



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 224 808** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **C 22 C 1/04, C 23 C 10/18,**
20/02, H 01 G 9/00

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ
ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 99124811/02 , 23.04.1998
(24) Дата начала действия патента: 23.04.1998
(30) Приоритет: 26.04.1997 US 08/845,736
(46) Дата публикации: 27.02.2004
(56) Ссылки: GB 1011715, 01.12.1965. US
4574333, 04.03.1986. US 4548672,
22.10.1985. US 51004826 A, 31.05.1992.
RU 1794106 A3, 07.02.1993.
(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную
фазу: 26.11.1999
(86) Заявка РСТ:
US 98/08170 (23.04.1998)
(87) Публикация РСТ:
WO 98/49356 (05.11.1998)
(98) Адрес для переписки:
129010, Москва, ул. Б. Спасская, 25,
стр.3, ООО "Юридическая фирма
Городисский и Партнеры", пат.пов.
Ю.Д.Кузнецову, рег.№ 595

(72) Изобретатель: ФАЙФ Джеймс А. (US)
(73) Патентообладатель:
КАБОТ КОРПОРЕЙШН (US)
(74) Патентный поверенный:
Кузнецов Юрий Дмитриевич

(54) **МЕТАЛЛ ДЛЯ ЭЛЕКТРОНИКИ И СПОСОБ ЕГО ПОЛУЧЕНИЯ**

(57)
Изобретение относится к металлу для
электроники и изделиям из него. В
предложенном металле, содержащем второй
металл, концентрация которого выше на
поверхности или вблизи поверхности
металла для электроники, согласно
изобретению второй металл диффундирован
в указанный металл для электроники, причем
соотношение между общим количеством
второго металла и общим количеством
металла для электроники составляет 5 - 2000
частей на миллион. Предложенная
танталовая проволока согласно изобретению
содержит никель на поверхности или вблизи
от поверхности металла для электроники. В

предложенном способе введения второго
металла в металл для электроники согласно
изобретению наносят покрытие на
поверхность металла для электроники из
раствора второго металла и нагревают
металл для электроники и покрытия в
присутствии поглотителя кислорода при
температуре, достаточной для удаления
кислорода из этого металла для электроники
для обеспечения присутствия второго
металла в периферийной области этого
металла для электроники. Обеспечивает
равномерное покрытие из второго металла
на металле для электроники. 4 с. и 14 з.п.
ф-лы.

RU
2
2
2
4
8
0
8
C
2

RU
2
2
2
4
8
0
8
C
2



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 224 808** ⁽¹³⁾ **C2**

(51) Int. Cl. 7 **C 22 C 1/04, C 23 C 10/18,
20/02, H 01 G 9/00**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 99124811/02 , 23.04.1998

(24) Effective date for property rights: 23.04.1998

(30) Priority: 26.04.1997 US 08/845,736

(46) Date of publication: 27.02.2004

(85) Commencement of national phase: 26.11.1999

(86) PCT application:
US 98/08170 (23.04.1998)

(87) PCT publication:
WO 98/49356 (05.11.1998)

(98) Mail address:
129010, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25,
str.3, OOO "Juridicheskaja firma
Gorodisskij i Partnery", pat.pov.
Ju.D.Kuznetsovu, reg.№ 595

(72) Inventor: FAJF Dzhejms A. (US)

(73) Proprietor:
KABOT KORPOREJShN (US)

(74) Representative:
Kuznetsov Jurij Dmitrievich

(54) **METAL FOR ELECTRONICS AND METHOD OF PRODUCTION OF SUCH METAL**

(57) Abstract:

FIELD: metals for electronics and articles made from such metals. SUBSTANCE: proposed metal contains second metal whose concentration is higher on surface or near surface of metal for electronics; second metal is diffused into said metal electronics; ratio of total amount of second metal and metal for electronics ranges from 5 to 2000 parts per million. Tantalum wire contains nickel on surface or near surface

of metal for electronics. Second metal is introduced onto metal for electronics and coat is applied to surface of metal for electronics from solution of second metal; metal for electronics and coats are heated in presence of oxygen absorbent at temperature sufficient for removal of oxygen from this metal for electronics to ensure presence of second metal in periphery area of metal for electronics. EFFECT: enhanced efficiency. 28 cl, 2 ex

