

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

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности
Международное бюро



(43) Дата международной публикации
22 мая 2009 (22.05.2009)

РСТ

(10) Номер международной публикации
WO 2009/064220 A2

- (51) Международная патентная классификация:
H01G 9/048 (2006.01)
- (21) Номер международной заявки: РСТ/RU2008/000714
- (22) Дата международной подачи:
21 ноября 2008 (21.11.2008)
- (25) Язык подачи: Русский
- (26) Язык публикации: Русский
- (30) Данные о приоритете:
2007141591 12 ноября 2007 (12.11.2007) RU
- (71) Заявитель (для всех указанных государств, кроме US): ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ВОСТОК" (OBSHCHESTVO S OGRANICHENNOI OTVETSTVENNOSTYU "VOSTOK") [RU/RU]; ул. Генерала Ермолова, 2, Москва, 121170, Moscow (RU).
- (71) Заявители и
(72) Изобретатели: ЩЕРБАКОВ Игорь Владимирович (SHCHERBAKOV, Igor Vladimirovich) [RU/RU]; Шмитовский проезд, 19, кв.59, Москва, 123100, Moscow (RU). СЛЕПЦОВ Владимир Владимирович (SLEPTSOV, Vladimir Vladimirovich) [RU/RU]; ул. Коктебельская, д. 4, к. 1, кв. 61, Москва, 113628, Moscow (RU).
- (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, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), европейский патент (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Опубликована:
— без отчёта о международном поиске и с повторной публикацией по получении отчёта

[продолжение на следующей странице]

(54) Title: MULTILAYER ANODE

(54) Название изобретения: МНОГОСЛОЙНЫЙ АНОД

(57) Abstract: The invention relates to major components of electrical facilities, more specifically to multilayer film electrodes for electrical capacitors. A known multilayer anode for an electrical capacitor comprises a current-carrying foil substrate of evaporated metal, which substrate has a developed surface on which, successively disposed, a conformal valve metal layer having an adjustable volume porosity of chemically active aluminium and an oxide coating, wherein the substrate and the conformal valve metal layer are linked by means of a heterojunction formed by nanoparticles of the substrate and valve metal, which are geometrically closed therebetween, the substrate and the film base are coupled via a nanocomposite barrier layer in the form of the differentiated mixture of bonded materials, the content of which oppositely changes along the layer thickness increase, where a working surface is practically formed by the substrate metal. The novelty of the invention consists in that a metal the hardness of which is by 2-4 times greater than the hardness of the valve metal, substantially titanium, is used as the substrate metal, and in that the pores of the valve metal layer are limited within a range of 1-10⁴ nm. The claimed technical solution makes it possible to improve the multilayer anode for an electrical capacitor providing it with higher major technical characteristics.

(57) Реферат: Изобретение относится к основным элементам электрического оборудования, а более конкретно, к многослойным пленочным электродам для электролитических конденсаторов. Известный многослойный анод для электролитического конденсатора содержит токоведущую фольговую подложку из напыленного металла, имеющую развитую поверхность, на которой последовательно размещены конформный слой вентильного металла с регулируемой объемной пористостью из химически активного алюминия и оксидное покрытие, причем подложка и конформный слой вентильного металла связаны посредством гетероперехода, образованного геометрически замкнутыми между собой наночастицами металла подложки и вентильного металла, при этом подложка связана с пленочной основой через нанокompозитный барьерный слой, представляющий собой дифференцированную смесь соединяемых материалов, содержание которых противно меняется по мере роста толщины слоя, где рабочая поверхность образована практически металлом подложки. Новым является то, что в качестве материала подложки использован металл с твердостью в 2-4 раза выше, чем у вентильного металла, преимущественно титан, а поры слоя вентильного металла ограничены размером в диапазоне 10⁴ нм. Предложенное техническое решение позволило усовершенствовать многослойный анод для электролитического конденсатора, обеспечив более высокие основные технические характеристики.

