

СРЕДСТВА ПРОИЗВОДСТВА СОВРЕМЕННЫХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ. ОБОРУДОВАНИЕ И ЛИНИИ ТРАВЛЕНИЯ ФИРМЫ RESCO



С.Черкасов
info@tabe.ru

Постоянно растущее применение микроэлектронных компонентов в электронной технике обуславливает расширение спектра используемых печатных плат. Это и традиционно стандартные платы для выводных компонентов, и современные высокотехнологичные платы с большой плотностью рисунка: SMD (платы для поверхностного монтажа), РСМСІА (модемные платы для персональных компьютеров), Smart Cards (интеллектуальные карточки с встроенной логикой и микропроцессором), мультичиповые модули, гибкие печатные платы, высокочастотные платы, платы с оптическим интерфейсом и т.п. Создатели оборудования для их производства обязаны выполнять самые жесткие требования, постоянно предъявляемые новыми стандартами качества, и работать в тесном взаимодействии с самими производителями печатных плат. Фирма RESCO направила свои технологические разработки и интеллектуальный потенциал на достижение этой цели, используя многолетний опыт в области создания горизонтальных промышленных конвейерных линий и установок. Новое поколение травильных машин, выпускаемых фирмой, удовлетворяет любым требованиям, предъявляемым к современным печатным платам, таким как печатные платы для поверхностного монтажа (SMD) компонентов в корпусах QFP, BGA и uBGA и т.п., обеспечивая при этом высокий уровень качества. В результате постоянного и тесного сотрудничества с заказчиками во всем мире фирма RESCO определила основные направления разработок, на которых и сконцентрировала свои поиски и усилия.

ОБОРУДОВАНИЕ И ЛИНИИ ТРАВЛЕНИЯ

Все предлагаемые фирмой RESCO травильные машины и линии сконструированы из ПВХ материалов высочайшего качества с толщиной стенок не менее 10 мм. В конструкциях установок исполь-

зуются высокотехнологичные и высокоустойчивые к химическим реагентам материалы, такие как углеродное волокно – для корпусов машин, систем транспортировки и полива; высокоплотный материал Hostalene – для шестерен в транспортных передачах; титан – для трубопроводов нагревателей и охладителей; керамика – для форсунок; термоустойчивый ПВХ – для зон максимального нагрева. В машинах, предназначенных для производства гибких печатных плат, используются специальные транспортные мостики из титана (рис. 1). При построении установок применяются только сертифицированные высококачественные электрические и электронные компоненты, инвертеры, контроллеры, терморегуляторы и системы регулирования.



Рис. 1. Титановые мостики между роликками в установке серии FLEX для обработки тонких и гибких печатных плат

Безопасность работы. Чтобы гарантировать пользователям максимальную безопасность работы, RESCO стремится предотвратить любой их контакт с опасными парами химикатов, используя в люках доступа к рабочим зонам своих установок специальные устройства, такие как двойные крышки и двойные прокладки (рис.2). При конструировании машин выбираются наиболее эффективные места для установки отсосов. Более того, датчики и микровыключатели автоматически отключают или изолируют модули машины, которые могут быть опасными при случайном открытии или неправильной эксплуатации.



Рис. 2. Двойные крышки и прокладки

Защита окружающей среды и экономия воды и электроэнергии обеспечиваются с помощью специальных датчиков, позволяющих ограничивать поступление воды в зоны промывки при отсутствии в них обрабатываемых плат. Специальные приборы автоматической регенерации совместно с компактными электронными управляющими системами поддерживают рабочие параметры установки постоянными. Для предотвращения попадания паров травителя в вентиляционную систему предусмотрена возможность крепления на вентиляционном раструбе специальных конденсаторов паров (рис.3). Средства очистки заготовок от остатков травителя, размещённые на выходе как щелочных, так и кислотных травильных модулей, специальные системы фильтрации в зонах



Рис.3. Специальный конденсатор

промывки и станции полной рециркуляции обеспечивают работу в соответствии с жесточайшими стандартами охраны окружающей среды при существенной экономии воды и электроэнергии.

