

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **029374**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2018.03.30**

(21) Номер заявки  
**201700010**

(22) Дата подачи заявки  
**2016.11.24**

(51) Int. Cl. **C25D 3/56 (2006.01)**  
**C23C 18/42 (2006.01)**  
**C23C 18/48 (2006.01)**

---

(54) **СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ДВУХСЛОЙНОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ  
НИКЕЛЬ-БОР/ЗОЛОТО-КОБАЛЬТ**

---

(43) **2018.02.28**

(96) **2016/ЕА/0093 (ВУ) 2016.11.24**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ  
ОБЩЕСТВО "ПЕЛЕНГ";  
УЧРЕЖДЕНИЕ БЕЛОРУССКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИВЕРСИТЕТА "НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ ФИЗИКО-  
ХИМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ" (ВУ)**

(56) **ВУ-С1-10424**  
**RU-С1-2058437**  
**US-A-4076598**  
**JP-A-6192846**

(72) Изобретатель:

**Цыбульская Людмила Сергеевна,  
Перевозников Сергей Сергеевич,  
Шендюков Владислав Сергеевич,  
Гаевская Татьяна Васильевна, Жулего  
Василий Афанасьевич, Земенкова  
Ольга Алексеевна (ВУ)**

---

(57) Предлагаемое изобретение относится к гальванотехнике, в частности к способу получения функционального покрытия, которое может быть использовано в приборостроении, точном электронном машиностроении, электротехнике, при изготовлении деталей оборонной и космической техники. Задачей предлагаемого изобретения является разработка способа получения двухслойного покрытия экономически рентабельным методом с улучшенной способностью к пайке, с устойчивостью к резким перепадам температур, с высокой микротвердостью, износо- и коррозионной стойкостью, а также с низким и стабильным во времени переходным электрическим сопротивлением при хранении деталей и эксплуатации изделий в жестких условиях. Способ нанесения двухслойного функционального покрытия никель-бор/золото-кобальт включает предварительную обработку металлической поверхности детали, электрохимическое осаждение покрытия никель-бор из сульфатного или сульфаматного электролитов, контактное осаждение тонкой пленки золота-кобальт и сушку финишного покрытия.

---

**B1**

**029374**

**029374**

**B1**

Предлагаемое изобретение относится к гальванотехнике, в частности к способу получения двухслойного покрытия никель-бор/золото-кобальт и может быть использовано в качестве защитного, функционального покрытия в приборостроении, точном электронном машиностроении, электротехнике, при изготовлении деталей оборонной и космической техники. Особенно важно получение двухслойных функциональных покрытий на основе никеля и тонкой пленки на основе золота в производстве измерительных приборов технического и медицинского назначения для стабилизации и улучшения их рабочих характеристик, а также эксплуатационных параметров.

Известен способ получения двухслойного функционального покрытия никель-фосфор/золото [1], включающий предварительную обработку металлической поверхности детали, химическое осаждение покрытия никель-фосфор (далее Ni-P) на металлическую поверхность; контактное осаждение тонкой пленки золота и сушку финишного покрытия.

Недостатком известного способа является то, что он не обеспечивает получение покрытий с высокой износостойкостью и микротвердостью, обладает высоким и нестабильным во времени переходным электрическим сопротивлением, а также паяется только с использованием припоя.

Наиболее близким техническим решением к заявляемому является способ получения двухслойного функционального покрытия никель-фосфор/золото [2], включающий предварительную обработку металлической поверхности детали, химическое осаждение покрытия Ni-P на металлическую поверхность (алюминий и его сплавы, железо, медь и ее сплавы) при температуре  $88 \pm 1^\circ\text{C}$ , pH  $5,0 \pm 0,2$ , времени осаждения 20-30 мин из раствора состава, г/л: никель серноокислый шестиводный 27, натрий фосфорноватистоокислый одноводный 29, молочная кислота 25 мл/л, яблочная кислота 12 мл/л; контактное осаждение тонкой пленки золота из раствора состава, г/л: дицианоаурат калия 1, натрий лимоннокислый 3-замещенный 25, аммоний хлористый 40, pH  $7 \pm 0,2$ , при температуре  $85 \pm 1^\circ\text{C}$  в течение 0,5-10 мин и сушку финишного покрытия.

