

Productronica 2015: НОВЫЕ РЕШЕНИЯ – РОССИЙСКОМУ РЫНКУ

ЧАСТЬ 1



И.Шахнович, В.Мейлицев

Международная выставка оборудования для производства электроники Productronica в 2015 году отметила свой юбилей – ровно 40 лет назад, в 1975 году, прошла первая Productronica. И с тех пор каждые два года в Мюнхен съезжаются все ведущие производители технологического оборудования и материалов для изготовления печатных плат, сборки электронных узлов, тестирования и анализа электронных изделий и т.п. Здесь представляют новые технологии, анонсируют новое оборудование, объявляют о слияниях компаний. Все тренды развития производственного сектора электронной индустрии на следующую пару лет представлены на этом крупнейшем форуме.

Выставка Productronica 2015 прошла с 12 по 15 ноября 2015 года. Свои достижения демонстрировали 1168 экспонентов из 40 стран. Порядка 38 тыс. посетителей побывали на этом форуме – столько же, сколько и в предыдущие годы. И согласно данным Института рыночных исследований TNS Infratest, 97% из них дали выставке хорошую или отличную оценку. В этом году резко выросло число визитеров из стран Юго-Восточной Азии – из Китая, Японии, Малайзии и Сингапура. В целом же, география посетителей включала 80 стран мира. После Германии, больше всего своих специалистов на Productronica 2015 делегировали Италия, Австрия, Швейцария, Чехия, Россия и Великобритания.

Конечно, журнал "ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ" не может пройти мимо столь значимого для всей отрасли события. Чтобы более полно отразить представленные на выставке Productronica новинки, в этом году мы изменим формат и расскажем о новых решениях порядка 60 ведущих зарубежных компаний, представленных на российском рынке. Причем сделаем это в серии публикаций, разбив по тематикам ("Системы автоматической оптической и рентгеновской инспекции", "Производство печатных плат", "Монтаж печатных плат", "Контрольно-измерительное оборудование", "Решения для изделий микроэлектроники", "Решения для кабелей и проводов". Будут рассмотрены решения в области источников питания, тестирования изделий силовой электроники и энергетических систем. Расскажем мы и о представленной на Productronica продукции российских компаний. Не сомневайтесь – будет интересно.



так и для работы в составе конвейерных линий. Такие машины оснащаются пятью либо шестью оптическими головками с тремя светодиодами каждая. В зависимости от модели, они позволяют формировать линии минимальной шириной 30 либо 15 мкм с точностью до 2,5 мкм.

Помимо технических характеристик, установки Ledia отличает японское качество. Японцы очень скрупулезно принимают решения, но если они начали что-либо делать, то делают это очень-очень хорошо. Я не буду утверждать, что ни с одной из машин не было проблем – это невозможно. Но могут точно сказать, что пользователи любят эти машины. Они просты в управлении, надежны, наконец, просто красивы. И при этом установки Ledia не дороги для систем такого класса, цена владения такой установкой также не велика. Впервые система Ledia (тогда она называлась Ledia 5) была представлена в 2010 году, ее оптические головки оснащались двумя

светодиодами. Первые продажи в Европе состоялись в 2013 году, а сегодня в мире эксплуатируется уже более 235 таких машин.

Насколько такие установки будут востребованы на российском рынке?

Российские производители печатных плат испытывают те же проблемы, что и все остальные – растут требования к разрешению топологии печатных плат, совмещение паяльной маски становится все более и более сложным, а система Ledia как раз помогает преодолевать эти трудности. Кроме того, Ledia очень универсальна – она позволяет экспонировать и травильный резист, и паяльные маски. Это очень важно для России, поскольку у вас нет больших серий, и нужно универсальное, а не специализированное оборудование. Имея такого партнера, как компанию "РТС Инжиниринг", в успехе систем Ledia на российском рынке сомневаться не приходится.

Компания Printprocess AG генеральный директор ООО "Остек-Сервис-Технология" Петр Владимирович Семенов

Компания Printprocess AG организована в Швейцарии в 1990 году Хармютом Маурером (Hartmut Maurer). Господин Маурер много лет работал инженером на предприятиях, где изготавливались многослойные печатные платы, и, выйдя на пенсию, решил создать то, чего ему не хватало все эти годы: систему совмещения, способную надежно и с высокой точностью совмещать топологии на всех этапах производства многослойных печатных плат (МПП). Он сам разработал ключевые функциональные узлы и затем организовал серийное производство установок совмещения. Позднее компания, используя технологии совмещения слоев, первой в Европе начала производить системы прямого экспонирования печатных плат. Причем к этой технологии компания обратилась во многом для решения проблемы точности совмещения – традиционные фотошаблоны на майларовой пленке под воздействием влажности и, самое главное, температуры существенно изменяют свои геометрические размеры. Эту проблему решает прямое экспонирование, где система экспонирования непосредственно, без фотошаблона,

засвечивает фоторезист на плате. Подобная технология бесшаблонной фотолитографии хорошо известна в микроэлектронике.

Первые системы прямого экспонирования печатных плат строились на основе УФ-лазеров. Однако они были достаточно дороги и сложны в эксплуатации. Поэтому их сменила технология прямого экспонирования со светодиодным источником (DDI – Diodes Direct Imaging). Printprocess стала первой компанией, создавшей серийную установку на основе DDI, соответствующую потребностям изготовителей печатных плат.

