

Покрyтия радиочастотных соединителей

Кива Джури́нский (kbd.istok@mail.ru)

Радиочастотные соединители являются необходимыми компонентами систем связи и телекоммуникации, авиационной и авиакосмической аппаратуры, медицинской техники, систем управления транспортом и многих других систем. Важнейшее место в конструкции и технологии изготовления радиочастотных соединителей занимают покрытия их металлических поверхностей. Рассмотрению состава и свойств современных покрытий радиочастотных соединителей посвящена данная статья.

Основные виды покрытий

В радиочастотных соединителях применяют небольшую номенклатуру металлических материалов. Корпуса коммерческих, а также немагнитных соединителей изготавливают из латуни, реже – из бронзы, а корпуса герметичных соединителей, в которых герметичность обеспечивает металлостеклянный спай, – из железо-никель-кобальтового сплава Kovar (в России – 29НК). Корпусы измерительных, метрологических и составных соединителей сантиметрового и миллиметрового диапазонов длин волн выполняют из пассивированной нержавеющей стали. Внутренние цанговые проводники соединителей всех типов за рубежом и в нашей стране изготавливают из термически упрочнённой бериллиевой бронзы. Для изготовления центральных шты-

ревых проводников применяют латунь или бериллиевую бронзу.

Параметры радиочастотных соединителей в значительной степени определяются составом и свойствами покрытий их наружных и внутренних проводников. Поэтому зарубежные компании постоянно ведут работы по созданию новых, более совершенных и экономичных покрытий. Покрытия, применяемые в настоящее время зарубежными компаниями – производителями соединителей и других электронных компонентов, приведены в таблице 1 [1–13, 17–33].

Требования, предъявляемые к покрытиям

К покрытиям радиочастотных соединителей предъявляют следующие требования:

- высокая электропроводность, низкое и стабильное контактное сопротивление;
- высокая коррозионная стойкость;
- износостойкость;
- температурная стойкость;
- хорошая паяемость;
- немагнитность;
- низкий уровень интермодуляционных искажений;
- оптимальное соотношение цена/качество;
- экологичность: отсутствие в составе покрытия вредных веществ (соответствие директиве RoHS).

Рассмотрим перечисленные характеристики подробнее.

Контактное сопротивление

Соединение внутренних и наружных проводников вилки и розетки соединителя происходит в результате образования точечных контактов, так как даже тщательно обработанные поверхности обоих проводников имеют неровности: выступы и впадины (см. рис. 1) [1, 14].

Кроме того, на поверхности металлов адсорбируются молекулы газов окружающей среды, и образуются тончайшие непроводящие плёнки окислов, сульфидов и различных органических загрязнений. В результате совместного действия точечных контактов и непроводящих плёнок возникает контактное сопротивление, зависящее от многих факторов: удельного электрического сопротивления, твёрдости, пластичности и коррозионной стойкости покрытия, площади и шероховатости поверхности контакта, условий нанесения покрытия и т.д. [1, 2, 14]. В технических условиях на соединители разных типов приводят следующие нормы величины сопротивления: 1...3 мОм – для наружных и 3...5 мОм – для внутренних проводников [2].

Низкое контактное сопротивление обеспечивают покрытия с низким удельным электрическим сопротивлением, которое необходимо также для уменьшения прямых СВЧ-потерь в соединителе. Наименьшую величину удельного сопротивления имеют серебряное и золотое покрытия, наибольшую – химически осаждённый никель, содержащий до 13% фосфора. Для обеспечения низкого и стабильного во вре-

Таблица 1. Покрытия зарубежных радиочастотных соединителей

Покрытие	Обозначение (производитель), состав, толщина
Стандартное золотое покрытие (для корпусов из латуни)	Gold plated (Harting, Telegärtner и др.): золото – 0,8 мкм, подслои меди – 1 мкм и никеля – 2 мкм.
Тонкое покрытие «твёрдое» золото по подслою химического никеля	Hard gold (сплав золота с 0,1–0,3% кобальта или никеля): AuroDur (Rosenberger): химический никель – 2–3 мкм, «твёрдое» золото – 0,15 мкм; NiP-Au (Telegärtner, Harting): химический никель – 4 мкм, «твёрдое» золото – 0,1 мкм; Sucoporo (Huber+Suhner): «твёрдое» золото 99,7% – 0,1–0,2 мкм, химический никель (фосфор 10,5%) – 2 мкм.
Гальванический никель	Nickel plated (Harting, Telegärtner): никель – 5 мкм, медь – 2 мкм.
Химический никель	Никель с 8–13% фосфора. NPGR (Radiall): более 10% фосфора; Sucodur (Huber+Suhner): никель с 10,5–13% фосфора.
«Белая бронза»	Сплав олово-медь-цинк: 50–55% меди, 30–35% олова, 15–17% цинка, 0,5–4 мкм. BBR (Radiall); Miralloy 2844 (Umicore Electroplating): 55% меди, 30% олова, 15% цинка; Sucoplate (Huber+Suhner); Secoplate (SEC Plating); Tri-M3™ (Electro-Spec, Inc.); Optalloy (Rosenberger); Telealloy (Harting): 3 мкм; Albaloy (Delta Electronics).
«Белая бронза», покрытая золотом	GBR (Radiall): «твёрдое» золото – 0,2 мкм поверх BBR – 1,8 мкм.
Серебро, покрытие «белой бронзой»	Sucoplate 30 (Huber+Suhner): серебро – 2 мкм, Sucoplate – 0,5 мкм; Optargen (Rosenberger, Telegärtner): серебро – 2 мкм, «белая бронза» – 0,5 мкм.
Серебро, сплав серебро-сурьма	Silver plated (Harting, Telegärtner): серебро – 5 мкм, подслои меди – 2 мкм.
Палладий-никель, палладий-никель, покрытый тонким слоем золота	Твёрдый раствор палладия (70–80%) и никеля (20–30%), «твёрдое» золото – менее 0,25 мкм (FCL, Molex, TE Electronics и др.).

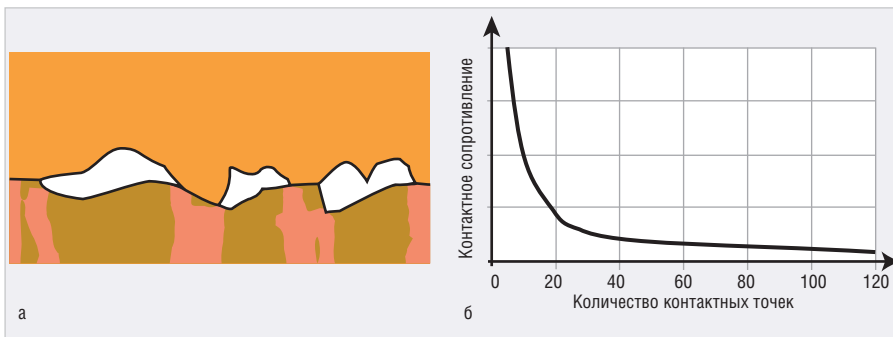


Рис. 1. Область контактирования (а) и зависимость контактного сопротивления от количества контактных точек (б)

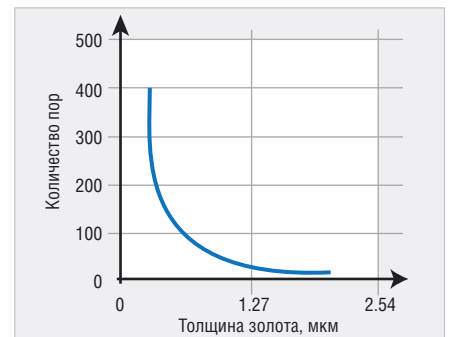


Рис. 2. Количество пор в золотом покрытии разной толщины

Таблица 2. Пористость золотых покрытий разной толщины

Толщина золотого покрытия, мкм	Количество пор на 1 см ²
0,10...0,25	600–1000
0,38...0,50	15–100
0,75...1,0	1–5

мени контактного сопротивления наиболее пригодны золотые покрытия, так как золото в большинстве сред не вступает в реакцию с химическими веществами и при достаточной толщине сохраняет свою проводимость в течение длительного времени. При этом гальваническое покрытие из чистого «мягкого» золота имеет в 3 раза более низкое контактное сопротивление, чем «твёрдое» золото с добавками кобальта или никеля [13].

