

Новые процессы и материалы в производстве печатных плат

Светлана Шкундина

Svetlana.shkundina@ostec-smf.ru

Подготовлены к введению в отраслевой стандарт ОСТ 107.460092.028-96 [1] в дополнение к предыдущим [2] новые химические процессы и продукты для изготовления печатных плат:

- Процесс химического меднения ПЕРФЕКТО.
- Процесс замены оксидирования ТОП БОНД.
- Процесс иммерсионного оловянирования ТИН 7000.
- Процесс иммерсионного золочения КЕМ А 3000.
- Процесс электрохимического золочения А 3022.
- Процесс снятия сухого пленочного фоторезиста 7450.
- Процесс нанесения флюса для горячего лужения 7575.
- Процесс микротравления 7228 П для подготовки поверхности.
- Процесс нанесения флюса для оплавления в ИК плавильных печах 7590.
- Процесс электрохимического меднения КУ 90Н.
- Пеногаситель 1600Б.

Процесс химического меднения ПЕРФЕКТО

ПЕРФЕКТО — низкоскоростной процесс химического меднения нового поколения. Процесс ПЕРФЕКТО ПЕК 670 очень стабилен, экономичен, надежен и прост в эксплуатации. Получаемый осадок имеет плотную мелкокристаллическую структуру (рис. 1). В отличие от процесса прямой металлизации «Система-С» [2], процесс ПЕРФЕКТО обеспечивает полное покрытие стенок отверстий с высокой адгезией для всех материалов, используемых в производстве ППП. Процесс ПЕРФЕКТО ПЕК 670 показал отличные

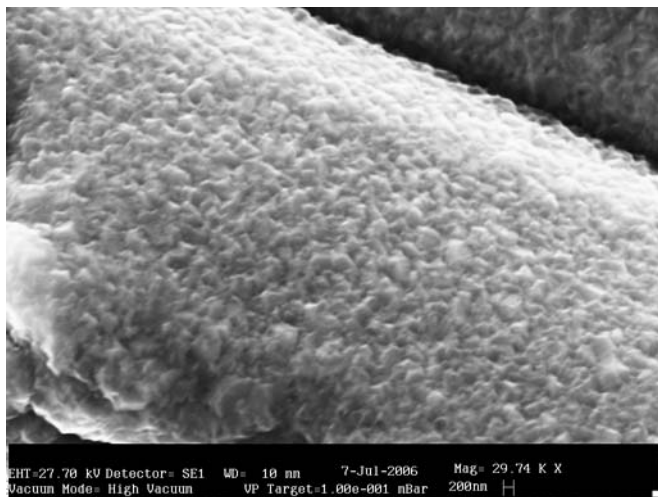


Рис. 1. Химическое меднение ПЕК 670. Осадок меди на стекловолокне

Введение

результаты при химическом меднении микро- и глухих отверстий (рис. 2, 3).

Это типичный окислительно-восстановительный процесс, относящийся к категории автокаталитических. Вначале создаются закрепленные на поверхности диэлектрика отдельные вкрапления металлического палладия — катализатора, а затем образовавшиеся кристаллы меди сами катализируют дальнейшее выделение меди. Зоны осаждения смыкаются, за счет чего образуется сплошная проводящая пленка из меди (рис. 4).

Окислительно-восстановительные реакции, протекающие при химическом меднении, следующие:



Рис. 2. Диаметр отверстия 0,1 мм.
Соотношение диаметра отверстия к толщине платы — 1:12.
Плата изготовлена на ФГУП ГРПЗ (г. Рязань)