WO 2009/064220 A2



-
- с информацией о просьбе восстановления прав на приоритет в отношении одного или более одного притязания на приоритет

МНОГОСЛОЙНЫЙ АНОД

Изобретение относится к основным элементам электрического оборудования, а более конкретно, к многослойным пленочным электродам для электролитических конденсаторов.

Уровень данной области техники характеризует многослойный фольговый анодированный электрод с высокоразвитой поверхностью, описанный в изобретении DE 102004011567, Н 05К 3/38, 2004г., на токоведущей подложке которого, закрепленной на несущей пленочной основе, пригодной для рулонной переработки, нанесены слои вентильного металла и оксидного покрытия бимодальной морфологии, при сохранении фракталоподобной шероховатости границ раздела.

Адгезионное соединение, которое представляет собой наноструктурированный переходный слой, развитой поверхности пленочной основы (из различных материалов) с осаждаемым из паровой фазы в вакууме алюминием подложки анода.

На активированную ионной бомбардировкой шероховатую поверхность основы в квазиедином процессе в среде инертного газа пониженного давления напыляют металл, предпочтительно алюминий. При этом формируется наноструктура в виде дифференцированной смеси материала основы и напыляемого металла, количество которого по мере роста переходного нанослоя увеличивается, достигая 100%, так как составляющая материала основы соответственно плавно уменьшается в объеме, практически исчезая на поверхности этого адгезионного слоя.

Таким образом материал основы в формируемом нанокompозитном адгезионном слое толщиной от нескольких нанометров до нескольких микрометров постепенно переходит в напыляемый токоведущий металл, чем обеспечивается высокая прочность соединения структурных элементов анода, имеющих сродственную связь.

Нанокompозитный переходный слой обеспечивает лиофобность соединения и служит барьером, предотвращающим взаимодиффузию по границе раздела основа-подложка.

Прочность адгезионного соединения токоведущего слоя с полимерной основой может быть увеличена за счет выполнения переходного слоя упорядоченным посредством формирования алмазоподобного нанослоя sp^3 -гибридизации атомов аморфного углерода (а-С:Н) по способу RU 2217394, С ОЗС 17_34, G 02В 5/28, 2003 г., что существенно улучшает пластические свойства переходного участка, обеспечивая эластичность многослойному материалу, пригодному для рулонной технологии изготовления анодов.

Далее напыляется вентильный металл (предпочтительно пористый алюминий) методом испарения на поверхность алюминиевой фольги, в условиях атмосферы инертного газа низкого давления в присутствии кислорода, имеющего давление на 1-2 порядка ниже. Развитие рабочей поверхности при этом происходит за счет добавления материала, а не его удалением (как при обычном травлении), поэтому анод для электролитических конденсаторов характеризуется использованием более тонкой фольги в качестве токоведущей подложки.

Особенностью диэлектрического оксидного слоя этого анода является его бимодальная морфология, плотный однородный оксид, дискретно осажденный на развитую поверхность подложки, и пористое оксидное покрытие, сформированное электролитическим анодированием.

Недостатком описанного многослойного анода является неудовлетворительная функциональная надежность из-за миграционных процессов взаимодиффузии при эксплуатации по границам автономных включений вентильного металла с материалами примыкающих слоев подложки и оксидного, что приводит к нестабильности основных технических характеристик электролитического конденсатора, заметно снижая срок его службы.

Отмеченный недостаток устранен в многослойном пленочном аноде для электролитического конденсатора, описанном в патенте RU 56709, НОЮ 9/04, 2006 г., который по техническому существу и числу совпадающих признаков выбран в качестве наиболее близкого аналога предложенному.

Известный многослойный анод для электролитического конденсатора характеризуется более широкими технологическими возможностями за счет использования различных материалов несущей пленочной основы, которые равно адаптируются с функциональными пленочными покрытиями посредством адгезионного нанокompозитного барьерного слоя.