Недостатком известного способа является использование процесса химического осаждения покрытия Ni-P, который является не рентабельным из-за малой степени загрузки покрываемой поверхности детали к объему раствора (не более  $1,5 \text{ dm}^2/\text{л}$ ), требует большого расхода материалов (из-за накопления продуктов реакции раствор быстро выходит из строя и требует замены свежим). Содержание фосфора в покрытии Ni-P, его структура и морфология не регулируются концентрацией гипофосфита натрия в растворе. Формируемое покрытие Ni-P имеет аморфно-кристаллическую структуру, характеризуется высокими значениями переходного электрического сопротивления и неудовлетворительной паяемостью, а также невысокой износостойкостью и микротвердостью. Пленка контактно осажденного золота (толщиной  $\sim 24 \text{ nm}$ ) на покрытии Ni-P неоднородная по структуре и цвету, не компактная и рыхлая. Двухслойное покрытие обладает не высокой микротвердостью, износо- и коррозионной стойкостью (не однородно по структуре и цвету), не устойчиво к перепаду температур, имеет плохую паяемость, высокое и нестабильное во времени переходное электрическое сопротивление при хранении деталей и эксплуатации изделий в жестких условиях; а также является экономически нерентабельным.

Задачей предлагаемого изобретения является разработка способа получения двухслойного функционального покрытия экономически рентабельным методом с улучшенной способностью к пайке, с устойчивостью к резким перепадам температур, с высокой микротвердостью, износо- и коррозионной стойкостью, а также с низким и стабильным во времени переходным электрическим сопротивлением при хранении деталей и эксплуатации изделий в жестких условиях.

Поставленная задача решается тем, что в способе нанесения двухслойного функционального покрытия никель-бор/золото-кобальт, включающем предварительную обработку металлической поверхности детали, осаждение покрытия на основе никеля, контактное осаждение тонкой пленки на основе золота и сушку финишного покрытия, в отличие от прототипа осаждение покрытия осуществляют электрохимическим методом из сульфатного электролита состава, г/л: никель серноокислый семиводный  $210 \pm 30$ , никель хлористый шестиводный  $30 \pm 10$ , борная кислота  $30 \pm 5$ , натрий серноокислый  $60 \pm 10$ , сахарин  $1 \pm 0,5$ , морфолин-боран  $0,2 \pm 0,1$ , pH  $4,3 \pm 0,2$ , вода остальное, при температуре  $25 \pm 5^\circ\text{C}$ , катодной плотности тока  $1,5 \pm 0,5 \text{ A}/\text{dm}^2$  в течение 15-30 мин или из сульфатного электролита состава г/л: никель сульфаминовокислый четырехводный  $330 \pm 30$ , никель хлористый шестиводный  $16 \pm 2$ , борная кислота  $30 \pm 5$ , натрий лаурилсульфат  $0,05 \pm 0,01$ , сахарин  $1 \pm 0,5$ , морфолин-боран  $0,2 \pm 0,1$ , pH  $4,2 \pm 0,2$ , вода остальное, при температуре  $45 \pm 5^\circ\text{C}$ , катодной плотности тока  $2,5 \pm 0,5 \text{ A}/\text{dm}^2$  в течение 10-15 мин с получением покрытия никель-бор; контактное осаждение тонкой пленки осуществляют из раствора состава, г/л: дицианоаурат калия 1,5-2, калий лимоннокислый  $20 \pm 5$ , лимонная кислота  $20 \pm 5$ , кобальт серноокислый  $1,5 \pm 1$ , pH  $4,5 \pm 0,5$ , вода остальное, при температуре  $90 \pm 2^\circ\text{C}$  в течение 1-3 мин с получением тонкой пленки золото-кобальт; сушку финишного покрытия проводят при температуре  $40-60^\circ\text{C}$  в течение 10-15 мин.

Использование процесса электрохимического осаждения покрытия никель-бор (далее Ni-B) является рентабельным, так как осаждение покрытия осуществляется при невысокой температуре вплоть до комнатной, и электролит работает длительное время (год и более) при его коррекции по убывшим компонентам и непрерывной фильтрации.

