего напряжения, по меньшей мере, до 2,3 Вольт, а также числа его циклов «зарядка-разрядка», по меньшей мере, до 10^5 циклов при комнатной (около 20°C) температуре.

Помимо упомянутых выше солей, соль также может содержать по меньшей мере одну из следующих солей: (а) тетрафтороборат этилтриметиламмония; (б) гексафторофосфат этилтриметиламмония; (в) гексафторофосфат тетракис(диметиламино)фосфония. Помимо упомянутых выше растворителей, растворитель также может содержать пропионитрил.

Основным преимуществом таких солей, как (а) тетрафтороборат этилтриметиламмония; (б) гексафторофосфат этилтриметиламмония; (в) гексафторофосфат тетракис(диметиламино)фосфония; (г) тетрафторобората тетракис(диалкиламино)фосфония, является их
5 повышенная (например, по сравнению с тетрафтороборатом тетраэтиламмония в пропиленкарбонате) растворимость при низких (наблюдаемых в зимний период) температурах. Это расширяет функциональные возможности конденсаторов двойного электрического
10 соли, делая возможным использование таких конденсаторов в зимний период, что особенно важно для гибридных транспортных средств.

Имея ввиду их повышенную растворимость при низких температурах, тетрафтороборат этилтриметиламмония, гексафторофосфат этилтриметиламмония, гексафторофосфат
15 тетракис(диметиламино)фосфония, тетрафторобората тетракис(диалкиламино)фосфония могут заменять друг друга. Это особенно важно для бесперебойного снабжения массового производства: например, в случае проблем с поставкой тетрафтороборат этилтриметиламмония вместо него можно
20 использовать гексафторофосфат этилтриметиламмония, и/или тетрафтороборат тетракис(диметиламино)фосфония, и/или гексафторофосфат тетракис(диметиламино)фосфония, и наоборот. Таким образом, способ изготовления согласно изобретению достаточно гибок и адаптирован к использованию не только в масштабе
25 исследовательской лаборатории, но и в масштабе завода.

Каждый из упомянутых выше растворителей ((а) ацетонитрил; (б) γ -бутиролактон; (в) пропиленкарбонат; (г) этиленкарбонат; (д) этилметилкарбонат; (е) диэтилкарбонат; (ж) диметилкарбонат; (з) диметоксиэтан; (и) тетрагидрофуран; (к) пропионитрил) также имеет
30 специфические, свойственные только ему одному, преимущества.

В частности, электролиты на базе ацетонитрила имеют самую высокую электропроводность среди жидких органических электролитов. Это достигается из-за сочетания низкой вязкости и относительно высокой диэлектрической проницаемости ацетонитрила по сравнению с соответствующими параметрами других жидких органических растворителей. Кроме того, электролиты на базе ацетонитрила имеют широкий диапазон рабочих температур, высокую химическую и электрохимическую стабильность по сравнению с соответствующими параметрами других жидких органических электролитов: это расширяет функциональные возможности конденсаторов двойного электрического слоя, в которых в качестве растворителя используется ацетонитрил (например, они могут быть эффективно использованы, как в летний, так и в зимний период, что особенно важно для гибридных транспортных средств). Наконец, ацетонитрил легко доступен, что особенно важно для бесперебойного снабжения массового производства. Таким образом, способ изготовления согласно изобретению адаптирован к использованию не только в масштабе исследовательской лаборатории, но и в масштабе завода.

По сравнению с ацетонитрилом, пропионитрил имеет (помимо приемлемых свойств электропроводности) еще больший диапазон рабочих температур: это расширяет функциональные возможности конденсаторов двойного электрического слоя, содержащих пропионитрил, делая возможным их использование в экстремальных температурных условиях, например, на крайнем Севере, в пустыне.

Помимо приемлемых свойств электропроводности в достаточном для массового использования диапазоне температур, основным преимуществом пропиленкарбоната и этиленкарбоната являются их экологические параметры: они не токсичны. Это повышает безопасность операторов при изготовлении конденсаторов двойного электрического слоя, делает массовое производство конденсаторов

двойного электрического слоя менее вредным с экологической точки зрения и упрощает их эксплуатацию и утилизацию.

Следующие растворители: γ -бутиролактон; диэтилкарбонат; диметилкарбонат; диметоксиэтан; тетрагидрофуран; позволяют
5 получать электролиты с высокой электрохимической стабильностью, хорошо работают при низких температурах и легко доступны, что особенно важно для бесперебойного снабжения массового производства. Таким образом, способ изготовления согласно изобретению адаптирован к использованию не только в масштабе
10 исследовательской лаборатории, но и в масштабе завода.

Другие отличительные признаки и преимущества изобретения ясно вытекают из описания, приведенного ниже для иллюстрации и не являющегося ограничительным, со ссылками на прилагаемые рисунки, на которых:

- 15 – фигура 1 схематично изображает первый вариант (упрощенный вид сбоку в разрезе) конденсатора двойного электрического слоя, анод которого содержит коллектор тока согласно изобретению,
- фигура 2 схематично изображает последовательность этапов, соответствующих способу сборки первого варианта конденсатора
20 двойного электрического слоя на фигуре 1,
- фигура 3 схематично изображает второй вариант (упрощенный вид сбоку в разрезе) конденсатора двойного электрического слоя, анод которого содержит коллектор тока согласно изобретению,
- фигура 4 схематично изображает последовательность этапов,
25 соответствующих способу сборки второго варианта конденсатора двойного электрического слоя на фигуре 3,
- фигура 5 схематично изображает третий вариант (упрощенный вид сбоку в разрезе) конденсатора двойного электрического слоя, анод которого содержит коллектор тока согласно изобретению,

- фигура 6 схематично изображает последовательность этапов, соответствующих способу сборки третьего варианта конденсатора двойного электрического слоя на фигуре 5,
- фигура 7 изображает изменение элементного состава (то есть содержание в атомных процентах углерода С, кислорода О, азота N и алюминия Al) непрерывного токопроводящего покрытия (совокупная толщина внешнего и внутреннего слоёв которого составляет первоначально, то есть до травления, 80 нм) первого образца коллектора тока из алюминиевой фольги согласно изобретению от толщины (от времени травления) этого непрерывного токопроводящего покрытия; результаты получены при травлении «слой за слоем» этого первого образца непрерывного токопроводящего покрытия (от первоначальной толщины 80 нм непрерывного токопроводящего покрытия вплоть до полного стравливания непрерывного токопроводящего покрытия до его конечной толщины 0 нм, то есть вплоть до достижения алюминиевой фольги), с помощью элементного анализа каждого слоя (непосредственно перед его удалением с помощью травления) с помощью оже-спектроскопии (по-английски, «*auger spectroscopy*») микрозондом, называемом, по-английски, «*JAMP-9500F Field Emission Auger Microprobe*» (<http://www.jeol.com/products/electronoptics/surfaceanalysis/jamp9500f/tabid/135/default.aspx>), компании Жеол (по-английски, «*Jeol*»), www.jeol.com,
- фигура 8 изображает изменение элементного состава (то есть содержание в атомных процентах углерода С, кислорода О, азота N и алюминия Al) непрерывного токопроводящего покрытия (совокупная толщина внешнего и внутреннего слоёв которого составляет первоначально, то есть до травления, 220 нм) второго образца коллектора тока из алюминиевой фольги согласно изобретению от толщины (от времени травления) этого

- непрерывного токопроводящего покрытия; результаты получены при травлении «слой за слоем» этого второго образца непрерывного токопроводящего покрытия (от первоначальной толщины 220 нм непрерывного токопроводящего покрытия вплоть до полного стравливания непрерывного токопроводящего покрытия до его конечной толщины 0 нм, то есть вплоть до достижения алюминиевой фольги), с помощью элементного анализа каждого слоя (непосредственно перед его удалением с помощью травления) с помощью оже-спектроскопии (по-английски, «*auger spectroscopy*») микрозондом, называемом, по-английски, «*JAMP-9500F Field Emission Auger Microprobe*» (<http://www.jeol.com/products/electronoptics/surfaceanalysis/jamp9500f/tabid/135/default.aspx>), компании Жеол (по-английски, «*Jeol*»), www.jeol.com,
- 15 – фигура 9 схематично изображает (упрощенный вид сбоку в разрезе) пример коллектора тока из алюминиевой фольги согласно изобретению,
- фигура 10 схематично изображает на виде сверху алюминиевую фольгу (до нанесения на неё непрерывного токопроводящего покрытия), выбранная часть поверхности которой содержит четыре
20 особых зоны, отличных друг от друга.

Как сообщено ранее и проиллюстрировано на фигурах с 1 по 10, изобретение относится:

- согласно первой из своих сторон, к способу изготовления 1
25 коллектора тока 2 из алюминиевой фольги 20,
- согласно второй из своих сторон, к собственно коллектору тока 2, преимущественно полученному с помощью способа изготовления 1,
- согласно третьей из своих сторон, к способу производства 8 электрода 9, содержащего упомянутый коллектор тока 2,

- согласно четвертой из своих сторон, к собственно электроду 9, преимущественно полученному с помощью способа производства 8,
- согласно пятой из своих сторон, к способу сборки 300 конденсатора 3 двойного электрического слоя (обыкновенно называемого суперконденсатором или ультраконденсатором, чья удельная емкость может достигать 10^7 Фарад/м³), содержащего упомянутый электрод 9,
- согласно шестой из своих сторон, к собственно конденсатору 3 двойного электрического слоя, преимущественно полученному с помощью способа сборки 300.