При этом анод имеет повышенные удельную емкость и диэлектрическую проницаемость, а также, за счет высокой адгезионной прочности сцепления структурных слоев, в нем улучшены механические характеристики и пластичность, что позволяет изготавливать многослойный анод по рулонной технологии последовательного нанесения на пленочную основу всех покрытий и слоев в квазиедином процессе ионно-плазменного напыления материалов из паровой фазы в вакууме контролируемой атмосферы инертного и химически активного газов. Это создает универсальность технологии, исключает разрывы потока и снижает затраты на производство.

Выполнение включений пористого алюминия в виде конформного слоя оксидного покрытия, подобного развитому профилю подложки, кратно увеличивает контактную поверхность взаимодействия с электролитом конденсатора, чем заметно увеличивается его удельная емкость.

Вентильный металл в виде слоя покрытия из пористого алюминия обеспечивает развитую открытую поверхности, доступную для заполнения электролитом, что позволяет использовать в конденсаторе твердый электролит, расширяя тем самым технологические возможности использования по назначению.

Технологическое обеспечение средствами ионно-плазменного напыления вентильного металла электрохимической активности в итоге направлено на создание более толстого слоя качественного оксида для увеличения рабочего напряжения конденсатора повышенной емкости.

Связь конформного слоя вентильного металла с развитой поверхностью подложки посредством гетероперехода, который представляет собой наноструктурированную композицию из материала подложки и напыленного вентильного металла при стимулированной ионами инертного и химически

активного газов диффузии, позволяет расширить технологические возможности создания пленочного анода на практически любом носителе, исключив резкие границы раздела формообразующих слоев.

Однако, недостатком известного многослойного пленочного анода, в котором для токоведущей подложки и легко окисляемого вентильного металла покрытия использован алюминий, является, как следствие, нестабилизированная геометрия сформированной развитой поверхности подложки, что снижает показатели назначения при использовании в электролитическом конденсаторе.

Задачей, на решение которой направлена настоящая изобретение, является повышение функциональной надежности и основных технических характеристик многослойного анода при использовании в электролитических конденсаторах.

Требуемый технический результат достигается тем, что в известном многослойном аноде для электролитического конденсатора, содержащем токоведущую фольговую подложку из напыленного металла, имеющую развитую поверхность, на которой последовательно размещены конформный слой вентильного металла с регулируемой объемной пористостью из химически активного алюминия и оксидное покрытие, причем подложка и конформный слой вентильного металла связаны посредством гетероперехода, образованного геометрически замкнутыми между собой наночастицами металла подложки и вентильного металла, при этом подложка связана с пленочной основой через нанокompозитный барьерный слой, представляющий собой дифференцированную смесь соединяемых материалов, содержание которых противно меняется по мере роста толщины слоя, где рабочая поверхность образована практически металлом подложки, согласно изобретению, в качестве материала подложки использован металл с твердостью в 2-4 раза выше, чем у вентильного металла, преимущественно титан, а поры слоя вентильного металла ограничены размером в диапазоне $1-10^4$ нм.

Отличительные признаки позволили усовершенствовать многослойный анод для электролитического конденсатора, обеспечив более высокие основные технические характеристики.

Выбор титана в качестве материала подложки в многослойном аноде определен технологической и адгезионной совместимостью с напыляемым алюминием вентильного слоя, что принципиально необходимо для стабильной работы в электролитическом конденсаторе.

Использование в качестве материала токоведущей подложки титана, микротвердость пленки которого по Бринеллю составляет около 600 МПа, позволило стабилизировать профиль микроструктуры развитой поверхности, на которую напыляется химически активный алюминий, формирующий конформный слой с микротвердостью 150-250 МПа, которая меньше твердости подложки в 4 и 2,4 раза соответственно.

При использовании металла подложки с твердостью, превышающей твердость вентильного металла - алюминия, который наиболее технологичен для этих целей, меньше, чем в 2 раза, не представляется возможным получить стабильную геометрию переходной наноструктуры их взаимосвязи для практического использования по назначению.