Простота обслуживания. Уже на стадии проектирования установка фирма RESCO постоянно ищет лучшие решения для упрощения и сокращения времени обслуживания оборудования. Опасность повреждения узлов оборудования значительно снижают легкоосъемные фильтры, специальные сетчатые фильтры для защиты насосов и байонетные крепления форсунок полива. Транспортные системы обеспечивают простой доступ в машину без применения специальных инструментов. Подготовка к обслуживанию, очистке или замене любого узла занимает несколько минут. Любая машина фирмы полностью разбирается **менее чем за 10 минут**. Специальным образом наклоненные днища обеспечивают полный слив химикатов при проведении таких операций. Благодаря простоте конструкции установок потребителю не приходится хранить большое число дорогих запчастей на складе. Для построения машины использованы простые детали, которые можно найти или изготовить в России.

ПРОИЗВОДСТВО ПЛАТ ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА

Системы травления фирмы RESCO гарантируют высокое качество травления при производстве даже очень сложных печатных плат с очень плотным расположением проводников. Это достигнуто благодаря применению новых транспортных систем, не повреждающих пленку фоторезиста, новых систем полива, устраняющих турбулентцию травильного раствора при гарантированной высокой однородности и равномерности травления всей обрабатываемой поверхности*. Губки используемых в установках специальных износостойких керамических форсунок при очистке не повреждаются. Все форсунки снабжены байонетным разъемом для быстрой и точной их сборки и идеального выравнивания. Более того, трубопроводы, на которых расположены форсунки, упрочнены углеродным волокном и, следовательно, их геометрия не нарушается даже при повышенных температурах. Эти свойства призваны сохранять правильную плотность и давление, создаваемое форсунками, что также гарантирует самые высокие и воспроизводимые результаты травления. Трубопроводы, расположенные между насосами и форсунками, выполнены с плавными изгибами больших радиусов, что, в отличие от прямоугольных острых изгибов, не приводит к потерям давления и производительности (рис.4).



Рис.4. Трубопроводы с закругленными изгибами

Каждый тип плат в соответствии со своими свойствами требует свою систему полива. Для решения этой задачи фирма разработала три различных системы, которые соответствуют наиболее сложным требованиям производства высококачественных печатных плат.

Система струйной обработки TFS (бестурбулентная система полива). Зарегистрированная фирмой RESCO система полива TFS считается одной из лучших систем травления сверхтонких дорожек и плат со сложным рисунком. Равномерными, быстрыми, точными, идеально параллельными струями, не взаимодействующими друг с другом и, следовательно, не вызывающими турбулентцию раствора, она обеспечивает свежий поток жидкости, протекающий в чередующихся противоположных направлениях (рис.5). В результате достигается чрезвычайно высокое качество формирования сверхтонких дорожек. Для сохранения точной формы струи при долго-

* ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2005, №5, с.20.

СИСТЕМЫ СТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ

Конкурентное преимущество травильных машин RESCO.

Во всех традиционных горизонтальных системах травления затруднено удаление с верхней поверхности заготовки насыщенного медью травителя, что приводит к разной скорости травления верхней и нижней поверхностей заготовки и неравномерности обработки верхней. Причина этой проблемы кроется в том, что скорость и степень точности травления зависят от состава химического раствора и скорости обмена между ионами в плёнке на границе металла и жидкости, которая в свою очередь зависит от температуры и скорости протекания жидкости.

Травильные и проявочные машины, оборудованные системой TFS, отличаются высокой скоростью обработки и обеспечивают одинаковую точность обработки обеих сторон заготовок.

Во всех традиционных системах полива форсунки подают жидкость сверху на плоскую поверхность, в результате чего возникает интерференция соседних струй и в центре платы образуются подушки жидкости. Эти подушки уменьшают энергию струй, полностью изменяя их геометрию, и вызывают турбулентные явления на поверхности между жидкостью и медью, что сводит на нет все усилия, направленные на улучшение точности химического воздействия. Поэтому система полива должна быть сконструирована так, чтобы создать постоянный и равномерный поток, быстро протекающий по всей поверхности обрабатываемой заготовки.