Представленная на выставке автоматическая установка прямого экспонирования Arollon-DI-A11 принадлежит к последнему поколению этого оборудования. В ней реализованы два ключевых технических решения: прямое (без использования фотошаблона)



Петр Семенов

экспонирование при помощи светодиодного источника света и прецизионное автоматическое совмещение топологии МПП.

В Apollon-DI в качестве источника света применяется несколько мощных коллимированных светодиодов с длиной волны излучения 365 и 385 нм (УФ-диапазон). Засветка производится через систему управляемых микрзеркал, аналогично известной технологии Digital Light Processing (DLP), применяемой в производстве проекторов. По сравнению с лазерными установками прямого экспонирования это дает двойной выигрыш: более высокую производительность при меньшей стоимости как собственно аппаратуры, так и ее эксплуатации. Срок службы светодиодов достигает 45 тыс. часов, в то время как лазеры в машинах подобного назначения работают 5–8 тыс. часов. Заметьте, 5 тыс. часов при трехсменной работе – это один календарный год, а стоимость замены лазера – порядка 80 тыс. евро. Эффект очевиден.

В машине Apollon-DI-A11 может быть от одной до восьми оптических головок со светодиодами. Головки устанавливаются с интервалом, не встык в один ряд, перекрывающий всю ширину заготовки. Поэтому для экспонирования одной заготовки нужно несколько проходов, со сдвигом на ширину матрицы. Разрешение системы составляет 2,5 мкм, минимальная ширина проводника/зазора – 25 мкм стандартно и 12,5 мкм в специальном режиме. Это важно даже там, где плотность топологии не велика и не требуются предельно узкие проводники, поскольку чем выше точность процесса, тем лучше выход годных.

Важнейшая особенность систем прямого экспонирования Printprocess – технологии совмещения. Благодаря им установка Apollon-DI-A11, в отличие от многих других, позволяет экспонировать внутренние и внешние слои МПП, а также паяльную маску. Для совмещения используется видеокамеры, привязка осуществляется тремя различными методами. Внешние слои МПП привязываются по технологическим отверстиям либо реперным знакам. Для внутренних слоев отдельный источник формирует реперные знаки в виде контрастных меток на фоторезисте: пока одна сторона проходит процесс экспонирования, на другой

создаются метки. Третий метод используется для совмещения паяльной маски, в этом случае система при помощи специальной опорной подсветки привязывается непосредственно к топологическому рисунку готовой печатной платы, непосредственно к контактными площадкам. В результате достигается очень высокая точность совмещения маски, что особенно важно при монтаже компонентов в корпусах типа BGA, с очень высокой плотностью выводов.

При экспонировании групповой заготовки с множеством небольших изделий – например, при работе с подложками микросхем, – камера проходит над рабочим полем, фиксируя точки привязки каждого отдельного модуля. По полученным данным программа вносит необходимые коррекции по отношению к исходной топологии, заданной в проекте, учитывающие деформации, повороты и другие погрешности, накапливающиеся на большом линейном размере заготовки. Таким образом в установках серии Apollon-DI достигается совмещение с ошибкой в пределах 5 мкм – один из лучших показателей на рынке подобного оборудования. Кстати, благодаря такой точности оборудование Printprocess нашло применение в совсем неожиданной области – его приобрела фирма Braun для изготовления сеток-ножей для своих электробритв. Сетка делается из специальной двухслойной стали, электрохимическое травление отверстий в ней производится с двух сторон, и совмещение этих слоев требует очень большой точности – как раз порядка 5 мкм, которые гарантирует Printprocess.

Конструктивно установка Apollon-DI-A11 включает центральный модуль, в котором производится экспонирование, автоматический загрузчик, систему перевертывания заготовок и разгрузчик с функцией отбраковки заготовок. Заготовки можно подавать в любой последовательности, так как соответствующая каждой из них программа обработки определяется путем считывания штрих-кода и может автоматически загружаться по локальной сети предприятия. Размер заготовки – от 200 × 256 мм до 610 × 625 мм, толщина – от 0,02 до 10,0 мм; возможно дооснастить линию для работы с гибкими платами методом roll-to-roll. Линия может работать с любыми типами

фоторезиста, используемыми в производстве МПП. Производительность – до 280 двухсторонних заготовок в час. Этому способствует система переворота заготовок – пока одна плата экспонируется, другая в этот момент возвращается в модуль загрузки и переворачивается.

Перед экспонированием заготовка проходит по специальному конвейеру, где ее поверхность очищается адгезивными валиками. Дополнительная очистка производится подобными валиками, установленными непосредственно перед каждой экспонирующей головкой. В свою очередь, эти валики периодически, через определенное число циклов, очищаются от набранной пыли при помощи еще одного валика с более высоким уровнем адгезии. В сочетании с избыточным давлением воздуха, пропущенного через HEPA-фильтры (High Efficiency Particulate Air), такая система очистки позволяет изготавливать платы до 7 класса точности в помещении с обычными требованиями к чистоте.

На сегодняшний день семейство машин Apollon-DI – одна из самых совершенных систем экспонирования ПП в мире. Благодаря модульному принципу построения, позволяющему комплектовать линии как с меньшей, так и с большей производительностью, чем модель AP1, она может применяться как на опытных, так и на серийных производствах.

Системы компании Printprocess широко используются во всем мире, в первую очередь в Европе. Этому способствуют две тенденции современного рынка. Во-первых, несмотря на глобальный перенос производства в Азию, многие промышленно развитые страны Запада начали возвращать на свою территорию производство сложных электронных устройств специального применения, включая изготовление многослойных печатных плат (МПП). Во-вторых, рынок технологического оборудования в этом сегменте заметно поляризовался. Популярность машин из середины ценового диапазона снижается. Производители покупают либо недорогие установки, позволяющие добиться успеха в конкуренции за счет низкой стоимости изделий; либо самые новые технологии, чтобы предложить рынку продукт нового качества.

