

Российские материалы, процессы и оборудование для производства печатных плат

Безусловным правилом для стран, считающих себя развитыми или стремящихся таковыми стать, является наличие собственного производства радиоэлектронной техники.

Один из китов, на которых основано это производство, — печатная плата и все, что связано с ее созданием: материалы, технология и оборудование.

Не надо думать, будто ничего подобного нет в России. Есть! И использование отечественных материалов, технологий и оборудования позволяет изготавливать качественные печатные платы при минимальных издержках.

Настоящая статья посвящена разработкам СПбЦ «ЭЛМА» в этой области производства.

В прошедшем 2006 году компании исполнилось 15 лет, и можно смело сказать, что за это время сделано многое для развития отечественной радиопромышленности.

**Валентин Терешкин,
к. т. н.
Жанетта Фантгоф,
к. т. н.
Лилия Григорьева**

info@elmaru.com

СПбЦ «ЭЛМА» разрабатывает технические и инвестиционные проекты создания и реконструкции производств печатных плат, включающие:

1. Техническую экспертизу существующего производства, в том числе:
 - анализ организации производства и его подготовки;
 - анализ применяемого технологического процесса;
 - анализ применяемого оборудования.
2. Разработку решений для реконструкции, в том числе:
 - выбор новых технологий;
 - расчет производственных мощностей и подбор современного оборудования;
 - планировку размещения технологического оборудования и т. д.
3. В составе инвестиционного проекта:
 - расчет планируемых ежегодных производительности и продаж;
 - расчет потребности материалов и энергетических ресурсов по годам;
 - расчет планируемой прибыли и допустимых расходов;
 - проект движения средств и пр.

СПбЦ «ЭЛМА» производит малогабаритные линии «Элгамет» с ручным и автооператорным перемещением заготовок по линии, для процессов:

- прямой металлизации;
- химического меднения;
- гальванической металлизации;
- перманганатной очистки отверстий МПП;
- нанесения органического защитного покрытия — ОЗП.

Все параметры процессов обработки печатных плат на каждой позиции линии поддерживаются автоматически.

СПбЦ «ЭЛМА» разрабатывает современные технологии изготовления печатных плат и производит концентраты электролитов и растворов для выполнения процессов:

- прямой металлизации ПМ 300;
- химического меднения ЭЛХМ 200;
- гальванического меднения «ПлатаМет 600»;
- перманганатной очистки отверстий ПО 400;
- травления оловянного металлорезиста ТОЛ 800;
- нанесения органического защитного покрытия на медь ОЗП 900 и др.

Основные характеристики некоторых химических материалов и процессов представлены ниже.

Процесс химической металлизации ЭЛХМ 200

Особенности процесса

1. Использование кондиционирования взамен традиционного обезжиривания. Операция осуществляется в составе ЭЛХМ 201 — многокомпонентной системе, которая является хорошим очистителем поверхности. Одновременно состав снимает остаточные статические электрические заряды после сверления отверстий, «разрыхляет» поверхность диэлектрика для максимально эффективной адсорбции палладия при последующей обработке в растворе активатора.
2. Применение уникального органического палладиевого активатора ЭЛХМ 204, имеющего пре-

- восходную каталитическую активность при низкой концентрации хлористого палладия в рабочем растворе (0,05–0,1 г/л). Благодаря тому, что органический активатор селективно осаждается на диэлектрик и не создает разделительного слоя по меди на внутренних контактных площадках отверстий МПП, обеспечивается очень хорошая адгезия осажденной меди. Селективное осаждение палладия в рабочем растворе являются предпосылкой того, что норма расхода палладия в 10–15 раз ниже, чем в обычном совмещенном растворе активации.
3. Раствор химического меднения ЭЛХМ 205 имеет значительно более высокую стабильность по сравнению с традиционными растворами на основе К, Na виннокислого или динатриевой соли ЭДТА за счет применения нового комплексообразователя и низких рабочих концентраций компонентов в растворе. Ванна химического меднения не требует постоянной фильтрации, поскольку не происходит восстановления меди в объеме и на стенках ванны. Благодаря низкой концентрации компонентов в растворе химического меднения облегчается также очистка сточных вод.
 4. Возможность металлизации отверстий любых диэлектриков, включая материалы на основе фторопластов, которые не металлизуются при выполнении обычного процесса химического меднения.

Таблица 1. Основные этапы процесса химического меднения и используемые материалы

	Т процесса, °С	Время обработки, мин
1. Кондиционирование ЭЛХМ 201	65–70	5–7
2. Микротравление ЭЛХМ 202	18–25	1–2
3. Преактивация ЭЛХМ 203	18–25	0,5–1
4. Активация ЭЛХМ 204	40–45	5–6
5. Химмеднение ЭЛХМ 205	40–45	10

5. Возможность использования любого десмиринг-процесса (очистки от наволакивания смолы в отверстиях после сверления МПП).
6. Хорошее качество покрытия. Осадок меди светлый, мелкокристаллический, визуально легко контролируемый.