Рис.5. Системы полива: а) обычная: турбулентные явления и проблемы слива; б) система TFS с боковыми соплами: полное отсутствие турбулентности

Каждый тип плат в соответствии со своими свойствами требует свою систему полива. Для решения этой задачи фирма разработала три различных системы, которые соответствуют наиболее сложным требованиям производства высококачественных печатных плат.

Система струйной обработки TFS (бестурбулентная система полива). Зарегистрированная фирмой RESCO система полива TFS считается одной из лучших систем травления сверхтонких дорожек и плат со сложным рисунком. Равномерными, быстрыми, точными, идеально параллельными струями, не взаимодействующими друг с другом и, следовательно, не вызывающими турбулентцию раствора, она обеспечивает свежий поток жидкости, протекающий в чередующихся противоположных направлениях (рис.5). В результате достигается чрезвычайно высокое качество формирования сверхтонких дорожек. Для сохранения точной формы струи при долго-



Рис.6. Форсунка с байонетным разъемом и керамической вставкой

В системе полива TFS форсунки для подачи травителя располагаются друг напротив друга вдоль боковых стенок травильной камеры и включаются попеременно. В течение первой фазы работают только форсунки, расположенные на одной стороне камеры, создавая ламинарно протекающий по поверхности заготовки поток травителя. Через несколько секунд подача раствора переключается на форсунки, расположенные на противоположной стороне камеры.

временной эксплуатации (в течение многих лет) форсунки снабжены керамическими вставками, не повреждаемыми при очистке (рис.6).

Специалистами фирмы разработана новая система высококачественной обработки заготовок большого размера TFS+. В ней методы обработки, используемые в системе TFS, сочетаются с подачей специальной форсункой, размещенной в центре между левым и правым рядами форсунок системы TFS, струи травителя с широким углом. Таким способом значительно снижается неточность обработки в центре заготовок.

Системы полива F (Fixed lateral nozzles) – идеальное средство обработки стандартных печатных плат. В этой системе струйной обработки использованы те же принципы, что и в установке TFS, но для чередования направления потоков жидкости камеры струйной обработки разделены на секции полива. Платы в одной секции обрабатываются с правой стороны, в следующей – с левой, что исключает возникновение даже малейшей турбулентности.

Системы полива S (SCAN etch) считаются оптимальными для "химического фрезерования" и обработки выводных рамок микросхем. Система S снабжена рамой с форсунками, располагаемыми над заготовкой. Форсунки формируют пульсирующие с высокой частотой струи с малым углом расхождения. Рама с форсунками "сканирует" заготовку, проходящую через травильную камеру. Такое воздействие очень хорошо удаляет прореагировавший травитель с поверхности заготовки. Для предотвращения образования луж форсунки на раме, в сравнении с другими системами полива, расположены на большем расстоянии друг от друга. В такой системе травильный раствор проникает в глубочайшие вытравливаемые углубления. Систему рекомендуется применять как для "химического фрезерования", используемого при создании выводных рамок для микросхем, так и при проведении иных процессов, требующих травления заготовок малого размера на глубину более 105 мкм.

На заготовках среднего и большого размера струи травителя, подаваемые сверху, могут создать жидкую подушку или привести к возникновению турбулентности, не гарантируя тем самым высокую степень точности травления. Для част-



Рис.7. Система полива S с легкодоступной рамой с форсунками

ных случаев подобного рода фирма RESCO разработала новую систему полива, в которой принципы обработки систем TFS сочетаются с подачей одиночных отцентрированных струй с большим углом раскрытия. Система позволяет существенно снизить неточности обработки поверхности в центре заготовок. В травильных установках с системой полива S

применяются средства транспортировки с углеродистыми осями и полипропиленовыми дисками. Рама с форсунками легко двигается из машины, что упрощает ее обслуживание и очистку (рис.7).

