

Гальваническая металлизация в производстве печатных плат

В технологии изготовления ПП процессы гальванической металлизации определяют их электрические параметры. Так, недостаточная толщина токопроводящего слоя приводит к значительному увеличению сопротивления металлизированных отверстий, что при установке компонентов нарушает целостность цепей. Нарушение и изменение структуры осаждаемого покрытия, возникновение пористости, повышение твердости покрытия также приводят к увеличению сопротивления металлизированных отверстий, снижают надежность соединений. Чем же определяется качество гальванической металлизации?

Марина Капица

marina_kapitsa@rambler.ru

Общие требования к гальванической металлизации

В настоящее время гальванический метод нанесения металлических покрытий является самым распространенным и используется в технологии создания токопроводящих элементов схемы (медь) и защитных резистов.

Достоинства гальванических покрытий — относительная простота ведения процесса и возможность регулирования толщины металлизации. Тем не менее, типичные недостатки ПП в значительной мере обусловлены гальваническими покрытиями: неравномерностью толщины металлизации, наличием внутренних напряжений в покрытии.

Равномерность гальванического покрытия зависит, главным образом, от электрохимических, электрических и геометрических условий осаждения. Для улучшения электрохимических условий осаждения необходимо подбирать электролиты с высокой рассеивающей способностью (РС), обеспечивающей равномерное распределение металла. Повышение РС уменьшает среднюю толщину покрытия, сокращает расход металла, обеспечивая точность и высокую плотность монтажа. Если РС электролита недостаточна, то для достижения минимальной толщины металла в отверстиях металлизация должна продолжаться сверх установленного времени, а осаждение дополнительного металла на поверхность вызывает более длительный процесс травления, что, в свою очередь, увеличивает вероятность подтравливания печатного рисунка вплоть до отделения от диэлектрического основания.

Наряду с этим неравномерность толщины от центра к краю платы создает неоднородность геометрических параметров печатного рисунка. При металлизации ПП с целью получения качественных осадков применяются перемешивание электролита, покачивание катодных штанг, непрерывная или периодическая фильтрация электролитов; нестационарные режимы электролиза; перемешивание электролита — барботаж. При металлизации отверстий диаметром 0,5–0,6 мм и менее целесообразно использовать ультразвуковое перемешивание.

Один из простых способов повышения РС — применение разбавленных электролитов, однако при этом обычно резко снижается допустимая рабочая плотность тока. Лучшее решение — подбор специальных добавок, вводимых в электролит, сочетающих выравнивающее действие с блескообразующим. Адсорбция добавок, главным образом, на выступах, краях замедляет осаждение металла на этих участках, металл наращивается в микровпадинах, выравнивая покрываемую поверхность [1].

Из геометрических факторов, влияющих на равномерность осаждения, в первую очередь следует отметить расстояние между анодами и покрываемыми ПП. Для получения равномерных и гладких гальванических покрытий следует учитывать два основных правила, следующих из законов Ома и Кирхгофа.

1. В электролите ток всегда течет по линии наименьшего сопротивления. Следовательно, наибольшее количество тока проходит через те участки электролита, где расстояние между анодами и платами является наименьшим.
2. Наибольшее количество электричества стекает с острых кромок, угловых участков. Соответственно, наибольшее количество металла осаждается на углах, ребрах и острых выступах. Это может происходить на заусенцах и даже на микровыступах поверхности.

На покрываемой поверхности после обработки не должно быть заусенцев, забоин, раковин, трещин, рваных шероховатостей и прочих механических дефектов, ухудшающих состояние поверхности. Необходимо учитывать, что гальванические покрытия обычно не могут сгладить перечисленные дефекты поверхности, так как их размеры во много раз превышают толщину покрытия. Чистота поверхности должна быть не ниже седьмого класса,

при этом обеспечиваются повышенная коррозионная стойкость гладких поверхностей и экономичность расходования цветных и драгоценных металлов [1].

Поверхность анодов должна быть как минимум в 2 раза больше катодной:

- для поддержания постоянного состава электролитов;
- устранения пассивации анодов;
- обеспечения относительно равномерного распределения металла на плате.

