

productronica 2017: волшебный мир технологий

Часть 4

Ю. Ковалевский, В. Мейлицев



В четвертой, заключительной части нашего обзора выставки productronica 2017 мы уделим внимание ряду представленных на этом мероприятии передовых решений, которые относятся к различным этапам производства электронных устройств. Среди них – решения в области изготовления печатных плат, селективной пайки, нанесения покрытий на печатные узлы. Следуя общим трендам развития отрасли, компании – участники выставки продемонстрировали инновации, призванные, в частности, повысить гибкость и уровень автоматизации процессов, в том числе на этапе прототипирования. К таким решениям, безусловно, стоит отнести представленную на выставке технологию быстрого изготовления прототипов печатных плат методом 3D-печати. Также стремление к автоматизации проявляет себя и в области влагозащиты, где большое внимание уделяется обеспечению нанесения двухкомпонентных защитных покрытий селективным методом.

В 2017 году впервые одновременно с выставкой productronica проходило одно из главных событий в мире полупроводникового производства – выставка SEMICON Europa, где на стенде белорусской компании ОАО «КБТЭМ-ОМО» нам было рассказано о решениях компании и текущих трендах в области оборудования для производства микроэлектроники. Этот рассказ мы также включили в данную часть обзора.

Компания Nano Dimension

генеральный директор ООО «Остек-СТ»

Пётр Владимирович Семёнов

3D-принтер DragonFly 2020 Pro, разработанный израильской компанией Nano Dimension, – это не новинка, это фу-рор. Специалистам компании удалось реализовать технологию изготовления многослойной печатной платы (МПП) в одной установке, и можно с уверенностью говорить, что это решение открывает новую эру в прототипировании изделий электронной техники.

Принтер работает на принципе струйной печати. Его печатающая головка снаряжается двумя картриджами, один из которых содержит диэлектрическую пасту, а другой – токопроводящие чернила с наночастицами серебра контролируемого размера. В принтер интегрированы две системы отверждения: ультрафиолетовая для диэлектрика и ИК-излучатель для спекания проводящего слоя.

Применяемый диэлектрик по электрическим параметрам (поверхностному и удельному объемному сопротивлению, тангенсу угла диэлектрических потерь и т. д.) и основным механическим характеристикам близок к FR-4, проводимость токопроводящих чернил после отверждения лишь вдвое уступает проводимости меди.

Диэлектрическая проницаемость (D_k) применяемого полимера, равная 3,2 при 1 МГц и 2,9 при 1 ГГц, приближается к значению этого показателя для фторопластов, что открывает возможность применения напечатанных плат в СВЧ-технике. Правда, тут существует ограничивающий фактор, свойственный любой системе струйной печати: повышенная шероховатость поверхности проводящих дорожек. Токи сверхвысокой частоты, как известно, вытесняются из объема проводника к его поверхности, и ее шероховатость приводит к проблемам в их распространении. Как бы то ни было, в некоторых случаях DragonFly 2020 может применяться для изготовления прототипов СВЧ-устройств.

Другое ограничение – платы, изготовленные на таком принтере, значительно менее термостойки, чем те, которые производятся по традиционным технологиям, поэтому они требуют низкотемпературной пайки – до 150°.

Однако способность функционировать в жестких условиях эксплуатации – это требование, предъявляемое к изделиям, производимым для передачи заказчиком; принтер же DragonFly 2020 не предназначен для серийных производств, по крайней мере в тех модификациях, которые разработаны на сегодняшний день. А вот для задач прототипирования его появление означает настоящий прорыв.

Компактный (1400×1800×1800 мм) DragonFly 2020 не нуждается в большом, специально оборудованном помещении с вытяжкой, чистыми зонами и т. п., технология не требует употребления агрессивных жидкостей. Принтер можно установить в обычной комнате и получить

возможность, загрузив сегодня Gerber- и Excellon-файлы, содержащие информацию о конструкции и топологии печатной платы, уже завтра проверить ее функционирование, правильность расчета электрических параметров схемы, перспективность идеи устройства в целом. И это – вместо того, чтобы заказывать единственную плату по кооперации, что очень дорого и долго даже в случае, если она сразу заработает правильно. Если же в схеме или конструкции допущены ошибки, то возникает итерационный процесс их устранения, который может затянуться на долгие месяцы.



Пётр Семёнов



3D-принтер DragonFly 2020 Pro



Платы, изготовленные на принтере DragonFly 2020

В качестве еще одного массового потребителя установки мы видим университеты. DragonFly 2020 будет полезен при обучении студентов-схемотехников, а также войдет в состав оснащения научных центров при учебных заведениях. В таких организациях, как правило, не устраиваются очистные сооружения, специальная канализация – неперменный атрибут



На выставке «ЭлектронТехЭкспо-2018» 3D-принтеру DragonFly 2020 была посвящена отдельная небольшая экспозиция. Мы не упустили возможности уточнить подробности технического облика этой уникальной машины. Рассказывает руководитель проектов ООО «Остек-СТ» Семён Михайлович Хесин.

На принтере DragonFly 2020 можно изготавливать обычные многослойные печатные платы (МПП) и необычные (перспективные), в том числе с технологией послойного наращивания, с глухими отверстиями, а также гибкие платы и платы со встроенными компонентами. Гибкая часть – это тот же диэлектрик, которым печатаются остальные слои, только такой толщины, что его можно согнуть, устанавливая плату в конструктив.

Возможность печатать слои с окнами для встроенных компонентов – важнейшее преимущество для разработчика, занимающегося такими платами. Ведь в традиционной технологии для прорезки в препреге окна под компонент требуется лазер. В условиях макетной лаборатории можно, конечно, попробовать сделать это вручную, скальпелем, но на стабильное качество результата такой операции рассчитывать трудно. Здесь же печатается слой с окнами, пользователь устанавливает компоненты, и на следующем проходе принтера они запечатываются следующим слоем.