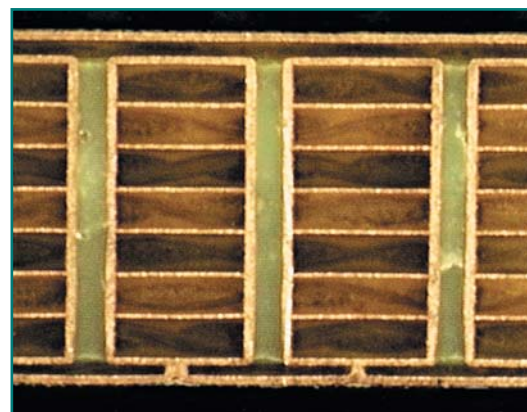


Рис. 3. Печатная плата для монтажа высокой плотности с глухими отверстиями

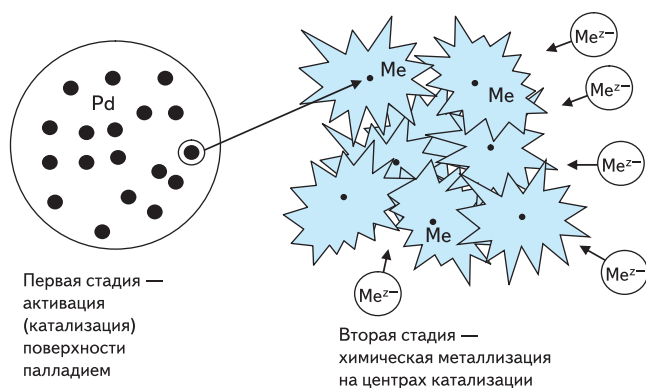
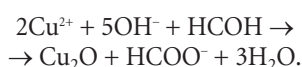
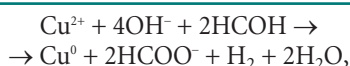


Рис. 4. Схема процесса химической металлизации с автокатализацией (химическое меднение)



Последняя реакция — побочная нежелательная реакция, в результате которой образуется одновалентная окись меди, что вызывает разложение раствора. Вследствие реакции диспропорционирования одновалентные катионы меди в результате перехода электрона от одного катиона меди к другому образуют катионы двухвалентной меди и частицы металлической меди:



которые катализируют восстановление меди в объеме раствора.

Также возможно саморазложение формальдегида в щелочной среде.

Эти реакции предотвращаются с помощью стабилизатора и точным поддержанием требуемой концентрации, температуры и pH раствора. Необходима постоянная фильтрация раствора от коллоидных частиц.

Химическое восстановление меди из растворов солей происходит под действием формальдегида в щелочной среде, поэтому во избежание осаждения меди в виде гидроокисей, ионы меди должны быть связаны каким-либо комплексообразователем [3–5].

Процесс химического меднения ПЕРФЕКТО ПЕК 670 состоит из следующих стадий:

1. Очистка и кондиционирование. Очиститель-кондиционер ПАК 705 — кислый раствор; ПАК 710 и ПАК 715 — щелочные растворы. Очистители-кондиционеры исполь-

зуются для подготовки заготовок ДПП и МПП перед металлизацией отверстий. ПАК 705 благодаря своей уникальной формуле оставляет диэлектрическую поверхность положительно заряженной, что обеспечивает 100%-ную адгезию медных слоев и высокую впитывающую способность стеклянных нитей и эпоксидного наполнителя. ПАК 710 и ПАК 715 удаляют масла, отпечатки пальцев и другие загрязнения с поверхности медной фольги и подготавливают отверстия для активации и химического осаждения меди.

2. Микротравление ПМЕ 720. Микротравитель ПМЕ 720 — стабилизирующий компонент для микротравильных систем, основанных на серной кислоте и перекиси водорода. Микротравитель химически воздействует на медную поверхность платы, обеспечивая хорошую адгезию для последующих химических процессов.
3. Преактивация ППД 730. Перед прохождением через каталитическую ванну активатора ПОА 735 заготовки ПП необходимо подвергнуть предварительной обработке в растворе преактиватора ППД 730 для увеличения чувствительности к активатору и защитить его от примесей, которые могут понизить процент выхода годного продукта.
4. Активация ПОА 735. Активатор ПОА 735 — это органометаллический коллоидный раствор, предназначенный для активации заготовок ПП перед химическим меднением. Уникальный состав активатора ПОА 735 позволяет покрывать поверхность плотным каталитическим слоем даже при низких концентрациях палладия (30 мг/л).
5. Ускорение. Ускорители ПАР 745 и ПСА 742 — это растворы, используемые после

ванны активации, они удаляют олово из палладиевого коллоида, оставляя высококаталитический металлический участок на стенках отверстий. Обеспечивают равномерное распределение, хорошее сцепление осаждающейся меди с медным слоем и проводимость в отверстиях ПП.