Коррозионная стойкость

Требования к коррозионной стойкости радиочастотных соединителей постоянно повышаются. Для защиты от коррозии используют покрытия из благородных металлов: золота, серебра и палладия, а также из устойчивых к коррозии «пассивных» металлов: никеля, хрома. Коррозионная стойкость «пассивных» металлов обусловлена присутствием на их поверхности тонкой (толщиной несколько нанометров) плёнки оксида или нитрида, которая действует как защитный барьер между металлом и окружающей средой и препятствует более глубокой коррозии [24]. Наибольшую коррозионную стойкость имеют покрытия из золота и химического никеля [1, 4, 9–17].

Коррозионная стойкость любых покрытий зависит от их пористости. Поры открывают путь к основному материалу, создавая возможность его окисления и коррозии. Пористость является функцией большого числа переменных и во многом зависит от толщины и структуры покрытий, а также от составов электролитов и режимов осажде-

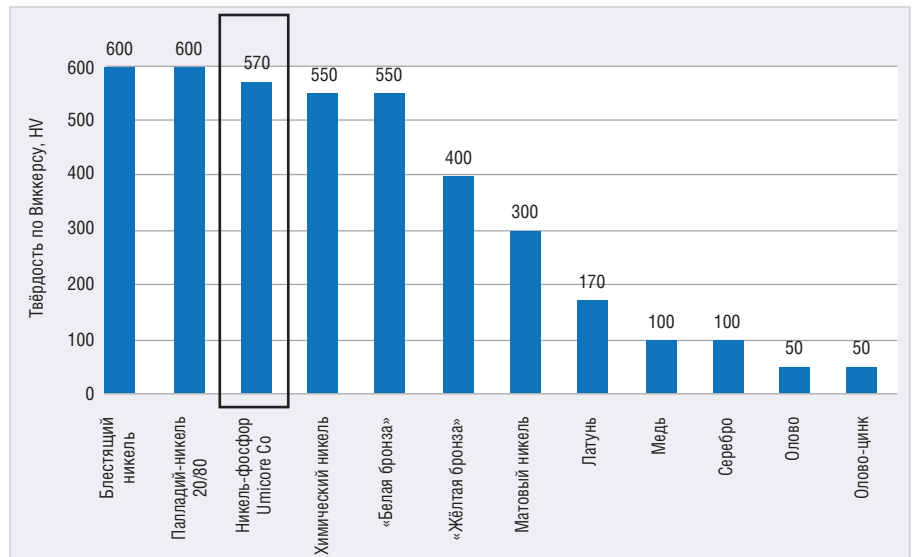


Рис. 3. Твёрдость по Виккерсу разных покрытий и металлов (выделена твёрдость химического никеля компании Umicore Co)

ния. В работе [5] показано, что в золотом покрытии толщиной менее 0,25 мкм присутствуют тысячи микроскопических пор, хотя внешне оно выглядит непрерывным. В покрытиях золотом с добавкой 0,1% кобальта при пористости 2–100 пор/см² и диаметре поры 7,5 нм их объём составляет 0,5% [12].

Коррозионная стойкость покрытий возрастает при увеличении их толщины. По мере увеличения толщины покрытия в нём уменьшаются количество и размеры пор (см. рис. 2 и табл. 2) [23, 25]. Золотое покрытие большой толщины (более 1,25 мкм) без пор обеспечивает исключительно высокую защиту от коррозии [25]. Наиболее эффективны золотые покрытия для соединителей, работающих при высоких температурах (более +125°С). В этом случае толщины покрытий золота и никеля должны быть увеличены [11].

Износостойкость

Важнейшими параметрами радиочастотных соединителей являются усилия соединения и разъединения вилки и

розетки и гарантированное количество таких соединений. При сочленении внутренних и наружных контактов вилки и розетки происходит износ покрытия их поверхностей. Степень износа в значительной степени зависит от твёрдости покрытия. Значения твёрдости по Виккерсу (HV, кг/мм²) некоторых покрытий и металлов приведены на рисунке 3 [8].

Твёрдость покрытий зависит от их состава, технологии получения и методики измерения. Поэтому для одного и того же вида покрытия величины твёрдости, приводимые разными компаниями, значительно отличаются. Прежде всего, это касается химического никеля, в котором содержание фосфора может составлять от 3–4 до 12–13%. Твёрдость химического никеля уменьшается при снижении в нём содержания фосфора. В результате термической обработки твёрдость резко возрастает до 1000 HV при всех содержаниях фосфора [16].

Поверхность покрытия из чистого «мягкого» золота из-за пониженной твёрдости более подвержена царапинам

Таблица 3. Основные свойства химического никеля

Содержание фосфора, %	10-13	7-9	4-6	1-3
Температура плавления, °C	880...900	880...980	1100...1300	1250...1360
Плотность, г/см ³	7,6...7,9	8,0...8,2	8,3...8,5	8,6...8,8
Твёрдость, НК ₁₀₀	400-525	500-600	625-750	725-800
Твёрдость, НК ₁₀₀ после термообработки	850-950	850-1000	850-1100	900-1100
Удельное сопротивление, мкОм*см	75...110	40...70	15...45	10...30
Магнитные свойства	Немагнитен	Слабомагнитен		Магнитен

и различным дефектам. Максимальная твёрдость этого покрытия такая же, как у ногтя человека. Твёрдость золота удалось повысить в несколько раз благодаря введению в его состав небольшого количества кобальта или никеля, которые создают более тонкую кристаллическую структуру покрытия. Размер зерна «твёрдого» золота приблизительно в 60 раз меньше размера зерна покрытия из «мягкого» золота. В результате этого у «твёрдого» золота снизился коэффициент трения, и оно стало менее восприимчивым к износу при сочленении контактов [13].

Коэффициент трения также является важным параметром покрытия. Чем он меньше, тем меньше усилия и больше допустимое количество циклов соединения и рассоединения вилки и розетки, а также меньше момент вращения гайки резьбовых кабельных соединителей. Допустимое количество циклов соединения и рассоединения пропорционально толщине покрытия: чем толще покрытие, тем больше количество циклов. Наиболее распространённые толщины «твёрдых» золотых покрытий для соединителей с повышенной износостойкостью – 1..2 мкм [13].

Повышению износостойкости золотых покрытий значительно способствует подслоу никеля, который выполняет ряд функций [4, 5, 8, 13, 16]:

1. Никель является барьером для твердотельной диффузии в золотое покрытие атомов меди и её легирующих металлов, таких как цинк в латунь. Никель имеет наименьший атомный радиус – 0,128 нм, поэтому более крупные атомы других металлов не могут проникать даже сквозь тонкое (толщиной 0,8...1,5 мкм) никелевое покрытие. Благодаря этому происходит защита целостности золотого покрытия, что особенно важно для длительных применений при повышенных температурах [9].
2. Никель способствует повышению коррозионной стойкости, особенно золотых покрытий малой толщины. Любые поры в золотом покрытии

приведут к никелевому подслоу, а не к основному металлу. Подслоу никеля предотвращает рост плёнок оксида меди на поверхности золота.