RU 2 2 2 4 8 0 8 C 2

RU 2 2 2 4 8 0 8 C 2

Металлы для электроники, например тантал и ниобий, характеризуются стабильным оксидным покрытием, которое придает им полезные свойства, такие как коррозионная стойкость и электрическое сопротивление, что делает такие металлы привлекательными в различных областях применения, например, в качестве анодного материала в электролитических конденсаторах и в качестве конструкционного материала для работы в определенных коррозионных средах. Это оксидное покрытие может препятствовать связыванию металлов для электроники, например при спекании пресованных порошков металла для электроники в брикеты, связанные с проволочным выводом или контактом проводника из металла для электроники. Поскольку более мелкие порошки металла для электроники используются для того, чтобы добиться повышенной емкости, применяются пониженные температуры спекания для предотвращения чрезмерного уменьшения площади поверхности под действием температуры спекания. Более того, поскольку в пресованном порошке достигается удовлетворительная связь между частицами, связь частицы с проводником может быть недостаточной при пониженной температуре спекания, что позволяет легко вытянуть спеченные брикеты из проволочного вывода или контакта проводника в процессе изготовления или использования конденсатора.

Известен металл для электроники, включающий второй металл, концентрация которого выше на поверхности или вблизи поверхности металла для электроники (GB 1011715, C 23 C 10/22, 01.12.1965).

Кроме того, известна танталовая проволока, содержащая никель (US 4574333, H 01 G 9/00, 04.03.1986).

Предложенный металл для электроники, включающий второй металл, концентрация которого выше на поверхности или вблизи поверхности металла для электроники, отличается тем, что второй металл диффундирован в указанный металл для электроники, причем соотношение между общим количеством второго металла и общим количеством металла для электроники составляет от 5 до 2000 частей на миллион.

Кроме того, из этого металла для электроники может быть изготовлено изделие, отличающееся тем, что оно содержит металл для электроники по п. 1 формулы изобретения.

Согласно предпочтительной форме выполнения изделия оно может быть выполнено из металла для электроники, содержащего тантал, ниобий или их сплав, а второй металл выбирают из группы, состоящей из тантала, ниобия, никеля, титана, циркония, вольфрама и железа;

второй металл образует сплав с металлом для электроники;

изделие может быть выполнено в виде проволоки, листа или порошка.

Танталовая проволока согласно изобретению отличается тем, что она содержит никель на поверхности или вблизи поверхности металла для электроники, при этом отношение количества никеля к общему количеству тантала составляет от 5 до 200 частей на миллион.

Согласно предпочтительным формам

выполнения отношение количества никеля к общему количеству тантала может составлять от 5 до 50 частей на миллион; проволока может быть выполнена упрочненной с предельной прочностью на разрыв больше, чем 830 МПа; она может иметь прочность на разрыв, приблизительно, от 378 до 620 МПа или, приблизительно, от 723 до 1102 МПа или, приблизительно, от 895 до 1480 МПа.

Данное изобретение относится также к способу введения второго металла в металл для электроники, отличительной особенностью которого является то, что наносят покрытие на поверхность металла для электроники из раствора второго металла и нагревают металл для электроники и покрытия в присутствии поглотителя кислорода при температуре, достаточной для удаления кислорода из этого металла для электроники для обеспечения присутствия второго металла на поверхности или вблизи от поверхности этого металла для электроники.

