

Золочение концевых выводов многослойных печатных плат

Ряд существующих конструкций многослойных печатных плат предполагает наличие печатных концевых выводов, к покрытиям которых предъявляются особые требования по стойкости к истиранию, малому переходному сопротивлению и надежному электрическому контакту с разъемной частью РЭА.

**Вера Спирина
Ирина Шомникова
Лариса Сучкова
Татьяна Любимова**

Многослойные печатные платы (МПП), выполняющие соединительную функцию, имеют печатные концевые выводы, покрытие которых отличается от покрытия самой МПП. Кроме общих требований к пайке, сварке и коррозионной стойкости функциональное химико-гальваническое покрытие концевых выводов должно отвечать требованиям по износостойкости и низкому переходному сопротивлению.

По данным отечественной литературы [1] и согласно нашему десятилетнему опыту работы покрытие никель-бор с содержанием бора до 1% соответствует требованиям, предъявляемым к функциональным покрытиям концевых выводов. По таким характеристикам, как способность к пайке и сварке и стойкость к термоокислению, покрытие никель-бор приближается к золотому покрытию.

Важно, что покрытие никель-бор обладает стабильным переходным сопротивлением, высокой износостойкостью, стойкостью к окислению и воздействию сульфидосодержащих сред [2]. Поэтому возникает интерес по использованию его для замены или снижения толщины покрытий благородными металлами. О положительных результатах испытаний покрытия никель-бор свидетельствуют многочисленные публикации [3]. Однако золочение концевых выводов необходимо, так как оно часто продиктовано целью обеспечения надежного электрического контакта с ответными частями импортных соединителей, имеющих золотое покрытие. Работа авторов состояла в выборе электролита золочения, покрытие в котором должно отвечать требованиям, предъявляемым к концевым выводам.

Покрытие золотом занимает особое место среди покрытий благородными металлами, так как оно обладает высокой химической стойкостью в различных агрессивных средах, не тускнеет в атмосфере сероводорода, обладает высокой электро- и теплопроводностью, низким переходным сопротивлением и широко применяется в электрических контактах, работающих при малых токах (от 5 мкА до 10 мА) [4].

К недостаткам золотого покрытия относится его низкая твердость и малая износоустойчивость. Повышение твердости и износостойкости золотого покрытия достигается путем электроосаждения сплава на

основе золота. В качестве таких сплавов используются сплавы золота с серебром, золота с никелем, золота с кобальтом и другие. Анализ свойств контактных покрытий показал, что всем требованиям, предъявляемым к контактным покрытиям, отвечают покрытия золото-никель или золото-кобальт с содержанием легирующего элемента до 0,06%. При сопоставлении свойств электролитов золочения сделан вывод, что цитратный электролит золото-кобальт является наиболее предпочтительным по рабочей температуре и скорости осаждения сплава. Состав (г/л) и режимы электролита золочения приведены в таблице 1.

Таблица 1. Состав (г/л) и режимы электролита золочения

Золото металлическое в виде дицианоаурата калия	8–10
Кислота лимонная	70–80
Сульфат кобальта	2–3,5
Величина pH	4,5–5,0
Температура электролита, °С	20–30
Катодная плотность тока, А/дм ²	0,5–1,0
Скорость осаждения золота	1 мкм за 7 мин

На надежность концевых печатных контактов влияют диффузия основного металла через поры контактных покрытий и дальнейшая его коррозия. Если подслоем контактного покрытия из золота служат медь или серебро, коррозия начинается в порах покрытия при воздействии сульфатов, сульфидов и оксидов; ее продукты расползаются по поверхности контактного покрытия и вызывают повышение контактного электрического сопротивления, то есть ухудшение контакта вплоть до полного разрыва электрической цепи. Поэтому между медью и контактным покрытием наносят барьерный слой никеля, устойчивого к воздействию сероводорода.

Нанесение подслоя способствует выглаживанию поверхности, что в свою очередь ведет к снижению пористости контактного покрытия.

Новизна работы заключается в том, что с целью снижения толщины золотого покрытия предлагается использовать покрытие никель-бор с содержанием бора до 1%, которое обладает хорошими барьерными свойствами, высокой износостойкостью, стойкостью к окислению и воздействию сульфидосодержащих сред.