Металл подложки с твердостью, превышающей твердость вентильного металла более, чем в 4 раза, создает хрупкость многослойной пленочной композиции, что ограничивает ее использование в качестве анода электролитического конденсатора.

В гетеропереходе по границам раздела примыкающих наночастиц металлов подложки и вентильного (титан-алюминий) сформирован двойной электрический слой, который существенно увеличивает адгезию безазорного их примыкания, что повышает и стабилизирует рабочие электрические характеристики электродной фольги при эксплуатации.

Выполнение гетероперехода из геометрически замкнутых между собой наночастиц титана и алюминия создает практически герметичное запечатывание границ раздела, обеспечивая тем самым формируемому адгезионному слою барьерные свойства, предотвращая тем самым взаимную диффузию, что позволяет сохранить при эксплуатации в составе электролитического конденсатора неизменными электрофизические свойства многослойного пленочного анода.

В изобретении посредством технологических параметров ионно-плазменного напыления в вакууме регулируется оптимизированный размер пор в химически активном алюминии формируемого конформного слоя, нанесенного на развитую поверхность подложки из титана, в диапазоне от одного до 10^4 нм по следующим ограничениям.

Если размер пор составит более 10^4 нм, то эффективная поверхность нанопористой структуры вентильного металла является недостаточной для достижения практически необходимой емкости конденсатора, так как они физически находятся в прямо пропорциональной зависимости.

При размере пор менее 1 нм электролит не проникает вовнутрь и поэтому развитая поверхность порового пространства не участвует в формировании емкости конденсатора, что существенно снижает его электротехнические характеристики.

Следовательно, каждый существенный признак необходим, а их совокупность в устойчивой взаимосвязи являются достаточными для достижения новизны качества, не присущей признакам в разобщенности, что позволяет решить поставленную техническую задачу не суммой эффектов, а с новым сверхэффектом суммы признаков.

Проведенный сопоставительный анализ предложенного технического решения с выявленными аналогами уровня техники, из которого изобретение явным образом не следует для специалиста по электротехнике, показал, что оно не известно, а с учетом возможности практического серийного изготовления многослойного анода по рулонной технологии, можно сделать вывод о соответствии критериям патентоспособности.

Сущность изобретения поясняется чертежом, который служит чисто иллюстративным целям и не ограничивает объема притязаний формулы. На чертеже схематично изображены: на фиг. 1 - структура предложенного анода; на фиг.2 - фрагмент гетероперехода.

На фиг. 1 толщина различных пленок и слоев условно показана безотносительно к масштабу.

Многослойный пленочный анод изготавливают по рулонной технологии в смонтированных на общей станине и связанных шлюзовыми камерами вакуумных модулях, оснащенных блоком питания ионных источников, магнетронных систем, устройством вакуумирования и приводом перемотки обрабатываемой бесконечной пленки.

В качестве несущей основы 1 многослойного анода служат различные материалы, например, алюминиевая, медная фольга, полиэфирная пленка и другие подобные.

В модулях плазменного магнетронного напыления материалов из паровой фазы установлены технологические барабаны, охлаждаемые до температуры минус 50-100 °С для предотвращения прожигания примыкающей при обработке пленки.

Поверхность основы 1 предварительно очищают и активируют ионной бомбардировкой, достигая дополнительной проработки рельефа, кратно увеличивая фактор развития, то есть соотношение реальной и геометрической ее поверхностей, в частности в диапазоне кратности 100-1000 раз.

В вакуумированной атмосфере инертного газа (аргона) с примесью химически активного газа (кислорода) на основу 1 осаждают токопроводящий слой металла (титана) толщиной 12-50 мкм, создавая фольговую подложку 2.

При этом на границе раздела формируется адгезионный барьерный слой 3 в виде нанокompозита, представляющего собой дифференцированную по содержанию смесь соединяемых материалов.

Взаимно дополняя друг друга, содержание материала основы 1 и осаждаемого титана подложки 2 встречно изменяются от 100% до нуля, соответственно: основа 1 (100-0) и титан (0-100).