Насколько такое оборудование востребовано в России?

Сотрудничество Printprocess с Россией началось в 2002 году. Напомню, поправку Джексона-Вэника никто не отменял, и компании настойчиво предлагали "адаптировать" продукцию для российского рынка, загрузив некоторые ключевые параметры. Руководство Printprocess, уважая длительную историю взаимоотношений двух наших стран, не поддавалось давлению, и в Россию изначально поставлялось самое современное оборудование компании – тогда это были установки Exromat. Сегодня это самый массовый тип высокотехнологического оборудования для экспонирования ПП в нашей стране.

В России эксплуатируется 14 установок прямого экспонирования компании Printprocess – по данным 2014 года это больше, чем во всей остальной Европе. Это серьезный прорыв. Причем к таким линиям начали проявлять интерес коммерческие компании, например, недавно одну из них приобрело ООО "Технотек" из Йошкар-Олы. Но в основном потребителями пока являются государственные предприятия, осуществляющие модернизацию своего производства, в частности, по федеральным целевым программам. Так, на Государственном Рязанском приборном заводе (ГРПЗ), одном из ведущих в стране изготовителей печатных плат, работают две установки Apollon. Сейчас Остек запускает там автоматическую линию, не имеющую, насколько мне известно, аналогов в Европе по степени интеграции процессов изготовления ПП. Загружаются фольгированные

Установка прямого экспонирования Apollon-DI-A11



заготовки, а дальше всё – микротравление меди, нанесение фоторезиста, снятие лавсановой пленки, прямое экспонирование, проявление, травление, снятие фоторезиста – всё производится автоматически, на линии работает один оператор.

В целом, сегодня даже иностранные специалисты отмечают, что по ряду направлений, включая производство ПП, Россия

модернизирует свои предприятия быстрее, чем Европа. Да, внедрение проходит у нас не так быстро, как в других странах. Россия сегодня создает очень большой технологический задел на будущее. Наверное, отдача появится не так скоро, как хотелось бы, но рано или поздно это заработает. Обязательно придут люди с современными управленческими знаниями и идеями, и мы увидим результат.



Владимир
Городов

Компания Orbotech
заместитель генерального директора
ООО "Остек-Сервис-Технология"
Владимир Александрович Городов

Компания Orbotech подошла к выставке Productronica с новой идеологией, которую они назвали "язык электроники". Это значит, что вся совокупность решений компании должна уметь писать, читать и понимать прочитанное. "Писать" в данном случае означает формировать топологию печатной платы, для этого слу-

изображения на поверхности с ощутимой неровностью. В частности, это очень важно для экспонирования гибко-жестких плат и для работы по технологии послойного наращивания. Система обеспечивает точность нанесения изображения при короблении поверхности плат, скручивании и т.п. Минимальный размер элемента составляет 24 мкм с допуском 2 мкм. Точность совмещения 10 мкм, что очень важно, например, для совмещения гарантийного пояса с переходным отверстием.

жат установки прямого экспонирования и прямого нанесения маркировки на платы. "Читать" – это распознавать структуру плат, для этого предназначены установки АОИ. А "понимать" – это анализировать и оптимизировать конструкцию плат, для чего используется специальное программное обеспечение Orbotech.

В области "письма" компания представила совершенно новую установку прямого лазерного экспонирования Nuvogo 1000. Она сохраняет все достоинства системы-предшественницы Raagon, но позволяет работать не только с травильными фоторезистами, но и с паяльными масками. Это достигается за счет увеличения мощности лазерного источника до 28 Вт. Сам источник излучает на двух длинах волн – 375 и 405 нм, обеспечивая удельную энергию экспонирования от 25 до 2200 мДж/см².

Одна из важнейших особенностей всего семейства Nuvogo, в том числе и новой установки – высокая глубина фокуса, до 1 мм. Это позволяет без искажений экспонировать

Еще одно важное достоинство системы – высокая производительность. Она уже сопоставима со стандартной технологией фотолитографии. Так, Nuvogo 1000 обеспечивает экспонирование до 300 сторон стандартных заготовок (610 × 457 мм) в час при энергии экспонирования 34 мДж/см². При энергии экспонирования 200 мДж/см² – например, при работе с паяльными масками – скорость составляет до 80 сторон в час (40 двухсторонних заготовок).

Конечно, системе Nuvogo 1000 присущи не только достоинства, но и недостатки. И основной из них связан с применением источника света на основе УФ-лазера вместо популярных сегодня светодиодов. Такой источник дорог, у него ограниченный ресурс и он требует ежегодного обслуживания. Но проблему решает сервис. В целом, оборудование Nuvogo хорошо подходит для частных производителей, которые не готовы сразу инвестировать крупные суммы при покупке, но готовы платить за сервис. Ведь сервисное обслуживание – это, по сути, страховка, заплатив которую, клиент перекладывает всю заботу об исправности



оборудования на плечи службы технической поддержки. Поэтому проблемы лазерного источника вполне компенсируются его достоинствами, что лишний раз подтверждает рынок – компания Orbotech поставила заказчикам более 1100 установок прямого лазерного экспонирования.