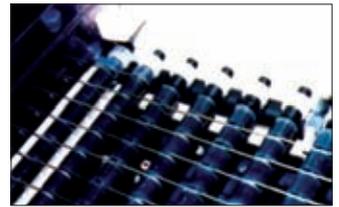


Рис.8 Специальные мостики

СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЗАГОТОВОК

В транспортных системах фирмы RESCO используются цилиндрические, покрытые мягким ПВХ, ролики с недеформируемым и стойким к воздействию химических реагентов сердечником квадратного сечения из углеродного волокна. Кроме того, в них установлены шнеки, предотвращающие любые вызываемые термическим расширением смещения, происходящие в системах других производителей (рис.8, 9). ПВХ-покрытие обеспечивает отличную цилиндричность и горизонтальность – условия, необходимые для предотвращения

повреждения резиста, защищающего медное покрытие, и для обеспечения прямолинейного, соответствующего исходному, расположения заготовок плат на конвейере без их проскальзывания или бокового смещения даже при работе на очень длинных скоростных технологических линиях. Цилиндрическая форма роликов обеспечивает отжим заготовок через каждые 60 мм, благодаря чему заготовка переходит под следующую струю без застоя жидкости, что продлило бы время травления. В травильной камере системы RESCO длиной 2000 мм, к примеру, расположены 33 микрозоны травления, каждая со свежим раствором.



Рис.9. Мягкие, идеально цилиндрические и горизонтальные ролики

Обычные транспортные ролики легко гнутся, и тяжелые заготовки, лишь частично удерживаемые жесткими транспортировочными дисками, могут продавить и деформировать мягкую сухую пленку фоторезиста и повредить её. Углеродное волокно, используемое фирмой RESCO в сердечниках шнеков и транспортных роликов, по своей устойчивости к деформациям значительно превосходит сталь и титан: один транспортный ролик компании выдерживает вес взрослого человека. Благодаря применению плотных высокомолекулярных материалов, которые обеспечивают идеальное выравнивание сопряженных деталей, значительно уменьшается износ, вызывающий проскальзывание роликов, – основная проблема любых конвейерных систем. Конструкция и применяемые материалы позволяют обрабатывать с одинаковым успехом как гибкие (в версии FLEX) так и тяжёлые жёсткие заготовки печатных плат без риска намаывания заготовок на транспортные ролики и повреждения тонкого слоя фоторезиста. Гибкие и тонкие печатные платы можно транспортировать, не прикрепляя к переднему краю заготовки специальный



ракорд для обеспечения до-

Рис.10. Пара шнек–транспортный ролик с углеродистыми сердечниками

полнительной жёсткости заготовки. Конструкция системы позволяет легко заменять изношенные ролики и шнеки (рис.10).

СИСТЕМА РЕГЕНЕРАЦИИ И АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБНОВЛЕНИЯ ТРАВИТЕЛЯ

Все травильные линии RESCO можно подсоединить к фирменным системам регенерации кислотного травителя или автоматического добавления щелочного травителя.

Система регенерации кислотного травителя представляет собой автономную установку, состоящую из трех ёмкостей: центральной, соединенной с основным баком машины с травильным раствором, и двух боковых с перекисью водорода и соляной кислотой, соответственно, предназначенных для регенерации травильного раствора (рис.11). Измеритель окислительно-восстановительного потенциала совместно с точным измерителем плотности раствора передают сигнал дозирующим насосам, подающим, по мере необходимости, соляную кислоту, перекись водорода или воду в центральную ёмкость. Реагенты всегда поступают с разных сторон бака, непосредственно не смешиваясь и не вступая в реакцию друг с другом.



Рис. 11. Система регенерации хлорида меди

Система автоматического обновления щелочного травителя отслеживает с высокой точностью уровень плотности травителя с помощью специального измерителя – денситометра, снабженного титановым выводом, который с повышением плотности направляет свежий щелочной раствор в ёмкость с травителем через модуль очистки от его остатков. Для решения проблемы удаления азота из воды RESCO может поставить специальную модульную щелочную систему абсорбции азота. Этот модуль абсорбирует жидкость с поверхности и из отверстий обрабатываемых плат и направляет их, практически сухие, в зону промывки.

