

Новые процессы и материалы, введенные в отечественный стандарт

В условиях рыночных отношений, когда технологии являются главным секретом высокотехнологичного производства, получить сколько-нибудь стоящую свежую информацию почти невозможно. Чтобы хоть в какой-то мере погасить дефицит информации, ряд компаний выпускают фирменные издания, пользующиеся большим спросом [1–5]. Тем не менее, эта информация носит несколько субъективный характер, отражающий индивидуальный опыт авторов. Технологические стандарты, отражающие отраслевой уровень технологий, устарели и утратили свое значение. Единственный действующий стандарт отрасли ОСТ 107.460092.028-96 [6] излагает лишь технические требования к технологии изготовления печатных плат. Но те, кто следит за ним, могут видеть изменения в части введения в него данных о новых процессах и материалах [7]. Компания «ЭЛЕКТРОН-СЕРВИС-ТЕХНОЛОГИЯ» провела большую работу по освоению и сертификации новых химических материалов и процессов на российских предприятиях, подтвердив их состоятельность испытаниями с участием соответствующих представителей. Эти работы стали основанием для выпуска технических условий и ввода их в ОСТ 107.460092.028.

Светлана Шкундина

shkundina@estek.ru

Аркадий Сержантов

В противоборствующем мире вооружений и в условиях рыночной конкуренции производство печатных плат — наиболее быстро развивающаяся область науки и техники, в которой одно поколение сменяет другое каждые три-пять лет вслед за развитием электронной компонентной базы. Технологии печатных плат (ПП) постоянно дополняются новыми приемами и операциями, расширяются их возможности за счет использования прецизионного оборудования, более качественных материалов и инструмента. Поэтому материальные и интеллектуальные инновации наиболее активно внедряются в эту отрасль производства. И это стало неременным условием поддержания конкурентоспособности на внутреннем и международном рынках электроники.

В России существовала и до сих пор существует проблема получения качественных химических реактивов. Химики-технологи на производстве ПП сталкиваются с тем, что, покупая какой-то химический продукт, нельзя слепо доверять этикетке, наклеенной на упаковке. Вскрываешь мешок, на котором написано «Сода кальцинированная», а там вместо крупинок соды какой-то порошок розового цвета. Растворяешь его в воде, берешь лакмусовую бумажку, опускаешь в раствор, а она краснеет. И оказывается, что в мешке находится не «сода кальцинированная», а какое-то вещество с кислой средой. И таких примеров очень много.

«ЭЛЕКТРОН-СЕРВИС-ТЕХНОЛОГИЯ» (ЭСТ), одна из лидирующих рыночных российских компаний, провела тщательный анализ предложений различных фирм — разработчиков процессов и производителей базовых и расходных материалов на рынке ПП. На основании этого анализа были выбраны в ка-

честве партнеров перспективные фирмы, которые способны решать задачи, поставленные в комплексных проектах, и гарантируют качество выпускаемой продукции и низкие прямые расходы на ее производство, сохраняя стабильные параметры технологических процессов.

В качестве разработчика процессов и производителя химических составов «ЭЛЕКТРОН-СЕРВИС-ТЕХНОЛОГИЯ» представляет фирму J-KEM International AB (Швеция), которая предлагает комплекс технологических процессов и химической продукции для полного цикла производства всех видов ПП. ЭСТ сотрудничает с фирмой J-KEM уже более 7 лет. За все эти годы химическая продукция фирмы J-KEM была внедрена на более чем 50 предприятиях по всей России, и ее до сих пор с успехом применяют. Продукция фирмы J-KEM зарекомендовала себя как качественная, стабильная, надежная и легко контролируемая.

Но не все отечественные предприятия могут использовать в своем производстве импортную «химию». Те из них, что выпускают продукцию специального назначения, вынуждены строго руководствоваться действующими нормативными документами, требованиями конструкторской документации, техническими условиями и стандартами предприятия. Многие из таких заводов с большим желанием использовали бы качественную шведскую «химию» в процессе производства ПП, но определенные ведомства не дают им такого права. При большой настойчивости эти проблемы решаются, так как запретительные документы на этот счет отсутствуют.