6. Химическое меднение ПЕК 670. ПЕК 670 — низкоскоростной процесс химического меднения на основе ЭДТА. В процессе химического меднения образуется осадок розового цвета, имеющий мелкозернистую структуру, гарантирующую отличное сцепление с полимерными и стекловолокнами и обеспечивающую лучшую кроющую способность на последующих этапах металлизации отверстий.

7. Декапирование.

8. Гальваническое меднение (затяжка) КУ 400 [2].

Процесс замены оксидирования ТОП БОНД

Для увеличения адгезии слоев многослойной печатной платы, повышения стойкости к расслаиванию и для 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 ТОП БОНД вместо процесса оксидирования.

Процесс ТОП БОНД предусматривает использование следующих химических продуктов:

- Кондиционер 7876 — щелочной раствор, обладающий чистящими свойствами, подготавливает медную поверхность для ТОП БОНД покрытия.
- Раствор 7877 разработан специально для продления жизни раствора 7878.
- Раствор 7878 дает органометаллическое покрытие коричневого цвета с высокими адгезионными свойствами (рис. 5–7). На рис. 5 представлен внутренний слой МПП с органометаллическим покрытием. На рис. 6 представлена фотография органометаллического покрытия на меди при 4000-кратном увеличении. На рис. 7 представлена фотография слоя МПП после обработки ТОП БОНД при 2000-кратном увеличении. На фотографии видна высокоразвитая поверхность медного слоя, что дает основу высокой адгезии.

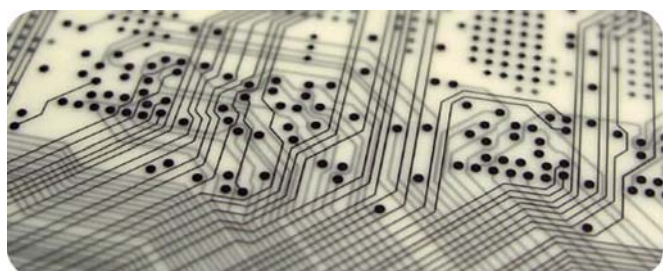


Рис. 5. Органометаллическое покрытие ТОП БОНД

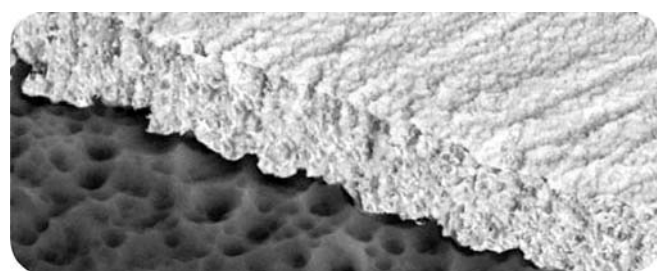


Рис. 6. Органометаллическое покрытие на меди (4000-кратное увеличение)

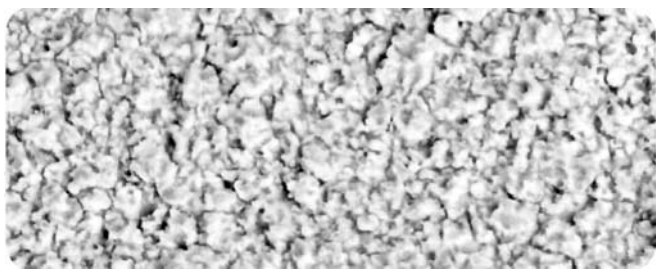

Рис. 7. Покрытие после обработки ТОП БОНД (2000-кратное увеличение)

Таблица 2. Сравнение усилий на разрыв, кН/м

Тип диэлектрика	Эпокси T _g = 140	Эпокси T _g = 150	Эпокси T _g = 180	Эпокси T _g = 185	Эпокси T _g = 250	Эпокси T _g = 260
ТОП 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

Последовательность операций процесса ТОП БОНД представлена в таблице 1.