Согласно предпочтительным выполнениям способа согласно изобретению нанесение покрытия включает нанесение раствора соли второго металла в растворителе на поверхность металла для электроники и выпаривание растворителя;

металл для электроники представляет собой тантал, ниобий или их сплав, а второй металл выбирают из группы, состоящей из тантала, ниобия, никеля, титана, циркония, вольфрама и железа;

металл для электроники, включающий второй металл, дополнительно обрабатывают раствором кислоты для удаления остатка поглотителя кислорода и металл для электроники выполняют в форме проволоки, которую упрочняют при обработке волочением до меньшего диаметра; второй металл образует сплав для электроники.

Подходящие вторые металлы можно найти в Группях IVB, VB, VIB, VII B и VIII Периодической таблицы, и они включают тантал, ниобий, никель, титан, цирконий, вольфрам и железо. Предпочтительным вторым металлом для изделий из тантала является никель, который может связываться со спеченными порошками тантала.

В способе согласно изобретению второй металл вводят в металл для электроники путем покрытия поверхности металла для электроники соединением второго металла и нагревания покрытого металла для электроники в присутствии поглотителя кислорода при температуре, достаточной для удаления кислорода из этого металла для электроники, и для того, чтобы обеспечить наличие второго металла в периферийной области металла для электроники. Этот поглотитель должен быть также эффективен при удалении анионов, связанных со вторым металлом в покрытии. Этот способ особенно подходит для получения проволоки, порошка и листа металла для электроники, содержащего второй металл.

Когда такую проволоку, содержащую второй металл, используют в качестве проволочного вывода при получении спеченных анодов из гранулированного порошка металла для электроники, может быть достигнута повышенная прочность связи между спеченным порошком и проволочным выводом. Такой вывод, как полагают, будет

применяться с порошком металла для электроники, который предпочтительно спекают при низких температурах, например, ниже чем 1500°C для танталовых порошков или при более низкой температуре, например в интервале от 1200 до 1400°C.

Полагают, что улучшение связывание анодных брикетов с проволочным выводом анода согласно изобретению может снизить (и тем самым улучшить) восприимчивость анода к пусковому выбросу тока. Не вдаваясь в теорию процесса, можно полагать, что пусковой выброс тока, который возникает при первоначальной зарядке разряженного контура, может вызвать разрушение танталовых конденсаторов при плохих контактах между порошком и проволокой вследствие малой общей площади поперечного сечения. Мгновенный высокий ток, вызванный пересекающимися слабо развитыми связями, приводит к высокой плотности тока и омическому разогреву в области соединения проволоки с анодом. Этот ток высокой плотности и выделение тепла могут привести к повреждению конденсатора и, возможно, даже к сгоранию брикета металла для электроники. Полагают, что улучшенная связь проволоки с брикетом, обеспечиваемая изобретением, снизит вероятность повреждений, связанных с пусковым выбросом тока.

Кроме того, ожидается, что лист металла для электроники согласно изобретению может быть применен при получении контактов проводников для спеченных анодов из высокочемкостного порошка металла для электроники. Таким образом, изобретение является предпочтительным для таких изделий, как проволока и листы из металла для электроники, содержащего второй металл, который улучшает свойства поверхности, например, связывание со спеченной массой порошка металла для электроники. Обычно такие проволоки имеют диаметр в интервале, приблизительно, от 100 до 1000 микрометров (мкм), листы могут быть тоньше, например, порядка 50 мкм, а фольга - еще тоньше. Порошки, содержащие второй металл согласно изобретению, могут применяться в качестве связывающих материалов для соединения частей металла для электроники, или для низкотемпературного спекания порошков металла для электроники, или просто для обеспечения добавки металлов, например диффузентов в периферийных областях металла для электроники.

Является предпочтительным, что в проволоке и листе согласно изобретению второй металл концентрируется в периферийной области изделия из металла для электроники, причем толщина его в периферийной области будет зависеть от скорости диффузии второго металла в металл для электроники. Считается, что факторы, влияющие на диффузию, включают концентрацию на единицу площади поверхности второго металла в покрытии, время и температуру, при которой металл для электроники подвергают термической обработке в присутствии поглотителя кислорода. Во многих случаях является предпочтительным, чтобы периферийная область была как можно тоньше, чтобы обеспечить улучшенные свойства поверхности, не воздействуя на свойства остального объема металла для электроники.