ООО «ЭЛЕКТРОН-СЕРВИС-ТЕХНОЛОГИЯ» как официальный дистрибьютор и эксклюзивный поставщик химической продукции фирмы J-KEM

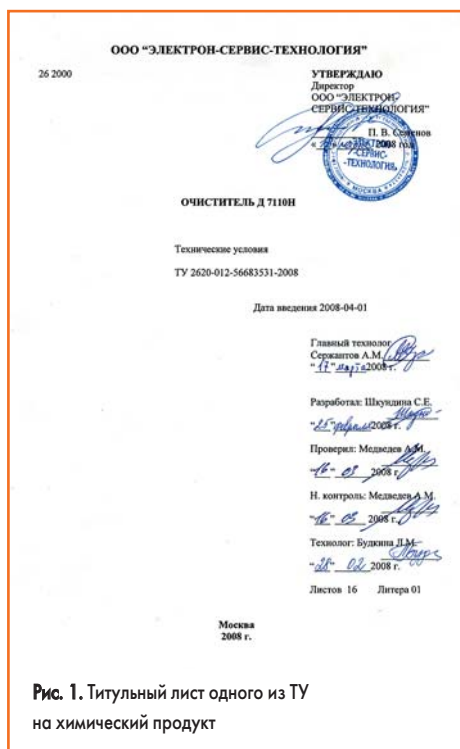


Рис. 1. Титульный лист одного из ТУ на химический продукт

в России пошла навстречу таким предприятиям и провела работу по сертификации химической продукции фирмы J-КЕМ, выпустив российские ТУ с вводом их в перечень разрешенных в ОСТ 107.460092.028-96 «Печатные платы». Технические требования к технологии изготовления» (рис. 1). Предварительно были проведены типовые испытания ПП, изготовленных с использованием химических материалов фирмы J-КЕМ. Испытания проводились на крупнейших российских предприятиях, специализирующихся на производстве ПП: ООО «Новоуральский приборный завод», г. Новоуральск; ФГУП ГРПЗ, г. Рязань; ОАО «Компонент», г. Зеленоград; ФГУП «НПО автоматики имени академика Н. А. Семихатова», г. Екатеринбург; ООО «Микролит», г. Зеленоград; ФГУП «Омское производственное объединение «Иртыш», г. Омск; ОАО завод «Красное знамя», г. Рязань. Все испытания дали положительные результаты, что подтверждено соответствующими протоколами.

В извещение об изменении ОСТ 107.460092.028-96 были введены новые процессы, отвечающие требованиям современного производства. Представляем список и основные характеристики процессов, введенных в стандарт:

- прямая металлизация «Система-С»;
- электрохимическое меднение КУ 400;

Таблица 1. Сравнение качественных характеристик химической и прямой металлизаций

Параметр	Химическая металлизация	Прямая металлизация
Стадийность процесса	Активация + химическая металлизация + гальваническая затыжка	Активация
Плотность осадка	Рыхлый	Плотный
Наличие барьерного слоя между гальванической металлизацией отверстия и торцами контактных площадок на внутренних слоях	Есть	Нет
Необходимость гальванической затыжки	Есть	Не для всех систем
Выделение водорода	Есть	Нет
Управление процессом	По 5 параметрам	По 2 параметрам
Вязкость раствора	Вязкий	Менее вязкий
Поверхностное натяжение	54 дин/см	40 дин/см

- реверсивный импульсный процесс электрохимического меднения ППР КУ 8002;
- процесс перманганатной обработки отверстий МПП «Система-Д»;
- травление олова или сплава олово-свинец ТЛ 510;
- процесс электролитического оловянирования СН 700;
- процесс электролитического нанесения сплава олово-свинец ТЛ 900;
- процесс электролитического нанесения никеля НИКЕМ 688.

Процесс прямой металлизации «Система-С»

Идея прямой металлизации состоит в том, что на поверхности диэлектрика создается сплошная проводящая пленка без участия процесса химического восстановления меди [8]. Другими словами, мы имеем возможность исключить процесс химического меднения за счет того, что уже на первой стадии палладий настолько диспергирован на поверхности, что образует сплошную проводящую пленку без последующей стадии химического восстановления меди и без необходимости гальванической затыжки. Поверхностной проводимости этой пленки достаточно, чтобы качественно провести последующую полную электрохимическую металлизацию до стандартных толщин.

Процессы прямой металлизации относятся к так называемым «зеленым» технологиям из-за отсутствия в них комплексобразующих веществ и формальдегидов, хелатов, тяжелых металлов, что уменьшает проблемы, связанные с очисткой сточных вод.

Кроме того, при химической металлизации, кроме осаждения меди в отверстиях ПП, происходит процесс выделения водорода по реакции:



Выделяющийся водород закупоривает отверстия, мешая завершению процесса, поэтому приходится предпринимать специальные меры. К ним относятся применение ультразвука, вибрация подвесок, принудительное прокачивание отверстий рабочими растворами, что не всегда удается. В прямой металлизации процесс выделения водорода отсутствует. Кроме того, растворы прямой металлизации менее вязкие из-за отсутствия в них формалина и большого количества щелочи,

что дает значительное преимущество прямой металлизации при металлизации отверстий малого диаметра.

