

Подготовка слоев печатной платы к прессованию

Прессование слоев многослойных печатных плат (МПП) в монолитную многослойную структуру — процесс, во многом определяющий качество и надежность МПП. Правильность прессовки плат в дальнейшем сказывается на качестве выполнения следующих операций — сверления, очистки отверстий от продуктов сверления, металлизации, травления рисунка, монтажной пайки. Одним из важнейших факторов, от которых зависит качественное прессование, является операция подготовки поверхности слоев МПП [1].

Светлана Шкундина

shkundina@estek.ru

Аркадий Сержантов

sergantov@estek.ru

Процесс прессования

Этот процесс представляет собой склеивание слоев многослойных печатных плат за счет расплавления и отверждения смолы прокладочных листов, находящихся в полутвержденном состоянии. Прокладочные листы имеют такую же структуру, что и основания слоев: ту же основу связующего, тот же армирующий материал.

По сути, многослойная плата состоит из нескольких очень тонких внутренних слоев (на рис. 1 — слои А–В и С–D). До проведения прессования на медных поверхностях В и С были произведены печать и травление рисунка платы. Медные поверхности А и D, будучи внешними слоями многослойной платы, не обрабатывались, чтобы после прессования платы ее можно было завершить как двустороннюю.

Слои А–В и С–D тесно скреплены посредством тонких листов препрега В–С (не полностью отвержденная стеклоткань с эпоксидной пропиткой). Скрепление или прессование производится под действием температуры и давления в прессовом оборудовании. Расплавленная под действием температуры на несколько минут эпоксидная смола в составе листов препрега под давлением заполняет все открытые области между слоями платы. После этого смола полимеризуется до твердого состояния, в результате чего происходит «схватывание» и отверждение всех слоев.

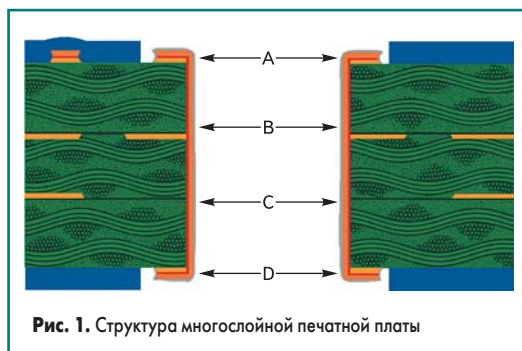


Рис. 1. Структура многослойной печатной платы

После прессования края платы подравниваются и пропитываются смолой. Затем следует процесс обработки платы как двусторонней: сверлят, очищают и металлизуют отверстия, где это необходимо — формируют межслойные контактные соединения. После проведения металлизации внешних сторон на них вытравливают рисунок, а также наносят паяльные маски и облуживают или наносят финишное покрытие на монтажные поверхности.

Для успешного проведения операции прессования необходимо соблюдать чистоту и развитость (шероховатость) медных поверхностей. После прессования, если на поверхности внутренних слоев остались загрязнения, не удаленные в процессе ее подготовки, то могут возникнуть вздутия, пузыри и расслоения, приводящие к браку всей заготовки МПП.

Чтобы обеспечить высокую прочность сцепления поверхности медных проводников с изолирующими межслойными материалами, необходимо повысить шероховатость, при этом наружный шероховатый слой медной поверхности должен быть достаточно прочным и твердым.

Подготовка слоев МПП

В практике изготовления многослойных печатных плат встречается несколько способов подготовки проводящего рисунка.

Разрядка больших массивов фольги сеткой проводников и микротравление медных проводников

Этот способ применяется для создания микрошероховатости и активации поверхностей.

Если слои долго находились на открытом воздухе, то их нужно обезжирить в растворе следующего состава, г/л:

- тринатрийфосфат: 30–35;
- кальцинированная сода: 30–35;
- препарат ОС-20 (ПАВ): 3–5.

Температура раствора 45...55 °С, время обработки — 3–5 минут. Процесс очистки усиливается за счет

использования ультразвука: он ускоряет растворение загрязнений и жировых пленок.