Установку встроенных компонентов рекомендуется производить, не извлекая плату из рабочей зоны принтера. Для этого пользователь может сам разработать оснастку, позволяющую базировать компонент относительно посадочного места и контролировать процесс пайки. Так снимается вопрос совмещения при переносе платы на сборочный автомат или рабочее место монтажника и обратно в пресс, для наращивания следующих слоев.

Если говорить о характеристиках получаемой платы, то они определяются диаметром капли, формируемой печатающей головкой: для диэлектрика он составляет 3 мкм, для токопроводящих чернил – 0,3 мкм. Это позволяет получать слои толщиной от 6 мкм; при максимальной общей толщине платы, равной 3 мм, можно говорить о неограниченном числе слоев в получаемой МПП.

Ширина проводника / зазора – 100 / 100 мкм, минимальный диаметр металлизированного отверстия 0,4 мм, а полностью заполненного припоем – 0,2 мм.

Такие параметры соответствуют 5 классу точности печатных плат. Паяльная маска изготавливается из того же полимера, пайка производится непосредственно на серебросодержащий материал дорожки, им же выполняются маркировочные надписи. Максимальный размер многослойной печатной платы – 200 × 200 мм, время изготовления платы от 3 до 20 ч; оно мало зависит от величины обрабатываемой поверхности – головка всегда делает полный проход, – а зависит в основном от толщины слоев и суммарной площади токопроводящего слоя.

Технические решения, воплощенные в DragonFly 2020, защищены 20 патентами. Основными ноу-хау, дающими Nano Dimension перспективу удержания за собой исключительного положения в области прототипирования печатных плат, в компании считаются рецептура токопроводящих и токонепроводящих чернил, конструкторские решения и некоторые особенности программного обеспечения – ведь кроме Gerber- и Excellon-файлов, в его составе имеется модуль, программирующий высоту печати, а такое сочетание пока не реализуется ни в одном из известных 3D-принтеров.

DragonFly 2020 дает обладающей им организации огромное преимущество в плане выполнения одного из базовых требований рынка современной массовой электроники – уменьшение времени от появления новой идеи до ее воплощения в серийном продукте – показателя TTM (time to market). Прототипы корпусов многие производители уже сейчас печатают на 3D-принтерах; если есть возможность напечатать еще и плату, то два процесса синхронизируются, и можно за минимальное время изготовить все устройство целиком.

Еще один бонус – сохранность интеллектуальной собственности, не столь гарантированная при передаче документации на прототип контрактному производителю. И в любом случае, будь то коммерческий продукт или изделие специального назначения, такая технология прототипирования обеспечивает разработчику новый уровень свободы творчества – ведь теперь любую идею можно проверить без каких бы то ни было организационных проблем, недорого и беспрецедентно быстро.

Ввиду большого количества заказов компания Nano Dimension уже организовала центры продаж и внедрения в США, Европе и Юго-Восточной Азии. Спрос на DragonFly 2020 быстро растет во всем мире, и российским производителям желательно было бы не отставать от коллег в освоении этой перспективной технологии. ООО «Остек-СТ» готово помочь предприятиям РФ в приобретении, запуске, внедрении 3D-принтера DragonFly, в его обслуживании и поставке базовых материалов.

традиционного производства печатных плат; обычно имеются и ограничения по энергоснабжению. Далее, один принтер многократно дешевле полного комплекта оборудования для производства МПП: гальванические ванны, прессы, установки совмещения слоев, скоростные высокоточные сверлильно-фрезерные станки и т. д. – всё это стоит недешево. Наконец, весьма ограниченный перечень расходных материалов

и минимальная материалоемкость самого процесса изготовления МПП делают значительно менее затратной и повседневную эксплуатацию такой установки.

DragonFly 2020 уже вызвал большой интерес у наших заказчиков – разработчиков электронных устройств. Мы уверены, что со временем этот интерес будет только повышаться.

Компании Printprocess AG, Posalux, Universal P. C.V. Equipment, J-KEM, Pola & Massa, Orbotech генеральный директор ООО «Остек-СТ»

Пётр Владимирович Семёнов

Компания Printprocess AG. Эта компания – один из самых уважаемых в мире производителей систем совмещения слоев в пакете многослойной печатной платы (МПП), а также оборудования прямого экспонирования. На стенде компании представлены новинки как в одном, так и в другом классе оборудования.

Установка Rivolino 5 предназначена для сборки пакета гибко-жесткой МПП перед прессованием. Rivolino 5 – единственная в мире машина этого назначения, в которой используется технология скрепления при помощи заклепок. Она обеспечивает серьезные преимущества по сравнению с оборудованием, реализующим другие варианты скрепления – штифтовое, при помощи горячих головок или индукционного локального расплавления смолы препрега. Rivolino 5, во-первых, имеет более высокую производительность, а во-вторых, результат ее работы меньше зависит от человеческого фактора.

Установка получила огромную популярность у производителей Юго-Восточной Азии – при том, что общеизвестна их приверженность к экономии инвестиций, стремление обходиться без дорогостоящего оборудования. Тем не менее, основной экспорт установок Rivolino 5 направлен именно в страны Юго-Восточной Азии, и объем заказов на эти машины столь велик, что компании Printprocess

приходится производить это оборудование с использованием кооперации.

Apollo-DI-A11 – установка прямого экспонирования со светодиодными источниками света. Машина снабжена загрузчиком и разгрузчиком и предназначена для применения в составе полностью автоматической линии изготовления печатных плат и/или слоев МПП. Ее место в линии – после ламинатора, наносящего на плату фоторезист; произведя его экспонирование, машина передает заготовку дальше – на снятие лавсановой пленки, проявление фоторезиста, травление и т. д.