Процессы прямой металлизации организованы так, что проводящая пленка создается только там, где нужно — на диэлектрике. При химическом меднении металлизуются и вся поверхность фольги наружного слоя, и торцы контактных площадок внутренних слоев, что плохо сказывается на их надежности.

Использование процессов прямой металлизации сокращает количество операций и, значит, уменьшает время технологического цикла и объем оборудования (табл. 1, 2).

Процесс прямой металлизации «Система-С» состоит из следующих стадий:

- очистка и кондиционирование ДС-200 для ДПП или очистка и кондиционирование ДС-270 для МПП;
- преактивация ДС-400;
- активация ДС-500;
- ускорение ДС-650;
- стабилизация ДС-800;
- антиокислитель ДС-850.

Создание проводящего слоя происходит при обработке заготовки в растворе активатора ДС-500, который представляет собой уникальный палладиевый катализатор, в состав которого входит три металла. В ускорителе происходит преобразование коллоидного палладия в мономолекулярную металлическую пленку, которая улучшает проводимость, создает возможность последующей электрохимической металлизации и обеспечивает хорошую межслойную адгезию. После стадии ускорения все гидроксиды удаляются в кислой промывке (стабилизации). На диэлектрических стенках отверстий остается пленка из чистого сплава палладия, олова и третьего металла, толщиной 60–80 ангстрем.

Таблица 2. Стадийность процессов химической и прямой металлизаций

Традиционное химическое меднение	Палладиевая система «Система-С»
9 стадий обработки, 12 промывок	6 стадий обработки, 7 промывок
1. Очистка поверхностей	1. Очистка поверхностей
Промывка	Промывка
Промывка	Промывка
2. Микротравление	2. Преактиватор
Промывка	3. Активатор
Промывка	Промывка
3. Преактиватор	Промывка
4. Активатор	4. Ускоритель
Промывка	Промывка
Промывка	Промывка
5. Ускоритель	5. Стабилизация
Промывка	6. Антиокислитель
Промывка	Промывка
6. Химическое меднение	Сушка
Промывка	
Промывка	
7. Декапирование	
8. Гальваническая затыжка	
Промывка	
9. Антиокислитель	
Промывка	
Сушка	

Процесс электрохимического меднения печатных плат КУ 400

При изготовлении ПП гальваническое наращивание меди осуществляется после прямой металлизации или химического осаждения медного слоя. Процесс электрохимического осаждения меди производят из сернокислого электролита с добавкой КУ 400. Это высокоскоростной, легко контролируемый кислотный электролит с одной добавкой для осаждения блестящего плотного медного покрытия. Процесс осаждения меди из этого электролита можно проводить как при низкой, так и при высокой плотности тока.

Основные стадии процесса:

- кислотная очистка ДС-900;
- микро травление ДС-300;
- обработка в серной кислоте;
- электрохимическое меднение из сернокислого электролита с блескообразующей добавкой КУ 400.

Кислотный очиститель ДС-900 выполняет сразу две функции: обезжиривание и травление. Раствор очищает медные платы как моющее средство и, в то же время, стравливает оксидную пленку. ДС-900 не вызывает коррозии меди. Поэтому кислотный очиститель ДС-900 идеально подходит для использования после прямой металлизации в процессе «Система-С». Очиститель легко удаляется при промывке холодной водой.

Равномерное микро травление в растворе ДС-300 дает отличную адгезию медных слоев. Микро травитель ДС-300 не содержит аммония, поэтому не возникает проблем с его утилизацией.

Электролит меднения с добавкой КУ 400 имеет высокую выравнивающую и рассеивающую способность. При оптимальных режимах работы соотношение толщины меди в от-

верстии к толщине меди на поверхности получается близким к 1:1 (рис. 2).

ПП, металлизированные с помощью электролита меднения с добавкой КУ 400, выдерживают все испытания, регламентированные ГОСТ 23752. Относительное удлинение медного осадка составляет 12–20%, что говорит о его высоких металлургических свойствах.

Реверсивный импульсный процесс электрохимического меднения печатных плат КУ ППР 8002

КУ ППР 8002 — это новая добавка для кислотного электролита меднения, специально разработанная для осаждения при высоких плотностях тока (до 6 А/дм²) и использовании импульсного реверсивного источника тока. Процесс характеризуется высокой рассеивающей и выравнивающей способностью [9]. Конечный осадок меди показывает отличные металлургические свойства и пластичность.