Процесс ТОП БОНД гарантирует большое усилие на разрыв для материалов с высокой температурой стеклования (табл. 2) и высокую термическую устойчивость. Процесс ТОП БОНД дает отличные результаты при работе, как на вертикальном оборудовании, так и на горизонтальном.

Процесс замены оксидирования ТОП БОНД, внедренный на нескольких московских предприятиях, показал очень стабильные результаты [6].

Процесс иммерсионного оловянирования ТИН 7000

Процесс иммерсионного оловянирования — одна из альтернатив горячего облуживания.

Иммерсионное оловянирование ТИН 7000 — это комбинация двух технологий: осаждения на медь органического металла (ОМ) толщиной 0,08 мкм в качестве барьерного слоя и последующего осаждения слоя иммерсионного олова. Наличие барьерного слоя значительно снижает скорость диффузионных процессов, препятствует образованию интерметаллидов на границе медь/олово и рекристаллизации олова. Полученное покрытие сохраняет паяемость и возможность нескольких перепаек даже после длительного хранения. Кроме того, оно имеет технические характеристики, пол-

ностью соответствующие требованиям бессвинцовых технологий.

Присутствие органического металла оказывает прямое влияние на структуру последующего осадка иммерсионного олова (рис. 8, 9). Создается более совершенная и менее напряженная структура олова, что дает возможность получить более плотную, гладкую поверхность. Это приводит к значительному снижению скорости процессов окисления и образования дендритов [7].

Основные стадии процесса:

- Кислая очистка 7000.
 - Микротравление 7220.
 - Осаждение органического металла ПСБ 7000.
 - Осаждение иммерсионного олова ТИН 7000.
- Кислый очиститель 7000 удаляет окислы с поверхности меди.

Микротравитель 7220 — это стабилизатор для травильного раствора меди, основанного на серной кислоте и перекиси водорода. Воздействуя химически на медную поверхность, микротравитель 7220 создает топографию поверхности, обеспечивающую хорошую адгезию с последующими химическими и электрохимическими покрытиями.

Достоинства иммерсионного оловянирования ТИН 7000:

- Слой чистого олова с отличной паяемостью даже после длительного хранения.
- Высокая надежность.

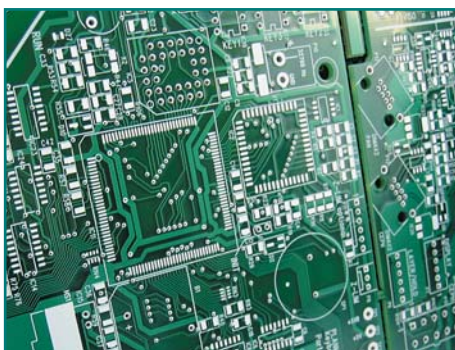
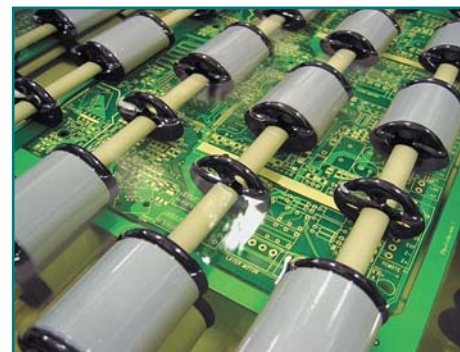

Рис. 8. Покрытие иммерсионного олова на медь с использованием органического металла в качестве барьерного слоя (большие плотно упакованные кристаллы)

Рис. 9. Покрытие иммерсионного олова на медь с использованием органического металла в качестве барьерного слоя (чистое белое плоское покрытие олова)

Таблица 1. Последовательность процесса ТОП БОНД

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	30	+25
PROMOTOR 7878	2	+35	60	+40
Промывка				
Сушка				


Рис. 10. Осаждение иммерсионного олова на линии горизонтального типа

- Плоская поверхность покрытия (в отличие от горячего лужения).
- Хорошие условия для обеспечения беспаяных соединений Press-Fit (впрессовывание штырей, хвостовиков разъемов, в металлизированные отверстия плат).
- Стабильный процесс, простые анализы.
- Подходит для вертикального и горизонтального оборудования (рис. 10).
- Способность к многократной перепайке.
- Полная совместимость с бессвинцовыми припоями.