Другое преимущество тонкой периферийной области концентрированного второго металла состоит в том, что концентрацию второго металла можно снизить до минимального уровня после использования улучшенных свойств поверхности, например, под действием термической обработки, которая облегчает диффузию второго металла в объем металла для электроники, в котором концентрация второго металла мала (если вообще не равна нулю), например, в центральную область проволоки для листа. В предпочтительном выполнении изобретения периферийная область концентрированного второго металла может находиться на расстоянии от 1 до 2 мкм от поверхности. Для некоторых областей применения концентрация второго металла в периферийной области может составлять приблизительно до 1 вес.% или более. В расчете на общий вес металла для электроники в изделии объемная концентрация второго металла может находиться в интервале от 2 до 2000 частей на миллион (ч/млн). Для некоторых областей применения концентрация второго металла может составлять от 5 до 200 ч/млн. Для других областей применения объемная концентрация второго металла может составлять от 5 до 50 ч/млн.

Проволока из металла для электроники согласно изобретению может быть твердой после отпуска (378-620 МПа), может быть твердой без отпуска (723-1102 МПа) или твердой без отпуска (895-1480 МПа).

Полезным вторым металлом для тантала является никель, который является стабильным и коррозионно стойким. Количество никеля, используемое в танталовой проволоке, предпочтительно является минимальным, которое обеспечивает улучшенные свойства, т.е. улучшенное связывание со спеченным порошком металла для электроники при минимальном вредном воздействии на электрические свойства целевых анодов. Преимущества этого изобретения заключаются в том, что в процессе термического спекания концентрация второго металла, например никеля, сначала будет выше в периферийной области, что способствует связыванию порошка с проволокой; а по мере протекания спекания второй металл будет стремиться продиффундировать от поверхности к центру проволоки, в результате снижается его концентрации в периферийной области и, таким образом, второй металл не оказывает вредного воздействия на электрические свойства электролитического конденсатора.

В способе согласно изобретению предпочтительно обеспечивается равномерное покрытие второго металла за счет использования раствора, содержащего растворимую соль второго металла. Такой раствор можно нанести на поверхность металла для электроники, пассивированную кислородом. Этот второй металл может быть нанесен из органического или водного раствора. Подходящие анионы для таких растворимых солей указанного второго металла включают хлорид, сульфат, карбонат и нитрат. Подходящие органические растворители включают ацетон, ксилол, метанол, ацетонитрил, хлористый метилен, N-пирролидон, диметилсульфоксид, диметилацетамид,

диметилформамид, метилэтилкетон, этиловый эфир гликоля и т. п. Для облегчения формирования и сохранения равномерного покрытия на поверхности этот раствор предпочтительно может также содержать вспомогательные агенты, такие как связывающие загустители, выравнивающие агенты, поверхностно-активные вещества и другие агенты, которые обычно применяются в покрытиях. Подходящие вспомогательные связывающие агенты включают полипропиленкарбонат, гидроксипропилметилцеллюлозу, поливиниловый спирт, поливинилбутираль и полимерный латекс; предпочтительным вспомогательным связывающим агентом является полипропиленкарбонат. Концентрация второго металла и вспомогательного агента зависит от толщины равномерного покрытия, которое можно нанести, и от желаемой концентрации второго металла. Такие растворы можно наносить на металл для электроники любым известным способом, например, распылением, нанесением кистью, маканием и др. Эффективное нанесение покрытия на проволоку включает протягивание проволоки через пористую среду, насыщенную раствором, или через емкость с раствором. Покрытие фиксируется при испарении раствора и/или отвержении, например посредством образования геля или сшивания вспомогательным связывающим агентом. Эффективным способом фиксации покрытия на проволоке является протягивание проволоки через зону конвекционного нагрева, для того чтобы облегчить удаление растворителя. Эта эффективная зона конвекционного нагрева может быть вертикальной или горизонтальной трубчатой камерой с потоком нагретого газа в направлении движения проволоки через камеру или в противотоке.