Пассивация анодов вызывает уменьшение концентрации металла в электролите, следствием чего является уменьшение катодного выхода металла по току и ухудшение качества электролитических осадков. Из-за пассивирования анодов значительно возрастает расход электроэнергии. Простейший и самый распространенный способ улучшения растворимости анодов — снижение плотности анодного тока путем завешивания в ванну анодов большей площади. При расчетах поверхность анода, обращенная к стенке ванны, уменьшается условно в 2 раза.

Контакт платы с подвесочным приспособлением и подвесочного приспособления с катодной штангой необходим для того, чтобы на всех платах осаждалось равное количество меди. При отсутствии контакта может произойти полное или частичное растворение меди, осевшей в начальный период электролиза. Это явление, называемое биполярным эффектом, происходит из-за того, что медненная поверхность платы, не будучи поляризована, становится анодом по отношению к соседним платам, имеющим надежный контакт с катодной штангой. Для обеспечения хорошего жесткого контакта всех плат с подвесками рекомендуется использовать резьбовые соединения. При загрузке ванн платами их следует компоновать так, чтобы стороны, обращенные к каждой анодной штанге, имели бы приблизительно одинаковую поверхность, подлежащую меднению. Это обеспечивает получение более равномерных по толщине покрытий на обеих сторонах платы [2].

Электрический режим осаждения также существенно влияет на равномерность покрытий. При использовании низких плотностей тока участки в середине плат будут иметь заниженную толщину покрытия. При работе на верхнем пределе плотностей тока на углах и кромках плат толщина покрытия оказывается повышенной, что приводит к утолщению и шероховатости слоя на этих участках.

В электрохимических процессах, применяемых в технологии, поднимается вопрос об устранении диффузионных ограничений электролиза. Это достигается интенсивным механическим перемешиванием, разработкой новых конструкций ванны и другими способами.

Для повышения РС и улучшения равномерности металлизации в отверстиях необходимо обеспечить интенсивное прохождение электролита через отверстия покачиванием катодных штанг в горизонтальной плоскости с частотой 30–40 колебаний катодной штанги

в минуту, с амплитудой колебаний до 50 мм. Увеличение амплитуды ограничивается расстоянием между платой и анодом, которое должно составлять не менее 150 мм во избежание подгара осадка. Установлено, что число электрическим путем, лишь изменением формы и параметров тока, предоставляется возможность при всех прочих одинаковых условиях получать более качественные катодные осадки.

Применение реверсированного тока позволяет повысить анодную плотность тока без достижения пассивации анодов по сравнению с той, которая максимально допустима при электролизе с прямым током. При повышенной плотности тока катодные процессы заметно улучшают качество покрытия.

Реверс — обычный постоянный ток, который с помощью различных коммутационных устройств периодически меняет направление своего протекания через ванну. Это приводит к последовательному чередованию на одном электроде стационарных катодных и анодных процессов в отличие от периодического тока, при котором они носят неустановившийся характер.

Если при обычном электролизе высокой катодной плотности тока сопутствуют, как правило, недоброкачественные покрытия (крупнокристаллические, рыхлые или дендритообразные), то при реверсированном токе с той же плотностью образуются гладкие и блестящие покрытия с мелкокристаллической структурой осадка.

В последнее время серьезное внимание обращается на сокращение потерь при гальванической металлизации. Унос раствора поверхностью деталей составляет 50–250 мл раствора на 1 м² поверхности. Предусматриваются выдержка плат над ваннами для стекания электролита с них или же установка обдувочных устройств, обеспечивающих уменьшение уноса до 60%. Однако это приводит к снижению производительности. Некоторые фирмы после операции меднения и осаждения гальванических сплавов устанавливают в линиях ванны улавливания. Первую промывку после покрытия рекомендуется производить в ванне для улавливания раствора с чистой непроточной водой, которая затем используется для пополнения рабочих ванн или утилизируется. Это позволяет уменьшить расход реактивов на 30–60%. На некоторых автооператорных линиях предусмотрены выдвижные поддоны, куда собирают стекающий электролит. Разработаны специальные приспособления для обдува плат на транспортной тележке. Воздушный душ из форсунок на транспортной тележке сдувает остатки электролита с плат обратно в ванну. Таким способом достигается экономия сырья, снижается нагрузка на очистные установки. Гальваническое производство является одним из важнейших потребителей воды. На промывочные операции расходуется 60% воды, используемой для всего процесса гальванопокрытия. Снижение расхода воды достигается с помощью струйной промывки с импульсным режимом подачи воды. Иногда применяется такой режим: длительность воз-

действия 1,5 с; интервал 2–5 с, после трех циклов платы полностью очищаются.