Затем на титановую поверхность адгезионного слоя 3 в квазиедином процессе ионно-плазменной технологии из паровой фазы осаждают титан, формируя токоведущий слой подложки 2.

Важной особенностью является то, что процесс перемешивания соединяемых материалов происходит в то время, когда еще не закончился процесс активации поверхности основы 1. В результате квазиединого процесса происходит

построение нанокompозита адгезионного слоя 3, где материал основы 1 переходит на поверхности в осаждаемый металл (титан), который далее формируют в подложку 2.

В частности, на модифицированной полиэфирной пленке основы 1 из паров циклогексана плазменным осаждением формируют наноразмерное (10-50 нм) покрытие из аморфного углерода зр3-гибридизированного состояния - алмазоподобный (a-C:H) адгезионный слой, который является потенциальным барьером, взаимодействующим с титаном.

Адгезионный слой 3 представляет собой барьер для активных составляющих полимера основы 1, что обеспечивает стабильность электрофизических свойств анода во время эксплуатации.

Формирование барьерного слоя 3 нанокompозитным (толщиной 20нм-20мкм) обеспечивает высокоадгезионное соединение практически всех потребных для создания пленочного анода материалов.

Композитная структура адгезионного слоя 3 обеспечивает лиофильное запечатывание основы 1, улучшая ее эксплуатационные свойства.

Для последующего осаждения вентильного металла - пористого алюминия, формирующего слой конформный 4, в камере рабочих модулей воздух откачивают до давления $(5-1) \times 10^{-5}$ мм рт.ст., после чего в ионные источники напускают аргон до давления $(5-10) \times 10^{-4}$ мм рт.ст. и добавляют кислород в количестве 30-40 об.% . Давление в камере рабочих модулей изменяется в диапазоне от 0,1 до 0,0001 мм рт.ст.

Затем включают ионные источники, подавая с блока питания напряжение 3,0-4,5 кВ и ток разряда 250-400 мА, в результате чего проходит плазменное напыление алюминия, атомы которого конденсируются на подложке 2, формируя тонкий пористый слой 4 толщиной до 100 нм.

При этом растущий слой 4 вентильного металла обрабатывается ионами аргона и кислорода, в результате чего создается гетеропереход 5 в виде наноструктурной композиции, включающей наночастицы 6, 7 (фиг.2) пористого вентильного металла слоя 4 и материала подложки 2, алюминия и титана соответственно.

Наночастицы 6 и 7 гетероперехода 5 между собой образуют геометрическое замыкание, при этом по границам раздела возникает двойной электрический слой противного потенциала, что существенно увеличивает силы адгезии, стабилизируя геометрию развитой поверхности основы 2, информационной матрицы изделия в целом.

Ионоуплотненный гетеропереход 5 обеспечивает высокую адгезию соединения примыкающих слоев 2,4 и служит барьером, предотвращающим миграционные процессы между подложкой 2 и пористым слоем 4 вентильного металла.

При ассистировании магнетронного напыления слоя 4 пористого алюминия ионами инертного газа (аргона) стимулируется диффузия композиции гетероперехода 5, что обеспечивает равномерность взаимного распределения структурных элементов примыкающих слоев 2 и 4. При этом наночастицы 6 напыляемого алюминия, прорастают в наночастицы 7 титана, образуя геометрическое замыкание между собой (фиг.2) и структурируют гетеропереход 5 с высокими адгезионными и барьерными свойствами.

Наноструктура композиции гетероперехода 5 выполняет роль накопителя внутренней энергии слоя за счет роста радиационных дефектов, образованных в результате ионной обработки поверхности титановой подложки 2 и формируемого вентильного слоя 4 из пористого химически активного алюминия. При этом происходит упрочнение границ раздела наночастиц 6-7 гетероперехода 5, а также деформационное упрочнение и частичное растворение, что препятствует появлению и движению дислокаций, то есть исключается трещинообразование в примыкающих структурных слоях 2, 4 анода.