В способе согласно изобретению после фиксации покрытия из второго металла изделие из металла для электроники нагревают в присутствии поглотителя кислорода при температуре, достаточной для удаления оксидного покрытия с металла для электроники и для обеспечения пониженного содержания второго металла в металле для электроники. Эффективными поглотителями кислорода являются металлы, обладающие повышенным сродством к кислороду, по сравнению с металлом для электроники. К таким поглотителям кислорода относятся магний, кальций, натрий, алюминий, углерод, титан и цирконий. Поглотитель кислорода также должен обладать более высоким сродством к кислороду, чем второй металл, например, когда второй металл представляет собой титан или цирконий. Поглотитель кислорода также может быть эффективным для удаления аниона из соли второго металла. Предпочтительным поглотителем кислорода является магний, когда в качестве соединения второго металла используется хлористый никель. Если изделие представляет собой проволоку, ее можно легко намотать на катушку, например, на катушку металла для электроники, чтобы обеспечить воздействие газовой фазы, содержащей материал поглотителя, на намотанную проволоку. Предпочтительно изделие подвергают воздействию материала поглотителя в вакуумной печи, в которой обеспечивается откачка атмосферного

кислорода и относительно высокая концентрация поглотителя кислорода в инертной газовой фазе, например, газовой фазе, содержащей аргон и пары магния. Когда в качестве поглотителя кислорода используется магний, то для удаления кислорода с поверхности металла для электроники эффективная температура составляет выше 800 °С. Способы удаления кислорода из металла для электроники описаны в патентах США 3647420, 4722756 и 5241481, которые используются в качестве ссылок.

Обычно проволоку из металла для электроники, полученную согласно изобретению, отпускают в результате термической обработки в присутствии поглотителя кислорода. Прочность на разрыв такой прошедшей отпуск проволоки часто является неудовлетворительной при использовании проволоки в качестве выводящего провода при производстве анодов металла для электролитических конденсаторов. Термическая обработка и закалка для упрочнения проволоки обычно ухудшает ее свойства при использовании в конденсаторах из-за поглощения кислорода при такой обработке. Было установлено, что поверхность и периферийная область проволоки из металла для электроники этого изобретения, содержащей второй металл, являются стойкими в отличие от других покрытий поверхностей, причем эта проволока может выдержать протяжку до меньшего диаметра, при которой она эффективно охлаждается, приобретаая достаточную прочность для применения в качестве проводников конденсатора. В случае, если покрытие солью второго металла нанесено неравномерно, например полосами, что приводит к низкой концентрации второго металла в некоторой периферийной области, то может быть полезным нанесение оксидного покрытия на проволоку до ее волочения, для того чтобы свести к минимуму истирание поверхности при волочении.

Описанный выше способ также может быть модифицирован, для того чтобы ввести второй металл в порошок металла для электроники, например, порошки с размером частиц порядка от 1 до 10 мкм. Например, порошок металла для электроники может быть покрыт раствором соли второго металла и высушен, например в кипящем слое. Такой порошок металла для электроники, покрытый солью металла, можно обрабатывать поглотителем кислорода, получая порошок металла для электроники, содержащий второй металл. Порошок металла для электроники согласно изобретению может включать никельсодержащий порошок тантала, ниобийсодержащий порошок тантала и танталсодержащий порошок ниобия. Никельсодержащий порошок тантала может применяться в качестве связывающего материала для деталей из тантала. Танталсодержащий порошок ниобия может улучшать электрические свойства порошков ниобия.

Следующие примеры приведены с целью иллюстрации некоторых аспектов данного изобретения.