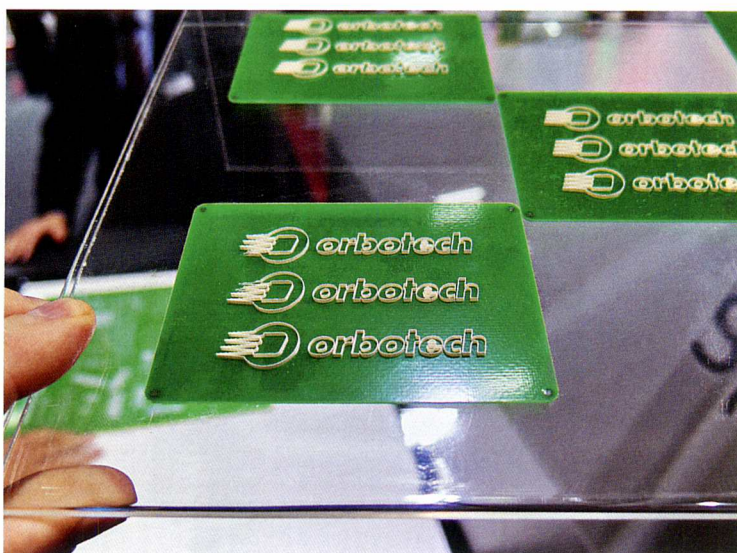
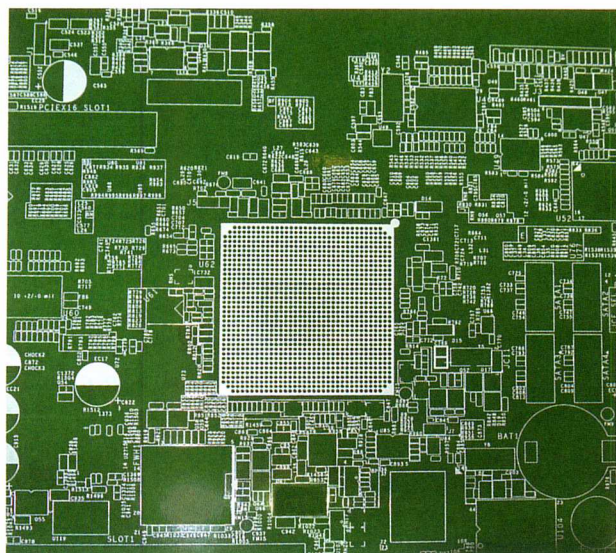
Еще одна новая установка компании – машина для струйно-капельного нанесения маркировки на печатные платы Sprint 200. Продукция этой серии хорошо известна в России, многие отечественные предприятия с успехом применяют системы Sprint 8 и Sprint 120. Особенность новой модели – значительно возросшая производительность, за счет применения новой конструкции печатающих головок. Впервые система

струйно-капельной печати сумела превзойти по быстродействию традиционные системы маркировки печатных плат на основе трафаретной печати.

При трафаретной печати производительность в среднем составляет порядка 80 сторон в час, у установок Sprint предыдущего поколения она была на уровне 50–60 сторон в час. Новая модель позволяет маркировать 95 сторон в час (при стандартной заготовке 457×610 мм с технологическим полем 25,4 мм). Таким образом, по производительности Sprint 200 обогнала трафаретную печать, тем самым ликвидировав основной недостаток систем прямой печати. Остались только преимущества: прежде всего, не нужен трафарет и фотосаблон, что экономит и время,

Установка прямого лазерного экспонирования Nuvogo 1000 (слева); установка струйно-капельного нанесения маркировки Sprint 200 (справа)

Пример печати дополнительной маски для BGA-компонентов и объемных элементов



и деньги, и производственные площади. Возможна индивидуальная маркировка плат, например, на каждую плату можно наносить уникальный номер, штрих-код и т.п. Причем качество и точность печати значительно превосходят возможности трафаретной печати, а время смены задания минимально, что особенно важно при многономенклатурном производстве.

В системе Sprint используется краска с УФ-отверждением, которая очень быстро полимеризуется и высыхает непосредственно во время печати. Причем расход краски минимален – неиспользованный состав возвращается в расходную емкость через систему фильтрации. Единственное требование – установку нужно постоянно держать включенной. Также в Sprint 200 используется новая запатентованная система самообслуживания, значительно увеличивающая период эксплуатации печатающих головок.

Система весьма прецизионна – максимальное разрешение печати составляет 1440 dpi, что обеспечивает минимальный диаметр точки 70 мкм и ширину линии от 75 мкм. При этом высота линий может быть от 0,5 мм и выше. Особо отмечу высокую – до 35 мкм – точность совмещения.

Система АОИ
печатных плат
Fusion 22



Для этого используется отдельная видеокамера. Система обладает глубиной фокуса до 1,5 мм, что позволяет наносить маркировку на существенно неровные поверхности. Благодаря точности и быстрому УФ-отверждению краски на плату можно наносить объемные элементы маркировки. Эта особенность систем Sprint позволила применять их для формирования специальных дополнительных масок для BGA-компонентов. В такой маске контактные площадки под шариковые выводы разделены более высокими перемычками, что исключает короткие замыкания при пайке.

До сих пор мы говорили об установках Orbotech, которые умеют "писать". Обращу внимание пусть не на совсем новую, но весьма интересную установку, относящуюся к области "чтения". Это система АОИ печатных плат Fusion 22. Она проверяет внутренние и внешние слои печатных плат, слои по фоторезисту и т.п. Важнейшая особенность установки – два источника света, красный и синий. Медь гораздо лучше отражает красный свет, чем синий. Сопоставление изображений при красной и синей подсветке позволяет отличить, например, тонкую медную перемычку (короткое замыкание) или фрагмент загрязнения (пылинку). Такая возможность значительно сокращает число определений ложных дефектов, не пропуская настоящие. Это важно, поскольку зачастую рядом с системой АОИ печатных плат стоит несколько станций верификации, где зафиксированные дефекты проверяют вручную. Для Fusion 22 подобная верификация не требуется. Более того, конструкция машины позволяет устранить дефект на плате прямо в установке.