Процесс иммерсионного золочения КЕМ А 3000

Процесс иммерсионного золочения КЕМ А 3000 — еще одна альтернатива горячего облуживания.

В процессе иммерсионного золочения КЕМ А 3000 с подслоем химического никеля КЕМ НИ 6000 (рис. 11) иммерсионное золото (толщиной от 0,07 до 0,1 мкм) осаждается на химический никель с содержанием фосфора до 11% (толщиной 3–6 мкм). Это покрытие свободно от ионных загрязнений, так как тонкий слой золота защищает никель от окисления, а никель — барьер, предотвращающий взаимную диффузию золота и меди.

Данное финишное покрытие имеет хорошие технические характеристики, позволяет проводить несколько циклов перепаек и сохраняет паяемость после длительного хранения вследствие того, что драгоценные металлы мало подвержены окислительным процессам, имеет плоскую контактную поверхность, хорошо смачивается припоем при правильном подборе флюса, покрывает только металлическую поверхность.

К недостаткам иммерсионного золочения КЕМ А 3000 можно отнести следующие:

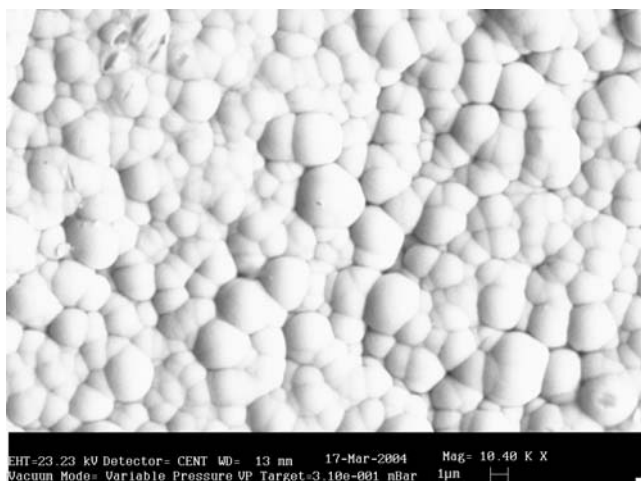


Рис. 11. Покрытие никель-фосфор, полученное из раствора химического никелирования КЕМ НИ 6000 (увеличение 10 000)

- необходимость использования более активных флюсов и тщательного подбора паяльной маски;
- более высокая стоимость по сравнению с другими финишными процессами;
- отчетность по драгоценным металлам.

Последовательность процесса нанесения иммерсионного золота КЕМ А 3000 с подслоем химического никеля КЕМ НИ 6000:

- Кислая очистка 7320.
- Микротравление 7227С.
- Активация ПД 600.
- Нанесение подслоя химического никеля КЕМ НИ 6000.
- Нанесение иммерсионного золота КЕМ А 3000.

Высокопроизводительный кислый очиститель 7320 предназначен для удаления масел, окислов, отпечатков пальцев с медных поверхностей. Он не оказывает воздействия на экспонированный и проявленный фоторезист, краски, эпоксифенольные подложки.

Микротравитель 7227С равномерно подтравливает медную поверхность, что дает отличную адгезию медных слоев.

Активатор ПД 600 — ионный палладиевый активатор, который полностью катализирует медную поверхность, не затрагивая диэлектрики. Использование активатора ПД 600 гарантирует получение плотного мелкозернистого никелевого осадка при обработке в следящей ванне.

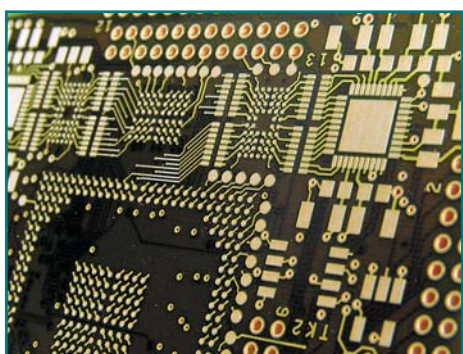


Рис. 12. Плотное покрытие 24-каратным золотом, полученное из раствора иммерсионного золочения КЕМ А 3000

Раствор химического никелирования КЕМ НИ 6000 дает качественное полублестящее покрытие сплавом никель-фосфор с хорошей пластичностью и отличной адгезией к подложке.