3. Подслоу никеля выравнивает и уменьшает шероховатость контактной поверхности, снижая коэффициент трения и, следовательно, уменьшая износ золотого покрытия.
4. Никелевый подслоу снижает вероятность образования трещин в контактах, покрытых «твёрдым» золотом.
5. Подслоу никеля с высоким содержанием фосфора обеспечивает высокую коррозионную стойкость, а подслоу гальванического никеля высокой чистоты является лучшей основой для качественной пайки. Компания Advanced Plating Technologies рекомендует минимальную толщину никелевого подслоу 1,25 мкм [5].
6. Гальванический никель – магнитный материал, имеющий достаточно высокую химическую стойкость, пластичность и адгезию к покрываемому материалу.

Свойства химического никеля

Химический никель представляет собой твёрдый раствор фосфора, содержание которого может быть в пределах 1–14% по массе, и никеля [16]. Основные свойства химического никеля приведены в таблице 3 (в таблице приведена твёрдость по Кноппу – НК₁₀₀, которая незначительно отличается от твёрдости по Виккерсу – HV) [15].

Покрытие химическим никелем имеет равномерную толщину, высокую коррозионную и химическую стойкости и стабильные электрические, тепловые и физические свойства. Плотность химического никеля обратно пропорциональна содержанию в нём фосфора. Она варьируется от 8,6...8,8 г/см³ (для никеля с очень низким содержанием фосфора) до 7,6...7,9 г/см³ (для никеля, содержащего более 10% фосфора) [15–17]. Коэффициент термического расширения химического никеля значительно меньше, чем у чистого никеля: чем больше содержание фосфора, тем меньше

коэффициент термического расширения химического никеля.

Температура плавления чистого никеля равна +1455°C, но с увеличением содержания фосфора температура плавления снижается почти линейно до +880°C для сплава, содержащего 11% фосфора. Это самая низкая температура плавления (эвтектика) для системы никель/фосфор (фосфат никеля – Ni₃P) [15, 16].

Удельное электрическое сопротивление химического никеля с ростом содержания фосфора возрастает более чем на порядок, и покрытия никель-фосфор становятся всё менее проводящими [15, 16]. Это происходит из-за нарушения кристаллической решётки никеля при внедрении в неё атомов фосфора.

Термическая обработка снижает прочность и пластичность покрытия. Воздействие температуры выше +220°C на покрытия с низким содержанием фосфора может привести к снижению их прочности и пластичности. Пластичность покрытий с высоким содержанием фосфора практически не снижается при нагреве до температуры не выше +260°C.

Магнитные свойства никеля высокой чистоты резко снижаются с увеличением в нём содержания фосфора. Никель, содержащий фосфора более 10–11%, становится немагнитным [15, 16]. Чем меньше содержание фосфора в никеле, тем больше коэрцитивная сила – значение напряжённости магнитного поля, необходимое для полного размагничивания никеля. Химический никель остаётся немагнитным даже после термической обработки в течение короткого времени при температуре +260°C. Магнитные свойства никеля с 3% содержанием фосфора приближаются к магнитным свойствам чистого гальванического никеля, а при 11% содержании фосфора никель становится немагнитным. Покрытия после термообработки более магнитны, чем без неё [17].

Паяемость

Покрытие радиочастотных соединителей должно сочетать высокую коррозионную стойкость с хорошей паяемостью. Пайку соединителей с золотым покрытием в большинстве случаев производят с использованием припоев состава олово-свинец. Отличительной особенностью оловянно-свинцовых припоев является высокая скорость, с которой они растворяют золотые покрытия [18–24]. При температуре +200°C скорость растворе-

ния золота в эвтектическом припое олово-свинец (температура эвтектики +183°C) превышает 1 мкм/с. Растворение продолжается до тех пор, пока золото полностью не растворится, либо не сформируется равновесный состав [18]. По золотому покрытию хорошо растекаются все припои. Поэтому при пайке соединителей необходимо тщательно подбирать и строго соблюдать температурно-временной режим пайки, а также применять меры защиты от излишнего растекания припоя.

В начале 1960-х годов были опубликованы работы, которые констатировали снижение пластичности и переход от вязкого к хрупкому разрушению паяных соединений, если содержание золота в припое олово-свинец составляло 5–10%. Тогда же было рекомендовано ограничить толщину золотого покрытия величиной 1,25 мкм, чтобы избежать нежелательного охрупчивания паяного соединения [21]. Это объясняется тем, что растворимость золота в твёрдом припое очень мала – 0,3–0,5%. Если содержание золота в оловянно-свинцовых припоях превышает предел растворимости, образуются твёрдые и хрупкие

интерметаллические соединения AuSn₄, AuSn₂ и AuSn, а также бинарный сплав со свинцом AuPb₂.

Снижение прочности происходит постепенно и обратно пропорционально содержанию золота. Для паяного соединения шириной 50 мкм толщина золотого покрытия должна быть менее 0,5 мкм [20]. В этой же работе рекомендовано ограничить толщину золотого покрытия величиной 0,75 мкм, чтобы содержание золота в припое не превысило 3%, и не образовались интерметаллические соединения золота с оловом.

При содержании золота в припое более 3–5% происходит охрупчивание паяного соединения [9, 18, 20]. На рисунке 4 показан внешний вид паяного соединения центрального проводника соединителя, покрытого золотом по подслою химического никеля, с полском печатной платы, также покрытым золотом. Пайку производили эвтектическим припоем Sn63Pb37 (олово 63%, свинец 37%) при температуре +210°C. После пайки в соединении видна трещина [23].

Золото легко растворяется также и в припоях на основе индия. При темпера-



Рис. 4. Внешний вид паяного соединения центрального проводника соединителя с полском печатной платы

туре +200°C скорость растворения золота составляет 2 мкм/с, а при температуре +250°C – 4 мкм/с. Индиевые припои можно использовать для пайки с компонентами, покрытыми золотом толщиной более 0,5 мкм. Однако соединения, выполненные индиевыми припоями, менее прочные, чем соединения оловянно-свинцовыми припоями.

После растворения золота в припое происходит взаимодействие обогащённого золотом припоя с подслоем никеля. Если никель не окислен, то он хорошо смачивается припоем и даёт прочное паяное соединение.

ЖАЖДА СКОРОСТИ

РАЗЪЁМ HAR-SPEED M12 В SLIM-КОРПУСЕ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ





КОМПАКТНЫЙ КОРПУС РАЗЪЁМА
ДИАМЕТР КАБЕЛЯ 4,5–8,8 ММ

ДОСТУПНЫ КОРПУСА
БЫСТРОЙ ФИКСАЦИИ PUSH/PULL

Х-КОДИРОВКА В СООТВЕТСТВИИ С IEC 61076-2-109
СКОРОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ДО 10 ГБИТ/С

ПОЛНОЕ ЗАКРИВАНИЕ,
ЗАЩИТА ОТ ВИБРАЦИЙ, ПЫЛИ И ВЛАГИ

IP65 IP67



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

(495) 232-2522 • INFO@PROCHIP.RU • WWW.PROCHIP.RU



Чтобы защитить никель от окисления, толщина золотого покрытия должна составлять не менее 0,25 мкм, так как при меньшей толщине покрытие пористое. Для обеспечения наиболее прочного паяного соединения рекомендуется использовать гальванический никель высокой чистоты. Для качественной пайки с подслоем химического никеля необходимо, чтобы содержание фосфора в нём составляло менее 8% [20].