Наконец, для "понимания" предназначено программное обеспечение, в частности – САМ-система InCam компании Frontline PCB Solutions, совместного дочернего предприятия Orbotech и Mentor Graphics. InCam позволяет автоматически оптимизировать топологию печатных плат с целью повышения выхода годных. Например, если на плате есть узкие места или конструктор сделал слишком маленькую контактную площадку, система это выявит и исправит. По опыту китайских производителей, InCam реально позволяет увеличить выход годных на 5–7%, что очень существенно.

Прежде всего, в InfinityLine появилась новая система "вакуумного травления", позволяющая избавиться от одного из основных недостатков установок с горизонтальным расположением плат – "эффекта лужи". В таких системах раствор застаивается на верхней поверхности платы и хорошо уходит с нижней. В результате травление верхней части происходит медленнее, чем нижней. Преодолеть эту проблему помогает "вакуумное травление" – метод отсасывания раствора с верхней стороны платы за счет понижения давления. Тем самым улучшается обмен раствора сверху, он становится соизмеримым с обменными процессами снизу платы, процесс травления идет более равномерно.

Еще один элемент улучшения травления в системе InfinityLine – так называемая осциляция форсунок – импульсная попеременная подача травильного раствора на плату из линеек форсунок. Проблема в том, что после гальванического осаждения слой меди всегда имеет определенный разброс по толщине (например, в силу краевых эффектов металлизации). И эта разница начинает влиять на скорость травления. Кроме того, скорость процесса сильно зависит от плотности токопроводящего рисунка на плате. Там, где плотность рисунка меди выше, травление очевидно замедляется. Возникают проблемы отвода раствора и между близкорасположенными параллельными проводниками. Осциллирующие форсунки позволяют преодолеть эти проблемы.

Наконец, в системе InfinityLine есть такое мощное средство, как блок интермиттирующего травления. Он позволяет селективно дотравливать платы после основного процесса, поскольку добиться полной равномерности

не удастся практически никогда. Для этого используется система индивидуального управления форсунками. Например, в первой по ходу платы линейке используются все форсунки, затем – все меньше и меньше. Можно задавать любую конфигурацию, индивидуально для каждого типа плат.

Конечно, все эти технологические нюансы необходимы для прецизионных плат, для проводников шириной 150–200 мкм они не актуальны. Однако весь мир движется в направлении снижения топологических размеров плат, поскольку сами электронные компоненты становятся все миниатюрнее, а печатные платы следуют за компонентами. Поэтому новое оборудование компании SCHMID актуально и для российских предприятий. Тем более что у нас принят ГОСТ на печатные платы (ГОСТ Р 53429-2009), специфицирующий 6 и 7 классы точности – проводники шириной 75 и 50 мкм соответственно.

Отмечу важную особенность компании SCHMID – они никогда не выходят на рынок с недоработанным оборудованием. В двух мощных технологических центрах в Германии и Китае все оборудование очень тщательно испытывается. В результате оно оказывается чрезвычайно надежным. Я регулярно встречаю на предприятиях линии компании SCHMID 1980-х годов, которые успешно эксплуатируются до сих пор.



Илья Лейтес

Компания Posalux генеральный директор ООО "Остек-Сервис-Технология" Петр Семенов

Компания Posalux зарекомендовал себя как ответственный производитель оборудования для формирования отверстий в ПП и точного фрезерования. Она была основана в 1943 году и начинала как производитель оборудования для изготовления часовых циферблатов. Первый станок для сверления печатных плат выпущена в начале 1960-х. В 1976 году большое

число наиболее совершенных станков было поставлено в Советский Союз в рамках закупок по государственной программе развития электроники – тогда в СССР началось производство многослойных ПП. Интересно, что некоторые станки из тех поставок работают и сегодня, хотя, конечно, существенно отстают от современных требований. Несмотря на рост конкуренции