Как изображено на фигурах 2, 4, 6, способ изготовления 1 коллектора тока 2 (предназначенного, как упомянуто выше, для конденсатора 3 двойного электрического слоя) содержит фазу обработки 10 по крайней мере предварительно выбранной части 200 поверхности алюминиевой фольги 20. Эта фаза обработки 10 адаптирована для уменьшения влияния нативной оксидной пленки алюминиевой фольги 20 на внутреннее сопротивление конденсатора 3 двойного электрического слоя.

Фаза обработки 10 включает этап, состоящий в том, чтобы поместить 100 алюминиевую фольгу 20 в вакуумную камеру 4. Для этого бухта алюминиевой фольги 20 устанавливается в лентопротяжный механизм (не показан), который обеспечивает её плавную перематку с заданной линейной скоростью. Далее лентопротяжный механизм с бухтой алюминиевой фольги 20 помещается в вакуумную камеру 4, после чего последняя вакуумируется.

Фаза обработки 10 включает также этап, состоящий в том, чтобы нанести 101 методом вакуумного напыления на выбранную часть 200 поверхности алюминиевой фольги 20 токопроводящее покрытие 21.

Кроме того, фаза обработки 10 содержит этап, состоящий в том, чтобы удалить 1000 с выбранной части 200 поверхности алюминиевой

фольги 20 нативную оксидную пленку. Затем выбранная часть 200 поверхности алюминиевой фольги 20 полностью покрывается непрерывным токопроводящим покрытием 21. Кроме того, токопроводящее покрытие 21 содержит, по меньшей мере, один
5 внешний слой 210, состоящий исключительно из углерода. Пример такого коллектора тока 2 использован в конструкции электрода 9, формирующего катод 32 суперконденсатора 3 (в правой части фигур 1, 3 и 5).

Согласно изобретению, токопроводящее покрытие 21 содержит,
10 по меньшей мере, один внутренний слой 211, отличный от внешнего слоя 210 (фигуры 1, 3, 5, 9). Внутренний слой 211 расположен между внешним слоем 210 и алюминиевой фольгой 20. При этом внутренний слой 211 состоит из смеси углерода и алюминия. Эта улучшенная архитектура коллектора тока 2 использована в конструкции электрода 9,
15 формирующего анод 31 суперконденсатора 3 (в левой части фигур 1, 3 и 5).

Как изображено на фигурах 2, 4 и 6, этап удаления 1000 нативной оксидной пленки производится с помощью ионно-плазменной бомбардировки в атмосфере инертного газа 5 (такого, например, как
20 аргон), которой заполняется вакуумная камера 4 после её вакуумирования, упомянутого выше. Для удаления 1000 нативной оксидной пленки может быть использована ионная пушка 6, в которой происходит формирование ускоренного пучка ионов инертного газа 5, направленного на выбранную часть 200 поверхности алюминиевой
25 фольги 20 для её послойной обработки. В качестве альтернативы ионной пушке 6, для удаления 1000 нативной оксидной пленки также может быть использован генератор 7 высокочастотной плазмы. Он формирует плазму и локализует её у поверхности обрабатываемой выбранной части 200 поверхности алюминиевой фольги 20. Плазма
30 состоит из положительно заряженных ионов рабочего инертного газа 5 и электронов. Под действием приложенного электрического напряжения

ионы рабочего инертного газа 5 ускоряются и бомбардируют выбранную часть 200 поверхности алюминиевой фольги 20, вследствие чего происходит её зачистка, т.е. удаление нативного слоя оксида алюминия и возможных загрязнений. Кроме того, такая бомбардировка
5 увеличивает первичную (микро)шероховатость (не показана) выбранной части 200 поверхности алюминиевой фольги 20. Эта (микро)шероховатость составляет около 10^{-8} м.

Этап нанесения 101 непрерывного токопроводящего покрытия 21 производится с помощью источника распыления материала, содержащего углерод. Для этого используется, по меньшей мере, один
10 из следующих методов:

- магнетронный метод 1010, или
- электроннолучевой метод 1011, или
- электродуговой метод 1012, или
- 15 – ионно-плазменный метод 1013.

Как упомянуто выше, углеродсодержащий материал, подвергнутый распылению, осаждается на зачищенную (то есть свободную от нативной оксидной плёнки) выбранную часть 200 поверхности алюминиевой фольги 20 и образует на ней непрерывное
20 токопроводящее покрытие 21 (фигуры 1, 3, 5, 9). Для создания внутреннего слоя 211 токопроводящего покрытия 21 материал, распыляемый источником распыления (во время предварительной стадии 1001 этапа нанесения 101 токопроводящего покрытия 21 на выбранную часть 200 поверхности алюминиевой фольги 20), состоит из
25 порошковой смеси углерода и алюминия (фигуры 2, 4, 6). Преимущественно предварительная стадия 1001 распыления порошковой смеси углерода и алюминия происходит (после удаления 1000 нативной оксидной плёнки) в том же вакуумном цикле, в котором происходило удаление 1000 нативной оксидной плёнки. Для создания
30 внешнего слоя 210 токопроводящего покрытия 21 материал,

распыляемый источником распыления (после окончания предварительной стадии 1001, в результате которой создаётся внутренний слой 211, выполняющий функцию грунтовки), представляет собой порошок графита, состоящий исключительно из углерода.

5 Как изображено на фигурах 2, 4 и 6, перед фазой обработки 10 способ изготовления 1 коллектора тока 2 содержит этап, состоящий в том, чтобы придать 11 дополнительную (макро)шероховатость α выбранной части 200 поверхности алюминиевой фольги 20 с помощью механических методов (деформации) или химических методов (травление). Эта (макро)шероховатость α составляет около 10^{-6} м :
10 $\alpha \sim 10^{-6}$ м.

Преимущественно, выбранная часть 200 поверхности (алюминиевой фольги 20), адаптированная для сбора тока, занимает до 99% от всей поверхности алюминиевой фольги 20.

15 Это обеспечивает высокое качество токопроводящего покрытия 21 и надежно блокирует доступ окислителя к коллектору тока 2, препятствуя, таким образом, его коррозии.

Преимущественно выбранная часть 200 поверхности алюминиевой фольги 20 содержит, по меньшей мере, первую особую
20 зону 2001 (фигуры 9, 10). Во время предварительной стадии 1001, распыление порошковой смеси углерода и алюминия происходит на, по меньшей мере, эту первую особую зону 2001 выбранной части 200 поверхности алюминиевой фольги 20.

В этих условиях между источником распыления и выбранной
25 частью 200 поверхности алюминиевой фольги 20 преимущественно располагают экран (например, лист бумаги), содержащий, по меньшей мере, одну селективную прорезь, которая соответствует геометрии первой особой зоны 2001 (не показано).

Благодаря наличию такого экрана, возможно распылить
30 порошковую смеси углерода и алюминия исключительно на первую

особую зону 2001. В этом случае внутренний слой 211 формируется только над первой особой зоной 2001, то есть выбранная часть 200 поверхности алюминиевой фольги 20 вне первой особой зоной 2001 не имеет внутреннего слоя 211.

5 Преимущественно выбранная часть 200 поверхности алюминиевой фольги 20 также содержит, по меньшей мере, вторую особую зону 2002 отличную от первой особой зоны 2001 (фигуры 9, 10). Во время предварительной стадии 1001, распыление порошковой смеси углерода и алюминия происходит также на эту вторую особую зону 2002
10 выбранной части 200 поверхности алюминиевой фольги 20. По меньшей мере, первая и вторая длительности распыления порошковой смеси углерода и алюминия соответственно на первую и на вторую особые зоны 2001, 2002 выбираются согласно, по меньшей мере, первому predetermined правилу. Например, первая длительность
15 распыления порошковой смеси углерода и алюминия на первую особую зону 2001 может превышать вторую длительность распыления порошковой смеси углерода и алюминия на вторую особую зону 2001. В результате третья толщина δ внутреннего слоя 211, покрывающего первую особую зону 2001, может превышать третью толщину δ
20 внутреннего слоя 211, покрывающего вторую особую зону 2002, как это схематично показано на фигуре 9.

Пример на фигуре 10 показывает выбранную часть 200 поверхности алюминиевой фольги 20, содержащую первую, вторую, третью и четвертую особые зоны 2001, 2002, 2003, 2004, отличные друг
25 от друга. Их селективное расположение друг относительно друга на выбранной части 200 поверхности алюминиевой фольги 20 способствует лучшей фиксации внешнего слоя 210 к выбранной части 200 поверхности алюминиевой фольги 20. Также возможны другие селективные расположения особых зон друг относительно друга:
30 например, расположение (на виде сверху) в шахматном порядке, по

спирали, по вложенным друг в друга окружностям и тому подобное (не показано).

Преимущественно, по меньшей мере, первое и второе процентные соотношения углерода и алюминия в порошковой смеси для распыления соответственно на первую и на вторую особые зоны 2001, 2002 выбираются согласно, по меньшей мере, второму предопределенному правилу (не показано).