Из раствора иммерсионного золочения КЕМ А 3000 получается плотный, мелкокристаллический, блестящий золотой осадок 24-каратного золота (рис. 12).

Процесс электрохимического золочения А 3022

Для обеспечения хорошего электрического контакта разъемного соединения применяют покрытие, которое обладает малым переходным сопротивлением, хорошей износостойкостью, отсутствием каких-либо пленок, ухудшающих контактные соединения. Таким покрытием является сплав золото-кобальт из кислого электролита золочения А 3022 с добавками А 3022С, А 3022Б, Б 3022 и БС 3022. Вследствие высокой стабильности в этом растворе комплексов кобальта состав сплава всегда постоянен при разных температурах и плотностях тока. При использовании этого электролита при комнатной температуре обеспечивается блестящее, пластичное и довольно твердое покрытие. Концентрация блескообразующей добавки не является критичной. Однако низкая концентрация добавки может стать причиной снижения блеска.

Осадок, получаемый из электролита золочения А 3022, беспористый, обладает высочайшей стойкостью к коррозии, окислению и истиранию в купе с низким электрическим сопротивлением.

Содержание кобальта в осадке менее 0,16%.

Покрытие золото-кобальт наносят на подслоем никеля, полученного из электролита никелирования НИКЕМ 688 [2].

Процесс снятия сухого пленочного фоторезиста 7450

Раствор ФС 7450 — последняя разработка в области горячих щелочных растворов удаления сухих пленочных фоторезистов, используемых в производстве электроники.

Раствор ФС 7450 не содержит в своем составе гидроксид натрия, что является преимуществом перед другими растворами для снятия фоторезиста, так как поверхность олова и олова-свинца не темнеет. Раствор ФС 7450 содержит смачивающие, мощные пропитывающие и активирующие агенты, которые действуют быстро и эффективно, без губительного воздействия на покрытие. После снятия сухого пленочного фоторезиста поверхность остается чистой и без оксидных пленок.

Раствор ФС 7450 можно использовать в погружных и струйных установках снятия сухого пленочного фоторезиста. В процессе снятия СПФ образуются мелкие, не прилипающие частицы, которые удаляются фильтром.

Процесс нанесения флюса для горячего лужения 7575

Флюс НФ 7575 — высокопроизводительный водорастворимый флюс, специально разработанный для горячего нанесения бессвинцовых припоев, не содержащий брома и хлора. Он полностью отмывается, образует мало пены, и поэтому идеально подходит для конвейерного типа струйного оборудования. Флюс НФ 7575 отлично защищает паяльную маску от налипания припоя и активирует контактные площадки любых диаметров.

Поверхность меди должна быть тщательно очищена перед флюсованием. Для получения наилучших результатов следует проводить подготовку в такой последовательности:

1. Микротравление ДС-300 [2].
2. Промывка.
3. Флюсование НФ 7575.
4. Нанесение горячего припоя.
5. Охлаждение.
6. Промывка.
7. Сушка.

Флюс НФ 7575 поставляется как готовый раствор.

Процесс нанесения флюса для оплавления в ИК плавильных печах 7590

Флюс РФ 7590 — органический, водорастворимый продукт, разработанный для оловянно-свинцового оплавления в ИК плавильных печах, где необходима стабильность при высоких температурах. При разработке флюса РФ 7590 улучшена защита от термического шока диэлектрика и уменьшена вероятность подгара поверхности диэлектрика.

Флюс содержит активаторы, которые очищают открытые участки меди, обеспечивая высокую смачиваемость поверхности.

Флюс РФ 7590 снижает оксидообразование после оплавления и хорошо смывается, его можно использовать в струйной линии очистки.

Медная поверхность должна быть хорошо подготовлена перед флюсованием (см. выше).

Флюс РФ 7590 поставляется как готовый раствор.