Наличие морфолин-борана в предложенной концентрации в сульфатном или в сульфатном элек-

тролитах позволяет регулировать структуру и морфологию формируемого покрытия. Атомы бора, выделяющиеся в результате каталитического разложения морфолин-борана на катоде, имеют малый атомный радиус ( $r_B=0,78 \text{ \AA}$ ,  $r_{Ni}=1,24 \text{ \AA}$ ), легко встраиваются в кристаллическую решетку никеля, образуя твердый раствор бора в никеле внедренно-замещенного типа с мелкокристаллической структурой. Все это совместно с выбором количественного состава всех компонентов сульфатного или сульфаматного электролитов и выбранных режимов обеспечивает получение покрытия Ni-B, обладающего высокой микротвердостью, износо- и коррозионной стойкостью.

Контактное осаждение тонкой пленки золото-кобальт (далее Au-Co) с последующей сушкой при 40-60°C предотвращает образование на поверхности покрытия Ni-B тонких оксидных пленок никеля, что позволяет добиться низкого и стабильного во времени переходного электрического сопротивления при хранении деталей и эксплуатации изделий в жестких условиях, хорошей паяемости в отсутствие флюса для свежесаженных покрытий, и в его присутствии после климатических испытаний. Выбор химического и количественного состава всех компонентов и предлагаемых режимов для контактного осаждения тонкой пленки Au-Co позволил нанести ее толщиной ~15 нм, что привело к экономии дорогостоящего материала и, как следствие, к экономической рентабельности при процессе нанесения данного двухслойного покрытия.

Предлагаемые соотношения компонентов в сульфатном или в сульфаматном электролитах и в составе раствора для контактного осаждения тонкой пленки являются оптимальными для получения двухслойного покрытия с требуемым набором технических характеристик: стабильно низким переходным электрическим сопротивлением; устойчивостью к резкому перепаду температур (от -65 до +70°C); хорошей паяемостью, вплоть до возможности ее проведения без флюса на свежесаженном покрытии Ni-B/Au-Co, и возможностью увеличения межоперационных сроков хранения до 30 суток при флюсовой пайке, при сохранении высокой микротвердости, износо- и коррозионной стойкости покрытий.

Режимы сушки обеспечивают получение покрытий с хорошей адгезионной прочностью одного вида покрытия к другому, равномерностью блеска и однородностью цвета.

Снижение температуры осаждения покрытий Ni-B и катодной плотности тока ниже указанных значений: 20°C и 1,0 А/дм<sup>2</sup> для сульфатного электролита и 40°C и 2,0 А/дм<sup>2</sup> для сульфаматного электролита приводит к уменьшению скорости осаждения, формированию крупнокристаллических покрытий, ухудшению их внешнего вида: неравномерности по цвету и блеску. Уменьшение температуры осаждения тонкой пленки Au-Co ниже 88°C приводит к уменьшению скорости осаждения и формированию тусклой матовой пленки. Уменьшение температуры сушки ниже 40°C приводит к появлению разводов (покрытие по цвету неоднородное).

Повышение температуры осаждения покрытий Ni-B и катодной плотности тока выше указанных значений: 30°C и 2,0 А/дм<sup>2</sup> для сульфатного электролита и 50°C и 3,0 А/дм<sup>2</sup> для сульфаматного электролита приводит к появлению дендритов по краю поверхности детали и подгарам. Увеличение температуры осаждения тонкой пленки Au-Co выше 92°C приводит к увеличению скорости осаждения и формированию рыхлой некомпактной пленки. Увеличение температуры сушки выше 60°C приводит к нерентабельному расходу электроэнергии без улучшения адгезионной прочности покрытий друг к другу.

Двухслойное функциональное покрытие Ni-B/Au-Co наносят на пластины (3×3 см<sup>2</sup>) или детали (контакт, кожух, наконечник) из деформируемых сплавов алюминия (Д16Т, АМц, АМг и др.) или сплавов меди (латунь, бронза и др.).

Заявляемый способ реализуется следующим образом.

Предварительная подготовка поверхности детали из деформируемых сплавов алюминия состоит в ультразвуковом обезжиривании при температуре 50-60°C в течение 1-2 мин и частоте ультразвука 35 кГц; кислотном или щелочном травлении при температуре 40-60°C в течение 15-30 с, осветлении в растворе азотной кислоты при температуре 18-25°C в течение 30-60 с.