Благодаря этой выгодной характеристике возможно селективно менять концентрацию углерода и алюминия во внутреннем слое 211 в зависимости от места расположения первой и второй особых зон 2001, 2002 на выбранной части 200 поверхности алюминиевой фольги 20. Например, увеличивать содержание алюминия во внутреннем слое 211, расположенном на той особой зоне среди первой и второй особых зон 2001, 2002, которая находится на периферии выбранной части 200 и, напротив, уменьшать содержание алюминия во внутреннем слое 211, расположенном на другой особой зоне среди первой и второй особых зон 2001, 2002, которая находится ближе к центру выбранной части 200. Это способствует лучшей фиксации внешнего слоя 210 к выбранной части 200 поверхности алюминиевой фольги 20.

С помощью способа изготовления 1, описанного выше можно изготовить коллектор тока 2 из алюминиевой фольги 20, предназначенный для конденсатора 3 двойного электрического слоя. Как показано на фигурах 1, 3, 5, 9, такой коллектор тока 2 содержит непрерывное токопроводящее покрытие 21, нанесенное методом вакуумного напыления на, по меньшей мере, выбранную часть 200 поверхности алюминиевой фольги 20, нативная оксидная пленка которой удалена в вакуумной камере 4. В этих условиях токопроводящее покрытие 21 полностью покрывает выбранную часть 200 и содержит, по меньшей мере, один внешний слой 210, состоящий исключительно из углерода.

Согласно изобретению, токопроводящее покрытие 21 содержит, по меньшей мере, внутренний слой 211, расположенный между внешним слоем 210 и алюминиевой фольгой 20. Этот внутренний слой 211 состоит из смеси углерода и алюминия.

5 Экспериментальные данные на фигурах 7 и 8 показывают элементный состав (то есть содержание углерода C, кислорода O, азота N и алюминия Al в атомных процентах) непрерывного токопроводящего покрытия 21 двух образцов коллектора тока 2 из алюминиевой фольги 20 согласно изобретению в зависимости от толщины (от времени
10 травления) этого непрерывного токопроводящего покрытия 21. Графики ясно идентифицируют первую и вторую области I и II, отличные друг от друга, на фигурах 7 и 8.

Первая область I являет содержание углерода близкое к 100% и практически полное отсутствие кислорода, азота и алюминия. Эта
15 первая область I на фигурах 7 и 8 соответствует внешнему слою 210 (состоящему исключительно из углерода) токопроводящего покрытия 21.

Элементное содержание второй области II, напротив, демонстрирует эффективное перемешивание углерода и алюминия. По
20 мере травления содержание углерода уменьшается со 100% до 0%, а содержание алюминия, напротив, возрастает с 0% до 100%. Это логично, так как после того, как непрерывное токопроводящее покрытие 21 полностью удалено травлением, от коллектора тока 2 остаётся только алюминиевая фольга 20, содержащая исключительно алюминий.
25 Таким образом, вторая область II соответствует внутреннему (промежуточному) слою 211 токопроводящего покрытия 21, расположенному между внешним слоем 210 из чистого углерода и алюминиевой фольгой 20 из чистого алюминия.

В примерах на фигурах 7 и 8 предварительная стадия 1001
30 распыления порошковой смеси углерода и алюминия происходит (после

удаления 1000 нативной оксидной плёнки) в том же вакуумном цикле, в котором происходило удаление 1000 нативной оксидной плёнки. Незначительное (до 5 % атомных процентов) остаточное содержание кислорода во второй области II экспериментально подтверждает
5 эффективность удаления 1000 нативной оксидной плёнки с выбранной части 200 поверхности алюминиевой фольги 20. Кроме того, тот факт, что это незначительное остаточное содержание кислорода находится именно во второй области II, экспериментально подтверждает образование внутреннего (промежуточного) слоя 211 токопроводящего
10 покрытия 21 на месте удаленной нативной оксидной плёнки.

Преимущественно алюминиевая фольга 20 являет первую толщину m , равную по меньшей мере $1,5 \cdot 10^{-5}$ м.

Преимущественно, вторая толщина H непрерывного токопроводящего покрытия 21 коллектора тока 2 согласно изобретению
15 (фигуры 1, 3, 5, 9) содержится в интервале от 10^{-8} м до $5 \cdot 10^{-6}$ м: 10^{-8} м $\leq H \leq 5 \cdot 10^{-6}$ м, и, особенно, в интервале от $5 \cdot 10^{-8}$ м до $5 \cdot 10^{-7}$ м: $5 \cdot 10^{-8}$ м $\leq H \leq 5 \cdot 10^{-7}$ м.

Преимущественно внутренний слой 211 являет третью толщину δ и отношение между этой третьей толщиной δ внутреннего слоя 211 и
20 второй толщиной H непрерывного токопроводящего покрытия 21 содержится в интервале от 0,05 до 0,95: $0,05 \leq \delta/H \leq 0,95$.

Как показывают примеры на фигурах 7 и 8, преимущественно третья толщина δ внутреннего слоя 211 не превышает $6 \cdot 10^{-8}$ м ($\delta \leq 6 \cdot 10^{-8}$ м) для токопроводящего покрытия 21, являющего вторую
25 толщину H в интервале от $6,35 \cdot 10^{-8}$ м до $5 \cdot 10^{-7}$ м ($6,35 \cdot 10^{-8}$ м $\leq H \leq 5 \cdot 10^{-7}$ м).

Благодаря этой выгодной характеристике возможно минимизировать третью толщину δ внутреннего слоя 211 без потерь его свойств грунтовки, то есть без потерь его способности фиксировать
30 токопроводящее покрытие 21 на поверхности алюминиевой фольги 20,

даже если вторая толщина H токопроводящего покрытия 21 превышает третью толщину δ внутреннего слоя 211 практически в десять раз: $H/\delta \sim 10$.

Преимущественно выбранная часть 200 поверхности
5 алюминиевой фольги 20 содержит, по меньшей мере, первую особую зону 2001 (фигура 9). Внутренний слой 211 покрывает, по меньшей мере, первую особую зону 2001 выбранной части 200 поверхности алюминиевой фольги 20.

Как показано на фигурах 9 и 10, выбранная часть 200
10 поверхности алюминиевой фольги 20 содержит, по меньшей мере, вторую особую зону 2002, отличную от первой особой зоны 2001. В этих условиях внутренний слой 211 также покрывает вторую особую зону 2002 выбранной части 200 поверхности алюминиевой фольги 20. Третья толщина δ внутреннего слоя 211, покрывающего первую особую зону
15 2001 отличается от третьей толщины δ внутреннего слоя 211, покрывающего вторую особую зону 2002. В примере на фигуре 9, третья толщина δ внутреннего слоя 211, покрывающего первую особую зону 2001 превышает третью толщину δ внутреннего слоя 211, покрывающего вторую особую зону 2002. Это способствует лучшей
20 фиксации внешнего слоя 210 к выбранной части 200 поверхности алюминиевой фольги 20 при минимальных размерах внутреннего слоя 211 токопроводящего покрытия 21.

Как изображено на фигурах 2, 4 и 6, для производства 8
электрода 9, предназначенного для конденсатора 3 двойного
25 электрического слоя, сначала получают 80 многослойную подложку 90. Для этого берут изготовленный, как описано выше, коллектор тока 2 и на его непрерывное токопроводящее покрытие 21 наносят нанопористый угольный материал 900 и связующее вещество 901 (например, поливинилидендифторид (на английском «polyvinylidene
30 fluoride» или «PVDF») или политетрафторэтилен (на английском

«polytetrafluoroethylene» или «PTFE»)). При этом используют, по меньшей мере, один из следующих методов:

- метод вальцевания 800 (на английском «rolling method»), или
- метод прессования 801 (на английском «pressing method»), или
- 5 – метод обмазки 802 (на английском «coating method»).

Согласно изобретению, нанопористый угольный материал 900 содержит углерод с удельной поверхностью, развитой до $3 \cdot 10^6$ м²/кг.

Полученную таким образом многослойную подложку 90 высушивают 81.

- 10 Затем из высушенной многослойной подложки 90 вырезают 82 электрод 9 predetermined размера, который может иметь любую predetermined форму (например, прямоугольник, ромб, трапеция, круг и т.п.). Производство электрода 9 закончено.

15 Совокупное контактное сопротивление электрода 9 согласно изобретению складывается из:

- первого контактного сопротивления на границе между многослойной подложкой 90 и токопроводящим покрытием 21, и
- второго контактного сопротивления на границе между токопроводящим покрытием 21 и выбранной частью 200 поверхности
- 20 алюминиевой фольги 20.

Пример, описанный ниже, иллюстрирует эффективное снижение совокупного контактного сопротивления электрода 9 согласно изобретению. Этот электрод 9 имеет многослойную подложку 90 и токопроводящее покрытие 21. Последнее нанесено 101 магнетронным

25 методом 1010 и содержит только внешний слой 210 из углерода (т.е. внутренний слой 211 из углерода и алюминия отсутствует). Величина измеренного совокупного контактного сопротивления данного электрода 9 содержится в близком к нулю интервале:

от $1,5 \cdot 10^{-7} \Omega \cdot \text{м}^2$ до $2,0 \cdot 10^{-7} \Omega \cdot \text{м}^2$. Для сравнения, при прочих равных условиях, если многослойная подложка 90 нанесена на эталонную (т.е. необработанную согласно изобретению) поверхность алюминиевой фольги 20, содержащей в частности нативную оксидную пленку, величина измеренного совокупного контактного сопротивления электрода-эталона составляет около $3,0 \cdot 10^{-5} \Omega \cdot \text{м}^2$, т.е. более чем в 100 раз выше, чем близкая к нулю величина измеренного совокупного контактного сопротивления электрода 9 согласно изобретению.