МОДУЛЬНЫЕ ЛИНИИ

Для удовлетворения любых запросов RESCO выпускает модульные системы различных размеров и производительности, отвечающие самым разнообразным производственным требованиям. Из модулей, как из кубиков, можно собирать линии травления с различной производительностью – от настольных, со скоростью движения конвейера 0,2 м/мин, до больших высокопроизводительных со скоростью конвейера до 10 м/мин. Любой из модулей можно оснастить системами транспортировки, рассчитанными на обработку определённого класса заготовок.

Название модуля травления указывает на его производительность. Так, марки установок E1000, E1500, E2000 обозначают, что эффективная длина камеры химической обработки составляет 1000, 1500 или 2000 мм, соответственно. Любой модуль травления можно оснастить различными системами полива.

К установке травления просто подобрать модуль промывки, соответствующий производительности линии. Название модуля промывки RESCO MLTR1 ... MLTR5 указывает его функцию (MLTR – многократная промывка) и число (1...5) рециркулируемых зон промывки, образующих каскадную систему. Все модули, включая станцию окончательной промывки для улучшения результата очистки, можно, при необходимости, объединить с системой рециркуляции воды.

Модули очистки от остатков травителя выполняют двойную функцию. Во-первых, подают свежий травильный раствор и, во-вторых, значительно снижают возможность проникновения ионов меди в модули промывки, а, следовательно, и в сточные воды. Эти модули встраиваются между последним модулем травления и модулем промывки. На выходе из них производится окончательный "отжим" заготовки с помощью мягких роликов, покрытых ПВХ.

Модуль ERS (Etchant Recovery System) – система, предназначенная для линий кислотного травления. В нем с поверхности заготовок и из отверстий небольшим количеством воды, взятой из первой секции промывки, смывается насыщенный медью травильный раствор, который затем направляется обратно в бак с травителем (рис. 12). Тем самым модуль поддерживает уровень плотности травителя и позволяет существенно снизить расход воды.

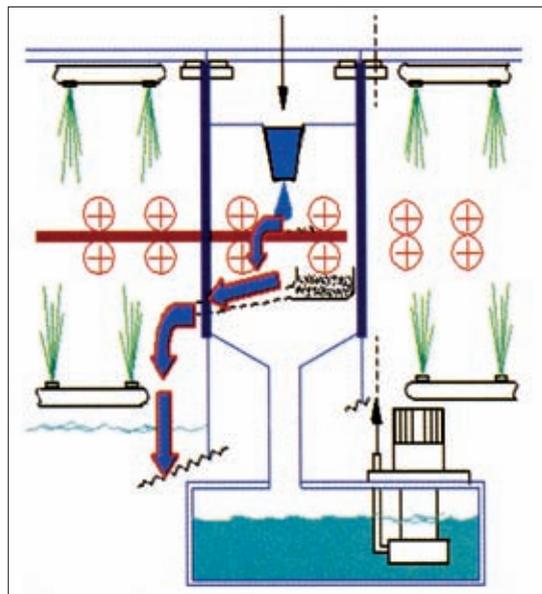


Рис. 12. Система регенерации хлорида меди

Модули R-2R-3R (Replenishment) используются в линиях щелочного травления. Их назначение – очистка заготовок от остатков травителя и промывка с каскадным добавлением травильной добавки. В таком модуле свежий раствор щелочного травителя распырскивается по поверхности заготовки, а затем смывается в бак с травителем, удаляя с заготовки остатки насыщенного медью раствора. Название секции указывает на число каскадов (2–3), а буква – на функцию автоматической дозировки с контролем плотности ($\pm 0,3$ Ве) и на автоматическую добавку свежего щелочного раствора в последнюю секцию R одновременно со сливом в основной бак. ○