Изоляцию подвесочных приспособлений при гальванической металлизации рекомендуется в основном осуществлять синтетическими лаками. Хорошие результаты дает применение лака ОНИЛХ-3 (ТУ МХП.1250-48) — это раствор перхлорвинилового смолы в смеси хлорбензола и дихлорэтана с добавкой хлорпарафина в качестве пластификатора. Лак хорошо держится на металле и в то же время легко отстает от него, если поддеть его пленку с края ножом. Снятую с деталей пленку, а также пролитый подсохший лак можно растворять в ацетоне или в указанных растворителях и использовать 2–3 раза.

Для изолирования части поверхности деталей рекомендуется применять пенный ингибиторный состав ХП-1 (суспензия пигментов в растворе хлорсодержащей полимеризационной смолы с добавками антиадгезивов и ингибиторов коррозии), который наносится кистью. Установлено также, что ХП-1 является химически стойким материалом для всех используемых в гальванотехнике электролитов и не зависит от температуры раствора и концентрации в нем агрессивных компонентов [2].

Гальваническое меднение

В производстве ПП в качестве основного токоведущего слоя широко используется гальваническая медь. Гальванический слой меди определяет надежность ПП, на него впоследствии осаждается металлический резист, поэтому от качества осажденной меди в значительной мере зависят защитные свойства резиста.

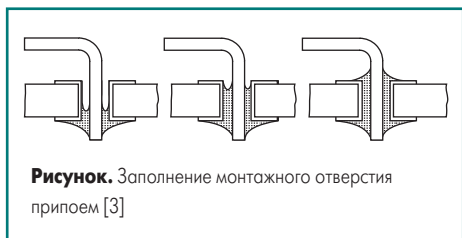
Металлизация отверстий на ПП должна выполняться медью и удовлетворять следующим требованиям:

- наличию сплошной металлизации;
- одинаковой толщине покрытия в отверстиях и на поверхности фольги;
- мелкозернистой структуре покрытия;
- отсутствию утолщений, включений;
- отсутствию избыточного нарастания металла на входе отверстия или на внешнем крае контактной площадки;
- отсутствию трещин в покрытии;
- минимальной толщине меди в отверстиях 20–25 мкм.

В процессе эксплуатации металлизация отверстий испытывает переменные во времени термомеханические напряжения, вызванные разностью в термическом расширении меди и диэлектрического основания. Устойчивость к термомеханическим нагрузкам обеспечивается соответствующей толщиной и пластичностью металлизации отверстий. ГОСТ 23752-79 устанавливает среднее значение толщины медной металлизации в отверстиях 25 мкм при возможном минимальном значении 20 мкм. Это значение толщины металлизации установлено в процессе многолетней практики изготовления и эксплуатации ПП с отношением толщины ПП к диаметру отверстия 1–3 мм. Основное условие гарантии надежности соединений по металлизированному отверстию состоит в том, что толщина мед-

ного гальванопокрытия не должна быть менее 20–25 мкм. Чтобы не допустить дефектов металлизации в виде незначительных неметаллизированных участков, создающих очаги повышенной концентрации напряжений, толщину металлизации можно увеличить до 30–40 мкм [1].

Металлизация монтажных отверстий участвует в теплопередаче при пайке. Для качественной машинной пайки (протягиванием или волной) печатных плат важно, чтобы расплавленный припой смачивал всю поверхность отверстия. Одним из условий является достаточная толщина слоя меди; другим условием — сохранение теплоты, чтобы поверхность контактной площадки быстро не охлаждалась (это происходит в тех случаях, когда к площадке подсоединено много проводников или они очень широкие). Если такие условия соблюдаются лишь частично, температура на верхней части отверстия становится недостаточной для сохранения припоя в расплавленном состоянии, в результате припой не заполнит целиком отверстия, что может вызвать брак, который называется «сухая пайка» (рисунок). Доказано, что слой меди тол-



щиной 25 мкм достаточен для заполнения отверстия припоем.