Процесс гальванического меднения печатных плат «ПлатаМет 600»

Особенности процесса

1. Очистка заготовок от загрязнений производится в кислотном очистителе «ПлатаМет 601», который позволяет проводить мягкую обработку, не используя щелочные растворы. Состав обладает хорошей смачивающей способностью, что предоставляет возможность обрабатывать отверстия с соотношением диаметра отверстия к толщине 1:8 и глухие отверстия. Очиститель легко удаляется при промывке холодной водой.

2. Гальваническое меднение осуществляется в серноокислом электролите с добавкой «ПлатаМет 604». Электролит имеет высокую селективную способность, что позволяет при металлизации печатных плат получить равномерное распределение осадка по поверхности и в отверстиях. Соотношение толщины меди на поверхности и в отверстиях близко к 1:1.

Таблица 2. Основные этапы процесса «ПлатаМет 600»

	Т процесса, °С	Время обработки, мин
1. Кислотная очистка «ПлатаМет»	20–30	3–4
2. Микротравление «ПлатаМет 602»	20–25	1–2
3. Декапирование H ₂ SO ₄ , 10%-ная	–	0,3–0,5
4. Серноокисное меднение добавкой «ПлатаМет 604»	20–30	До достижения заданной толщины меди

3. Полученные медные осадки имеют высокий коэффициент удлинения (12–18%), выдерживают испытания на термоудар в течение 10 с и более, прочность на разрыв составляет 25–30 кг/мм², электропроводность — ~0,52 мкС/см.

Потребители нашей продукции, производители печатных плат, уже смогли оценить добавку «ПлатаМет 604». По их отзывам, медные осадки, получаемые при использовании электролита с добавкой «ПлатаМет 604», превосходят по качеству зарубежные аналоги.

Процесс прямой металлизации ПМ 300

Процесс прямой металлизации, предназначенный так же, как и химическое меднение, для образования в отверстиях печатных плат проводящего слоя, экологически безопаснее процесса химического меднения. Прямая металлизация исключает использование формальдегида (это канцероген) и сильных комплексообразователей (затрудняют обработку стоков), уменьшает слив растворов, содержащих медь, а также сокращает время процесса.

Создание проводящего слоя происходит уже при обработке в ПМ 304, который представляет собой специальный оловянно-палладиевый состав, эффективно сорбирующийся на стенках отверстий, образуя при этом необходимое количество активных центров токо-

Таблица 3. Основные этапы процесса ПМ 300

	Т процесса, °С	Время обработки, мин
1. Кондиционирование ПМ 302	70–80	5–7
2. Предметаллизация ПМ 303	18–25	1
3. Металлизация ПМ 304	40–45	5–7
4. Ускорение ПМ 305	40–45	5–7

проводящего слоя. В ускорителе ПМ 305 завершается формирование проводящего слоя, непосредственно по которому затем гальванически осаждается медь.

Перманганатная очистка отверстий многослойных печатных плат ПО 400

Перманганатная очистка (десмиринг) производится для удаления наволакивания смолы с торцов внутренних контактных площадок МПП и придания стенкам отверстий шероховатости, необходимой для хорошей адгезии столба металлизации к стенкам отверстий.

Для решения этой задачи в предлагаемой технологии, прежде всего, производится очистка отверстий от частиц, остающихся после сверления, а также сенсбилизация и кондиционирование стенок отверстий, что обеспечивает последующую оптимальную обработку в растворе на основе перманганата калия. На финишной стадии обработки происходит полная нейтрализация и удаление остатков марганца из отверстий, а также травление стекловолокон.

Таблица 4. Основные этапы процесса ПО 400

	Т процесса, °С	Время обработки, мин
1. Сенсбилизация ПО 401	65–70	8–10
2. Перманганатная обработка ПО 402	65–70	8–10
3. Нейтрализация ПО 403	38–43	3–5

При этом все составы для обработки сделаны так, что в отверстиях не происходит сильное вытравливание смолы с оголением стеклоткани, поэтому не возникает дефекта проникновения металлизации вдоль стекловолокон.

Травление оловянного металлизатора ТОЛ 800

Известно, что при изготовлении прецизионных плат с защитной маской по меди в качестве удаляемого травильного металлизатора целесообразно использовать олово, а не сплав олово–свинец. Это позволяет отказаться от необходимости применять для осаждения сплава высокотоксичный электролит, содержащий борфториды и свинец. Процесс осаждения металла проще и легче контролируется, чем сплава.

Для удаления временного металлизатора с медного проводящего рисунка широко распространены два типа растворов: на основе перекиси водорода с борфтористоводородной кислотой и на основе азотной кислоты.