Машина имеет все средства, позволяющие построить производство в соответствии с концепцией «Индустрия 4.0». Если перед попаданием в Apollo-DI-A11 заготовка прошла этап сверления, то на ней может быть высверлен QR-код, определяющий тип обрабатываемой платы. Считав код, установка обращается в локальную сеть предприятия за исполнительным файлом, соответствующим данной плате, и приступает к работе без всякого участия оператора.

Отличительная особенность машин Apollo – модульность построения. Это тоже уникальное качество – никто, кроме Printprocess, не делает модульных машин аналогичного назначения. Вариант, представленный



Установка для сборки пакета гибко-жестких МПП перед прессованием Rivolino 5



Установка прямого экспонирования Apollo-DI-A11

здесь, имеет одну экспонирующую головку. Организуя участок изготовления печатных плат, можно целой сравнительно небольших затрат приобрести установку в такой комплектации и получить качество – минимальный размер проводника и зазора, который Apollo-DI-All экспонирует на стандартном фоторезисте, равен 12,5 мкм. По мере развития производства можно доустанавливать головки, вплоть до максимального числа, допускаемого конструкцией машины, – восемь штук. Установка головки – операция намного менее длительная, чем введение новой машины в работающую технологическую линейку, что повышает оперативность реагирования на увеличение требований к производительности участка. А возможность расходовать средства на дооснащение производства по мере его развития и, соответственно, увеличения оборотов компании, – наилучший вариант для обеспечения финансовой устойчивости бизнеса.

Компания Posalux. Сверлильно-фрезерные станки Posalux – одни из лучших в мире в своем классе. Эта швейцарская компания постоянно совершенствует свои машины, учитывая запросы и замечания потребителей своей продукции.

Демонстрируемый вариант трехстанционный станка UltraSpeed TRIO выполнен в комплектации COMBI. Это значит, что один из шпинделей, смонтированных на каждой из его станций, предназначен для высокооборотного – до 350 тыс. об/мин – сверления, а второй – для прецизионного фрезерования. Рабочий вал последнего вращается в шариковом подшипнике, что позволяет ему выдерживать большие боковые нагрузки, возникающие при фрезеровании канавок, окон и т. д.

Шпиндели управляются независимо один от другого, а отличительной особенностью UltraSpeed TRIO являются отдельные рабочие столы под каждой из станций, также с собственным приводом и независимым управлением. Когда станок сверлит или фрезерует одновременно три одинаковых заготовки МПП, это позволяет учесть их индивидуальные особенности – ведь каждый пакет при прессовании деформируется немного по-своему. Видеокамеры станций после загрузки заготовок производят предварительный замер по реперным знакам на них, и программа передвигает стол и станцию – первый по оси Y, вторую по оси X – таким образом, чтобы их начальное взаиморасположение учитывало деформацию именно того пакета, который находится на данном столе. После этого все три станции могут работать по единой программе, определяемой Excellon-файлом, обеспечивая высочайшую точность сверления и фрезерования – такую, которой весьма трудно достичь на машинах, имеющих один общий стол для всех шпинделей.

Машина оборудована системой автоматической замены инструмента. В задней ее части находится цепная подача кассет с инструментом, а в боковой стенке имеется люк для загрузки. Оператор может поставить новую кассету в систему подачи, не останавливая для этого рабочий процесс. Производительность станка заметно повышается.

Станок для производств меньшей серийности – UltraSpeed MONO. Представленная модель имеет два шпинделя, в данном случае оба они сверлильные. Если работа идет с мультиплицированной заготовкой, и каждая плата в ней имеет размер более 150 мм, то шпиндели расходятся на шаг мультипликации и работают синхронно, увеличивая производительность в два раза по



Одна из станций сверлильно-фрезерного станка UltraSpeed TRIO, комплектация COMBI



UltraSpeed MONO

сравнению с одношпиндельным станком. Если же в работе находится заготовка единой платы, то программа определяет собственный маршрут каждому из шпинделей, которые сверлят отверстия по очереди; в этом случае процесс ускоряется в полтора раза.

По стоимости двухшпиндельный станок ненамного превосходит одношпиндельный, энергопотребление у них почти одинаковое. Понятно, что при таких условиях прирост производительности в 1,5–2 раза существенным образом уменьшает стоимость каждого просверленного отверстия, что вносит весомый вклад в увеличение общей эффективности производства.

Компания **Universal P. C. B. Equipment (UCE)**. Эта компания из Китая производит оборудование для «мокрых» процессов – проявления фоторезиста, обработки поверхностей, травления и т. д. Сегодня в Юго-Восточной Азии вряд ли найдется хотя бы один производитель печатных плат, у которого бы не эксплуатировалось оборудование этой компании. Ее производство столь масштабно, что на вопрос о том, сколько линий выпущено за время существования фирмы, сотрудники UCE отвечают: примерно 150–160 погонных километров. А свою производственную мощность на данный момент они определяют как 1 погонный километр в месяц.

Машины отлично сконструированы, имеют прекрасные параметры реализуемых технологических процессов. Их отличает высокая надежность, в значительной степени объясняемая огромными объемами выпуска; в частности, для изготовления некоторых деталей, которые европейские производители аналогичного оборудования с их сравнительно скромными «тиражами» формируют из болванок на металлорежущих станках, китайские производственники применяют литье – а это минимальные внутренние напряжения и, соответственно, меньшая склонность к поломкам, в том числе к усталостному разрушению.

Наверное, можно и не упоминать, что высокое качество при массовом конвейерном производстве обеспечивает линиям компании UCE цену, выглядящую очень привлекательно на фоне тех же европейских конкурентов.

Компания J-KEM International AB. Эта шведская компания предлагает комплекс химической продукции для полного цикла производства всех видов печатных плат, а также услуги по поддержке технологических процессов этого цикла. Компания одной из первых занялась внедрением нового вида финишного покрытия – иммерсионного олова, и в 1999 году запустила такой процесс на предприятии «Октябрь» в городе Каменск-Уральский.