Контроль толщины металлизации следует осуществлять в отверстиях, расположенных в центральной части платы, измеряя толщину металлизации в середине отверстия. При применении сухого пленочного фоторезиста (СПФ) возможны два варианта наращивания гальванического медного покрытия: по всей поверхности, включая стенки отверстий, так называемое сплошное наращивание (тентинг-метод) и по рисунку печатного монтажа и межслойному переходу, — избирательное наращивание. При сплошном наращивании вся поверхность платы и просверленные отверстия покрываются гальванической медью слоем в 30 мкм. При избирательном наращивании гальваническое осаждение меди и металлического резиста производится лишь по рисунку схемы и на стенках отверстий.

Оба варианта имеют свои достоинства и недостатки. При сплошном наращивании меди основная, более длительная, часть гальванического процесса (меднение) выполняется до нанесения органического резиста, и электролит не загрязняется им. При сплошном наращивании допустимо использовать более высокие плотности тока, чем при избирательном наращивании, поскольку отсутствуют изолированные проводники и контактные площадки, на которых концентрируются практически все силовые линии. С производственной точки зрения привлекательнее способ избирательного наращивания, так как при этом со-

Таблица 1. Стадии предварительной подготовки поверхности ПП перед нанесением гальванической меди

№	Операция	Материалы	С, г/л	t, °C	τ, мин	Дополнительные указания
1	Обезжиривание	Серная кислота Кислота муравьиная ОС-20	25–40 10–15 3–5	30–40	2–4	
2	Промывка	Водопроводная вода		30–50	1–5	Барботаж
3	Подтравливание	Серная кислота Аммоний надсернистый	10–20 90–120	18–30	0,3–1,0	
4	Каскадная промывка	Водопроводная вода			1–5	Барботаж сжатым воздухом
5	Активация	Серная кислота	50–100		0,3–1,0	

кращается расход энергии и материалов, уменьшается подтравливание.

Исходя из опыта основное гальваническое меднение рекомендуется производить не ранее чем через 4 часа и не позднее чем через 24 часа после получения защитного рельефа.

Для обеспечения качественной адгезии слоя гальванической меди к основе необходимо произвести предварительную подготовку медной поверхности. На линии гальванического меднения осуществляются следующие операции: обезжиривание, подтравливание, декапирование (табл. 1).

Составы электролитов гальванического меднения

К электролитам гальванического меднения предъявляются следующие требования:

- высокая рассеивающая способность, позволяющая получать близкое к 1 отношение толщины покрытия в отверстиях и на поверхности плат;
- близкое к 100% значение катодного выхода по току;
- возможность применения высоких плотностей тока при осаждении;
- возможность получения мелкокристаллических, пластичных, беспористых покрытий, обладающих хорошими электрическими и термоударными характеристиками;
- высокая устойчивость к органическим загрязнениям;
- простота приготовления и контроля ванны;
- наличие методов анализа для различных компонентов;
- легкость корректировки;
- возможность регенерации и утилизации электролита.

Лучшими характеристиками по рассеивающей способности обладают комплексные щелочные электролиты: пиррофосфатный — 62%, цианистый — 64%. При использовании этих электролитов, благодаря их высокой рассеивающей способности, может быть получено близкое к 1 отношение толщины покрытия в отверстиях и на поверхности ПП. Однако в настоящее время эти электролиты не применяются из-за сложности их эксплуатации, токсичности, из-за разрушения сеткографических красок и фоторезистов, используемых для создания рисунка схемы. Применяются фоторезисты водощелочного проявления, то есть с электролитами, имеющими щелочную среду, они не совместимы: в пиррофосфатном электролите pH = 8–9; в цианистом — pH = 11.

За счет высокой катодной поляризации комплексные электролиты обеспечивают получение плотных, мелкокристаллических осадков, но при эксплуатации требуют повышенной температуры и использования невысокой плотности тока $i_k \approx 1,5 \text{ А/дм}^2$.

Меднение в кислых электролитах не связано с такими трудностями. В отечественной технологии для меднения ПП применяются главным образом сернистые или борфтористоводородные электролиты, значительно реже — кремнефтористоводородный электролит.