Присутствие «неблагородных» элементов, таких как кобальт и никель, в золотых покрытиях может ухудшить качество пайки из-за возможности окисления этих элементов при температурах пайки. Кроме того, высокая степень чистоты золота необходима в тех случаях, когда происходит термодиффузия золота. Поэтому соединения термокомпрессионной, термовздуковой или ультразвуковой сваркой желательно выполнять по покрытиям из чистого золота [13].

В настоящее время в связи с директивой RoHS о запрете применения свинца применяют припой SAC (медь-олово-серебро). В этом случае увеличение толщины золотого покрытия также оказывает вредное влияние на прочность паяных соединений при циклическом воздействии температуры [21].

Покрывтия, обеспечивающие низкий уровень интермодуляционных искажений

Развитие базовых станций мобильной связи, а также широкополосной связи нового поколения выдвинуло жёсткие требования к уровню интермодуляционных составляющих спектра сигнала (ИМР) для всех применяемых компонентов, в том числе и радиочастотных соединителей. Одной из главных причин возникновения ИМР в соединителях является наличие в них магнитных материалов и покрытий. Поэтому для изготовления соединителей применяют только немагнитные металлы: латунь, бериллиевую и фосфорную бронзы. Недопустимо также применение аустенитной нержавеющей стали, хотя она считается немагнитным металлом. Оказалось, что при деформации сталь приобретает слабые магнитные свойства в результате выделения магнитной α -фазы [2]. Применение магнитных материалов и покрытий также недопустимо в соединителях для магнитно-резонансной томографии [2].

Интермодуляционные искажения могут быть вызваны соединителями,

изготовленными из немагнитных металлов, но покрытыми гальваническим магнитным никелем [29]. Вместо никелевых покрытий используют немагнитные серебряные покрытия. Серебро имеет самые высокие из всех металлов электропроводность и теплопроводность, низкое контактное сопротивление и хорошую паяемость. Однако серебро – дорогостоящий драгоценный металл, к тому же склонный тускнеть в результате взаимодействия с сероводородом, хлором, сернистыми и азотистыми соединениями из окружающей среды. Серебро взаимодействует с сероводородом даже при его концентрации в атмосфере менее $1 \times 10^{-5}\%$ с образованием плотных плёнок сульфидов. В нормальных условиях при температуре $+26^\circ\text{C}$ удельная электропроводность плёнки сульфида серебра составляет всего 0,1 См/м. Однако при температуре $+175^\circ\text{C}$ происходит скачкообразный рост электропроводности до 2130 См/м, а при пониженных температурах плёнки сульфида серебра становятся изолирующими [9].

Поиски альтернативных решений привели к созданию покрытия «белая бронза» – немагнитного, коррозионностойкого и износостойкого сплава 50–55% меди, 30–35% олова и 15–17% цинка. Его применение в радиочастотных соединителях для замены никелевых покрытий стало популярным в начале 1990-х годов. Покрытия типа «белая бронза» с незначительно отличающимися составами были разработаны многими компаниями, которые присваивали им свои фирменные названия (см. табл. 1).

BBR – покрытие состоит из 55% меди, 30% олова и 15% цинка, которое выглядит как ярко-белое серебро. Оно было разработано компанией Radiall для замены никеля и серебра. Это покрытие немагнитно, имеет высокую электропроводность и, в отличие от никеля, не вызывает аллергию. Интермодуляционные искажения, обусловленные BBR, такие же низкие, как и у серебряного покрытия. Устойчивость к коррозии и потускнению является одним из наиболее важных экологических характеристик этого покрытия наряду с высокой износостойкостью. Пайку соединителей с покрытием BBR рекомендуется проводить с использованием легкого активированного флюса [28].

Покрытие Miralloy 2844 – сплав 51% меди, 33% олова и 17% цинка. Miralloy – товарный знак компании Umicore. Покрытие Miralloy также является аль-

тернативой гальваническим покрытиям из никеля и серебра для применения в радиочастотных соединителях в системах сотовой и мобильной связи. Оно немагнитно, имеет высокую твёрдость, износостойкость и коррозионную стойкость в серосодержащей атмосфере [2].

Покрытие Sucoplate – «белая бронза» компании Huber+Suhner [27]. Покрытие имеет высокие электропроводность и коррозионную стойкость, твёрдость 600–700 HV, низкий коэффициент трения, хорошие износостойкость и пластичность, что позволяет значительно снизить возможность его повреждения при трении и изгибе. Немагнитность покрытия обеспечивает низкие потери соединителей на высоких частотах.

Secoplate – равномерное и беспористое коррозионно-стойкое покрытие толщиной 2...3 мкм, разработанное компанией SEC Plating Pty Ltd [6]. Коэффициенты линейного расширения этого покрытия и латуни близки, поэтому быстрое изменение температуры от -50 до $+200^\circ\text{C}$ не вызывает растрескивания и отслаивания покрытия. Твёрдость Secoplate в 2 раза, а износостойкость более чем в 10 раз больше, чем у серебряного покрытия.

Tri-M3 (Tri-Alloy, Tri-Metal) – покрытие компании Electro-Spec, Inc. [11], содержащее 55% меди, 30% олова и 15% цинка. Твёрдость Tri-M3 составляет около 600 HV, коэффициент трения на 70% меньше, чем у серебра. Коррозионная стойкость этого покрытия и никеля практически одинаковы.

В покрытиях Sucoplate 30 компании Huber+Suhner и Optargen (Rosenberger, Telegärtner) слой серебра толщиной 2 мкм покрыт «белой бронзой» толщиной 0,5 мкм для предотвращения образования сульфида серебра. Покрытие имеет твёрдость 600–700 HV и сочетает полезные свойства серебра и «белой бронзы». Компания Huber+Suhner не рекомендует покрытие Sucoplate 30 для пайки.

Недостатком покрытия «белая бронза» считается плохая паяемость при использовании неактивированных флюсов. Поэтому для улучшения паяемости некоторые компании покрывают «белую бронзу» очень тонким слоем «твёрдого» золота. Компания Radiall применяет покрытие GBR (Gold Bronze Radiall), состоящее из слоёв BBR толщиной 1,8 мкм и золота толщиной 0,1...0,2 мкм. Покрытие GBR внешне выглядит, как золотое покрытие, обеспечивает достаточно высокую проч-

ность паяных соединений и низкое контактное сопротивление [30].

Золотые покрытия малой толщины

Золотые покрытия малой толщины, имеющие оптимальное сочетание цена/качество, применяют европейские компании, выпускающие радиочастотные соединители: Rosenberger [26], Huber+Suhner [27], Radiall [28], Harting [1], Telegärtner [3] и др. Во всех этих покрытиях в качестве подслоя применён химический никель. Очень тонкий слой «твёрдого» золота защищает химический никель от окисления и обеспечивает низкое контактное сопротивление и хорошую паяемость. К тому же, в отличие от никелевых покрытий, эти покрытия не являются аллергенными и соответствуют требованиям директивы RoHS.

Покрытие AuroDur, состоящее из тонкого слоя «твёрдого» золота (всего 0,15 мкм) с подслоем немагнитного химически осаждённого никеля толщиной 2...3 мкм, компания Rosenberger уже много лет применяет в радиочастотных соединителях. По данным компа-

нии, это равномерное покрытие обеспечивает превосходные характеристики коррозионной стойкости, износостойкости, передачи сигналов и паяемости с высокой прочностью при минимальной стоимости. Например, применение покрытия AuroDur в соединителях типа SMP позволило обеспечить 1000 циклов соединений вилки и розетки вместо требуемых по техническим условиям 500 циклов.