Ассистирование ионами химически активного газа (кислорода) обеспечивает достижение управляемой электрохимической активности слоя 4 вентильного металла. В результате на гетеропереходе 5 формируется объемно-пористый слой 4 алюминия, характеризующийся кратным увеличением развитой поверхности подложки 2 для взаимодействия анода с электролитом конденсатора.

Толщина слоя 4 пористого алюминия составляет от 0,05 до 30 мкм.

Количество и структура пор в слое 4 осажденного алюминия определяются по математической модели планирования эксперимента как функция многих переменных: состав и давление газовой среды, температура подложки 2, напряжение и ток разряда магнетронов, а также количество электронов, переходящих на подложку 2 в процессе роста слоя 4.

Варьируя этими параметрами, можно в широких пределах изменять диаметр пор в оптимальном диапазоне от 1 нм до 10 нм.

Если в слое 4 преобладают более крупные поры, то получается структура, которая кратно увеличивает емкость конденсаторов.

Преобладание более мелких пор в слое 4 обеспечивает повышение его электрохимической активности.

Скорость роста слоя 4 пористого алюминия составляет 1,5 мкм/мин.

Наличие регулируемой объемной пористости в оптимизированном диапазоне размеров и создание ионной обработкой радиационных дефектов в слое 4 вентильного металла приводит к повышению электрохимической активности материала, которая управляемо меняется за счет регулирования количества и размера пор в объеме напыляемого алюминия.

Сформированная таким образом пористая структура напыленного алюминиевого слоя 4 более легко подвергается электрохимическому оксидированию с образованием менее механически напряженного оксидного слоя 8.

В итоге следует, что конформный слой 4 из пористого алюминия на стабилизированном профиле титановой подложки 2, нанесенного в вакууме по режимам ионно-плазменной технологии, позволяет получить более толстое уплотненное оксидное покрытие 8 качественно нового многослойного анода (фиг. 1), что является предпосылкой для создания высоковольтных электролитических конденсаторов с напряжением функционирования более 600В.

Наноразмерные поры внутри слоя 4 напыляемого алюминия обеспечивают повышение электрической емкости анода в слое оксидного покрытия 8, который пригоден для использования в низко и средневольтных конденсаторах (соответственно 30-60В и 200-250В).

Относительное увеличение количества пор в объеме слоя 4 алюминия размером в оптимизированном диапазоне микрометров практически позволяет формировать высоковольтную фольгу с функциональным покрытием 4 толщиной 1 мкм, которая обеспечивает накопление заряда напряжением 700В, исходя из общеизвестной характеристики 1,5 нм/В для оксидного покрытия 8.

Готовый многослойный анод, намотанный в рулон в модуле выгрузки, извлекают из установки для дальнейшего электрохимического оксидирования (формовки) на заданное рабочее напряжение, образуя на слое 4 оксидное покрытие 8.

Предложенный многослойный анод изготавливается по квазиединой технологической схеме, при поэтапном изменении режимов и параметров вакуумных процессов ионной обработки поверхности и плазменного напыления вентильного металла при ассистировании ионов нейтрального и химически активного газов.

Изобретение позволяет получить известными технологическими приемами качественно новую взаимосвязь структурных составляющих многослойного анода для электролитических конденсаторов, универсально пригодного для функционирования как с жидким, так и с твердым электролитами.

Предложенный анод характеризуется стабильной структурой, улучшающей показатели назначения, в частности, значительным повышением удельной электрической емкости.

Барьерные свойства наноструктурированного гетероперехода, в котором практически исключены механические напряжения, обеспечивают стабильность электротехнических характеристик анода в течение всего, заметно более продолжительного, времени эксплуатации в составе электролитического конденсатора.