Предварительная подготовка поверхности детали из медных сплавов состоит в ультразвуковом обезжиривании при температуре 50-60°C в течение 5-10 мин и частоте ультразвука 35 кГц, двукратном кислотном травлении при температуре 18-25°C в течение 10-20 с при первом и 20-40 с при втором травлении без промывки между первым и вторым травлением.

Электрохимическое осаждение покрытия Ni-B производят при температуре 25±5°C, катодной плотности тока 1,5±0,5 А/дм<sup>2</sup> в течение 15-30 мин (до толщины ~6 мкм) из сульфатного электролита состава, г/л: никель серноокислый семиводный 210±30, никель хлористый шестиводный 30±10, борная кислота 30±5, натрий серноокислый 60±10, сахарин 1±0,5, морфолин-боран 0,2±0,1, вода остальное или электрохимическое осаждение покрытия Ni-B производят при температуре 45±5°C, катодной плотности тока 2,5±0,5 А/дм<sup>2</sup> в течение 10-15 мин (до толщины ~6 мкм) из сульфаматного электролита состава, г/л: никель сульфаминовоокислый четырехводный 330±30, никель хлористый шестиводный 16±2, борная кислота 30±5, натрий лаурилсульфат 0,05±0,01, сахарин 1±0,5, морфолин-боран 0,2±0,1, рН 4,2±0,2, вода остальное.

Контактное осаждение тонкой пленки Au-Co осуществляют при температуре 90±2°C в течение 1-3 мин из раствора состава, г/л: дицианоаурат калия 1,5±0,2; калий лимоннокислый 20±5, лимонная кислота

20±5, кобальт серноокислый 1,5±1, рН 4,5±0,5, вода остальное. Затем финишное покрытие сушат при температуре 40-60°C в течение 10-15 мин. После каждой операции проводится каскадная промывка деталей водопроводной водой в течение 1-3 мин и последующая промывка дистиллированной водой в течение 20-40 с.

Технические характеристики функциональных покрытий, полученных при использовании составов растворов № 1-5 приведены в таблице.

Состав № 1, г/л: никель серноокислый шестиводный 27, натрий фосфорноватистоокислый одноводный 29, молочная кислота 25 мл/л, яблочная кислота 12 мл/л, рН 5,0, вода остальное [2].

Состав № 2, г/л: дицианоаурат калия 1, натрий лимоннокислый 3-замещенный 25, аммоний хлористый 40, рН 7,0, вода остальное [2].

Состав № 3, г/л: никель серноокислый семиводный 210, никель хлористый шестиводный 30, борная кислота 30, натрий серноокислый 60, сахарин 1, морфолин-боран 0,2, рН 4,3, вода остальное - заявляемый состав сульфатного электролита.

Состав № 4, г/л: никель сульфаминовоокислый четырехводный 330, никель хлористый шестиводный 16, борная кислота 30, натрий лаурилсульфат 0,05, сахарин 1,0, морфолин-боран 0,2, рН 4,2, вода остальное - заявляемый состав сульфатного электролита.

Состав № 5, г/л: дицианоаурат калия 1,5, калий лимоннокислый 3-замещенный 20, лимонная кислота 20, кобальт серноокислый семиводный 1,5, рН 4,5, вода остальное - заявляемый раствор для контактного осаждения тонкой пленки Au-Co.

Микротвердость покрытий оценивали по диагонали отпечатка от вдавливания алмазной пирамидки в покрытие (до толщины ~6 мкм) при нагрузке на индентор 50 г с помощью микротвердомера ПМТ-3.

Износостойкость покрытий оценивали по удельному весовому износу покрытий (мкг/м) в результате перемещения контртела из закаленной и отпущенной стали У8 по поверхности при нагрузке 1,0 МПа в условиях граничного трения с помощью автоматизированного трибометра АТВП.

Коррозионную стойкость покрытий оценивали на соответствие их требованиям раздела 5 ГОСТ 9.308-85 "Ускоренные коррозионные испытания". Свежеосажденные образцы выдерживали в камере тепла и влаги при повышенных значениях относительной влажности (93±3)% и температуры среды (40±2)°C в течение 240 ч, затем проводили их внешний осмотр на наличие следов коррозионного разрушения, а также на способность к пайке.