Как изображено на фигурах 2, 4 и 6, для сборки 300 конденсатора 3 двойного электрического слоя сначала формируют 3000 пакет 30, содержащий анод 31, катод 32 и расположенный между ними изолирующий пористый сепаратор 33. При этом, по меньшей мере, один среди анода 31 и катода 32 содержит электрод 9 согласно изобретению (например, электрод 9, произведенный с помощью способа производства 8, описанного выше с использованием коллектора тока 2 согласно изобретению). Преимущественно, и анод 31, и катод 32 содержат электрод 9 согласно изобретению (не показано). При этом каждый из электродов 9 конденсатора 3 двойного электрического слоя может иметь свою собственную архитектуру: в примерах на фигурах 1 и 3:

- в катоде 32 токопроводящее покрытие 21 содержит только внешний слой 210,
- в аноде 31 токопроводящее покрытие 21 содержит - согласно изобретению - и внешний слой 210, и внутренний слой 211.

Далее пакет 30 помещается 3001 внутрь коробки 34, содержащей положительный и отрицательный контактные выходы 340, 341, по меньшей мере, частично выступающие наружу коробки 34 (фигуры 1, 3).

Затем анод 31 и катод 32 соединяются 3002, по меньшей мере, с положительным и отрицательным контактными выходами 340, 341

коробки 34 соответственно (фигуры 1, 5). Соединение 3002 может быть реализовано с помощью сварки. Для этого используют 1% поверхности алюминиевой фольги 20, не являющейся её выбранной частью 200, т.е. свободный от токопроводящего покрытия 21 (фигура 1).

5 После этого пакет 30 пропитывают 3003 органическим электролитом 35. Согласно изобретению, в качестве последнего может использоваться раствор:

- 10 – тетрафторобората тетракис(диалкиламино)фосфония (на английском «tetrakis(dialkylamino)phosphonium tetrafluoroborate»), химическая формула которого: $[(R_2N)_4P]BF_4$, где R=alkyl, или
- тетраалкиламмония (на английском «tetraalkylammonium»), химическая формула которого: R_4N^+ , или
- тетрафтороборат этилтриметиламмония (на английском «ethyltrimethylammonium tetrafluoroborate»), или
- 15 – гексафторофосфат этилтриметиламмония (на английском «ethyltrimethylammonium hexafluorophosphate»), или
- гексафторофосфат тетракис(диметиламино)фосфония (на английском «tetrakis(dimethylamino)phosphonium hexafluorophosphate»), или
- 20 – их смеси:
 - в полярном апротонном растворителе (на английском «polar aprotic solvent»), или
 - в смеси растворителей выбранных из ряда:
 - 25 ■ ацетонитрил (на английском «acetonitrile»),
 - γ -бутиролактон (на английском « γ -butyrolactone»),
 - пропиленкарбонат (на английском «propylene carbonate»),
 - этиленкарбонат (на английском «ethylene carbonate»),

- этилметилкарбонат (на английском «ethylmethyl carbonate»),
- диэтилкарбонат (на английском «diethyl carbonate»),
- диметилкарбонат (на английском «dimethyl carbonate»),
- диметоксиэтан (на английском «dimethoxyethane»),
- 5 ▪ тетрагидрофуран (на английском «tetrahydrofurane»),
- пропионитрил (на английском «propionitrile»).

Наконец, коробку 34 герметизируют 3004: конденсатор 3 двойного электрического слоя собран (фигуры 1, 3).

В первом примере на фигуре 1, выбранная часть 200 коллектора
10 тока 2 покрывает как лицевую сторону 201, так и обратную (т.е. противоположную лицевой 201) сторону поверхности алюминиевой фольги 20. Обработка обеих сторон алюминиевой фольги 20 усложняет изготовление коллектора тока 2 из-за дополнительных манипуляций в вакуумной камере 4, имеющих целью установить сначала лицевую
15 сторону 201, затем обратную сторону алюминиевой фольги 20 напротив ионной пушки 6 или генератора 7 высокочастотной плазмы для эффективного удаления нативной оксидной пленки с выбранной части 200. Более того, чем больше площадь обрабатываемой во время фазы обработки 10 выбранной части 200 (как упоминалось выше, последняя может достигать 99% от всей поверхности, т.е. от площади
20 обеих сторон алюминиевой фольги 20), тем длиннее фаза обработки 10 и, соответственно, медленнее процесс изготовления коллектора тока 2. Это увеличивает время производства электрода и, в конце концов, время сборки суперконденсатора 3.

25 На фигуре 3 изображен альтернативный первому второй пример, в котором выбранная часть 200 коллектора тока 2 покрывает, по меньшей мере, лицевую сторону 201 поверхности алюминиевой фольги 20. При этом обратная сторона поверхности алюминиевой фольги 20 свободна от выбранной части 200, т.е. не обрабатывается во

время фазы обработки 10. Это позволяет исключить описанные выше дополнительные манипуляции в вакуумной камере 4 и в целом уменьшить площадь обрабатываемой во время фазы обработки 10 выбранной части 200, например до 99% лицевой стороны 201 поверхности алюминиевой фольги 20, т.е. до 49,5% от всей площади обеих сторон алюминиевой фольги 20.

Чтобы эффективность (по меньшей мере, по рабочему напряжению и по числу циклов «зарядка-разрядка») второго варианта суперконденсатора 3 на фигуре 3 (в котором выбранная часть 200 коллектора тока 2 расположена только на лицевой стороне 201) была сопоставима с первым вариантом суперконденсатора 3 на фигуре 1 (в котором выбранная часть 200 коллектора тока 2 расположена и на лицевой стороне, и на оборотной стороне):

- по меньшей мере, внутренняя сторона 342 коробки 34 выполнена из электроизолирующего материала, и
- способ сборки 300 (фигура 4) содержит этап, состоящий в том, чтобы прикрепить 3005 (например, с помощью клея или сварки) электрод 9 (по меньшей мере, оборотную сторону алюминиевой фольги 20) к внутренней стороне 342 коробки 34.

Это также предотвращает коррозию коллектора тока 2 (из-за которой последний буквально «растворяется», т.е. разрушается в органическом электролите 35) с оборотной стороны поверхности алюминиевой фольги 20, что особенно важно для электрода 9, который является анодом 31 суперконденсатора 3.

Однако, необходимость надёжно прикрепить 3005 оборотную сторону алюминиевой фольги 20 к внутренней стороне 342 коробки 34 требует много времени, тормозит процесс сборки 300 суперконденсатора 3. Из-за этого возрастает риск дефектов при сборке, что может быть причиной непроизвольного контакта органического электролита 35 с оборотной стороной поверхности алюминиевой

фольги 20 в процессе использования суперконденсатора 3 и, в конечном итоге, сокращения срока службы суперконденсатора 3.

Третий вариант конструкции суперконденсатора 3, изображенный на фигуре 5, имеет компромиссную архитектуру, которая, с одной стороны, имеет преимущества первого и второго вариантов суперконденсатора 3 (фигуры 1 и 3), а, с другой стороны, лишена их описанных выше недостатков. Для этого выбранная часть 200 коллектора тока 2 покрывает, по меньшей мере, лицевую сторону 201 поверхности алюминиевой фольги 20. При этом на, по меньшей мере, 10 оборотной стороне 202 поверхности алюминиевой фольги 20 (которая свободна от выбранной части 200) находится диэлектрическая защитная оболочка 22. Последняя имеет свойства электрического изолятора, т.е. не проводит электрический ток, и химически нейтральна по отношению к органическому электролиту 35, т.е. не растворяется в 15 нём. Таким образом, диэлектрическая защитная оболочка 22 надежно предохраняет электрод 9 (по меньшей мере, оборотную сторону 202 поверхности алюминиевой фольги 20) от коррозии.

Преимущественно, диэлектрическая защитная оболочка 22 покрывает всю поверхность алюминиевой фольги 20 за исключением её 20 выбранной части 200, как показано в примере на фигуре 5. Эта характеристика позволяет ещё больше изолировать электрод 9 от органического электролита 35 и, следовательно, от коррозии, что в конечном итоге продлевает срок жизни суперконденсатора 3.

Способ производства 8 (фигура 6) электрода 9 (для третьего 25 варианта суперконденсатора 3 на фигуре 5) содержит этап, состоящий в том, чтобы нанести 83 диэлектрическую защитную оболочку 22 на, по меньшей мере, оборотную сторону 202 поверхности алюминиевой фольги 20.

Диэлектрическая защитная оболочка 22 может содержать смесь 30 связующего вещества 901 с химически нейтральным полимером-

диэлектриком. Диэлектрическая защитная оболочка 22 может наноситься 83 на, например, всю поверхность алюминиевой фольги 20, за исключением её выбранной части 200, с помощью упомянутого выше метода обмазки 802 (фигура 6).

5 Как первый вариант на фигуре 1, третий вариант суперконденсатора 3 (фигура 5) не накладывает никаких ограничений на материал коробки 34 (или на материал её внутренней стороны 342).