Поэтому на концевых выводах печатных плат никель-бор целесообразно применять в качестве подслоя перед золочением с целью повышения износостойкости слоя золота за счет улучшения твердости подложки. Подслой никель-бора улучшает также коррозионную устойчивость, исключая возможность окисления меди через поры золотого покрытия. Кроме того, подслой никель-бора препятствует диффузии меди в золотое покрытие и обеспечивает этим постоянство величины переходного сопротивления в процессе длительной эксплуатации и хранения золоченых контактов. Толщина подслоя никель-бор 3–6 мкм. Известно, что минимальная толщина (3 мкм) достаточна для предохранения от диффузии меди, а при толщине более 5 мкм осадки никель-бора являются уже беспористыми.

Поскольку никель-бор как самостоятельное покрытие обладает высокой износостойкостью, стабильным переходным сопротивлением и отличными барьерными свойствами, дальнейшее нанесение золотого покрытия толщиной всего лишь 0,5–1 мкм достаточно для получения комбинированного покрытия никель-бор-золото, удовлетворяющего требованиям, предъявляемым к контактным покрытиям.

Подслой никель-бора наносился из электролита состава:

- никель сернокислый 7-водный — 160–170 г/л;
- цитрат натрия трехзамещенный 5,5-водный — 210–220 г/л;
- аммоний хлористый — 15–25 г/л;
- декагидродекарбонат-ион — 0,02–0,04 г/л.

Полученное золотое покрытие толщиной 1 и 3 мкм на концевых выводах МПП испытывалось на износостойкость и стойкость к термоудару (по ГОСТ 23752-79).

Переходное сопротивление и твердость покрытия определялись по ГОСТ 9.302-88 и ГОСТ 94550-76 соответственно.

Таблица 2. Результаты испытаний

Образец	Толщина покрытия, мкм	Микротвердость МПа	Переходное сопротивление, мОм
1	1	2168	11,9
2			
3	3	1197	10,6
4			

Примечание: микротвердость золотого покрытия толщиной 1 и 3 мкм определялась при нагрузке 50 и 100 гс соответственно. Переходное сопротивление золотого покрытия толщиной 1 и 3 мкм замерялось при силе нажатия эталонного электрода 0,5 Н.

Качество адгезии золотого покрытия (толщиной 1 и 3 мкм) концевых выводов МПП определялось устойчивостью покрытия к термоудару в кремнийорганической жидкости 260 (+5) °С в течение 10 с. Вздутия и отслоения покрытия не обнаружено.

Испытание на износостойкость проводилось методом сочленения-расчленения золоченых печатных контактных контактов с разъемом. Покрытие золото-кобальт толщиной в 1 мкм выдержало 500 переключений без истирания до основы.

Покрытие печатных концевых выводов золото-кобальт толщиной в 1 и 3 мкм испытывалось на твердость. Полученные данные (табл. 2) указывают на то, что твердость покрытия в 1 мкм выше твердости покрытия золотом в 3 мкм. В первом приближении сравнению подлежат данные по твердости согласно данным из [4]:

- твердость металлургического золота — 568 МПа;
- электроосажденного золота — 833–980 МПа;
- золото из электролита сплава золото-никель — 1190–1960 МПа.

Замеры величины переходного сопротивления покрытия золото-кобальт толщиной в 1 и 3 мкм показали, что они одного порядка (табл. 2). Испытания печатных концевых выводов МПП подтвердили возможность получения экономии драгметалла при сокращении толщины покрытия сплавом золото-кобальт до 1 мкм при использовании в качестве подслоя золотого покрытия никель-бор.

Заключение

Результаты проведенной работы показали возможность при формировании печатных концевых выводов получить экономию драгметалла, используя в качестве подслоя такое надежное покрытие, как никель-бор. По основным показателям никель-бор приближается к золотому покрытию и обеспечивает надежный барьер между основным металлом (медь) и контактным покрытием (золото).

Литература

1. Горбунова К. М., Иванов М. В. Новые исследования в области механизма и условий восстановления металлов из растворов борсодержащими соединениями. Итоги науки и техники. Сер. Электрохимия. М., 1977.
2. Ягубей А. Н., Карякин В. Р., Ковалев В. В. и др. Электроосаждение никелевых и железных покрытий, легированных бором // Электронная обработка материалов. 1971. № 2.
3. Иванов М. В., Крутских В. М. Применение химически-восстановленных никель-бор покрытий в контактных устройствах // Обмен опытом в радиопромышленности. 1985. Вып. 11.
4. Сафонов Л., Сафонов А. Электрические прямоугольные соединители. Электролитическое получение серебряных и золотых покрытий повышенной твердости и износостойкости // Технологии в электронной промышленности. 2007. № 7.