Установка
UltraSpeed
MONO COMBI

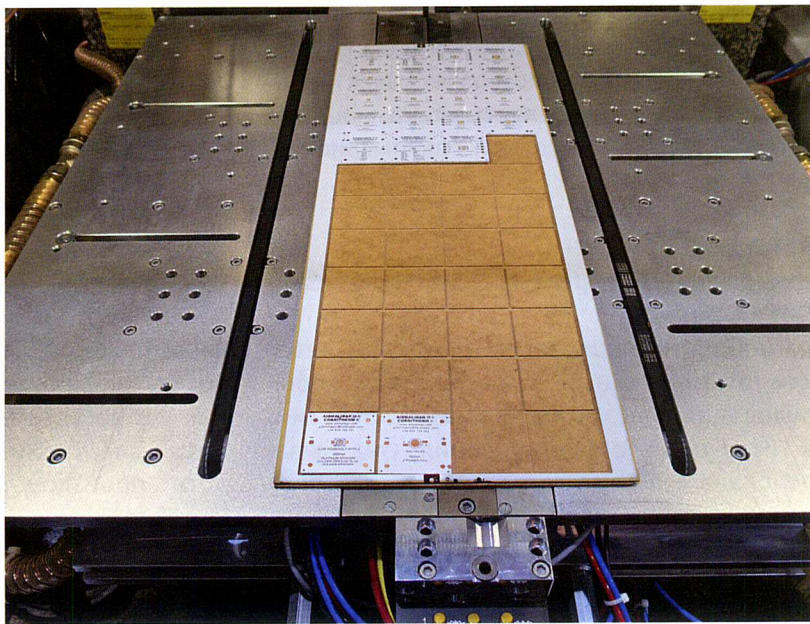
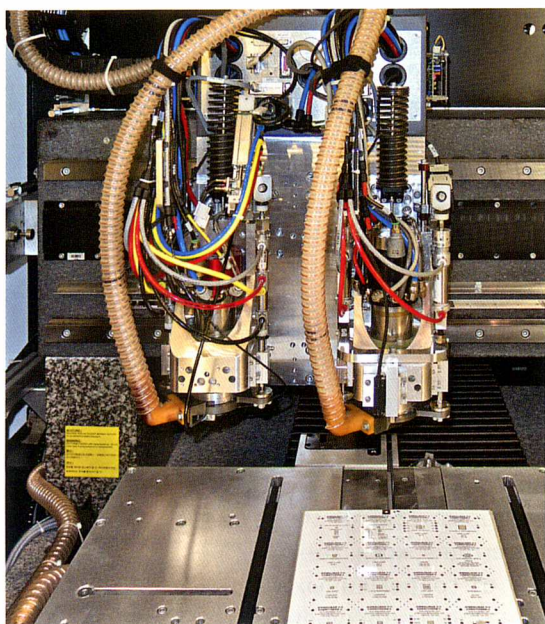
Два шпинделя
на одной
станции –
для сверления
и фрезерования

со стороны азиатских компаний – в Азии, в том числе в Японии, действует более 30 фирм, специализирующихся на аналогичном оборудовании, – большинство европейских производителей высокоплотных ПП отдают предпочтение традиционному швейцарскому качеству и выбирают продукцию Posalux. Начав использовать это оборудование, клиент убеждается, что оно превосходит его ожидания.

На выставке Productronica 2015 компания Posalux впервые демонстрирует две новые установки, воплотившие ее последние достижения. Для машин разработан совершенно новый дизайн – он произвел подлинный фурор среди посетителей выставки. И этот шикарный внешний вид гармонично соответствует внутреннему содержанию машин – их возможностям и техническим характеристикам.

Первая машина – станок UltraSpeed MONO COMBI. Впервые установки этого семейства появились в 2012 году, однако на выставке компания представила новое поколение этих систем. Основная особенность системы – два шпинделя на одной станции, один предназначен для высокоскоростного сверления (от 5 до 350 тыс. об/мин), а другой – для прецизионного фрезерования. Последняя операция важна, например, при рельефной металлизации – металлизированные пазы, контуры и пр., используемые, например, в высокочастотных схемах связи, в том числе в составе телефонов, планшетов и других мобильных устройств.

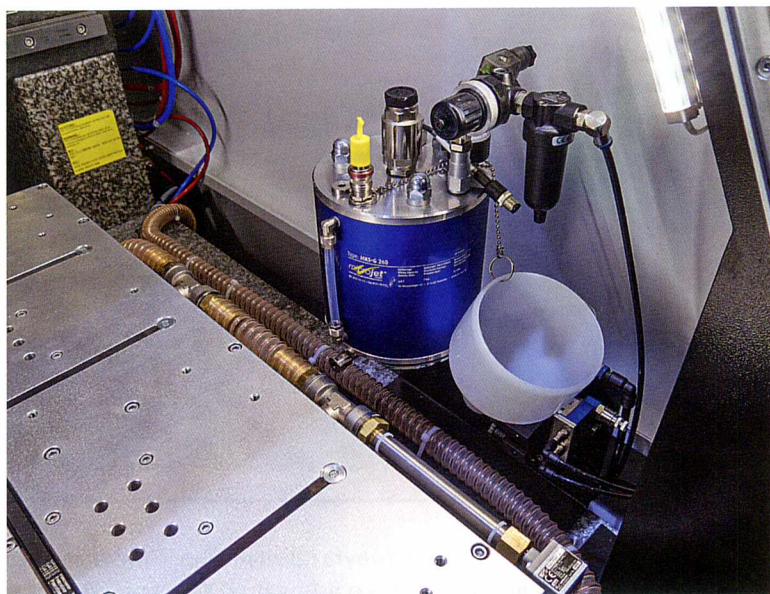
Применение единого универсального шпинделя, как это обычно делается в подобном оборудовании, приводит к ограничению его технических характеристик. Высокие обороты, необходимые для качественного сверления, требуют применения шпинделя с пневматическим подшипником,



но он плохо переносит боковые нагрузки, возникающие при фрезеровании: теряет точность, быстро изнашивается, в итоге срок службы узла сокращается в 5–6 раз. Для привода фрезы нужен шарикоподшипник, но он ограничивает скорость вращения до 60 тыс. об/мин. Двухшпиндельная станция предлагает элегантное решение данной проблемы. На одной машине, не меняя позиции заготовки, производится качественное и быстрое сверление, а второй шпиндель фрезерует пазы и контуры на заданную глубину с точностью 10 мкм. Компания выпускает и одношпиндельные версии установки – UltraSpeed MONO SINGLE, однако модель COMBI дороже его лишь на 15–20%. Возможна и модификация установки DUAL, когда оба шпинделя идентичны.