 Кроме того, способ сборки 300 третьего варианта суперконденсатора 3 может содержать этап (не показан на фигуре 6),
10 состоящий в том, чтобы прикрепить (например, с помощью клея) электрод 9 (по меньшей мере, его диэлектрическую защитную оболочку 22 с обратной стороны 202 поверхности алюминиевой фольги 20) к внутренней стороне 342 коробки 34 (такая версия третьего варианта суперконденсатора 3 не показана на фигуре 6).

15

Формула изобретения

1. Способ изготовления (1) коллектора тока (2) из алюминиевой фольги (20), предназначенного для конденсатора (3) двойного электрического слоя, способ изготовления (1) содержащий фазу обработки (10), по меньшей мере, предварительно выбранной части (200) поверхности алюминиевой фольги (20), фаза обработки (10), включающая следующие этапы, состоящие в том, чтобы:

- поместить (100) алюминиевую фольгу (20) в вакуумную камеру (4),
- удалить (1000) с выбранной части (200) поверхности алюминиевой фольги (20) нативную оксидную пленку,
- нанести (101) методом вакуумного напыления на выбранную часть (200) поверхности алюминиевой фольги (20) непрерывное токопроводящее покрытие (21), полностью покрывающее эту выбранную часть (200) и содержащее, по меньшей мере, один внешний слой (210), состоящий исключительно из углерода,

характеризующийся тем, что этап нанесения (101) токопроводящего покрытия (21) содержит предварительную стадию (1001) распыления порошковой смеси углерода и алюминия на выбранную часть (200) поверхности алюминиевой фольги (20).

2. Способ изготовления (1) по пункту 1, **характеризующийся тем, что** выбранная часть (200) поверхности алюминиевой фольги (20) содержит, по меньшей мере, первую особую зону (2001), и **тем, что**, во время предварительной стадии (1001), распыление порошковой смеси углерода и алюминия происходит на, по меньшей мере, эту первую особую зону (2001) выбранной части (200) поверхности алюминиевой фольги (20).

3. Способ изготовления (1) по пункту 2, **характеризующийся тем, что** выбранная часть (200) поверхности алюминиевой фольги (20) также содержит, по меньшей мере, вторую особую зону (2002) отличную

от первой особой зоны (2001), **тем, что** во время предварительной стадии (1001), распыление порошковой смеси углерода и алюминия происходит также на эту вторую особую зону (2002) выбранной части (200) поверхности алюминиевой фольги (20), и **тем, что**, по меньшей мере, первая и вторая длительности распыления порошковой смеси углерода и алюминия соответственно на первую и на вторую особые зоны (2001), (2002) выбираются согласно, по меньшей мере, первому предопределенному правилу.

4. Коллектор тока (2) из алюминиевой фольги (20), предназначенный для конденсатора (3) двойного электрического слоя и содержащий непрерывное токопроводящее покрытие (21), нанесенное методом вакуумного напыления на, по меньшей мере, выбранную часть (200) поверхности алюминиевой фольги (20), нативная оксидная пленка которой удалена в вакуумной камере (4), токопроводящее покрытие (21) полностью покрывающее выбранную часть (200) и содержащее, по меньшей мере, один внешний слой (210), состоящий исключительно из углерода,

характеризующийся тем, что токопроводящее покрытие (21) содержит, по меньшей мере, внутренний слой (211), расположенный между внешним слоем (210) и алюминиевой фольгой (20) и **тем, что** внутренний слой (211) состоит из смеси углерода и алюминия.

5. Коллектор тока (2) по пункту 4, **характеризующийся тем, что** алюминиевая фольга (20) являет первую толщину (m), равную по меньшей мере $1,5 \cdot 10^{-5}$ м, и **тем, что** непрерывное токопроводящее покрытие (21) являет вторую толщину (n), содержащуюся в интервале от $5 \cdot 10^{-8}$ м до $5 \cdot 10^{-7}$ м.

6. Коллектор тока (2) по пункту 5, **характеризующийся тем, что** внутренний слой (211) являет третью толщину (δ) и **тем, что** отношение между третьей толщиной (δ) внутреннего слоя (211) и второй толщиной

(H) непрерывного токопроводящего покрытия (21) содержится в интервале от 0,05 до 0,95.

7. Коллектор тока (2) по любому одному из пунктов с 4 по 6, **характеризующийся тем, что** выбранная часть (200) поверхности алюминиевой фольги (20) содержит, по меньшей мере, первую особую зону (2001), и **тем, что** внутренний слой (211) покрывает, по меньшей мере, первую особую зону (2001) выбранной части (200) поверхности алюминиевой фольги (20).

8. Коллектор тока (2) по пункту 7, **характеризующийся тем, что** выбранная часть (200) поверхности алюминиевой фольги (20) содержит, по меньшей мере, вторую особую зону (2002), отличную от первой особой зоны (2001), **тем, что** внутренний слой (211) также покрывает вторую особую зону (2002) выбранной части (200) поверхности алюминиевой фольги (20) и **тем, что** третья толщина (δ) внутреннего слоя (211), покрывающего первую особую зону (2001) отличается от третьей толщины (δ) внутреннего слоя (211), покрывающего вторую особую зону (2002).

9. Способ производства (8) электрода (9), предназначенного для конденсатора (3) двойного электрического слоя, способ производства (8) содержащий следующие этапы, состоящие в том, чтобы:

- получить (80) многослойную подложку (90) путём нанесения нанопористого угольного материала (900) и связующего вещества (901) на непрерывное токопроводящее покрытие (21) коллектора тока (2) по любому одному из пунктов с 4 по 8 с помощью одного из следующих методов: (а) метод вальцевания (800); (б) метод прессования (801); (в) метод обмазки (802),
- высушить (81) полученную многослойную подложку (90),
- вырезать (82) из высушенной многослойной подложки (90) электрод (9) predetermined размера.

10. Электрод (9), предназначенный для конденсатора (3) двойного электрического слоя и вырезанный из высушенной многослойной подложки (90), содержащей нанопористый угольный материал (900) и связующее вещество (901), нанесенные с помощью
5 одного из следующих методов: (а) метод вальцевания (800); (б) метод прессования (801); (в) метод обмазки (802), на непрерывное токопроводящее покрытие (21) коллектора тока (2) по любому одному из пунктов с 4 по 8, **характеризующийся тем, что** нанопористый угольный материал (900) содержит углерод с удельной поверхностью, развитой
10 до $3 \cdot 10^6$ м²/кг.

11. Способ сборки (300) конденсатора (3) двойного электрического слоя содержащий следующие этапы, состоящие в том, чтобы:

- 15 – сформировать (3000) пакет (30), содержащий анод (31), катод (32) и расположенный между ними изолирующий пористый сепаратор (33), при этом, по меньшей мере, один среди анода (31) и катода (32) содержит электрод (9) по пункту 10,
- поместить (3001) пакет (30) внутрь коробки (34), содержащей положительный и отрицательный контактные выходы (340), (341), по
20 меньшей мере, частично выступающие наружу коробки (34),
- соединить (3002) анод (31) и катод (32) с положительным и отрицательным контактными выходами (340), (341) соответственно,
- пропитать (3003) пакет (30) органическим электролитом (35),
- герметизировать (3004) коробку (34).

25 12. Конденсатор (3) двойного электрического слоя, содержащий:

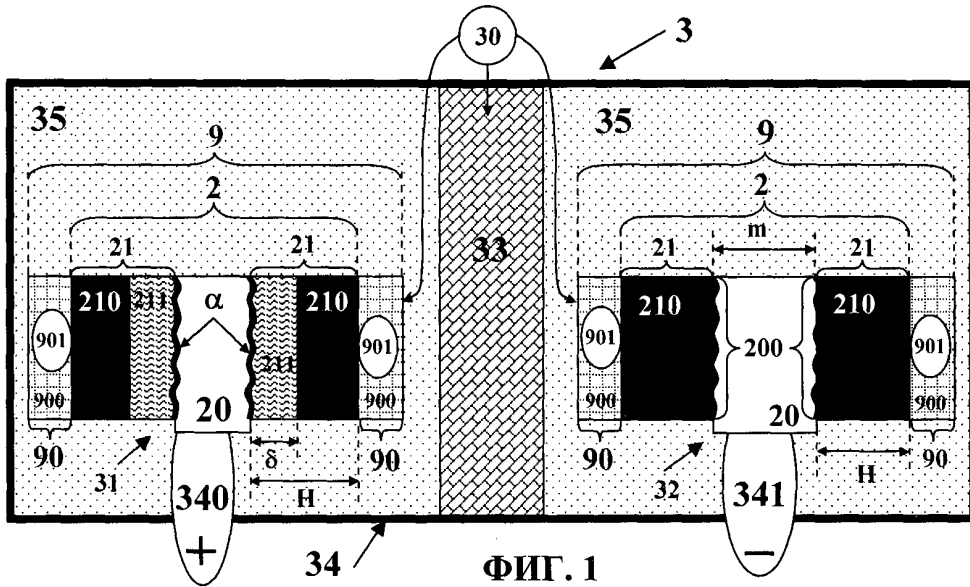
- герметичную коробку (34), содержащую положительный и отрицательный контактные выходы (340), (341), по меньшей мере, частично выступающие наружу коробки (34),