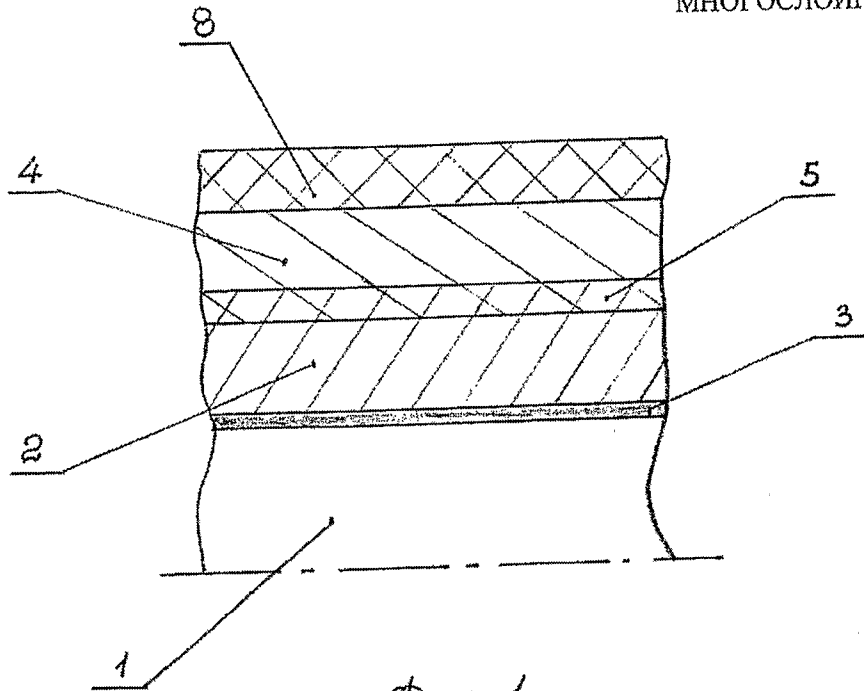
Технология получения многослойного анода с объемно-пористым конформным слоем напыленного вентильного металла (алюминия) на развитой поверхности токоведущей подложки из титана, адгезионно связанных через нанокompозитный барьер с несущей основой из разных материалов, отработана и пригодна для промышленного использования.

Предложенное техническое решение создает принципиальную возможность создания на базе описанного многослойного анода в едином технологическом процессе ионно-плазменного напыления конечный продукт -электролитический конденсатор путем последовательного нанесения на его оксидное покрытие слоев твердого электролита и вентильного металла, выполняющего функции катода.

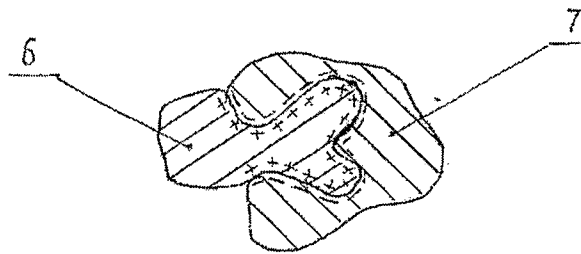
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Многослойный анод для электролитического конденсатора, содержащий токоведущую фольговую подложку из напыленного металла, имеющую развитую поверхность, на которой последовательно размещены конформный слой вентильного металла с регулируемой объемной пористостью из химически активного алюминия и оксидное покрытие, причем подложка и конформный слой вентильного металла связаны посредством гетероперехода, образованного геометрически замкнутыми между собой наночастицами металла подложки и вентильного металла, при этом подложка связана с пленочной основой через нанокompозитный барьерный слой, представляющий собой дифференцированную смесь соединяемых материалов, содержание которых противно меняется по мере роста толщины слоя, где рабочая поверхность образована практически металлом подложки, ОТЛИЧАЮЩИЙСЯ тем, что в качестве материала подложки использован металл с твердостью в 2-4 раза выше, чем у вентильного металла, преимущественно титан, а поры слоя вентильного металла ограничены размером в диапазоне 1-10 нм.

МНОГОСЛОЙНЫЙ АНОД



Фиг. 1



Фиг. 2