Борфтористоводородные электролиты

Борфтористоводородная кислота НВF₄ (ТУ 6-09-2527-77) образует хорошо растворимые в воде соли различных металлов, в том числе и с медью. Фторборат меди Cu(BF₄)₂ — соль с высокой степенью диссоциации. Это дает возможность меднить в растворах с большой концентрацией ионов меди в катодной зоне при более высоких плотностях тока, чем в других кислых электролитах. Из этого электролита при высоких плотностях тока можно получать более мелкокристаллические осадки, чем из сернистого.

- Состав электролита (г/л):
- медь борфтористоводородная — 230–250;
 - кислота борфтористоводородная — 5–15;
 - кислота борная — 15–40;
 - температура электролита — 15–20 °C;
 - катодная плотность тока (А/дм²) — 3–5.

Электролит готовится растворением в теплой воде борфтористоводородной меди (ТУ 6-09-3964-75) или же растворением в борфтористоводородной кислоте углекислой меди (ГОСТ 8927-79).

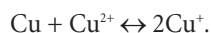
Борфтористоводородный электролит следует применять в производстве печатных плат с низкой плотностью проводящего рисунка.

Электролит обладает следующими недостатками:

- плохой рассеивающей способностью — 17%;
- очень агрессивен к пленочным фоторезистам, в результате чего в нем довольно быстро накапливаются органические примеси и осаждающаяся медь теряет пластичность, становится хрупкой;
- сложность приготовления, анализа и корректировки электролитов;
- сравнительно высокая стоимость;
- большое количество фторборатов затрудняет обработку сточных вод [2].

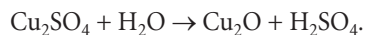
Сульфатные электролиты

Сульфатные электролиты являются простыми по составу и очень стабильными в эксплуатации. Однако стандартный электролит, используемый в гальваническом производстве и содержащий сернокислую медь (200–250 г/л) и серную кислоту (50–75 г/л), имеет плохую рассеивающую способность (≈20%) и неудовлетворительное качество осадка меди. В производстве печатных плат для повышения рассеивающей способности электролита и повышения катодной поляризации применяют электролиты, разбавленные по медному купоросу и концентрированные по серной кислоте. Для получения компактных, блестящих осадков в состав электролита вводятся выравнивающие и блескообразующие добавки и обязательно смачиватель. В таком электролите медь находится в виде двухвалентных ионов Cu^{2+} . Однако в присутствии металлической меди наряду с ионами Cu^{2+} в электролите в незначительном количестве могут находиться и Cu^+ вследствие реакции диспропорционирования:



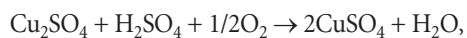
С повышением температуры и уменьшением кислотности равновесие сдвигается в сторону образования Cu^+ , что способствует увеличению этих ионов. При концентрации в растворе Cu^+ большей, чем равновесная, может выделяться металлическая медь в виде мелко порошка.

При недостаточной кислотности раствора соль одновалентной меди легко подвергается гидролизу с образованием оксида меди (I):



В результате электролит загрязняется взвешенными частицами порошкообразной меди или Cu_2O , которые, перемещаясь к катоду, включаются в состав покрытия, качество медных осадков на катоде ухудшается — они получают темными, рыхлыми, шероховатыми. Образование шероховатостей в свежем фильтрованном электролите является следствием указанного явления.

В присутствии достаточного количества кислоты Cu_2SO_4 окисляется кислородом воздуха с образованием CuSO_4 :

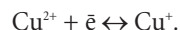


и таким образом исключается одна из причин шероховатости осадков меди.

При этом происходит уменьшение концентрации серной кислоты и обогащение раствора сульфатом меди. Серная кислота в электролите меднения необходима:

- 1) для предупреждения накопления и гидролиза одновалентной меди;
- 2) для увеличения электропроводности и рассеивающей способности электролита;
- 3) для уменьшения активности ионов меди, что способствует повышению катодной поляризации и образованию на катоде мелкозернистых осадков.