– пакет (30), пропитанный органическим электролитом (35) и расположенный внутри герметичной коробки (34), пакет (30) содержащий:

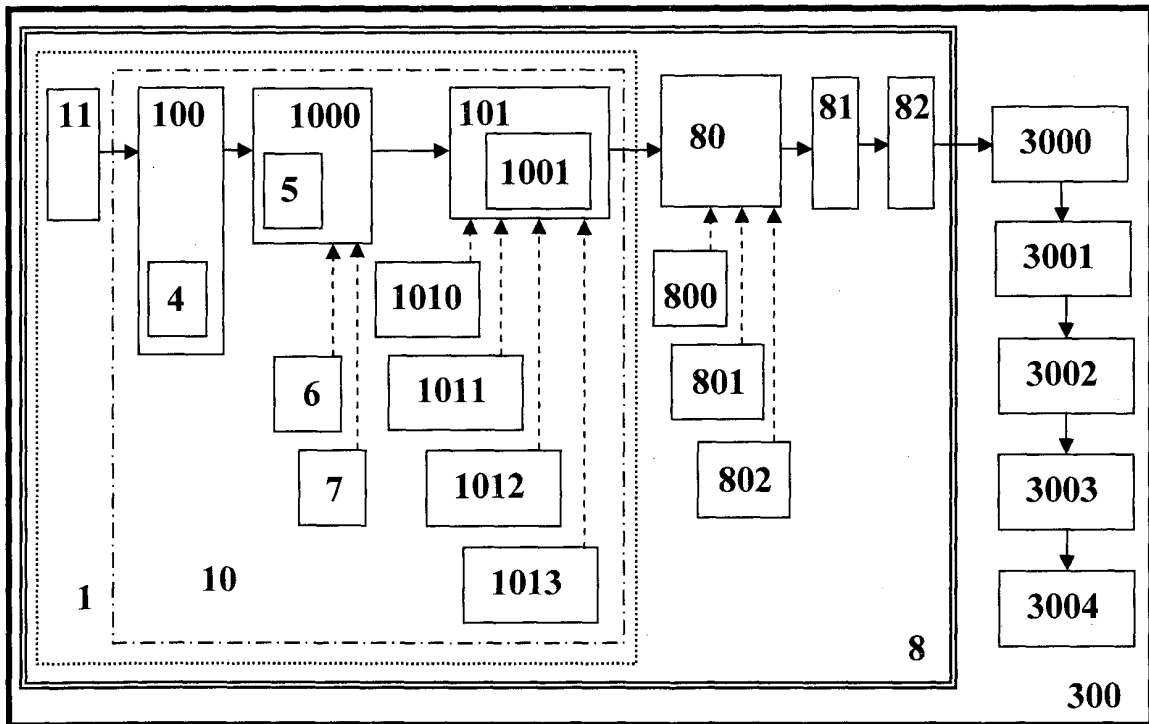
- 5 • анод (31), соединённый с положительным контактным выходом (340),
 - катод (32), соединённый с отрицательным контактным выходом (341)
 - изолирующий пористый сепаратор (33), расположенный между анодом (31) и катодом (32),
- 10 по меньшей мере, один среди анода (31) и катода (32) содержит электрод (9) по пункту 10,

характеризующийся тем, что в качестве органического электролита (35) используется раствор раствор соли в растворителе, **тем, что** соль содержит тетрафтороборат тетракис(диалкиламино)фосфония или тетраалкиламмония, или их смеси, и **тем, что** растворитель содержит полярный апротонный растворитель или смесь растворителей
15 выбранных из ряда: (а) ацетонитрил; (б) γ -бутиролактон; (в) пропиленкарбонат; (г) этиленкарбонат; (д) этилметилкарбонат; (е) диэтилкарбонат; (ж) диметилкарбонат; (з) диметоксиэтан; (и)
20 тетрагидрофуран.

13. Конденсатор (3) двойного электрического слоя по пункту 12, **характеризующийся тем, что** соль содержит по меньшей мере одну из следующих солей: (а) тетрафтороборат этилтриметиламмония; (б) гексафторофосфат этилтриметиламмония; (в) гексафторофосфат
25 тетракис(диметиламино)фосфония, и **тем, что** растворитель содержит пропионитрил.

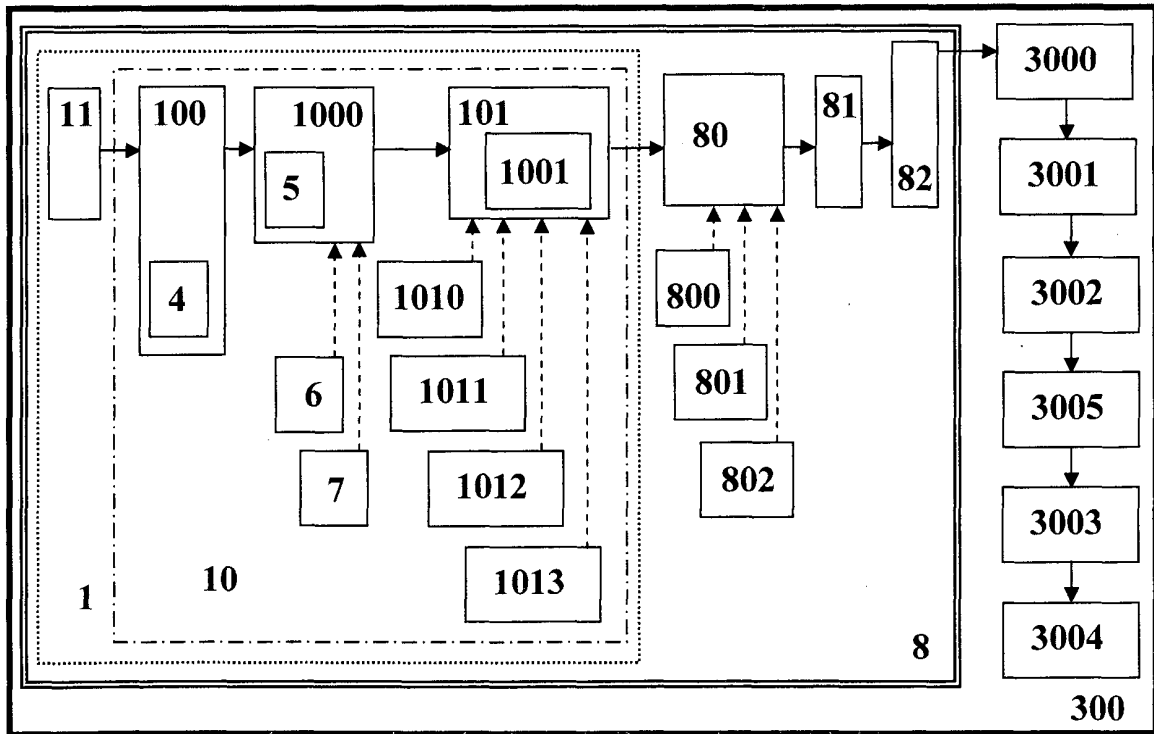
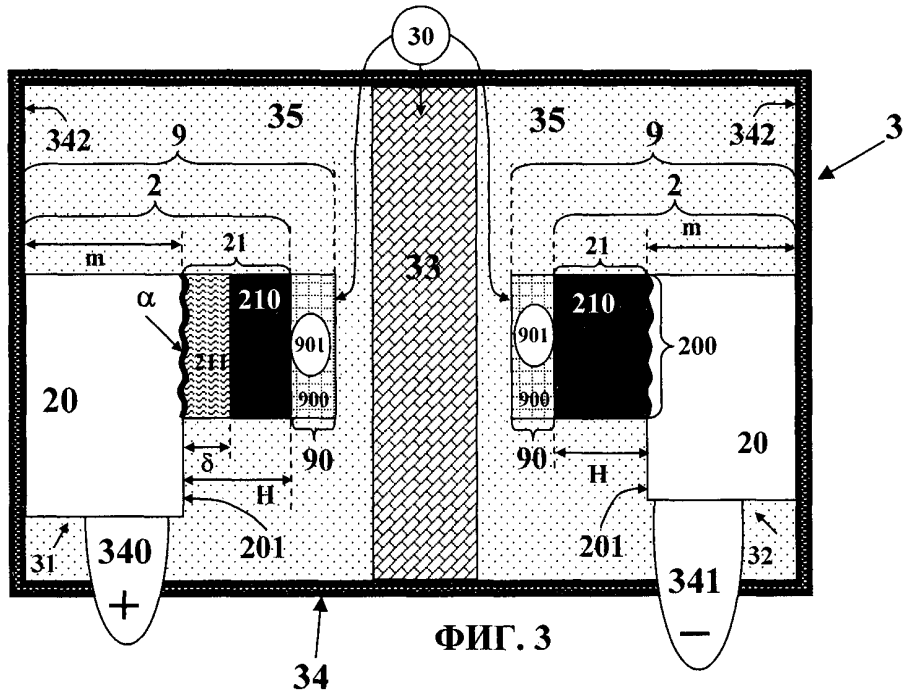