Особенности этих травителей:

- по мере травления и накопления металлов в растворе скорость травления постепенно снижается;
- при накоплении металлов в перекисном травителе ~80 г/л и в азотнокислом ~150 г/л растворы подлежат замене;

- оба процесса экзотермические, особенно травление в перекисном растворе, поэтому необходимо постоянное охлаждение системы, так как при повышении температуры растравляется медная основа.

Процесс удаления олова, разработанный СПБЦ «ЭЛМА», имеет заметные преимущества по сравнению с этими процессами. При эксплуатации раствор травления регенерируется, подобно растворам для травления меди, и при соблюдении техпроцесса может служить без замены бесконечно долго.

Таблица 5. Основные этапы процесса травления олова ТОЛ 800

	Т процесса, °С	Время обработки, мин
1. Травление олова ТОЛ 801	20–45	1–3
2. Осветление меди ТОЛ 802	18–25	1–2

Благодаря регенерации травителя скорость процесса снятия олова сохраняется постоянной в течение всего времени работы раствора, что обеспечивает высокую стабильность качества поверхности проводящего рисунка перед нанесением маски.

При поддержании параметров процесса в заданных пределах поверхность меди не затрагивается. Применение осветлителя ТОЛ 802 улучшает поверхность проводящего рисунка, придает меди равномерную микрошероховатость и светло-розовый цвет.

Нанесение органического защитного покрытия на меди ОЗП 900

Процесс ОЗП 900 — это нанесение финишного покрытия на контактные площадки печатных плат, не закрытые маской.

Одной из побудительных причин появления такого покрытия стало развитие поверхностного монтажа, требующего для автоматического монтажа компонентов плоскостность контактных площадок, не достижимую при горячем лужении.

ОЗП обеспечивает высокую прочность паяного соединения и является наиболее экономичным и экологически безопасным финишным покрытием.

Нанесение органического защитного покрытия производится в водном растворе при невысокой температуре и поэтому не оказывает на платы воздействия типа термоудара.

Таблица 6. Основные этапы процесса ОЗП 900

	Т процесса, °С	Время обработки, мин
1. Очистка ОЗП 901	20–30	2–4
2. Микротравление ОЗП 902	20–25	1–2
3. Декапирование Cl ₂ 10%-ная	–	0,3–0,5
4. Нанесение покрытия ОЗП 904	37–43	1



Рис. 1. Линия прямой металлизации и линия гальванического осаждения меди и металлорезиста

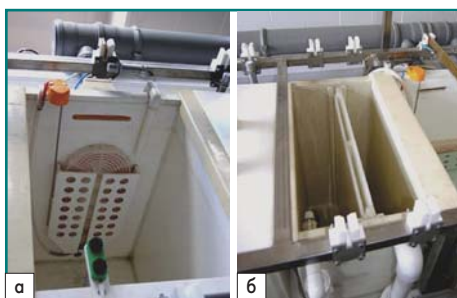


Рис. 2. а) Ванна основного процесса; б) ванна каскадной промывки



Рис. 3. Технологическое оснащение

Такой фактор безусловно положительно влияет на ресурс жизнеспособности плат.

Испытания печатных плат с покрытием ОЗП 900, проведенные нашими потребителями, показали, что ОЗП обеспечивает сохранение параметров печатных плат в соответствии с ГОСТом 23752.

Оборудование

подавляющее большинство оборудования, поставляемого в нашу страну из-за рубежа, предназначено или для крупносерийного производства печатных плат, или для выпуска прототипов.

Оборудование, изготовленное СПБЦ «ЭЛМА», учитывает потребности мелкосерийных и опытных производств. В основном это линии, предназначенные для выполнения химических и электрохимических процессов, под общим названием «Элгамет».

Базовые конструктивные решения, реализованные в этих линиях:

- каркасная рама и рама привода качания из нержавеющей стали;
- качание подвески под 45°;
- ванны и трубопроводная арматура из полипропилена;
- ванны оснащены устройствами непрерывной фильтрации, циркуляции и др.;
- промывочные ванны — каскадные (сокращение расхода воды в 2 раза);
- автоматический контроль и поддержание технологических параметров;
- независимая установка тока при металлизации на каждую сторону плат;



Рис. 4. Шкаф управления

- компоновка линий по заданию потребителей.

Технические параметры типовой линии:

- максимальный размер обрабатываемых заготовок: 400–500 мм;
- виды металлируемых ПП: ДПП, МПП;
- класс точности ПП: до 5 кл;
- габариты типовой линии прямой металлизации, мм:
 - с гальванической затяжкой: 4300×1100×1100;
 - без гальванической затяжки: 3100×1100×1100.
- Производительность:
 - с затяжкой: 4 заготовки в час;
 - без затяжки: 6 заготовок в час.

На рис. 1–4 представлен общий вид линии и внешний вид отдельных элементов конструкции.

Более чем трехлетний опыт работы линий на предприятиях показал их высокую надежность и удобство.