Переходное электрическое сопротивление (R) определяли по ГОСТ 9.302-88, приложение 9. Измерение R проводили на свежеосажденных покрытиях, после их хранения при комнатной температуре и влажности 50±10% в течение 30 суток, а также после испытаний на термоциклирование (перепад температур от -65 до +70°C) при силе тока 50 мА, нагрузке 50 г.

Способность покрытия к пайке оценивали по методу 402-2 ГОСТ 20.57.406-81 как свежеосажденных, так и после климатических испытаний (камера тепла и влаги, 10 суток). Для испытаний применяли трубчатый припой ПОС-61 и флюс ФКСП, состоящий из 25 мас.% канифоли и 75 мас.% этилового спирта. Пайку покрытий осуществляли как в присутствии, так и в отсутствие флюса. На место соприкосновения паяльника с припоем и выводом детали наносили флюс (или его не наносили), опускали паяльник (температура стержня (340±10)°C) и выдерживали 2-3 с. Остатки флюса, если он использовался, удаляли этиловым спиртом. Качество пайки оценивали при помощи микроскопа с увеличением 40 крат, совмещенного с персональным компьютером. Пайку также оценивали по площади растекания нормированной дозы припоя ПОС-61 и флюса по нанесенному покрытию по отношению к медному покрытию и выражали коэффициентом K.

Для определения устойчивости покрытия к перепаду температур детали с покрытием помещали в специальные камеры WK-WT 1500/70 и выдерживали 3 цикла при температуре -65°C 2 ч и +70°C 2 ч. После термоциклирования проводили внешний осмотр покрытия с помощью лупы с увеличением 2,5-4 крат, а также при помощи микроскопа с увеличением 40 крат, совмещенного с персональным компьютером на наличие следов побезжалости и коррозионного разрушения.

Примеры конкретного исполнения (составы растворов выбраны из условий средних допустимых значений растворенных в воде компонентов и средних режимов осаждения).

Пример 1. Покрытие Ni-B толщиной ~6 мкм получено методом электрохимического осаждения из раствора состава № 3 при температуре 25°C, катодной плотности тока 1,5 А/дм<sup>2</sup>, времени осаждения 20 мин. Тонкая пленка Au-Co толщиной ~15 нм нанесена на покрытие Ni-B из состава раствора № 5 при температуре 90°C, времени осаждения 1,5 мин. Сушка финишного покрытия произведена струей теплого воздуха при температуре 40-60°C в течение 10-15 мин. Технические параметры двухслойного покрытия Ni-B с тонкой пленкой Au-Co представлены в таблице.

Пример 2. Покрытие Ni-B толщиной ~6 мкм получено методом электрохимического осаждения из раствора состава № 4 при температуре 45°C, катодной плотности тока 2,5 А/дм<sup>2</sup>, времени осаждения 12 мин. Тонкая пленка Au-Co толщиной ~15 нм нанесена на покрытие Ni-B из состава раствора № 5 при температуре 90°C, времени осаждения 1,5 мин. Сушка финишного покрытия произведена струей теплого воздуха при температуре 40-60°C в течение 10-15 мин. Технические параметры двухслойного покрытия

Ni-B с тонкой пленкой Au-Co представлены в таблице.

Примеры конкретного выполнения и данные таблицы показывают, что применение предлагаемого способа получения двухслойного функционального покрытия Ni-B/Au-Co позволяет получить твердое, износ- и коррозионностойкое покрытие, с улучшенной способностью к пайке, невысоким и стабильным во времени переходным электрическим сопротивлением как при хранении деталей, так и при их эксплуатации в жестких условиях резкого перепада температур, что обеспечивает надежную и стабильную работу измерительных приборов. Кроме того, заявляемый способ нанесения двухслойных функциональных покрытий является более экономически рентабельным, тонкая пленка золото-кобальт обеспечивает равномерное по цвету и блеску покрытие и защищает его от возможных окислительных процессов в жестких условиях эксплуатации.

Источники информации.

1. Vorobyova T.N., Poznyak S.K., Rinskaya A.A., Sviridov V.V. Side Processes at Gold Cementation on Nickel and Copper//Metal. Finishing 2002, Vol., № 1, p. 26-35.