Надо сказать, в то время иммерсионное олово было инновационной технологией не только в России, но и во всем мире. Теперь, по опыту его двадцатилетней



Прецизионная линия вакуумного щелочного травления фирмы Universal P.C.B. Equipment

эксплуатации, можно с уверенностью сказать, что это покрытие для целей поверхностного монтажа может быть достойной заменой таким технологиям, как гальваническое и иммерсионное золочение.

Сегодня продукцией J-KEM пользуются порядка 120 отечественных производителей, и ими достигнуты весьма серьезные результаты в области изготовления сложных печатных плат. Так, две из этих компаний способны изготавливать платы с отношением диаметра отверстия к толщине платы, равном 1:24 для отверстий диаметром 0,2 мм. Свои химические составы того же назначения в нашей стране, помимо J-KEM, предлагают многие поставщики, но ни один из них не смог подтвердить возможность изготовления таких плат в промышленных масштабах при помощи своей продукции. Собственно, это главное достижение шведской компании за последние годы, но оно прекрасно свидетельствует о высоком уровне технологических разработок J-KEM и обеспечивает ее продукции хорошую перспективу на российском рынке.

Компания Pola & Massa. Итальянская компания Pola & Massa является лидером в производстве машин для механической обработки металлов. Одним из основных ее заказчиков является авиастроительная корпорация Airbus, применяющая оборудование Pola & Massa в операциях финишной зачистки панелей, входящих в конструкцию самолетов. Для предприятий, изготавливающих печатные платы, компания выпускает оборудование для автоматизации процессов загрузки / разгрузки, а также машины для обработки поверхностей печатных плат.

В своих разработках компания часто оказывается впереди всех или большинства производителей



Универсальный роботизированный загрузчик/разгрузчик семейства PeM Heron

аналогичного оборудования. Так, на ее стенде представлен универсальный робот для загрузки/разгрузки технологических установок. Обратите внимание – его рабочая зона открыта. Обычно у такого рода установок она заключается в кожух, чтобы машина отвечала требованиям стандартов по безопасности, принятых в Европе и многих других странах. Робот же фирмы Pola & Massa имеет активную систему безопасности, которая при прикосновении к рабочим органам блокирует их движение, и защитный кожух ему не нужен.

Надо отметить, что оборудование для автоматической загрузки и разгрузки становится все более актуальным. Дело здесь не в экономии на зарплате операторов. Тенденция продолжающейся миниатюризации, усложнения печатных плат приводит, в частности, к тому, что диэлектрические основания плат становятся всё более тонкими. Возрастает риск их деформирования при ручных манипуляциях, а оно ведет к возникновению проблем на последующих операциях. Особенно это существенно для процессов фотолитографии, в которых используются светодиодные экспонирующие головки: у них

очень маленькая глубина фокуса, и любой залом, замятие, отклонение от плоскостности практически неизбежно ведет к отбраковке заготовки.

Еще одна машина Pola & Massa – установка для подготовки поверхностей печатной платы, модель Modular 4/25/FASB-120. Она тоже уникальна, потому что может производить все операции, в том числе снятие заусенцев, с ультратонкими заготовками – толщиной от 25 мкм для стандартного FR-4 и от 50 мкм для неармированного полиимида.

Обычно машины для снятия заусенцев способны обрабатывать платы толщиной не менее 0,3 мм, так как их механика оказывает значительное давление на полимер, в результате чего более тонкая заготовка наматывается на валки, рвется. В результате предприятия, использующие оборудование других производителей, вынуждены приобретать отдельные установки для снятия заусенцев, микротравления, подготовки поверхностей к нанесению фоторезиста, паяльной маски. Машина, способная выполнять все эти операции, экономит производственную площадь, средства на приобретение основных фондов, затраты на электроэнергию и обслуживание. Но установки Pola & Massa имеют и другое важное преимущество.

В машинах для подготовки поверхностей, предлагаемых компанией Pola & Massa, все операции производятся механическими исполнительными органами – щетками. Это означает, что процесс не требует применения каких бы то ни было агрессивных сред. То небольшое количество медной пульпы, которое образуется при обработке платы, проходит через систему фильтрации, причем вода подается обратно в машину. Такое техническое решение практически исключает проблему выполнения экологических требований. В этом состоит, наверное, главная причина, по которой ожидаются большие объемы продаж таких установок, ведь вопросам экологии в развитых странах уделяется очень большое внимание.

Что касается экземпляра, который сегодня стоит на выставочном стенде, то он уже куплен компанией Samsung...



Фрагменты рабочего процесса автомата PeM Heron



Установка для подготовки поверхностей печатной платы компании Pola & Massa, модель Modular 4/25/FASB-120

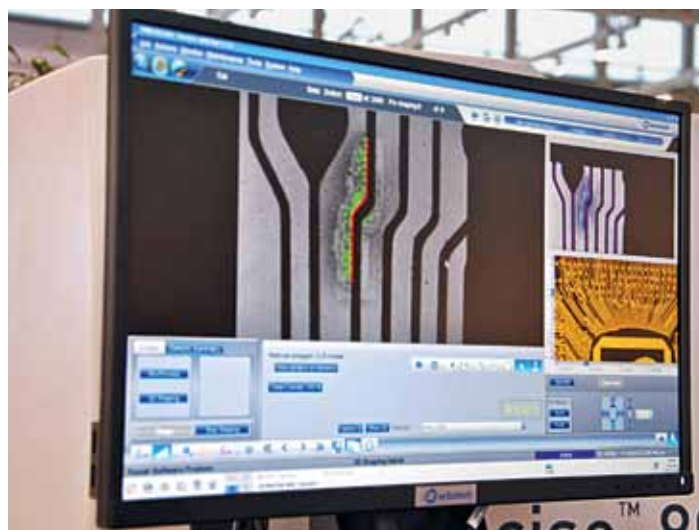
Продано!