Подтравливание или травление при подготовке слоев применяется в том случае, если для последующих процессов осаждения или контактирования необходима чистая металлическая поверхность. При этом удаляются плотно сидящие слои окислов, сульфитов, фосфитов, карбонатов, гидроокисей и других соединений. Наряду с очисткой подтравливание часто обеспечивает создание микрошероховатости поверхности, благодаря чему существенно повышается адгезия диэлектрических слоев. Подтравливание производится:

а) при температуре 50...60 °С в растворе хлорной меди (40–45 г/л) или в растворе персульфатов, содержащем $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ — 200–250 г/л, H_2SO_4 — 5–7 г/л;

б) в растворе, содержащем перекись водорода (30–40 мл/л) и серную кислоту (40–50 г/л).

Микротравление медных поверхностей и их активацию, как правило, проводят в любом разбавленном травящем растворе при комнатной температуре в течение 1 минуты.

Очень тонкие слои окислов, сульфитов или гидроокисей, образующиеся почти на всех металлах при их соприкосновении с воздухом или водой, удаляются декапированием. Для этого слои погружают на несколько секунд в разбавленные кислоты. Декапирование осуществляют непосредственно перед последующей технологической операцией.

После каждой обработки в кислотах и щелочах и тщательной промывки водой необходима нейтрализация, так как промывка не обеспечивает удаление обрабатывающих растворов, особенно из отверстий. После нейтрализации вновь нужна интенсивная промывка. Качество воды для промывки необходимо постоянно контролировать, вода не должна содержать примесей, которые могли бы осаждаться на поверхности, так как в противном случае ухудшается качество поверхности для последующих операций.

Оксидирование медных поверхностей

Считается, что в этом случае массивы медной фольги можно оставлять без разрядки их сеткой проводников.

Оксидирование значительно улучшает адгезионные свойства медных поверхностей. Для этого используют различные окисляющие растворы, после чего получают черный или коричневый оксиды.

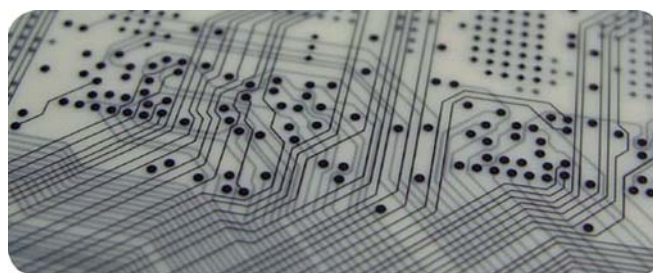


Рис. 2. Органо-металлическое покрытие TOP BOND

Для черного оксидирования меди предназначены следующие растворы:

1) Каустическая сода — 50–60 г/л, персульфат калия — 14–16 г/л. Температура раствора — 60...70 °С, время обработки — 3–5 мин.

2) Смесь растворов в % по массе: хлорит натрия — 48, гидроксид натрия — 40, фосфат натрия — 12.

Обработка заготовок проводится в водном растворе, содержащем 100 г/л этой смеси, при температуре 60...90 °С до образования черного оксидного покрытия.

После оксидирования слои должны быть тщательно промыты и высушены при температуре 90...100 °С в течение 40–60 мин.

Оксидное покрытие бархатистого черного цвета обеспечивает адгезию слоев, однако оксидная пленка в растворах травления при очистке отверстий многослойных печатных плат не обладает стойкостью. Это может привести к попаданию травильного раствора в образованные при растворении оксида полости между слоем меди и эпоксидной смолой, и, как следствие, возникает так называемый эффект «розовых колец». Удалить промывкой из таких полостей травильный раствор и влагу практически невозможно. Все это приводит к отслоению медного покрытия от диэлектрического основания после термообработки в результате выхода влаги изнутри. Кроме того, высокая температура данных процессов (до 70...90 °С) приводит к изменению линейных размеров внутренних слоев многослойной печатной платы. Это изменение может достигать до 0,2 мм на расстоянии 300–350 мм, что не позволит изготовить печатные платы 4-го и выше классов точности.

Трехступенчатый процесс TOP BOND

Для увеличения адгезии слоев многослойной печатной платы, повышения стойкости к расслаиванию и предотвращения появления

полостей и эффекта «розовых колец», а также для уменьшения размерной нестабильности внутренних слоев за счет невысоких температур процесса (не более 50 °С) рекомендуется использовать трехступенчатый процесс TOP BOND вместо процесса оксидирования [2].