Конечно, точность сверления системы UltraSpeed MONO также высока. Отверстия формируются с допуском расположения относительно абсолютного центра ± 12 мкм. Для точности сверления по вертикальной оси важно определить момент касания сверлом поверхности заготовки. Для этого в машинах Rosalux используются два метода. Для плат с токопроводящими поверхностями применяется так называемое контактное сверление: момент касания сверлом поверхности детектируется электрически (на грибок клампинга, прижимающий заготовку, подается напряжение, а сверло, опустившись на поверхность, замыкает цепь), после чего начинается отсчет вертикального движения шпинделя. Этот метод обеспечивает вертикальную точность до 10 мкм, что важно для прецизионных глухих отверстий. Для токонепроводящей поверхности такой способ не подходит, в этом случае работает механический датчик касания, расположенный также на прижимной плите. Собственно измерение проводится при помощи лазерного линейного энкодера, интегрированного в привод шпинделя.

Установка позволяет фрезеровать платы на алюминиевом основании. Проблема в том, что высокая вязкость алюминия очень быстро выводит фрезу из строя. Инженеры Rosalux решили проблему, введя в конструкцию опциональный узел – систему подачи смазки на фрезу. Еще одна опция – система индивидуальной вакуумной фиксации. Она позволяет разделить групповую



Система подачи смазки на фрезу

заготовку на отдельные платы и фрезеровать их по контуру одновременно с остальной обработкой, не снимая платы с рабочего стола станка.

UltraSpeed MONO оснащен автоматическим загрузчиком на 24 мультизаготовки (опционально возможна комплектация загрузчиком DTE с двумя ячейками), причем задание для обработки каждой заготовки может быть индивидуальным. Перед началом работы оператор на терминале присваивает каждой ячейке задание, соответствующее загруженной в нее заготовке, – это можно сделать вручную или путем считывания штрих-кода, – включает станок, и ему остается только прийти в нужный момент



Основной терминал управления



Автозагрузчик на 24 мультизаготовки, дополнительный терминал со стороны загрузчика

и забрать готовую продукцию. Причем, и это сделано только у Posalux, со стороны автозагрузчика (т.е. с задней стороны машины) установлен второй терминал, дублирующий основной на лицевой панели станка. Это очень удобно – иначе оператору пришлось бы сначала записывать номера заготовок, а потом отправляться к терминалу и там вводить задание для каждой ячейки, что не только добавляло бы ему работы, но и, главное, порождало бы возможность ошибки. Сама программа управления очень удобная и дружелюбная к оператору.

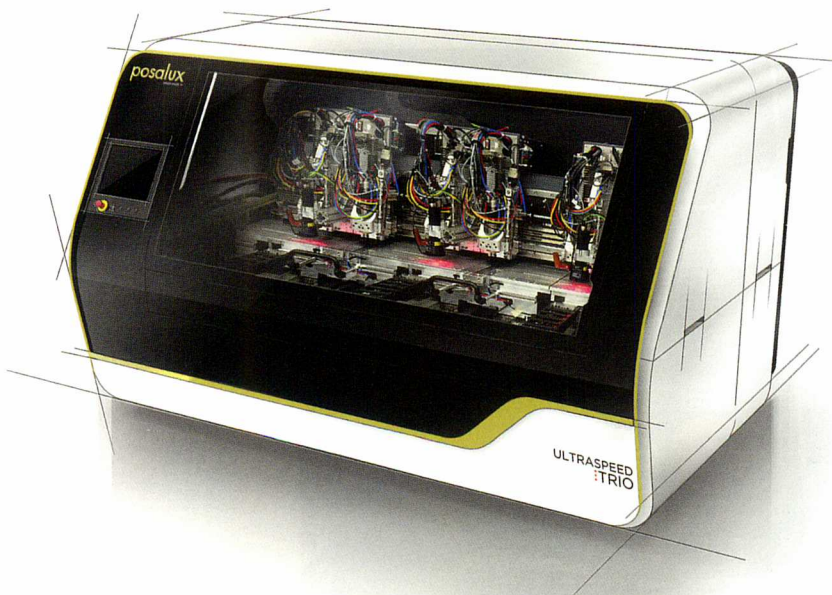
Установка UltraSpeed TRIO

Еще одна важная функция системы Ultraspeed – автоматическая смена инструмента без остановки станка. Обычно для того, чтобы сменить фрезы и сверла,

выработавшие ресурс, надо остановить станок, удалить прежнюю кассету с инструментом, установить новую. В UltraSpeed MONO на боковой стенке имеется загрузочный люк, куда оператор в любой момент может поставить кассету ("Евромагазин") с новым инструментом, и специальная система обеспечит его автоматическую замену без остановки рабочего процесса.

Вторая новая установка семейства – станок UltraSpeed TRIO. Главная его особенность – станок имеет три станции, каждая из них оборудована двумя шпинделями. На выставке представлена версия DUAL, когда оба шпинделя на станции идентичны и предназначены для сверления, расстояние между ними устанавливается в соответствии с шагом мультипликации заготовки. Станции работают независимо, но по одному технологическому заданию. Групповая заготовка сверлится одновременно двумя шпинделями, поэтому UltraSpeed TRIO вдвое производительнее, чем трехшпиндельный станок, а его цена выше лишь на 20%. К тому же UltraSpeed TRIO занимает меньше места, чем два трехшпиндельных станка, и потребляет меньше энергии. Если синхронное сверление невозможно – например, вся заготовка представляет собой одну большую плату, – то управляющее ПО автоматически рассчитывает для шпинделей индивидуальные задания. В этом случае выигрыш времени по сравнению с трехшпиндельным станком не столь значителен – примерно в 1,5 раза. Предусмотрены версии системы TRIO со сверлильным и фрезеровальным шпинделями (COMBI) и с одним сверлильным шпинделем (SINGLE), аналогично установке MONO.