Компания Huber+Suhner заменила в выпускаемых соединителях стандартное золотое покрытие толщиной 0,8 мкм с подслоем гальванического никеля толщиной 1...2 мкм на покрытие Sucopro: 0,1...0,2 мкм «твёрдого» золота чистотой 99,7% с подслоем химически осаждённого никеля (содержание фосфора 10,5%) толщиной 2 мкм. Покрытие Sucopro оказалось более износостойким, а его смачиваемость припоями была лучше, чем у стандартного покрытия [27].

Золотое покрытие корпусов соединителей из латуни компаний Telegärtner и Harting – NiP-Au состоит из трёх слоёв: меди толщиной 1 мкм, химического никеля с фосфором толщиной 4 мкм

и «твёрдого» золота толщиной всего 0,1 мкм [1, 3]. Химический никель создаёт твёрдое, износостойкое и устойчивое к коррозии покрытие. «Твёрдое» золото, прочно связанное с подслоем химического никеля, обеспечивает небольшой коэффициент трения и большую износостойкость, чем стандартные золотые покрытия. В то время как стандартные золотые покрытия наносят гальваническими методами, в производстве сплавов NiP-Au компания Telegärtner применяет химические процессы при температуре +85°C. Химические процессы дороже гальванических, но это полностью компенсируется использованием меньшего количества золота [3].

Покрытие компании Radiall – NPGR, состоящее из тонкого слоя «твёрдого» золота поверх слоя химического никеля (содержание фосфора более 10%), было разработано в качестве альтернативы более дорогостоящему стандартному золотому покрытию. Это немагнитное покрытие обеспечивает низкий уровень интермодуляционных составляющих, защиту от коррозии и низкий коэффи-




НОВЫЕ МОЩНОСТИ — НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ



Кристаллы СВЧ-транзисторов GaN/SiC

- Диапазон частот: DC...6,0 ГГц
- Выходная мощность: 8, 15, 30, 40 Вт
- Типовое усиление: 15–17 дБ
- Рабочее напряжение: 28, 40, 50 В



Широкополосные GaN HEMT-транзисторы общего назначения

- Диапазон частот: L, S, C, X
- Выходная мощность: 800 Вт – L-диапазон, 180 Вт – S-диапазон, 6 Вт – X-диапазон
- Типовое усиление: 13–20 дБ
- Рабочее напряжение: 28, 40, 50 В



LDMOS-транзисторы

- Диапазон частот: 400...1400 МГц, 420...960 МГц, 700...2200 МГц, 1800...2000 МГц, 2000...2200 МГц, 2300...2400 МГц, 2500...2700 МГц
- Выходная мощность: до 600 Вт
- Типовое усиление: 16–30 дБ
- Рабочее напряжение: 28, 30, 48, 50 В



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

(495) 232-2522 ■ INFO@PROCHIP.RU ■ WWW.PROCHIP.RU

Таблица 4. Аргументы «за» и «против» уменьшения толщины золотого покрытия соединителей

«За» уменьшение толщины	«Против» уменьшения толщины
1. Необходимость экономии дорогостоящего драгоценного металла	1. Необходимость обеспечения высокой коррозионной стойкости соединителей
2. Возможность повышения надёжности паяных соединений	2. Необходимость обеспечения повышенной износостойкости соединителей
3. Повышенная чистота поверхности при современной технологии изготовления соединителей	3. Повышение сложности и стоимости механической обработки поверхности соединителей очень высокой чистоты
4. Уменьшение толщины «скин-слоя» при увеличении рабочей частоты соединителей	

цент трения, позволяющий выполнять до 10 000 соединений и рассоединений вилки и розетки. Однако покрытие NPGR не рекомендуется применять, если паяные соединения должны работать в жёстких условиях при высоких температурах [28].

Основное применение покрытий с золотом малой толщины – соединители и другие компоненты для поверхностного монтажа, однако в последнее время их всё шире применяют и для соединителей многих других типов.

Оптимальная толщина золотого покрытия

Определение оптимальной толщины золотого покрытия радиочастотных соединителей является непростой задачей, особенно для соединителей, надёжно работающих в жёстких условиях. Золото – дорогостоящий материал, а это значит, что золотое покрытие должно быть ровно настолько толстым, насколько это необходимо, иначе это потерянные деньги. Электронная промышленность ежегодно потребляет более 320 т золота, и значительная часть этого золота используется в качестве электролита для гальванического покрытия соединителей и других электронных компонентов [11]. За рубежом разработаны технические спецификации MIL-DTL-45204D и ASTM B488, распределяющие толщину золота по классам от 00 до 6. Класс 00 – для минимальной толщины золота – 0,5 мкм, класс 0 – 0,75 мкм, класс 1 – 1,25 мкм и т.д. [19].

Попытки сократить потребление золота путём уменьшения толщины покрытия, применения селективного золочения и замены золотого покры-

Таблица 5. Среднеарифметическое отклонение профиля поверхности и глубина скин-слоя золота, никеля гальванического и химического

Класс чистоты	Среднеарифметическое отклонение профиля, мкм	Частота, ГГц	Глубина скин-слоя, мкм		
			Золото	Ni	NiP
√5	5,0	1	2,38	0,167	4,09
√6	2,5	10	0,75	0,054	1,32
√7	1,25	18	0,56	0,040	1,02
√8	0,63	40	0,38	0,027	0,68
√9	0,32	65	0,30	0,021	0,51

тия покрытиями иного состава принимаются постоянно. Однако комбинация таких свойств золота, как исключительно высокая коррозионная стойкость, высокая электропроводность, немагнитность и пластичность, настолько неповторима, что замена золота может привести лишь к потерям или чрезмерно большим затратам. Поэтому большое количество работ было направлено лишь на уменьшение толщины золотых покрытий. Решение об уменьшении толщины золотого покрытия является компромиссным. В таблице 4 приведены аргументы «за» и «против» уменьшения толщины золотого покрытия радиочастотных соединителей.

При большой толщине золотого покрытия возрастает вероятность охрупчивания соединений, спаянных оловянно-свинцовыми припоями, вследствие образования интерметаллидов. Оптимальная толщина золотого покрытия, по разным данным, должна быть менее 0,5 мкм, но, во всяком случае, менее 1,25 мкм. Однако чем тоньше золотое покрытие, тем больше оно содержит пор и тем ниже его коррозионная стойкость. Для обеспечения высокой коррозионной стойкости толщина золотого покрытия должна быть не менее 1,25 мкм. По мере увеличения толщины золота увеличивается не только коррозионная стойкость, но и износостойкость покрытия. Для повышения износостойкости толщина покрытия «твёрдым» золотом должна быть не менее 1...2 мкм.

Толщина золотого покрытия должна быть такой, чтобы покрыть все неровности металлических поверхностей и быть больше толщины скин-слоя. При постоянном токе плотность покрытия одинакова по всему поперечному сечению проводника. На высоких частотах плотность тока в значительной центральной части сечения проводника практически равна нулю, ток проходит только в поверхностном слое – скин-слое. Глубина скин-слоя тем меньше, чем

выше частота, больше магнитная проницаемость и проводимость металла.

Среднеарифметическое отклонение профиля поверхности для разных классов чистоты обработки и глубина скин-слоя золота, гальванического (Ni) и химического (NiP) никеля в зависимости от частоты представлены в таблице 5. Данные таблицы 5 показывают, что толщина золотого покрытия определяется величиной шероховатости поверхностей коаксиальной линии соединителя, так как она всегда больше глубины скин-слоя. Для применения золотого покрытия толщиной менее 1 мкм необходимо, чтобы поверхность коаксиальной линии соединителя были обработаны не хуже, чем по 8–9-му классу чистоты. При этом надо учитывать, что подслои никеля несколько выравняет неровности поверхности.