Пример 1

Раствор для нанесения покрытия, содержащий 0,8 вес.% никеля, получают путем растворения 32,4 г гексагидрата

хлористого никеля в 200 мл метанола с медленным добавлением этого раствора хлористого никеля в метаноле к 800 мл раствора полипропиленкарбоната (5 вес.%) в ацетоне, который получают путем добавления ацетона в раствор полипропиленкарбоната QPAC-40-M (20 вес.%), поставляемый фирмой PAC Polymers, Аллентаун, шт. Пенсильвания. На танталовую проволоку, диаметром, приблизительно, 710 мкм, наносят покрытие посредством пропускания проволоки сквозь губку, насыщенную раствором, содержащим 0,8 вес. % никеля, с последующим пропусканием проволоки через длинную трубку из сплава инконель в направлении движения потока теплого воздуха для облегчения испарения растворителя. Проволоку с высушенным покрытием свободно наматывают на танталовую катушку и в вакуумной печи размещают достаточное количество порошка магния в танталовой емкости. Количество порошка магния является достаточным для удаления кислорода с поверхности тантала (проволоки, катушки и емкости) и удаления ионов хлора из покрытия. Откачивают из печи воздух и заменяют его на аргон при низком давлении (приблизительно 13 Па). В течение 2 часов повышают температуру печи до 925 °С, чтобы обеспечить контакт паров магния с поверхностью проволоки, имеющей покрытие. После охлаждения печи в нее вводят воздух, удаляют проволоку и промывают ее в кислотной ванне со смесью, приблизительно, 20% азотной кислоты и 2% фтористоводородной кислоты, чтобы удалить остатки магния, оксида магния и хлористого магния. Проволоку отпускают под действием термической обработки, она имеет прочность на разрыв 530 МПа (77000 фунт/кв. дюйм). В результате объемного анализа проволоки найдено, что общее содержание никеля в ней составляет 45 ч/млн. Несмотря на то что на проволоке нет никелевого покрытия, это количество никеля эквивалентно покрытию поверхности никелем толщиной 319 Ангстрем. Анализ поверхности проволоки методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) на глубину, приблизительно, от 1,5 до 2 мкм показывает наличие никеля и тантала. Проволоку вновь наматывают и осуществляют волочение до диаметра 240 мкм, чтобы получить проволоку, упрочненную при обработке, которая имеет прочность на разрыв 1190 МПа (173000 фунт/кв. дюйм). Анализ поверхности проволоки после волочения методом СЭМ также показывает наличие никеля и тантала. Отображение поверхности проволоки методом рентгеновского анализа свидетельствует о равномерном распределении никеля и тантала. Свитый в спираль отрезок проволоки после волочения анодируют в условиях, аналогичных тем, что применяются для анодирования спеченных брикетов танталового порошка в производстве электролитических конденсаторов. Пропускание электрического тока через свитый в спираль отрезок проволоки после волочения, погруженный в раствор 0,13 вес. % фосфорной кислоты, приводит к выделению пузырьков, что указывает на короткое замыкание через оксид тантала на поверхности проволоки, которое предотвращает образование оксидного слоя. Другой свитый в спираль отрезок проволоки нагревают до 1300 °С в

течение 30 мин, чтобы моделировать условия спекания для спрессованного брикета танталового порошка. Обработанную термически проволоку анодируют в течение 30 мин в растворе 0,13 вес.% фосфорной кислоты при 93 °С и постоянном токе, увеличивая напряжение на клеммах до 200 В, которое поддерживают в течение 5,5 мин. Отрезки анодированной проволоки погружают в раствор 0,1 вес.% фосфорной кислоты, при 25 °С, прилагая напряжение 180 В в течение 2 мин; утечка постоянного тока для анодированных сегментов проволоки находится в пределах от 0,25 до 1 мА на квадратный сантиметр (приблизительно 1,5-7 мА/кв. дюйм). Утечка постоянного тока для стандартной танталовой проволоки (без второго металла) составляет приблизительно 0,04 мА на квадратный сантиметр.