2. Haiping Liu, Ning Li, Sify Bi, Deyu Li Gold immersion deposition on Flec-troless Nickel Substrates//J. Electrochem. Soc., 2007, Vol. 154, № 12, p. D662-668 - прототип.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ получения двухслойного функционального покрытия никель-бор/золото-кобальт, включающий предварительную обработку металлической поверхности детали, осаждение покрытия на основе никеля, контактное осаждение тонкой пленки на основе золота и сушку финишного покрытия, отличающийся тем, что осаждение покрытия осуществляют электрохимическим методом из сульфатного электролита состава, г/л: никель серноокислый семиводный -  $210 \pm 30$ , никель хлористый шестиводный -  $30 \pm 10$ , борная кислота -  $30 \pm 5$ , натрий серноокислый -  $60 \pm 10$ , сахарин -  $1 \pm 0,5$ , морфолин-боран -  $0,2 \pm 0,1$ , pH -  $4,3 \pm 0,2$ , вода - остальное, при температуре  $25 \pm 5^\circ\text{C}$ , катодной плотности тока  $1,5 \pm 0,5$  А/дм<sup>2</sup> в течение 15-30 мин или из сульфаматного электролита состава, г/л: никель сульфаминовокислый четырехводный -  $330 \pm 30$ , никель хлористый шестиводный -  $16 \pm 2$ , борная кислота -  $30 \pm 5$ , натрий лаурилсульфат -  $0,05 \pm 0,01$ , сахарин -  $1 \pm 0,5$ , морфолин-боран -  $0,2 \pm 0,1$ , pH -  $4,2 \pm 0,2$ , вода - остальное, при температуре  $45 \pm 5^\circ\text{C}$ , катодной плотности тока  $2,5 \pm 0,5$  А/дм<sup>2</sup> в течение 10-15 мин с получением покрытия никель-бор; контактное осаждение тонкой пленки осуществляют из раствора состава, г/л: дицианоаурат калия - 1,5-2, калий лимоннокислый -  $20 \pm 5$ , лимонная кислота -  $20 \pm 5$ , кобальт серноокислый -  $1,5 \pm 1$ , pH -  $4,5 \pm 0,5$ , вода - остальное при температуре  $90 \pm 2^\circ\text{C}$  в течение 1-3 мин с получением тонкой пленки золото-кобальт; сушку финишного покрытия проводят при температуре  $40-60^\circ\text{C}$  в течение 10-15 мин.

Технические характеристики функциональных покрытий, полученных при использовании различных составов растворов

Покрытие	Раствор никелирования	Раствор золочения	Микротвердость, HV 0,05	Износостойкость (уд. износ, мкг/м)	Устойчивость к перепаду температур	Коррозионная стойкость	Паяемость (коэффициент растекания припоя в от. ед.)		Переходное (контактное) электрическое сопротивление, мОм		
							исходное	после климатич. испытаний	исходное	после хранения (30 суток)	после термоциклирования
Ni-P	Раствор химического осаждения Ni-P (Состав №1)	-	450	7-8	устойчиво	без изменений	0,8-0,9	0,8*	10	12	15
Ni-B	Сульфатный электролит Ni-B (Состав №3)	-	490	4-5	устойчиво	без изменений	1,1-1,2	0,9-1,0*	4,8	5,6	6,2
Ni-B	Сульфаматный электролит Ni-B (Состав №4)	-	550	4-5	устойчиво	без изменений	1,1-1,2	0,9-1,0*	4,2	4,8	5,5
Ni-P/Au	Раствор химического осаждения Ni-P (Состав №1)	Состав №2	450	7-8	цвета побежалости	цвета побежалости	1,0-1,1	0,8-0,9	5,5	6,8	8,2
Ni-B/Au-Co	Сульфатный электролит Ni-B (Состав №3)	Состав №5	490	4-5	устойчиво	без изменений	1,2**	1,2	4,0	4,0	4,5
Ni-B/Au-Co	Сульфаматный электролит Ni-B (Состав №4)	Состав №5	550	4-5	устойчиво	без изменений	1,2**	1,2	3,7	3,8	4,2

\* требуется увеличение времени на пайку, что может привести к выходу микросхемы из строя (браку);

\*\* возможно проведение бесфлюсовой пайки на свежесаженном покрытии.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2