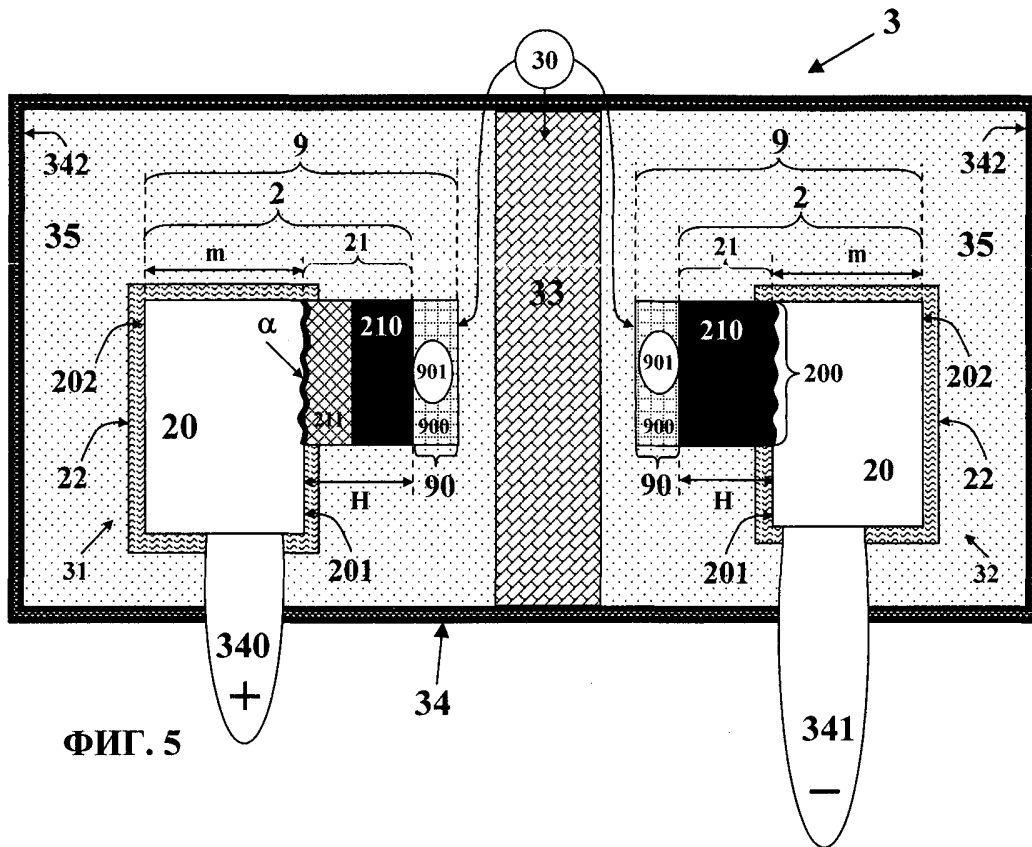
ФИГ. 1



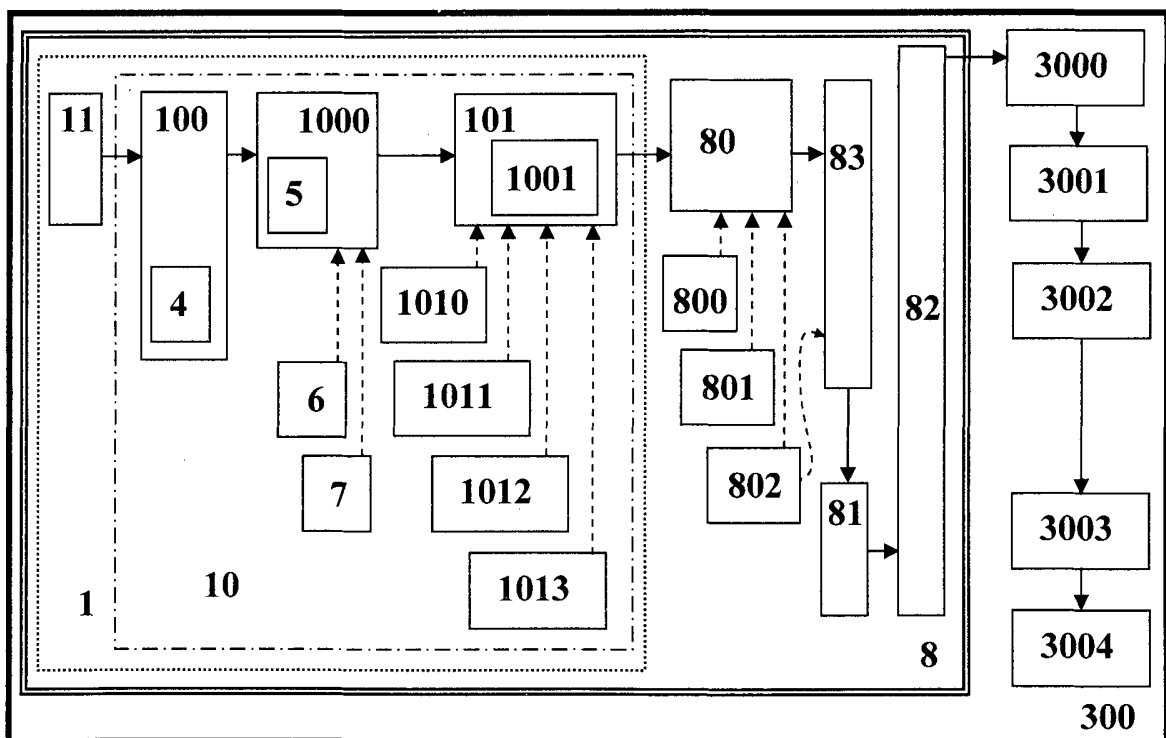
ФИГ. 2

2/5



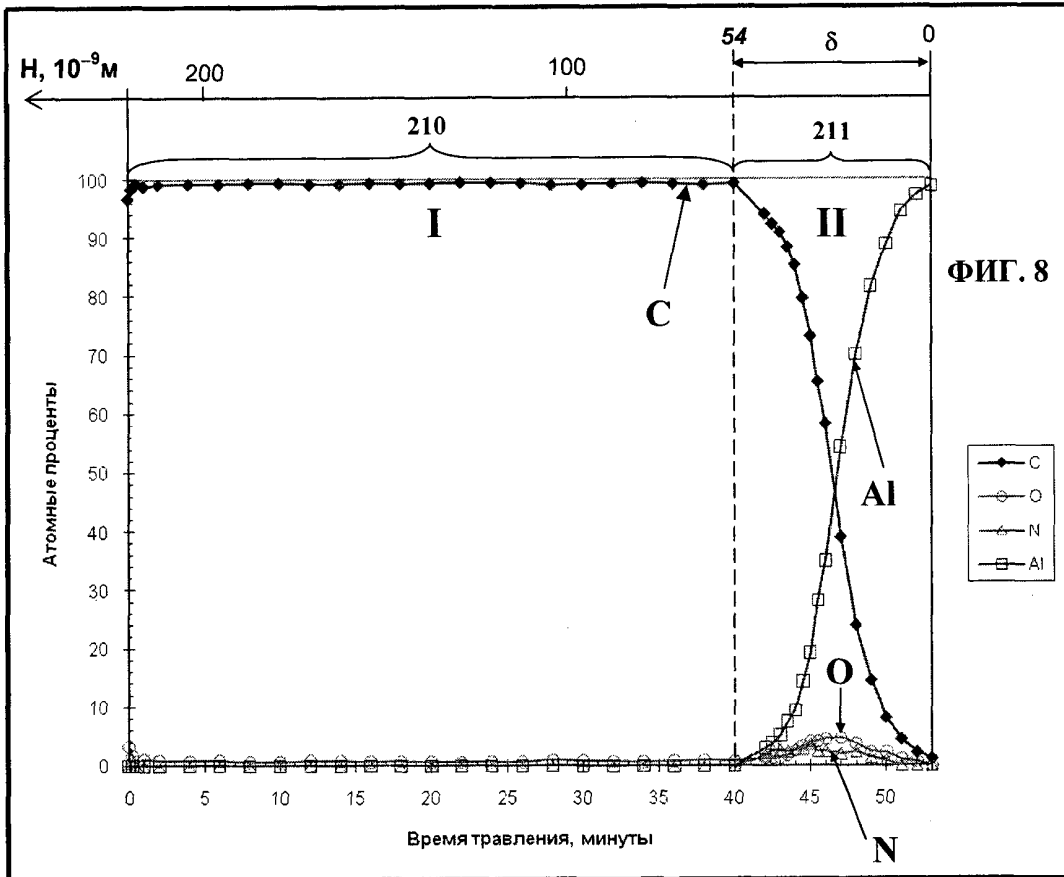
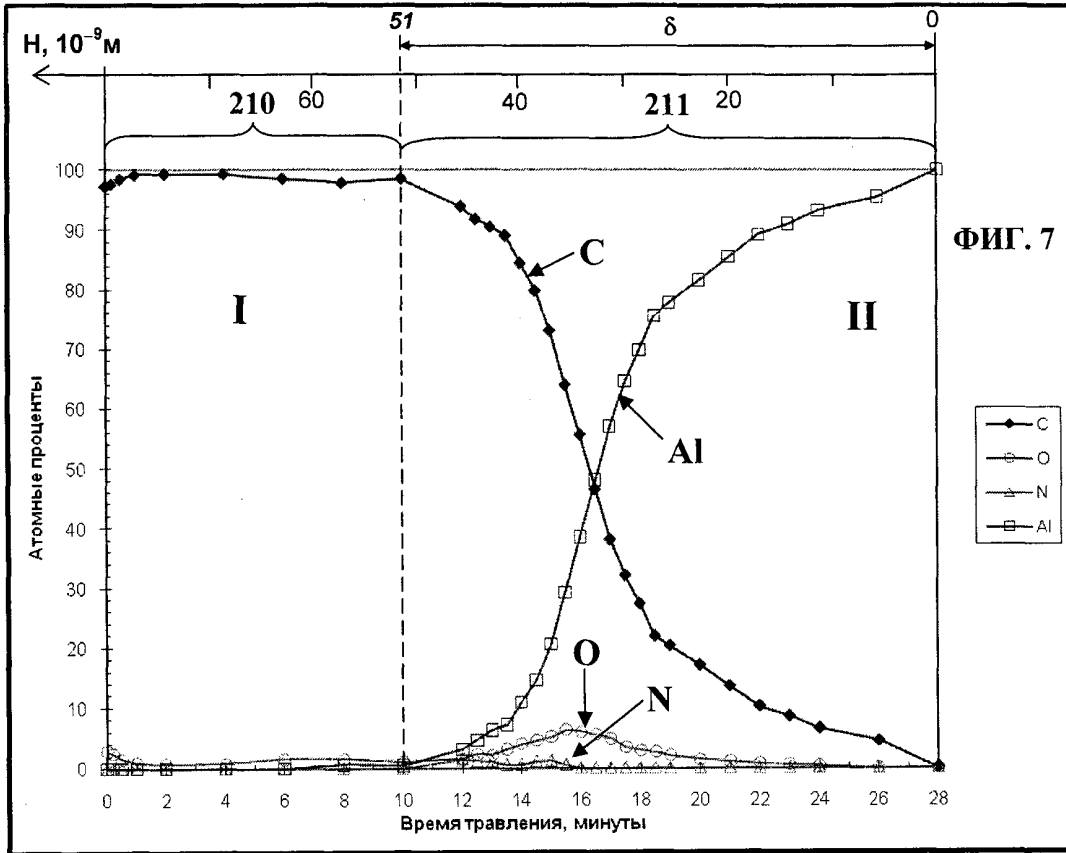