Компания Orbotech. Отечественным специалистам компания Orbotech известна прежде всего как разработчик систем автоматизированной оптической инспекции (АОИ). Но это не единственная компетенция фирмы; она также является одной из ведущих компаний в области цифровизации производства печатных плат. Orbotech предлагает системы ERP для предприятий этого профиля, программное обеспечение для подготовки и мониторинга производства, обеспечивающее полную прослеживаемость выполняемых операций, а также занимается автоматизацией ручных операций.

Именно для этого – для автоматизации одного из видов работ, обычно выполняемых вручную, – предназначена установка Precise 800, аналогов которой сегодня в мире не существует. Установка в автоматическом режиме производит ремонт печатных плат с высокой плотностью соединений при наличии в них дефектов типа обрыва проводника и короткого замыкания.

Первичную информацию установка получает от АОИ. После загрузки печатной платы машина производит 3D-анализ выявленных инспекцией дефектов и по данным CAD выясняет, как должен выглядеть поврежденный участок топологии в исправной плате. Если дефектом является короткое замыкание, то установка устраняет паразитную перемычку лазерным лучом. Если имеет место обрыв проводника, то она, опять же при помощи лазера, наносит чистую медь на поврежденное место, причем формируемая «заплатка» в точности соответствует геометрии проводника, заданной в конструкторской документации, – и не на плоскости, а в трех измерениях.

Машина мгновенно нашла своего потребителя. Начав свободную продажу Precise 800 в начале 2017 года, компания к началу выставки productronica поставила заказчикам 345 единиц этой техники. Все продукты Apple, выполняющие функцию средств связи, сегодня производятся с использованием установок Precise 800.



Precise 800: слева – общий вид; справа – визуализация устранения дефекта на экране монитора установки

Компания SEHO Systems GmbH

**региональный менеджер по продажам,
менеджер по глобальным ключевым клиентам
Александр Ридель (Alexander Riedel)**

Прежде чем рассказать о представленных на нашем стенде инновациях в области селективной пайки, я хотел бы обратить ваше внимание на системы манипулирования и элементы конвейера – направление, которым компания SEHO занимается уже достаточно давно, предлагая множество решений от рабочих мест для установки компонентов на плату перед пайкой, в том числе оборудованных лазерным указателем, или для контроля, выполняемого оператором с помощью видеокамеры, и до буферных систем, элементов конвейера для поворота или переворачивания платы, подъемников и проч. Это лишь некоторые примеры. Перечислить всё невозможно прежде всего потому, что в этой области мы ориентируемся на кастомизированные решения: заказчик приходит к нам, рассказывает, что именно ему нужно, и мы разрабатываем систему манипулирования под его конкретные задачи. Это направление у нас активно развивается.

В частности, на этой выставке мы показываем решение, в котором применяется робот для сортировки печатных плат после автоматической оптической инспекции (АОИ), что позволяет избежать множества ошибок, связанных с человеческим фактором. Это решение мы реализовали совместно с производителем данного робота – компанией YASKAWA. Что очень важно, программирование робота выполняется с помощью нашего программного обеспечения, поэтому оператору не нужно переучиваться.

Но, конечно же, центральное место на нашем стенде занимают решения для селективной пайки. На этой выставке мы показываем, в частности, модульную систему SEHO SelectLine, в которой применяется усиленный конвейер с пластиковой вставкой, обладающий очень большим ресурсом за счет пониженного износа и позволяющий обрабатывать платы с тяжелыми компонентами. Также в системе применяется новая камера для коррекции позиции печатной платы по реперным знакам в зоне флюсования.

Еще одно интересное решение в модуле флюсования – автоматическая установка расстояния между головками при загрузке соответствующей программы, например для одновременной обработки двух плат на мультиплицированной заготовке.

В представленной на стенде конфигурации установки применяются обновленный более мощный модуль конвекционного предварительного нагрева платы с обеих сторон и дополнительный кварцевый нижний подогрев. Далее установлена вторая станция нагрева с инфракрасными нагревателями сверху и кварцевыми – снизу. Она обеспечивает нагрев платы с обеих сторон до заданной

температуры, которая контролируется с помощью пирометра.

После флюсования и преднагрева выполняется, собственно, пайка. Модуль пайки может иметь различную конфигурацию. В данном случае применяются две ванны. Это позволяет очень эффективно сокращать время цикла пайки благодаря разработанному и запатентованному нашей компанией синхронному режиму работы головок, при котором они перемещаются по осям X и Y синхронно, а по оси Z – независимо. Как только первая плата покидает станцию подогрева, она перемещается в первую станцию пайки, где начинается ее обработка. После того, как завершается подогрев второй платы, программа пайки первой платы прерывается, и эта плата перемещается во вторую станцию, где ее обработка продолжается, а первая плата занимает ее место в первой станции, и выполняется ее пайка с того же места, с которого продолжается пайка первой. По завершении программы вторая плата перемещается во вторую станцию, а в первую поступает третья плата. Начало пайки третьей



Александр Ридель



Система манипулирования SEHO StreamLine и модульная система селективной пайки SEHO SelectLine на стенде компании SEHO Systems GmbH

платы выполняется одновременно с завершением обработки второй, и т. д. В результате время цикла пайки сокращается почти вдвое.

Наши станции пайки также обладают возможностью корректировки позиции сопла по оси Z в зависимости от фактического прогиба платы, что позволяет обеспечить повторяемость процесса и избежать повреждения сопла или платы. При программировании задаются точки на плате, где будут измеряться расстояния по оси Z, и при обработке установка строит по этим точкам профиль прогиба платы и корректирует позицию головки по высоте.