Высокая рассеивающая способность во всем диапазоне значений плотности тока для заготовок с высоким соотношением толщины к диаметру отверстия — характерная особенность этого процесса, благодаря которой обеспечивается отличное распределение металла по поверхности даже на сложнопрофильных платах.

При работе с реверсивными импульсными источниками тока отсутствует эффект «собачьей кости», то есть края и центр отверстий покрываются равномерно. Плотность тока значительно выше, чем при работе с обычным источником постоянного тока, следовательно, выше производительность. В настоящее время процесс отработан до такого состояния, что он устойчиво обеспечивает равномерную металлизацию отверстий диаметром 0,12 мм с соотношением 1:18 (диаметр/толщина платы).

Процесс перманганатной очистки отверстий МПП «Система-Д»

В процессе сверления отверстий в зоне резания достигаются температуры до 400 °С. При выходе сверла на стенках отверстий, а главное — на торцах контактных площадок внутренних слоев «намазывается» расплавленная смола, мешающая надежному внутреннему электрическому межсоединению. Для удаления наволакивания смолы и придания стенкам отверстий шероховатости служит процесс перманганатной очистки «Система-Д».

Этот высококачественный универсальный процесс оптимизируется для работы с конкретным типом материала, а также с гибкими печатными платами.

Последовательность процесса «Система-Д»:

- набухание С 7100;
- перманганатная обработка Д 7110;
- нейтрализатор Н 7135Л.

Набухание С 7100 — это первая стадия в трехступенчатом процессе очистки МПП без использования плазмохимической и кислотной обработки. В этом растворе происходит разрыхление молекулярной структуры смолы,

после чего она поддается действию раствора на основе перманганата натрия (вторая стадия). На завершающей, третьей стадии процесса «Система-Д» происходит восстановление перманганат-ионов и равномерное травление диэлектрика, в том числе на торцах медных слоев. Нейтрализатор Н 7135Л восстанавливает и растворяет все оксиды марганца, удаляя осадок с поверхности печатной платы. Стенки отверстий становятся идеально чистыми, а внутренние слои — светлыми и не содержат оксидов.

Процесс электрохимического осаждения олова СН 700

Осаждение гальванического покрытия оловом производится после основного гальванического меднения на медный проводящий рисунок с целью защиты его от травления меди с пробельных мест ПП. Оловянное покрытие используется только в качестве металлорезиста. Процесс следует выполнять в едином технологическом цикле с основным меднением.

Перед нанесением покрытия заготовки плат необходимо обработать в серной кислоте.

Для электрохимического осаждения олова рекомендуется использовать сернокислый электролит и добавки, обеспечивающие получение плотноупакованных мелкокристаллических осадков олова, например СН 700А и СН 700В. Эта система предотвращает образование нерастворимых станнатов и дает минимальное пенообразование. Покрытие оловом происходит при широком интервале плотностей тока.

Процесс электрохимического осаждения сплава олово-свинец ТЛ 900

Покрытие из сплава олово-свинец наносится электролитически на печатные платы с целью улучшения пайки элементов или в качестве металлорезиста при травлении.

Для гальванического осаждения сплава олово-свинец рекомендуется электролит на основе борфтористоводородной кислоты с добавками ТЛ 900АФ, ТЛ 900БФ, ТЛ 900АР и ТЛ 900БР с высокой рассеивающей способностью, который специально разработан для использования в производстве печатных плат.

Основные стадии процесса:

- обработка в борфтористоводородной кислоте;
- электрохимическое нанесение сплава олово-свинец из электролита с добавками ТЛ 900АФ, ТЛ 900БФ, ТЛ 900АР и ТЛ 900БР. Электролит ТЛ 900 имеет следующие преимущества:
- это система с двумя добавками, дающая высокую рассеивающую способность;
- широкое рабочее окно;
- ровный, однородный и плотный осадок;
- превосходная паяемость;
- низкое содержание борфтористоводородной кислоты;
- стабильность электролита.