Электродные процессы заключаются в разряде Cu^{2+} на катоде и ионизации меди на аноде. Разряд Cu^{2+} протекает в две стадии по схеме: $\text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu}^+ \rightarrow \text{Cu}^0$, причем замедленной стадией в катодном процессе является присоединение 1-го электрона:



Механизм действия ПАВ на процесс осаждения меди

Помимо основных компонентов в состав электролита обязательно входят ПАВ для улучшения свойств покрытий и технологических показателей процесса электролиза (скорость осаждения, рассеивающая способность и др.). Адсорбируясь на границе раздела фаз «металл–электролит», ПАВ изменяют условия протекания различных стадий процессов электроосаждения металлов — разряда, построения кристаллической решетки — и вступают в химические взаимодействия с ионами осаждаемого металла и другими компонентами раствора. Во многих случаях изменение кинетики электродных процессов, структуры и свойств покрытий обусловлено адсорбцией не свободных ПАВ, а их комплексов с реагирующими ионами. При химическом взаимодействии ионов металлов с ПАВ изменяется природа адсорбированных частиц, а если образующиеся комплексы электроактивны, то и природа восстанавливающихся на катоде ионов. Если реагирующие ионы взаимодействуют с ПАВ, образуя электроактивные комплексы (ЭАК), стадии переноса электрона предшествует соответствующая химическая реакция. Хронопотенциометрическим методом установлено, что эти реакции протекают не в объемном реакционном слое, а непосредственно на поверхности электрода с участием адсорбированных ПАВ.

В зависимости от природы ПАВ, наличия в них мостиковых атомов или групп и их ориентации на поверхности, образование адсорбированных ЭАК может приводить как к ускорению, так и к торможению разряда, причем в обоих случаях реализуется предшествующая переносу электронов поверхностная химическая реакция взаимодействия ионов металла с адсорбированными ПАВ.

При образовании поверхностного ЭАК между ПАВ и реагирующими ионами электровосстановление может происходить с наружной стороны адсорбционного слоя. Именно такой механизм разряда реализуется при электроосаждении меди из сульфатных растворов с добавками некоторых ингибиторов (бензотриазол). Торможение разряда ионов металлов наблюдается и при образовании электронеактивных комплексов с адсорбированными ПАВ; предшествующие химические реакции в таких системах отсутствуют (электроосаждение меди в присутствии диэтанолдифитокарбомината натрия).

Таким образом, на основании представлений о комплексобразовании реагирующих ионов с адсорбированными ПАВ объяснено с единых позиций ускоряющее и тормозя-

щее действие добавок на разряд ионов металлов.

ПАВ, образующие комплексы с ионами металлов, широко используются в качестве добавок при меднении, цинковании и в других технологических процессах гальванотехники. Принципиальное отличие таких электролитов от обычных комплексных с избытком лиганда состоит в том, что электроактивные комплексы формируются непосредственно в адсорбционном слое.

Как правило, в таких системах ток медленно возрастает при смещении потенциала в отрицательную сторону, что обеспечивает высокую рассеивающую способность электролитов.

Во многих случаях растворы с добавками поверхностно-активных лигандов удачно сочетают достоинства простых и комплексных электролитов: высокие скорости осаждения и рассеивающую способность, мелкокристаллическую структуру покрытий и отсутствие пассивационных явлений на электродах в анодном и катодном процессах.

Сернокислые электролиты блестящего меднения — Б-7211, Лимеда Л2А, ЛТИ, Cupradic, Cuprostar, Cubath, Copper Gleam, — как правило, содержат смеси ПАВ, включающие основные компоненты:

1. Так называемые смачиватели — водорастворимые полиэфирные, содержащие не менее 6 эфирных атомов кислорода. Наибольшее распространение получили полиэфирные с этиленоксидными или пропиленоксидными группами. Их концентрация в электролите изменяется в пределах от 0,05 до 0,5 г/л.
2. Сульфированные органические сульфиды или полисульфиды, содержащие по крайней мере одну сульфогруппу (5×10^{-4} –1,0 г/л). В состав известных композиций добавок к электролитам меднения входит динатриевая соль дитиодидиэтил- или дитиопропилдисульфокислоты (0,05–0,5 г/л).
3. Выравнивающие агенты — органические красители (фталоцианиновые, азиновые, триарилметановые), гетероциклические соединения, содержащие в цикле азот и серу, амиды или полиамиды, продукты полиалкилениминов с алкилирующими агентами (1×10^{-4} –0,1 г/л) [4].