Также у нас имеется решение для существенного продления срока службы сопел пайки. Сопло – это расходный материал с ресурсом, как правило, в пределах от одной до трех недель. Благодаря нашей запатентованной системе ультразвуковой очистки сопел срок их службы может быть увеличен до трех месяцев, что позволяет сэкономить на соплах от 3 до 10 тыс. евро в год. Кроме того, если сопло покрывается оксидом, припой начинает стекать неравномерно, что может приводить к смыванию поверхностно-монтируемых компонентов, поэтому обычно оператору приходится следить за состоянием сопла и при необходимости счищать с него оксиды, для чего требуется останавливать процесс. В нашем решении сопло очищается автоматически без применения химических средств. Всё что нужно оператору, это задать частоту очистки, что устраняет необходимость в постоянном контроле и вынужденных остановках.

Также особенность наших модулей пайки – применение электромагнитных насосов вместо традиционных механических крыльчаток. Это увеличивает ресурс оборудования благодаря отсутствию вращающихся частей, а также обеспечивает равномерную высоту волны. Кроме того, в таком решении отсутствует турбулентность, что приводит к уменьшению образования шлака и сокращает необходимый объем обслуживания ванн.



Внутреннее пространство модуля пайки с двумя головками системы SEHO SelectLine

Вместо станций селективной пайки в этом модуле могут устанавливаться и другие инструменты в различных сочетаниях, например модуль очистки щеткой для удаления различных оксидов, шариков припоя и т. п., и модуль АОИ. Именно это решение позволило нам получить премию Global Technology Award 2017, поскольку различные сочетания флюсования, селективной пайки, очистки и АОИ в одной установке – это очень гибкое решение, позволяющее нашим заказчикам, помимо прочего, сэкономить на дополнительном оборудовании. Кроме того, модульный принцип позволяет добавлять в установку столько станций, сколько необходимо. Например, если требуется еще больше повысить производительность, можно добавить дополнительный модуль с двумя станциями пайки.

Также к достоинствам этой установки, как, впрочем, и другого оборудования нашей компании, следует отнести то, что ко всем станциям имеется удобный доступ для обслуживания. Этому вопросу мы всегда уделяем особое внимание, так как это в большинстве случаев существенно снижает длительность обслуживания и, как следствие, повышает производительность.

В наших установках уделено большое внимание вопросам экономии ресурсов. В частности, применение импульсных нагревателей, обладающих высокой мощностью и малой инертностью, позволяет экономить электроэнергию за счет включения нагревателей по мере перемещения носителя с платой только на время цикла нагрева.

Экономия азота обеспечивается благодаря программному контролю и регулированию его потребления в зависимости от выполняемой программы обработки. Кроме того, обычно при падении давления азота в линии возникает ошибка, требующая вмешательства оператора. Благодаря программному управлению давлением наша система в ряде случаев способна



К агрегатам системы пайки волной SEHO MaxiWave 2340 S также обеспечен удобный доступ для обслуживания

автоматически подстроить давление на входе, не прерывая работу.

В отношении азота у нас есть еще одно решение, которое, я думаю, будет очень интересно для многих российских производителей. Если азот покупается в баллонах, поставщик обычно гарантирует его качество. Однако при

применении азотных генераторов, которые очень широко распространены на российских предприятиях, часто встречается ситуация, когда качество азота оказывается несоответствующим требованиям процесса. В наших установках выполняется измерение качества азота на входе, что позволяет избежать связанных с этим проблем.

Компания PVA
менеджер по глобальным продажам и маркетингу
Франк Харт (Frank Hart)
и генеральный менеджер по Европе
Питер ван дер Ворст (Pieter van der Vorst)

Среди основных трендов развития материалов и процессов влагозащитного покрытия печатных узлов важное место занимает применение двухкомпонентных составов, поэтому мы уделяем большое внимание этому направлению и представляем на выставке productronica 2017 ряд новых решений для смешивания компонентов в нужной пропорции и нанесения распылением «на лету». Наша компания очень плотно работает с производителями материалов, что позволяет учитывать тренды в их разработках для улучшения процессов нанесения. Результатом такого взаимодействия, в частности, стала разработка клапана VPX-2K для селективного нанесения двухкомпонентных покрытий.

Вторым важным направлением развития является каплеструйное нанесение влагозащитных и иных покрытий, которое обладает высокой точностью и обеспечивает возможность обработки миниатюрных изделий, а также плат с высокой плотностью монтажа. Этот процесс достаточно дорогой и очень сложный в управлении. Мы видим свою задачу в том, чтобы предоставить



Питер ван дер Ворст (слева) и Франк Харт (справа)

промышленности решения для управляемых процессов каплеструйного нанесения защитных покрытий практически всех видов. Наш клапан каплеструйного нанесения JDX, который может применяться в представленных на нашем стенде установках Delta 6 и Delta 8, позволяет работать с материалами с вязкостью до 400 000 спз, выполнять процесс очень быстро – со скоростью до 300 доз в секунду, и наносить дозы объемом всего 10 нл на области с зазором 300 мкм.

Также установки Delta 6 и Delta 8 опционально могут комплектоваться запатентованной 4-осевой системой, то есть с наклоном и вращением клапана, что позволяет более точно и качественно наносить материалы в сложных областях изделий. В представленной на нашем стенде установке Delta 8 на головке с 3-осевым перемещением имеется два клапана с индивидуальными четвертыми осями. Шаг между клапанами задается программно, что позволяет одновременно выполнять обработку двух плат на мультиплицированной заготовке, достигая удвоения производительности. Также данное оборудование позволяет наносить несколько материалов с помощью одной установки, обеспечивая высокую гибкость, в настоящее время особенно востребованную заказчиками.