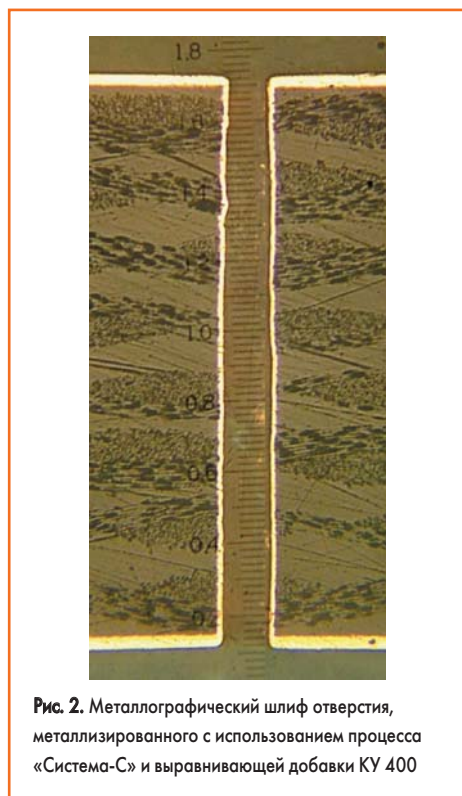


Рис. 2. Металлографический шлиф отверстия, металлизированного с использованием процесса «Система-С» и выравнивающей добавки КУ 400

Процесс электролитического нанесения никеля НИКЕМ 688

Покрытие, получаемое гальванически с применением электролита на основе сернокислого никеля с добавками НИКЕМ 688АД и НИКЕМ 688АП, используется как подслой перед финишными покрытиями. Этот электролит специально разработан для покрытия контактов печатных плат.

Электролит никелирования с добавками НИКЕМ 688АД и НИКЕМ 688АП дает полублестящее мелкокристаллическое покрытие. НИКЕМ 688АД обеспечивает твердость никелевого слоя и дает полублестящее покрытие, а НИКЕМ 688АП препятствует образованию пор.

Основные стадии процесса:

- кислотная очистка ДС-900;
- микро травление ДС-300;
- обработка в серной кислоте;
- электрохимическое никелирование с добавками НИКЕМ 688АД и НИКЕМ 688АП.

Процесс травливания олова или олова-свинца ТЛ 510

Гальваническое олово или олово-свинец — это технологическое покрытие (металлорезист), удаляемое после выполнения своей функции: защиты медных участков топологии слоев печатных плат при травлении. Для удаления олова или олова-свинца рекомендуется готовый высокопроизводительный химический раствор, который удаляет олово или олово-свинец с поверхности меди.

Раствор основан на стабилизированной азотной кислоте, не содержит фторидов, фторборатов, хелатов, пероксида и тиомочевину. Используется как в струйных, так и в погружных установках снятия металлорезиста.

Особенности этого травителя:

- высокая емкость для олова и олово-свинца;
- высокая скорость снятия: 10–15 мкм/мин;
- минимальное воздействие на медь: 0,3–1,3 мкм/мин;
- высокая емкость: более 150 г металла на литр;
- чистый процесс;
- простое удаление отходов: разбавить, выровнять рН, осадить;
- не экзотермический процесс;
- нет воздействия на эпоксидные ламинаты;

- чистая медная поверхность с антиокислительными свойствами.

Заключение

Устойчивость работы предложенных процессов, подтвержденная практикой многих российских предприятий, позволяет рекомендовать их для дальнейшего распространения. Формальное препятствие для их применения устранено — предлагаемые процессы и продукты введены в отраслевой ОСТ 107.4600.028-96.

Литература

1. Медведев А. Печатные платы. Конструкции и материалы. М.: Техносфера, 2005.
2. Медведев А. Технологические процессы в производстве печатных плат. М.: Техносфера, 2006.
3. Технологии в производстве электроники. Часть 1. Производство печатных плат / Сборник статей специалистов ЭСТ. М.: МэйкАП-принт, 2005.
4. Технологии в производстве электроники. Часть II / Под ред. П. В. Семенова. Справочник по производству печатных плат. Совместный проект ООО «ЭЛЕКТРОН-СЕРВИС-ТЕХНОЛОГИЯ» и Гильдии профессиональных технологов приборостроения. М.: Группа ИДТ, 2007.
5. Технологии в производстве электроники. Часть III. Гибкие печатные платы / Под общ. ред. А. М. Медведева и Г. В. Мылова. М.: Группа ИДТ, 2008.
6. ОСТ 107.460092.028-96. Стандарт отрасли. Платы печатные. Технические требования к технологии изготовления. www.avangard.org
7. Терешкин В., Фантгоф Ж., Григорьева Л. Новое в области стандартизации // Технологии в электронной промышленности. 2008. № 1.
8. Lundquist J., Медведев А., Салтыкова В. Системы прямой металлизации // Компоненты и технологии. 2003. № 3.
9. Медведев А. М., Семенов П. В. Печатные платы. Импульсная металлизация // Технологии в электронной промышленности. 2005. № 3.