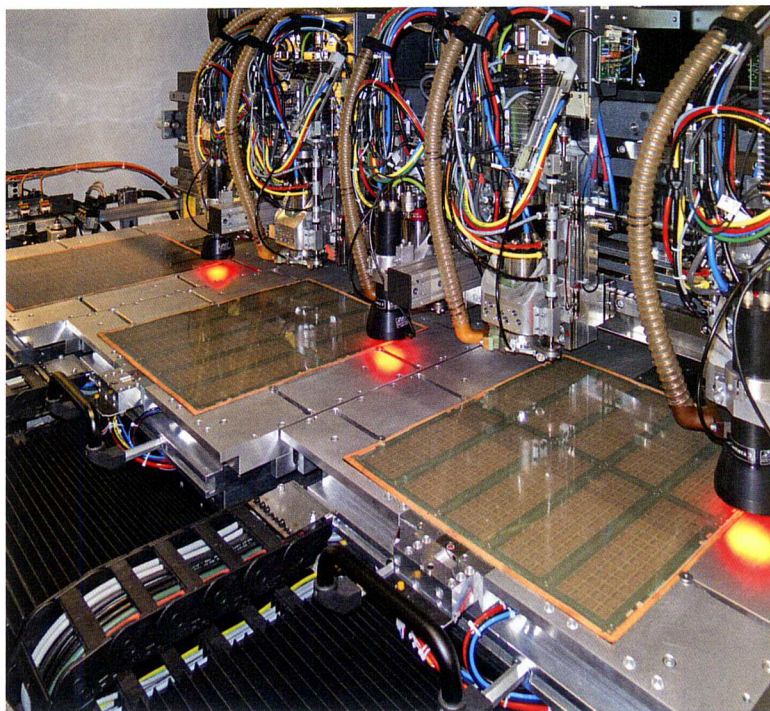
Каждая станция имеет свой отдельный стол с линейными приводами по двум осям. Это сделано для уменьшения погрешности позиционирования, которую вносили бы температурные колебания размеров единого металлического стола. Кроме того, возможны отклонения вследствие износа движущихся деталей. Видеокамеры на станциях выявляют подобные искажения, и по этим данным производится автоматическая подстройка положения столов, а также, в случае необходимости, корректировка программы сверления.



Все эти меры обеспечивают ту беспрецедентную точность, которая свойственна оборудованию Posalux. Сегодня на нем достигается погрешность положения просверленного отверстия – подчеркну, не позиционирования шпинделя, а именно положения сформированного отверстия, – не более 12 мкм. Погрешность по глубине – не более 10 мкм. И все это при высочайшем для оборудования такого класса быстродействии – каждый шпиндель станка UltraSpeed TRIO делает стабильно в секунду 15 отверстий (максимум до 20 отверстий в секунду) глубиной 80–100 мкм. В совокупности такие характеристики, а еще – подтвержденная десятилетиями надежность оборудования Posalux и самой фирмы, как поставщика этого оборудования, делают швейцарскую компанию безусловным лидером на рынке сверлильно-фрезерных машин для производства печатных плат.

Немаловажно, что Posalux никогда не останавливается на достигнутом. Компания вкладывает большие средства в исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию новых технологий и машин. Одна из центральных задач – увеличение скорости вращения шпинделя сверлильного станка. Ведь в основе большинства ПП – слоистая композиция, смесь эпоксидных смол и стеклоткани плюс медная фольга. Единственный способ прецизионного сверления такой структуры – повышение скорости вращения сверла. Сегодня Posalux предлагает оборудование со скоростью вращения шпинделя 350 тыс. об/мин. Однако компания уже подготовила к серийному выпуску оборудование со скоростью вращения шпинделя 500 тыс. об/мин для отверстий диаметром до 30 мкм – впрочем, сегодня никто серийно не изготавливает сверла меньшего диаметра.

В ближайшем будущем Posalux планирует представить оборудование со скоростью вращения шпинделя 1 млн. об/мин, что составит серьезную конкуренцию лазерным технологиям формирования микроотверстий. Типичная производительность современных лазерных станков при формировании, например, отверстий диаметром 100 мкм – 80 отверстий в секунду. Новое поколение машин Posalux уже позволяет одним шпинделем сверлить 20 отверстий



в секунду. Но у станка может быть четыре или более шпинделей – это уже те же 80 отверстий в секунду или более, при том, что такой станок минимум в четыре раза дешевле лазерного.

При этом механическое сверление несравненно проще и быстрее лазерного с точки зрения подготовки к работе. Лазер формирует отверстие не механически, а путем сублимации материала. Этот процесс зависит от множества факторов, связанных не только с типом материала, но и с конкретной партией. Количество связующего, степень полимеризации, глубина и диаметр отверстия – все это требует существенно разных режимов работы лазера, которые нужно подбирать. Так можно изготавливать массовую продукцию, например, платы для мобильных телефонов: две-три недели подготавливается режим, затем запускается огромная партия. Но такая технология совершенно не подходит для множества производителей из других сегментов электроники и, в частности, для России. У нас более 200 предприятий изготавливают ПП, и как правило, они выпускают продукцию с очень большой номенклатурой при малых и средних объемах. И для таких компаний, для российского рынка в целом концепция Posalux подходит как нельзя лучше.

Каждый из трех столов управляется независимо