Добавка MIdel, разработанная в Днепропетровском государственном университете, включает полиэтиленгликоль, краситель и специально синтезированный алифатический дисульфид. Особенностью этого процесса является высокая устойчивость покрытий к термическим нагрузкам — осадок выдерживает без разрушения не менее 10 термоударов (перепад температур от –20 до +240 °С). Свойства медных покрытий из электролита с такой добавкой: относительное удлинение 8–12%, предел прочности на разрыв 40–45 кгс/мм², выравнивание — до 80%.

Наиболее широко на предприятиях Белоруссии используются добавки ЛТИ и БЭСМ. Добавка ЛТИ — комплексная. В качестве первичного блескообразователя применяется ароматический дисульфид, а в качестве вторичных смачивающих агентов — смачиватель

Таблица 2. Составы сульфатных электролитов для металлизации печатных плат

Компоненты и параметры	Номер электролита					
	1	2	4	5	6	7
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, г/л	100–120	150–180	60–80	60–80	40–120	7–120
H_2SO_4 , г/л	160–180	150–180	150–220	160–180	160–180	160–200
NaCl , г/л	0,03–0,06	0,03–0,06	0,02–0,08	0,03–0,06	0,06–0,08	0,04–0,06
Добавка ЛТИ или БЭСМ, г/л	0,04–0,1	–	–	–	–	–
Добавка Б-7211, г/л	–	1–3	–	–	–	–
Декстрин, г/л	–	–	2–4	–	–	–
Mldel, мл/л	–	–	–	0,1	–	–
RV-B, мл/л	–	–	–	–	3,0–5,5	–
БСД (БСД-2), мл/л	–	–	–	–	–	4–6
ОС-20, г/л	0,2–1	–	–	–	–	–
i_c , А/дм ²	2,0–2,5	3–5	2,5–3,0	2,0–2,5	2	1–6

ОС-20 и органические красители (метиленовый голубой и нитрозин водорастворимый). Наличие в электролите таких эффективных добавок, как ЛТИ или БЭСМ, обуславливает наиболее высокую рассеивающую способность среди кислых электролитов, которая приближается к рассеивающей способности пирофосфатных электролитов. Осадки меди получаются гладкие, блестящие. Электролит с добавкой ЛТИ не требует дополнительной проработки. Средний расход добавки — 0,1 л через 1000 А·ч.

Добавки ЛТИ и БЭСМ, поставляемые разными предприятиями, представляют собой

один и тот же продукт, но несколько отличаются по технологии изготовления.

Добавки к электролитам меднения БСД и БСД-2 имеют немало достоинств. Они существуют в виде концентратов, что обеспечивает максимальное удобство в работе; при их использовании не нужны дополнительные добавки к серноокислому электролиту меднения. У серноокислых электролитов меднения с этими добавками отличная РС, широкий диапазон i_k (от 1 до 6 А/дм²) при высоком качестве покрытия, высокая эффективность процесса (табл. 2). Аналогичны этим добавкам по свойствам RV-P и RV-B фирмы «Хемета», Литва.

Для плат с отношением толщины к диаметру отверстий до 10 : 1 рекомендуются сульфатные электролиты с отношением $\text{H}_2\text{SO}_4 : \text{Cu} = 10 : 1$. Некоторые предприятия отработали аналогичные составы сульфатных электролитов, и они применяются для металлизации многослойных печатных плат с числом слоев до 18–20. Подобного типа электролиты весьма перспективны и в производстве печатных плат для поверхностного монтажа, у которых диаметр переходных отверстий уменьшается до 0,2–0,15 мм. Режимы меднения для таких плат предусматривают «продавливание» электролитов через отверстия под давлением и воздействием ультразвуковых колебаний.

Литература

1. Федулова А. А., Котов Е. П., Явич Э. П. Многослойные печатные платы. М.: Сов. радио. 1977.
2. Ильин В. А. Химические и электрохимические процессы в производстве печатных плат. М. 1994.
3. Лунд П. Прецизионные печатные платы. Конструирование и производство / Пер. с англ. М.: Энергоатомиздат. 1983.
4. Лошкарев Ю. М. Электроосаждение металлов в присутствии поверхностно-активных веществ // Гальванотехника и обработка поверхности. Т. 1. № 5–6. 1992.