Еще одно активно развивающееся направление – Optical bonding, или, другими словами, соединение



Установка селективного нанесения покрытий Delta 6



Внутреннее пространство установки селективного нанесения покрытий Delta 8 с двумя клапанами

различных изделий с помощью оптически прозрачных адгезивов. Вероятно, в ближайшее время этот рынок в глобальном масштабе станет для нас вторым по объему. Это направление действительно ставит новые задачи перед отраслью, и мы вкладываем большие ресурсы в соответствующие разработки, чтобы отвечать этим вызовам. На этой выставке мы представляем систему Delta Bond, которая способна наносить адгезив заливкой, устанавливать приклеиваемое защитное стекло, контролировать растекание адгезива с помощью системы Fluid-Flow Vision и выполнять полное отверждение адгезива в одной установке.



Установка Delta Bond компании PVA для работы по технологии Optical bonding – приклеивания на дисплеи защитного стекла специальными оптически прозрачными адгезивами

Также хотелось бы отметить, что мы видим активное развитие российского рынка, который предъявляет высокие требования к оборудованию нанесения покрытий. В то же время в России исторически применяются материалы, нанесение которых сложно автоматизировать, поэтому российские предприятия ищут альтернативные решения, и мы готовы помочь им в том, чтобы внедрить современные процессы, обеспечивающие высокое качество покрытий.



Бернд Хайнрих

**Компания Electrolube
менеджер по ключевым клиентам, Германия
Бернд Хайнрих (Bernd Heinrich)**

На этой выставке мы показываем ряд новых защитных покрытий, материалов для обеспечения теплового режима и заливочных компаундов. В частности, новые покрытия дополняют некоторые более ранние двухкомпонентные материалы серии 2K, которые вы уже могли видеть на предыдущих выставках, в том числе на выставке electronica 2016.*

Компания Electrolube расширила линейку двухкомпонентных защитных покрытий на полиуретановой основе 2K, до этого включавшую такие материалы, как 2K100, 2K300 и 2K500, новыми продуктами: 2K350, 2K550 и 2K850. Материал 2K100 – покрытие общего применения, которое обеспечивает очень хорошую защиту от влаги и химических веществ. Материалы 2K300 и 2K500 обладают расширенным температурным диапазоном и способны работать при температуре до +150 и +130 °C соответственно, при этом материал 2K300 отличается высокой эластичностью и малой твердостью, в то время как 2K500 обладает более высокой твердостью и обеспечивает защиту, сравнимую с защитой заливочным компаундом. Кроме того, этот материал оптически прозрачный и может применяться для покрытия светодиодных изделий.

Основное отличие новых материалов 2K350, 2K550 и 2K850 в том, что они являются самозатухающими и соответствуют классу V-0 по стандарту UL 94. Кроме того, материал 2K350 обладает твердостью по Шору A55, то есть

* См.: ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2017. № 1. С. 58–59.



Защитные покрытия и материалы для обеспечения теплового режима на стенде компании Electrolube

он достаточно мягкий, чтобы хорошо работать в условиях термоударов. Материал 2K550 сравнительно близок по свойствам к покрытию 2K500, но помимо этого является самозатухающим. Все материалы линейки 2K

могут наноситься с помощью установок селективного нанесения покрытий.

На материал 2K850 хотелось бы обратить особое внимание. Хотя он относится к двухкомпонентным полиуретановым защитным покрытиям, он также обладает механизмом ультрафиолетового (УФ) отверждения. Это означает, что его можно стабилизировать с помощью УФ-излучения сразу после нанесения, практически мгновенно обеспечив отсутствие липкости.

Еще одна наша недавняя разработка – не содержащее ароматических соединений акриловое покрытие AFA. За последнее время мы расширили и улучшили линейку акриловых покрытий, и теперь у нас есть готовые к применению материалы для нанесения не только распылением, но и для пленочного селективного нанесения.

Другая ключевая новинка относится к заливочным компаундам. ER2225 от Electrolube – это эпоксидный материал черного цвета, обладающий очень высокой стойкостью к химическим веществам, широким диапазоном рабочих температур от –40 до +180 °С (до +210 °С при кратковременном воздействии) и хорошей теплопроводностью –1,1 Вт/(м·К). Он очень хорошо подходит для применения в автомобильной и промышленной электронике. Этот материал также проявляет отличные характеристики течения даже между компонентами очень малого размера.

ELECTROLUBE
THE SOLUTIONS PEOPLE

у нас есть решение

Заливочные компаунды

Обеспечение тепловых режимов

Контактные смазки

Отмывка

Защитные покрытия

Средства для ремонта и технического обслуживания

Symmetron

МОСКВА +7 495 961-20-20	САНКТ-ПЕТЕРБУРГ +7 812 449-40-00	НОВОСИБИРСК +7 383 361-34-24	МИНСК +375 17 336-06-06
----------------------------	-------------------------------------	---------------------------------	----------------------------

www.symmetron.ru техническая поддержка: electrolube@symmetron.ru



Компания Electrolube также представила ряд новых решений в области полиуретановых материалов, прежде всего для заливки светодиодов. Это оптически прозрачные компаунды UR5640 и UR5641, обеспечивающие как высокий уровень защиты от внешних воздействий, так и эстетичный внешний вид. Кроме того, материал UR5641 является самозатухающим. Благодаря алифатической структуре отвержденного компаунда эти материалы естественным образом не подвержены эффекту пожелтения под воздействием УФ-излучения.

В области материалов для обеспечения теплового режима компания Electrolube демонстрирует теплопроводящую пасту HTCX. Это усовершенствованная (Xtra) версия пасты HTS, обладающая более высокой

теплопроводностью, составляющей 1,35 Вт/(м·К), и лучшей стойкостью к эффекту вытекания при циклическом нагреве и охлаждении (pump-out). На этой выставке мы также представляем силиконовую пасту HTSX – Xtra-версию материала HTS, обладающую повышенной теплопроводностью – 1,58 Вт/(м·К), в то время как данная характеристика пасты HTS составляет 0,9 Вт/(м·К).