Для повышения износостойкости приходится увеличивать толщину золотого покрытия и применять подслои твёрдого химического никеля. По данным компании Тусо, покрытие из «твёрдого» золота толщиной 0,8 мкм с подслоем никеля толщиной не менее 1,3 мкм обеспечивает износостойкость, достаточную для большинства соединителей. Покрытия толщиной от 0,03 до 0,1 мкм из «твёрдого» или «мягкого» золота поверх никелевого подслоя следует использовать только в тех случаях, когда риск истирания минимален [25].

Толщина золотого покрытия для соединителей, работающих в умеренных условиях окружающей среды, может быть выбрана в пределах 0,75...1,25 мкм. Такая толщина золота обеспечивает улучшенную коррозионную стойкость и износостойкость по сравнению с более тонким золотым покрытием. Для соединителей, применяемых в контролируемой среде, с минимальными требованиями к износостойкости достаточно толщина золотого покрытия 0,1...0,5 мкм. Тонкий слой золота в этом случае обеспечивает низкое контактное сопротивление и достаточно хорошую паяемость.

Покрyтия палладий-никель с тонким слоем золота

В поисках альтернативы золоту в покрyтиях радиочастотных соединителей было обращено внимание на палладий. Палладиевое покрyтие имеет достаточно хорошие контактные свойства, высокую твёрдость – 200–300 HV, которая намного выше твёрдости чистого золотого покрyтия. Износостойкость палладиевых покрyтий в 20 раз выше износостойкости серебряных покрyтий. Обычно применяют покрyтие без пор толщиной 2...5 мкм. Однако палладиевое покрyтие имеет склонность к растрескиванию и высокую каталитическую активность, способствующую образованию на его поверхности изоляционных плёнок в результате полимеризации паров органических веществ, содержащихся в окружающей среде [7].

В начале 1980-х годов многие компании рассматривали перспективы замены покрyтия из «твёрдого» золота, цены на которое неуклонно росли, покрyтием более низкой стоимости, но имеющим при этом основные характеристики золотого покрyтия. Их усилия завершились разработкой палладий-никелевого (PdNi) гальванического покрyтия с подслоем никеля. Покрyтие PdNi состоит из 70–80% палладия и 20–30% никеля и является твёрдым раствором палладия и никеля. Плотность покрyтия составляет от 10 до 11,5 г/см³. Для сравнения плотность гальванического золота – 17...19,3 г/см³. Покрyтие PdNi менее склонно к растрескиванию, имеет пониженную пористость и лучшую паяемость по сравнению с чистым палладием [31–34].

Для дальнейшего улучшения качества покрyтия палладий-никель поверх его нанесли слой золота толщиной менее 0,25 мкм [32–34]. Трёхслойное покрyтие никель-палладий-золото (NiPdAu) было разработано в 1980-х годах. Ключевым свойством этого покрyтия является улучшенная паяемость бессвинцовыми и содержащими свинец припоями. Проведённые компанией DuPont испытания показали, что это покрyтие более твёрдое, стойкое к коррозии и долговечное, чем золотое покрyтие [31].

Квалификационные испытания, выполненные основными поставщиками соединителей, показали, что покрyтие PdNi с тонким золотым слоем имеет более низкую стоимость и является надёжной альтернативой 0,75-микронному золотому покрyтию [31]. Покрyтие PdNi с тонким слоем золота в

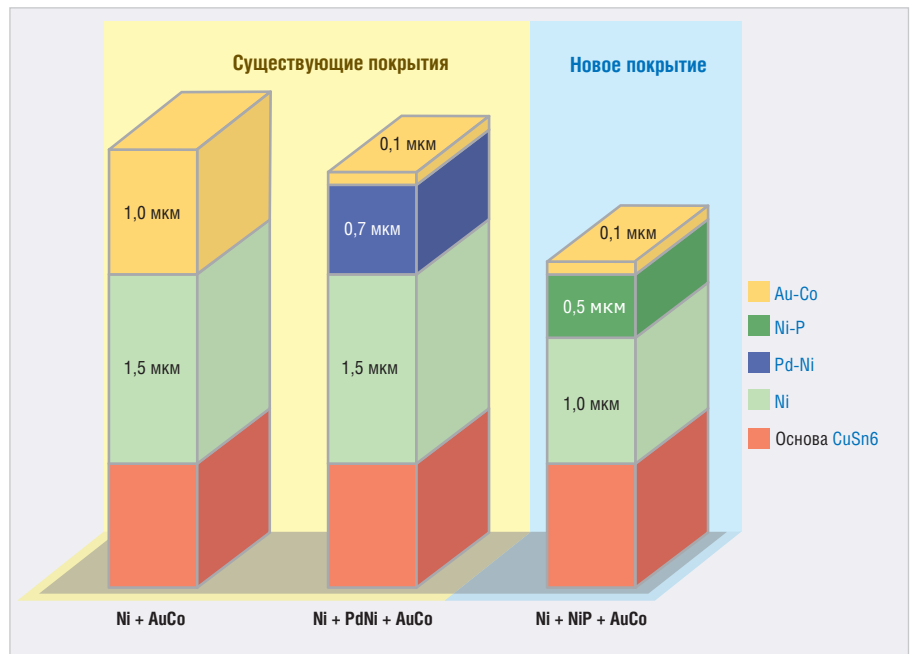


Рис. 5. Эволюция покрытий из драгоценных металлов

течение последних 30 лет стало предпочтительным для компаний FCI, Molex и TE Electronics, выпускающих радиочастотные соединители в больших объёмах, прежде всего – соединители для работы в полевых условиях. Компания Molex сообщила, что модульные гнезда, покрытые PdNi с тонким слоем золота, выдерживают 2500 циклов соединений, тогда как такие же гнезда с золотым покрyтием – только 750 циклов [34].

Новые покрyтия

Зарубежные компании постоянно совершенствуют покрyтия радиочастотных соединителей. Например, японской компанией Uuemura и немецкой Umicore представлен состав нового более экономичного покрyтия (см. рис. 5) [8]. Толщину золота удалось уменьшить в 10 раз, покрyтие палладий-никель заменить химическим никелем и в 1,5 раза уменьшить толщину гальванического никелевого покрyтия. Это позволило существенно снизить долю драгоценных металлов – золота и палладия.

По-видимому, в данной области может найти применение нанокристаллический никель, покрyтый тонким слоем золота. Это покрyтие было изобретено в Массачусетском технологическом институте (США). Контакты с таким покрyтием прошли тестирование на воздействие окружающей среды [34].

Шведская компания Impact Coatings AB заявила о создании покрyтия Silver MaxPhase™, заменяющего золотое покрyтие в соединителях для мобильных телефонов [35]. Шведское покрyтие

коррозионностойкое, износостойкое, а технология его получения осаждением из паровой фазы (PVD) [7] экологически чистая. Покрyтие имеет твёрдость 300 HV, низкий коэффициент трения, достаточно низкое контактное сопротивление и обеспечивает надёжные соединения пайкой и сваркой.

Пассивация нержавеющей стали

Рассмотрение финишных покрyтий было бы неполным, если хотя бы вкратце не упомянуть пассивацию поверхности корпусов из нержавеющей стали большой группы соединителей: измерительных, метрологических и составных сантиметрового и миллиметрового диапазонов длин волн [2]. При механической обработке корпусов на поверхность этих соединителей переносится свободное железо из применяемых инструментов. Свободное железо легко окисляется, снижая коррозионную стойкость соединителей. Поэтому после механической обработки корпусов выполняют операцию пассивации. Пассивация – это химическая обработка с использованием специальной кислотной композиции, которая удаляет свободное железо и другие загрязнения с поверхности нержавеющей стали [36]. При этом одновременно на поверхности образуется пассивный слой оксида хрома/никеля, который действует как барьер для дальнейшей коррозии. После пассивации нержавеющая сталь становится ещё более устойчивой к коррозии.