Процесс TOP BOND предусматривает использование следующих химических продуктов:

- **CONDITIONER 7876 (ТУ 2400-038-56683531-2008)** — щелочной раствор, обладающий чистящими свойствами, он подготавливает медную поверхность для TOP BOND покрытия.

- **PREDIP 7877 (ТУ 2400-039-56683531-2008)** разработан специально для продления жизни PROMOTOR 7878.

- **PROMOTOR 7878 (ТУ 2612-040-56683531-2008)** дает органо-металлическое покрытие коричневого цвета с высокими адгезионными свойствами (рис. 2–4). На рис. 2 представлен внутренний слой МПП с органо-металлическим покрытием. На рис. 3 — фотография органо-металлического покрытия на меди при 4000-кратном увеличении, а на рис. 4 — фотография слоя МПП после обработки TOP BOND при 2000-кратном увеличении. На фотографии видна высоко-развитая поверхность медного слоя, что дает основу высокой адгезии.

Последовательность операций процесса TOP BOND представлена в таблице 1.

Проведение процесса TOP BOND гарантирует большое усилие на разрыв для материалов с высокой температурой стеклования (таблица 2) и высокую термическую устойчивость. Процесс TOP BOND дает отличные результаты при работе, как на вертикальном оборудовании, так и на горизонтальном.

Процесс замены оксидирования TOP BOND, внедренный на нескольких московских предприятиях, показал стабильные резуль-

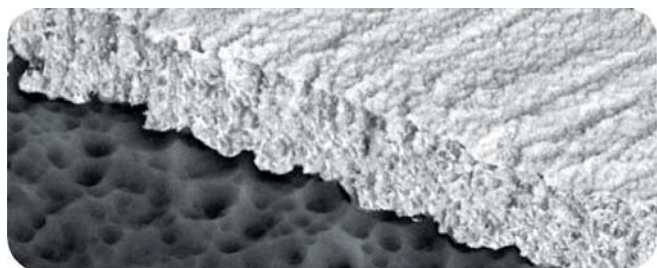


Рис. 3. Фотография органо-металлического покрытия на меди. 4000-кратное увеличение



Рис. 4. После обработки TOP BOND: высокая адгезия развитой поверхности, включая боковые стенки. 2000-кратное увеличение

Таблица 1. Последовательность процесса TOP BOND

Процесс	При работе с вертикальным оборудованием		При работе с горизонтальным оборудованием	
	Время, мин	Температура, °С	Время, с	Температура, °С
CONDITIONER 7876	3	45	30	50
Промывка				
PREDIP 7877	2	Комнатная температура	30	25
PROMOTOR 7878	2		60	40
Промывка				
Сушка				

Таблица 2. Таблица сравнения усилий на разрыв, кН/м

Тип диэлектрика	Эпокси Tg = 140	Эпокси Tg = 150	Эпокси Tg = 180	Эпокси Tg = 185	Эпокси Tg = 250	Эпокси Tg = 260
TOP BOND	1,26–1,37	1,31–1,65	0,61–0,84	0,44–0,70	0,44–0,67	0,46–0,77
Черное оксидирование	0,88–1,23	1,23–1,58	0,53–0,70	0,35–0,53	0,09–0,26	0,09–0,26

таты. На все химические компоненты процесса разработаны российские ТУ, а сам процесс TOP BOND введен ОАО «Авангард»

в ОСТ 107.460092.028-96 «Платы печатные. Технические требования к технологии изготовления» (извещение об изменении № 4) [4].

1. Смертина Т. Подготовка поверхности меди. Механическая или химическая? // Технологии в электронной промышленности. 2005. № 3.
2. Технологии в производстве электроники / Под ред. П. В. Семенова. Часть II. Справочник по производству печатных плат. Совместный проект ООО «Электрон-Сервис-Технология» и Гильдии профессиональных технологов приборостроения. М.: ООО «Группа ИДТ», 2007.
3. Ильин В. А. Химические и электрохимические процессы в производстве печатных плат. Выпуск 2. Приложение к журналу «Гальванотехника и обработка поверхности». М.: ВИНТИ, 1994.
4. ОСТ 107.460092.028-96. «Платы печатные. Технические требования к технологии изготовления». ОАО «ЦНИИРЭС», Москва.