ФИГ. 5

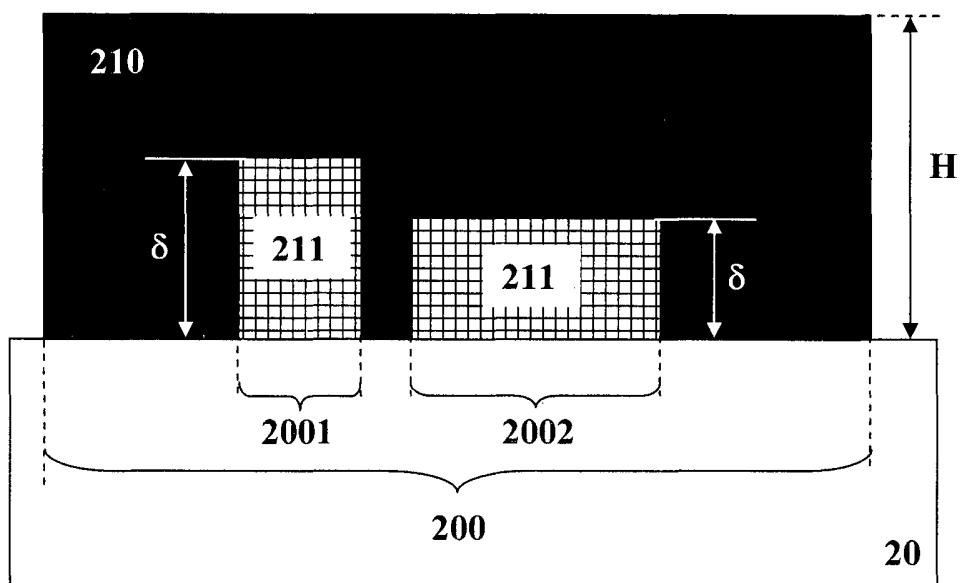


ФИГ. 6

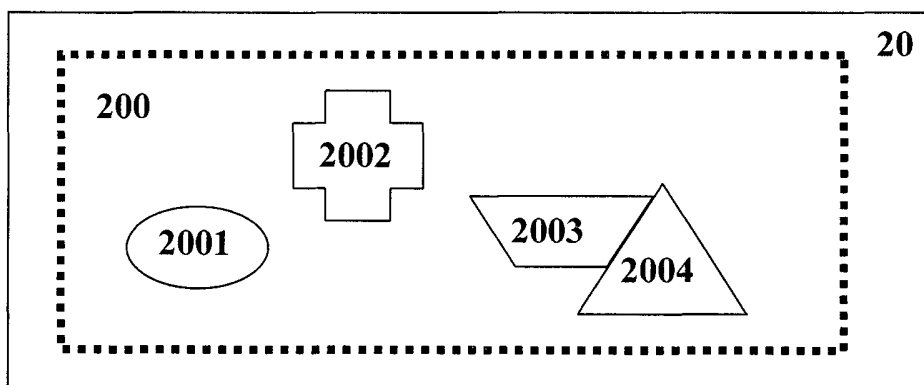
4/5



5/5



ФИГ. 9



ФИГ. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/IB 2012/000969

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</p> <p style="text-align: right;">H01G 9/058 (2006.01) H01G 9/008 (2006.01)</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>														
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01G 9/058, 9/008, 9/00</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PatSearch, PAJ, Esp@cenet, USPTO DB, BD Rospatenta, EAP</p>														
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>US 2004/0264110 A1 (HARTMUT MICHEL et al.) 30.12.2004, claims 1-24, paragraphs [0027] - [0028], [0037] - [0040], figures 1-5</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2000/019465 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 06.04.2000, figures 1-2, claims 1-27, p. 13-14, table 1</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2005/0057888 A1 (MAXWELL TECHNOLOGIES, INC.) 17.03.2005, the abstract, claims 1-64, figures 1-9</td> <td>1-13</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	US 2004/0264110 A1 (HARTMUT MICHEL et al.) 30.12.2004, claims 1-24, paragraphs [0027] - [0028], [0037] - [0040], figures 1-5	1-13	A	WO 2000/019465 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 06.04.2000, figures 1-2, claims 1-27, p. 13-14, table 1	1-13	A	US 2005/0057888 A1 (MAXWELL TECHNOLOGIES, INC.) 17.03.2005, the abstract, claims 1-64, figures 1-9	1-13
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
A	US 2004/0264110 A1 (HARTMUT MICHEL et al.) 30.12.2004, claims 1-24, paragraphs [0027] - [0028], [0037] - [0040], figures 1-5	1-13												
A	WO 2000/019465 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 06.04.2000, figures 1-2, claims 1-27, p. 13-14, table 1	1-13												
A	US 2005/0057888 A1 (MAXWELL TECHNOLOGIES, INC.) 17.03.2005, the abstract, claims 1-64, figures 1-9	1-13												
<p><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>														
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>										
<p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>													
<p>Date of the actual completion of the international search</p> <p>16 August 2012 (16.08.2012)</p>		<p>Date of mailing of the international search report</p> <p>23 August 2012 (23.08.2012)</p>												
<p>Name and mailing address of the ISA/</p> <p>Facsimile No.</p>		<p>Authorized officer</p> <p>Telephone No.</p>												

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Номер международной заявки

PCT/IB 2012/000969

A. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ		H01G 9/058 (2006.01) H01G 9/008 (2006.01)
Согласно Международной патентной классификации МПК		
B. ОБЛАСТЬ ПОИСКА		
Проверенный минимум документации (система классификации с индексами классификации)		
H01G 9/058, 9/008, 9/00		
Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки		
Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)		
PatSearch, PAJ, Esp@cenet, USPTO DB, БД Роспатента, EAP		
C. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:		
Категория*	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	US 2004/0264110 A1 (HARTMUT MICHEL et al.) 30.12.2004, п.п. 1-24, параграфы [0027] - [0028], [0037] - [0040], фиг. 1-5	1-13
A	WO 2000/019465 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 06.04.2000, фиг. 1-2, п.п. 1-27, с. 13-14, табл. 1	1-13
A	US 2005/0057888 A1 (MAXWELL TECHNOLOGIES, INC.) 17.03.2005, реферат, п.п. 1-64 формулы, фиг. 1-9	1-13
<input type="checkbox"/> последующие документы указаны в продолжении графы C. <input type="checkbox"/> данные о патентах-аналогах указаны в приложении		
* Особые категории ссылочных документов:	“T” более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение	
“A” документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным	“X” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности	
“E” более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее	“Y” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста	
“L” документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано)	“&” документ, являющийся патентом-аналогом	
“O” документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.		
“P” документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета		
Дата действительного завершения международного поиска	Дата отправки настоящего отчета о международном поиске	
16 августа 2012 (16.08.2012)	23 августа 2012 (23.08.2012)	
Наименование и адрес ISA/RU: ФИПС, РФ, 123995, Москва, Г-59, ГСП-5, Бережковская наб., 30-1	Уполномоченное лицо: Н. Рыгалина	
Факс: (499) 243-33-37	Телефон № (495) 531-64-81	