Заключение

Рассмотренные в данной статье покрытия применимы не только для радиочастотных соединителей, но и для других электронных компонентов, прежде всего для поверхностного монтажа. Покрытиям радиочастотных соединителей и других электронных компонентов посвящено огромное количество работ. В данной статье рассмотрена лишь небольшая часть из них.

Основное направление развития покрытий радиочастотных соединителей зарубежного производства – экономия драгоценных металлов. Для этого разработаны золотые и палладий-никелевые покрытия очень малой толщины с подслоем химического никеля. Второе направление – создание новых альтернативных покрытий – также имеет определённые перспективы. Однако в большинстве случаев требуется нанесение тонкого слоя золота поверх нового покрытия.

Автор благодарит Прокимова А. А. за предоставленный материал и Лихачеву И. Е. – за полезные замечания.

Литература

1. Heile I., Huske R. Contact plating material options for electronic connectors. A comparison of hard gold and hard gold flashed palladium-nickel (80/20). www.harting-u.com.
2. Джуринский К. Б. Современные радиочастотные соединители и помехоподавляющие фильтры. Под редакцией д.т.н. Борисова А. А. Изд-во ЗАО «Медиа Групп Файн-Стрит». Санкт-Петербург. 2014. 426 с.
3. Surface coating for coaxial connectors. Professional Articles, 03/2013. www.telegartner.com.
4. Kurtz O., Лагорс-Брок Ф., Данжер М. и др. Покрытие «никель-золото» исключительно высокой

- коррозионной стойкости. Технологии в электронной промышленности. 2011. № 4. С. 28–32.
5. Bondbus B. Advanced Plating Technologies. Gold Plating Thickness of Connectors and Contacts, 2018/04. advancedplatingtech.com.
6. SEC Plating Pty. High quality surface plating for rf-connectors, electrical and microwave components. www.secp.net.
7. Лобанов М. Л., Кардонина Н. И., Россина Н. Г., Юровских А. С. Защитные покрытия: учебное пособие. Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та. 2014. 200 с.
8. De Poto R., Weber J., Leydecker K. Electrolytic Nickel-Phosphorus Plating – Uyemura. www.uyemura.com.
9. Отраслевой стандарт ОСТ 92-9501-2002. Покрытия металлические и неметаллические неорганические для приборного производства. Требования к выбору покрытий.
10. Hard Gold plating – Alternate Finishing. www.alternatefinishing.
11. Electro-Spec Blog. J. Smith. Use of Gold Plating in Electronics. www.plating.electro-spec.com.
12. Ланин В., Емельянов В. Снижение толщины золотых покрытий при изготовлении интегральных схем. Технологии в электронной промышленности. 2008. № 7. С. 62–65.
13. Lindstedt M. Hard Gold Plating vs. Soft Gold Plating. Products Finishing. www.pfonline.com.
14. Бондаренко И. Б., Гатчин Ю. А., Иванова Н. Ю., Шилкин Д. А. Соединители и коммутационные устройства. СПб: СПб ГУ ИТМО. 2007.
15. Electroless Nickel. Properties of Electroless Nickel. MacDermid Enthone. https://industrial.macdermidenthone.com.
16. Parkinson R. Properties and applications of electroless nickel. www.nickelinstitute.org.
17. Вансовская К. М. Металлические покрытия, нанесённые химическим способом. Л. Изд-во «Машиностроение». 1985. 103 с.
18. Soft soldering gold coated surfaces – Core. https://core.ac.uk.

19. What is the Gold Plating Thickness Standard for Connectors? www.sharrettsplating.com.
20. Soldering to Gold Over Nickel Surfaces – Kester. www.kester.com.
21. Hillman C., Blattau N., Arnold J. u др. Gold embrittlement in lead free solder. www.dfrsolutions.com.
22. Brewer D. H. Solders for Thick Gold Plating Consideration of solder characteristics, joint shear strength, and soldering conditions determines the choice of a solder-flux system. American Welding Society. WJ. 1970. 10. P. 465.
23. Wolverson M. Solder Joint Embrittlement Mechanisms, Solutions and Standards. www.circuitinsight.com.
24. Song J. Corrosion Protection of Electrically Conductive Surfaces – MDPI. www.mdpi.com.
25. Schueller R., Hillman C. Understanding the Risk of Gold Flash. White papers. www.tycoelectronics.com.
26. AuroDur Plating for RF Coaxial Connectors. 99. www.rosenberger.de.
27. Plating - HUBER+SUHNER. www.hubersuhner.com.
28. Plating properties – Radiall. www.radiall.com.
29. What is Passive Intermodulation PIM. Primer Electronics Notes. www.electronics-notes.com.
30. Guide GBR D1031DE. www.radiall.fr.
31. Matthey. Palladium-Nickel as a Gold Substitute. https://www.technology.matthey.com.
32. Romm D., Lange B. and D Abbott. Evaluation of Nickel/Palladium/Gold-Finished Surface – Mount Integrated Circuits. Application Report SZZA026. July 2001. www.ti.com.
33. Palladium nickel and hard gold: Contact plating material options. https://www.frasers.com.
34. Brearley D. Gold alternatives in connector designs. Connector Tips. December, 2013.
35. Low cost PVD contact coating replacing plated gold. Impact Coatings AB. www.impactcoatings.se.
36. Травление и пассивация нержавеющей стали. https://forstex.ru.



НОВОСТИ МИРА

Слияния и поглощения в полупроводниковой отрасли

По мнению аналитика рынка полупроводников компании IC INSIGHTS, активность слияний и поглощений (M&A) в полупроводниковой отрасли вышла на стабильный уровень. До 2015 года суммарный объём сделок составлял всего \$13 млрд в год, но вот уже три года уровень стабильно высокий: \$28,1 млрд в 2017 году, \$25,9 млрд в 2018 году и \$31,7 млрд – в 2019-ом. По мнению аналитиков, это означает, что консолидация в отрасли будет продолжаться.

В феврале состоялась одна M&A-сделка. Быстрорастущий европейский бесфабрич-

ный-производитель микросхем для IoT и применений для Индустрии 4.0, компания DIALOG SEMICONDUCTOR за \$500 млн договорилась о покупке калифорнийской бесфабричной-компании ADESTO TECHNOLOGIES.

Штаб-квартира DIALOG SEMICONDUCTOR расположена в Лондоне, по всему миру на неё работает 2 тыс. человек. Оборот английской фирмы в 2019 году составил примерно \$1,4 млрд.

ADESTO TECHNOLOGIES была основана в 2006 году, насчитывает порядка 270 сотрудников. Компания хорошо известна в России, в 2012 году ADESTO купила бизнес Serial Flash

Memory у ATMEL. В настоящее время фирма специализируется на решениях для промышленного Интернета вещей. Некоторую пикантность сделке придаёт тот факт, что в 2015 году DIALOG SEMICONDUCTOR пыталась купить саму ATMEL, которая в итоге досталась компании MICROCHIP, а DIALOG удовлетворился отступными в размере \$137,3 млн.

В России у DIALOG SEMICONDUCTOR есть глобальные дистрибьюторы. У ADESTO, помимо глобальных, имеются и локальные дистрибьюторы: «АРГУССОФТ» и «КОМПЭЛ».