Процесс микро травления 7228 П для подготовки поверхности

Подготовка поверхности должна обеспечивать полное удаление окислов, жировых загрязнений, остатков химических веществ от предшествующих ванн обработки. Также должна достигаться качественная адгезия меди с органическим покрытием, то есть на медной поверхности должен быть создан микро-рельеф (рис. 13), увеличивающий площадь рабочей поверхности. Микро травитель 7228 П был специально разработан для достижения высокой адгезии медного слоя.

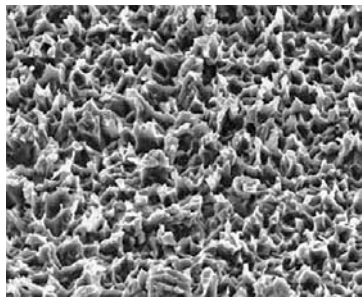


Рис. 13. Медная поверхность после микро травления в растворе 7228 П

Микро травитель 7228 П рекомендуется для обработки меди перед нанесением фоторезиста и паяльной маски, но его можно использовать и в линии химического меднения.

Последовательность операций по подготовке медной поверхности перед нанесением фоторезиста или маски:

1. Очистка 7320 (см. выше).
2. Промывка.
3. Микро травление 7228 П.
4. Промывка.
5. Сушка.

Процесс электрохимического меднения КУ 90Н

КУ 90Н — новый современный кислый электролит меднения с двумя добавками: КУ 90Н АДД и КУ 90Н КАР. Он специально разработан для осаждения равномерного, блестящего медного покрытия с высокой рассеивающей способностью для изготовления сложнопрофильных печатных плат.

Электролит КУ 90Н позволяет получать оптимальные результаты при широком интервале плотностей тока от 0,5 до 6 А/дм², при этом значительно увеличивается качество металлизации микро- и глухих отверстий.

Медный осадок, полученный из электролита КУ 90Н, имеет максимально возможную пластичность и равноосную структуру. Высокая пластичность делает КУ 90Н идеальным решением при изготовлении гибких и гибко-жестких печатных плат.

Основные стадии процесса:

- Кислотная очистка ДС-900 [2].
- Микро травление ДС-300 [2].
- Обработка в серной кислоте.
- Электрохимическое меднение из сернокислого электролита с добавками КУ 90Н АДД и КУ 90Н КАР.

Пеногаситель 1600Б

Пеногаситель 1600Б используется для предотвращения сильного вспенивания рабочего раствора в горизонтальных машинах.

Пеногаситель 1600Б не содержит силикона, применяется как добавка в растворах для снятия сухого пленочного фоторезиста и в промывочных растворах.

Заключение

Непременным условием введения новых продуктов и процессов в стандарт является их промышленное опробование в реальных условиях, проведение испытаний плат с участием ПЗ, положительное заключение от предприятий.

Освоенные более чем на сорока предприятиях представленные продукты и процессы демонстрируют устойчивость процессов и высокое качество плат.

Главное преимущество предлагаемых продуктов состоит в удобстве использования готовых растворов в необходимой концентрации, что избавляет технологов от необходимости самостоятельного составления ванн из химикатов сомнительного качества.

Литература

1. ОСТ 107.460092.028-96. Печатные платы. Требования к технологическим процессам.
2. Шкундина С., Сержантов А. Новые процессы и материалы, введенные в отечественный стандарт // Технологии в электронной промышленности. 2008. № 5.
3. Технологии в производстве электроники / Под ред. П. В. Семенова. Справочник по производству печатных плат. Часть II. М.: ООО «Группа ИДТ», 2007.
4. Медведев А. Технология производства печатных плат. М.: Техносфера, 2005.
5. Ильин В. А. Химические и электрохимические процессы в производстве печатных плат. Выпуск 2. М.: Производственно-издательский комбинат ВИНТИ, 1994.
6. Шкундина С., Сержантов А. Подготовка слоев печатной платы к прессованию // Технологии в электронной промышленности. 2008. № 8.
7. Салтыкова В. Финишные покрытия. Проблемы и решения // Технологии в электронной промышленности. 2008. № 1.