На этом мероприятии мы также представили наши материалы для обеспечения теплового режима с фазовым переходом TPM350 и TPM550. Эти материалы с повышенными характеристиками могут наноситься с помощью трафаретной печати. Они меняют свое состояние при температуре 50 и 45 °С соответственно, а материал TPM550 обладает теплопроводностью 5,5 Вт/(м·К).



Сергей Аваков

ОАО «КБТЭМ-ОМО»
директор ОАО «КБТЭМ-ОМО»
Сергей Мирзоевич Аваков

Основным потребителем продукции компании «КБТЭМ-ОМО» является Российская Федерация – это неудивительно, ведь наши кооперационные связи с российскими предприятиями уходят корнями еще в советское прошлое, в 1960-е годы. Но инновационная продукция должна иметь как можно более широкий рынок, иначе она себя не окупает.

предприятий Воронежа, планируем пообщаться с руководителем фирмы из Калуги, а прямо сейчас идет беседа со специалистами из Российского центра фотомасштабов.

Кстати, идея этого года – объединить выставки SEMICON и productronica, – похоже, доказала свою эффективность: посетителей стало гораздо больше. Тематика обеих выставок пересекается, и посетители, приехавшие на одну из них, находят полезную для себя информацию на другой, и получается заметный мультипликативный эффект...

На стенде мы показываем в основном серийную продукцию, а о новых разработках рассказываем на организуемых здесь для этой цели мероприятиях. То, что мы поставляем сегодня – это комплекты оборудования и отдельные установки для производства фотомасштабов с технологической проектной нормой 90 мкм. А докладывать будем о ведущихся сейчас работах по трем ключевым установкам из состава этой производственной цепочки, которые позволят изготавливать фотомасштабы с нормой 65 мкм, а в некоторых случаях – 45 мкм. В этом движении в сторону уменьшения проектной нормы – и наше естественное стремление к развитию, и объективная необходимость удержания и увеличения своей доли на рынке технологического оборудования для микроэлектронной промышленности.

Как известно, мы выпускаем установки и для другого метода нанесения топологического рисунка, при котором исключается необходимость использования фотомасштаба – непосредственного генерирования на полупроводниковой пластине. Этот метод будет востребован всегда, потому что есть задачи, для которых он предпочтителен.

Во-первых, это опытно-конструкторские работы. Подготовив проект новой микросхемы, разработчик должен ее по возможности быстро изготовить и протестировать,

Необходимо проводить исследования, опытно-конструкторские работы, организовывать серийное производство новых образцов – все это требует средств, которые можно заработать, только имея достаточно большой объем продаж. Нам нужны и зарубежные заказчики.

Будучи членом международной ассоциации SEMI (Semiconductor Equipment and Materials International), «КБТЭМ-ОМО» принимает участие в организуемых ею выставках – как в мюнхенской SEMICON Europa, так и в других, в частности, SEMICON West, проходящей в Сан-Франциско, в шанхайской SEMICON China. География нашего партнерства включает и Европу, и США, и страны Юго-Восточной Азии. Так, вчера мы встретили здесь нашего давнего партнера из Тайваня, сегодня – из США. Но больше всего даже здесь, в Мюнхене, мы общаемся с коллегами из России: провели переговоры с директором одного из

в случае ошибки – доработать проект и опять изготовить и испытать. Тут и выручает метод непосредственного генерирования. На пластину наносится фоторезист, производится нанесение рисунка методом непосредственного генерирования, и дальше все идет по стандартному циклу производства микросхем – проявление, травление и т. д. Но непосредственное генерирование исключает из стандартного цикла до 17 технологических операций, а собственно нанесение рисунка занимает один час, максимум два, если требуется очень высокое качество и установка должна сделать два прохода. Да, за этот час мультипликатор (по-английски эта машина называется stepper) сделает 100 пластин, но в нашем случае достаточно и одной.

Второй потребитель установок непосредственного генерирования – заказчики, которым нужна небольшая серия их приборов; таких как раз особенно много в России. Для них производительность мультипликатора избыточна, и то, что им нужно, они получают методом непосредственного генерирования быстро и недорого.

Наконец, третий случай – когда надо изготовить какие-то уникальные приборы, например, кристаллы особо большого размера. Непосредственное генерирование на кремний позволяет сделать кристалл размером во всю полупроводниковую пластину. Например, когда американцы делали комплект микросхем для одной из программ Стратегической оборонной инициативы (помните

«Звёздные войны» президента Рейгана?), они специально разработали генератор рисунка на кремнии и изготовили кристаллы размером порядка 12×5 см.

Я думаю, метод непосредственного генерирования и впредь останется востребованным. Поэтому мы совершенствуем наши генераторы в направлении уменьшения технологических проектных норм. В ближайшие 5–7 лет, по нашему мнению, в этой технологии должно произойти то же самое, что когда-то случилось с мультипликаторами – переход к иммерсионной литографии. И мы в нашей новой разработке планируем применить иммерсионный объектив, его экспериментальный образец уже создан и доказал свою работоспособность. Причем за счет большой апертуры он позволил на УФ-генераторе с длиной волны 355 нм нарисовать то, что раньше рисовали только в глубоком ультрафиолете, на длине волны 248 нм. В наших планах – достичь в этой области результатов, подобных тем, которых в свое время добилась компания ASML со своими иммерсионными мультипликаторами.

Заканчивая, хотел бы сказать: мы благодарны всем нашим заказчикам из России. Они составляют большую часть потребителей нашей продукции, в первую очередь мы стараемся делать то, что нужно им, и на этой основе можем продолжать свое развитие, добиваться новых успехов. ●