Новостная рассылка проекта «Мониторинг рынка электроники»



ПАТРОНАЖ ТПП РФ

21-23

СЕНТЯБРЯ 2020

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»

Radel

XX МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА РАДИОЭЛЕКТРОНИКА & ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

- ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ И КОМПЛЕКТУЮЩИЕ
- ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ И ДРУГИЕ НОСИТЕЛИ СХЕМ
- СВЕТОДИОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
- РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ
- РОБОТОТЕХНИКА
- КОНСТРУКТИВЫ
- МАТЕРИАЛЫ
- ТЕХНОЛОГИИ
- ПРОМЫШЛЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТЫ
- КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



radelexpo.ru (812) 777-04-07



ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ:



НОВОСТИ МИРА

**ALTIUM ПЕРЕОСМЫСЛИВАЕТ
СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
И ВИЗУАЛИЗАЦИЮ ПРОЕКТОВ
ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ С ПОМОЩЬЮ
ОБЛАЧНОЙ СРЕДЫ**

Теперь можно загружать электронные проекты в популярных форматах САПР для просмотра и обмена в браузере.

Компания Altium Limited, разработчик в области автоматизации проектирования электронных устройств, объявила о запуске нового облачного приложения, которое переосмысливает способ обмена проектами печатных плат между проектировщиками, поставщиками компонентов и производителями.

A365 Viewer на базе облачной платформы Altium 365 – это инновационный способ просмотра и обмена электронными проектами через браузер на любом компьютере, телефоне или планшете с поддержкой веб-интерфейса. Схемы, конструкции печатных плат и 3D-визуализация обеспечивают интерактивную работу САПР без необходимости её загрузки или установки. A365 Viewer является частью недавно запущенной платформы Altium 365 и облачной стратегии Altium.

До сих пор проектировщики были вынуждены делиться проектами печатных плат, используя PDF-файлы или статические изображения. Благодаря новому A365 Viewer создана интерактивная среда, отображающая ключевую информацию по проекту, которая обычно теряется при обмене статическими файлами. Например, A365 Viewer позволяет пользователям искать, выбирать, перекрёстно исследовать компоненты и цепи, при этом беспрепятственно перемещаться между схемами, печатной платой и 3D-визуализацией.

Использование A365 Viewer не требует дополнительных инструментов или опыта использования САПР. A365 Viewer предназначен для работы с несколькими форматами электронных САПР, поддерживает Autodesk® Eagle™ и Altium Designer™. Другие популярные форматы программного обеспечения для проектирования печатных плат также скоро будут поддерживаться.

Потрясающие интерактивные САПР-ориентированные визуализации проектов, включая схемы, платы, 3D и состав изделия, доступны через браузер на любом устройстве с веб-интерфейсом.

Любой желающий может легко встроить Viewer на свой сайт бесплатно, посетив официальный сайт программы. Например, Arduino, известный разработчик аппаратного и программного обеспечения для электроники, уже помогает инженерам и производителям легко и быстро визуализировать проекты печатных плат и сборки благодаря A365, встроенному в собственный сайт.

«Altium 365 Viewer значительно повысил удобство работы с документацией продуктов на нашем сайте. Теперь пользователи Arduino могут свободно просматривать схемы, конструкции, даже 3D-модели печатных плат и модулей Arduino в Интернете без необходимости загружать или устанавливать что-либо ещё. Независимость Altium 365 Viewer от какой-либо из САПР-платформ позволит добавить программу на страницу каждого продукта, в том числе тех, которые были созданы в Autodesk Eagle», – заявил генеральный директор Arduino Фабио Виоланте.

A365 Viewer защищает авторские права владельцев проектов, сохраняя при этом данные проекта с помощью нового процесса, называемого Published Design Impression (PDI).

Реклама

PROSOFT®
WWW.PROSOFT.RU

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

Viewer обрабатывает исходные проектные данные для создания PDI, делает снимок проекта, в котором содержатся ограниченные сведения о компонентах, связности цепей и базовой геометрии, за исключением примитивных данных, которые потребуются для полного осмысления и авторских изменений схемы.

Исходные проектные данные используются исключительно с целью создания PDI, затем они сразу же уничтожаются. Проект доступен в течение всего онлайн-сеанса и автоматически удаляется при закрытии вкладки браузера. С подробностями можно ознакомиться на сайте Altium Viewer.

Рынок полупроводников неизбежно коррелируется объёмом продаж

Рынок полупроводников в количественном выражении неизбежно коррелируется объёмом продаж. Это подтверждает IC INSIGHTS, аналитик рынка полупроводников. По данным компании, в 2018 году полупроводниковый рынок впервые в истории вырос в объёме до отметки 1 трлн штук, а затем в 2019 упал на 8%, до 967,3 млрд. В 2020 году ожидается рост на 7% и подъём до 1,036 трлн

штук. Показательно, что 31% физического объёма рынка приходится на микросхемы, а 69% – на категорию O-S-D (Optoelectronics-Sensors-Discretes). Самая большая доля полупроводников в физическом исчислении (41%) приходится на дискретные приборы.

Новостная рассылка проекта «Мониторинг рынка электроники»

Японский производитель пассивных компонентов «удочеряет» американскую компанию

Два известных производителя пассивных компонентов – американская компания AVX и японская KYOCERA – договорились о том, что KYOCERA, владеющая 72% компании AVX, покупает оставшуюся долю. После этого AVX становится 100%-ой дочкой KYOCERA. Основанная в 1922 году AVX (первоначально компания называлась AEROVOX) всегда отличалась активной политикой слияния и поглощения, однако в 1990 году сама была (правда, частично) куплена японской KYOCERA. Наконец, процесс завершился.

Новостная рассылка проекта «Мониторинг рынка электроники»

Новости о ведущих foundry-производителях

По утверждению аналитической компании IC INSIGHTS, из четырёх крупнейших foundry-производителей логических интегральных схем, только TSMC демонстрирует в последние три года рост доходности с одной пластины (+13%). У остальных крупных игроков рынка «не-памяти» наблюдается спад доходности на одну пластину: GLOBALFOUNDRIES (–2%), UMC (–14%) и SMIC (–19%). Аналитики связывают это с наличием у TSMC технологии 7 нм.

Из нового отчёта Global Wafer Capacity 2020-2024 от аналитической компании IC INSIGHTS следует, что на долю 5-ти полупроводниковых вендоров (SAMSUNG, TSMC, MICRON, SK HYNIX и KIOXIA/WD) в конце 2019 года пришлось 53% всех произведённых в мире полупроводниковых пластин. Компания SAMSUNG, к примеру, в декабре произвела 2,9 млн эквивалентных 200 мм пластин, что составило 15% мирового объёма. В 2009 году доля пятёрки лидеров составляла 36%.

Новостная рассылка проекта «Мониторинг рынка электроники»

ЖЁСТКИХ УСЛОВИЙ

до +85°C

Основные свойства электролюминесцентных дисплеев

- Кристальная чёткость изображения. Отсутствует размытость изображения движущегося объекта при температуре –60°C
- Широкий угол обзора – свыше 160°
- Время отклика менее 1 мс
- Средний срок безотказной работы более 116 000 часов
- Срок эксплуатации не менее 11 лет при потере яркости 25–30%
- Устойчивость к ударным и вибрационным воздействиям
- Низкий уровень электромагнитного излучения
- Компактный корпус и обрамление

Области применения

- Специальная техника
- Транспортные средства
- Промышленное оборудование
- Медицинские приборы
- Аппаратура морской техники

LUMINEO
POWERED BY **BEAEO**

МОСКВА
(495) 234-0636
info@prosoft.ru

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
(812) 448-0444
info@spb.prosoft.ru

ЕКАТЕРИНБУРГ
(343) 356-5111 (912) 620-8050
info@prosoftsystems.ru ekaterinburg@regionprof.ru