Пример 2

Танталовую проволоку, содержащую никель, получают по способу Примера 1 за исключением того, что раствор соли никеля наносят губкой на подвешенную вертикально проволоку. Проволоку упрочняют при обработке волочением ее до диаметра 250 мкм и используют в качестве проволочных выводов для анодов из спеченного танталового порошка для электролитических конденсаторов. Танталовый порошок прессуют в форме вокруг конца проволоки, и проволоку с напесованным танталовым порошком спекают в обычных условиях производства. Качество связывания порошка с проволочным выводом проверяют путем вытягивания проволоки из спеченного брикета. Проволочные выводы, содержащие никель согласно этому изобретению, вытягиваются из спеченных брикетов с приложением большего усилия (на 50%) по сравнению с усилием, необходимым при использовании стандартной танталовой проволоки.

Формула изобретения:

1. Металл для электроники, содержащий второй металл, концентрация которого выше на поверхности или вблизи поверхности металла для электроники, отличающийся тем, что второй металл диффундирован в указанный металл для электроники, причем отношение общего количества второго металла к общему количеству металла для электроники составляет от 5 до 2000 млн⁻¹.

2. Изделие, отличающееся тем, что оно содержит металл для электроники по п.1.

3. Изделие по п.2, отличающееся тем, что металл для электроники содержит тантал, ниобий или их сплав, а второй металл выбирают из группы, состоящей из тантала, ниобия, никеля, титана, циркония, вольфрама и железа.

4. Изделие по п.3, отличающееся тем, что второй металл образует сплав с металлом для электроники.

5. Изделие по п.2, отличающееся тем, что оно выполнено в виде проволоки, листа или порошка.

6. Танталовая проволока, отличающаяся тем, что она содержит никель на поверхности или вблизи от поверхности металла для электроники.

7. Проволока по п.6, отличающаяся тем, что отношение количества никеля к общему количеству тантала составляет от 5 до 200 млн⁻¹.

8. Проволока по п.7, отличающаяся тем,

что отношение количества никеля к общему количеству тантала составляет от 5 до 50 млн⁻¹.

9. Проволока по п.6, отличающаяся тем, что она выполнена упрочненной с предельной прочностью на разрыв больше 830 МПа.

10. Проволока по п.6, отличающаяся тем, что она имеет прочность на разрыв приблизительно от 378 до 620 МПа.

11. Проволока по п.6, отличающаяся тем, что она имеет прочность на разрыв приблизительно от 723 до 1102 МПа.

12. Проволока по п.6, отличающаяся тем, что она имеет прочность на разрыв приблизительно от 895 до 1480 МПа.

13. Способ введения второго металла в металл для электроники, отличающийся тем, что наносят покрытие на поверхность металла для электроники из раствора второго металла и нагревают металл для электроники и покрытия в присутствии поглотителя кислорода при температуре, достаточной для удаления кислорода из этого металла для электроники, для обеспечения присутствия второго металла в периферийной области этого металла для

электроники.

14. Способ по п.13, отличающийся тем, что нанесение покрытия включает нанесение раствора соли второго металла в растворителе на поверхность металла для электроники и выпаривание растворителя.

15. Способ по п.13, отличающийся тем, что металл для электроники представляет собой тантал, ниобий или их сплав, а второй металл выбирают из группы, состоящей из тантала, ниобия, никеля, титана, циркония, вольфрама и железа.

16. Способ по п.13, отличающийся тем, что металл для электроники, включающий второй металл, дополнительно обрабатывают раствором кислоты для удаления остатка поглотителя кислорода и продуктов взаимодействия поглотителя с кислородом и анионом соли.

17. Способ по п.13, отличающийся тем, что металл для электроники выполняют в форме проволоки, которую упрочняют при обработке волочением до меньшего диаметра.

18. Способ по п.13, отличающийся тем, что второй металл образует сплав с металлом для электроники.

RU 2224808 C2

RU 2224808 C2