

Печать на сложных трехмерных поверхностях: уникальные решения компании Neotech AMT



Текст: **Илья Шахнович**



Сегодня технологии трехмерной электроники все активнее применяются в промышленном производстве. Аббревиатура 3D-MID прочно вошла в обиход конструкторов, пластиковые детали с токопроводящим рисунком и электронными компонентами на трехмерной поверхности используются в самых разных задачах, в том числе в весьма ответственных приложениях бортовой электроники. До недавнего времени едва ли не единственной технологией аддитивного формирования токопроводящего рисунка на 3D-структурах в массовом производстве был метод прямого лазерного структурирования. Процесс сложный, многостадийный, требующий специальных материалов, прецизионной лазерной обработки и мокрой химии.

Однако мир не терпит монополии, в том числе – технологической. Несколько лет назад на рынке появились системы немецкой компании Neotech AMT, позволяющие непосредственно печатать на сложных 3D-поверхностях. Это шаг может стать аналогичным переходу от традиционных печатных плат к технологиям печатной электроники. Что характерно, с помощью установок Neotech AMT уже выпускается крупносерийная продукция. О созданной в компании технологии и оборудовании нам рассказал управляющий директор доктор Мартин Хедгес (Martin Hedges).

В 1982 году в Университете Фридриха-Александра в Эрлангене и Нюрнберге (FAU) был создан машиностроительный факультет. Тогда он назывался Институт производственных технологий. Сегодня машиностроительный факультет включает восемь различных институтов. Один из них – Институт автоматизации производства и промышленных систем (FAPS – Factory Automation and Production Systems). Его в 1982 году создал и возглавил профессор Клаус Фельдман. В 2009 году главой FAPS стал профессор Йорг Франке (Jörg Franke), известный специалист в области технологий трехмерной сборки в электронике. В частности, он является председателем Ассоциации 3D-MID.



1
Опытное производство FAPS

Сегодня FAPS размещается на двух площадках. Первая, исторически – в университетском кампусе в Эрлангене. Вторая площадка находится непосредственно в Нюрнберге, на территории бывшего завода шведской компании AEG. Именно здесь, на площадях порядка 2,5 тыс. м², расположилось экспериментальное производство FAPS. Оно оснащено современным промышленным оборудованием: линейками поверхностного монтажа, системами разварки выводов кристаллов, установками оптической и рентгеновской инспекции, системами климатических и механических испытаний, набором оборудования для технологии 3D-MID методом прямого лазерного структурирования (LDS) и т.п. О масштабах этого «опытного» предприятия говорит тот факт, что здесь установлены четыре автомата для поверхностного монтажа – три из семейства SIPLACE от Siemens (сейчас ASM) и один модуль Fuji NXT-II. Производство оснащено пятью печами оплавления, из них три – для пайки в паровой фазе. Такими мощностями могло бы гордиться любое серийное производство. Здесь же все это предназначено для исследовательских задач в различных областях электроники и мехатроники: от корпусирования электронных ком-

понентов до разработок в области электроприводов и кабельных систем. Институт ведет ряд междисциплинарных исследований: от биоэлектроники и биомехатроники до систем автоматизации и САПР. Причем из 90 сотрудников FAPS, вовлеченных в эти исследования, три четверти финансируются за счет сторонних источников.

Неудивительно, что такой исследовательский центр является своего рода бизнес-инкубатором и одновременно технопарком для небольших инновационных компаний. Одна из них – Neotech AMT, производитель оборудования для нанесения токопроводящего рисунка на трехмерные поверхности. Компания очень невелика, однако весьма вероятно, что результаты ее деятельности станут одной из составляющих технологического прорыва электроники в третьем измерении. Мы приехали в Нюрнберг не только ради беседы с управляющим директором Neotech AMT доктором Мартином Хедгесом, но и для того, чтобы увидеть, в каких условиях в Германии развиваются стартапы, как строится взаимодействие между университетской наукой и небольшими группами специалистов, продвигающих передовые технические идеи.



Д-р. М. Хедгес

Доктор Хедгес, как создавалась компания Neotech AMT?

Наша компания была основана в 2001 году как Neotech Service. В середине 2000-х мы начали заниматься печатной электроникой, а затем увлеклись идеей печати на трехмерных поверхностях. В 2006 году приступили к разработке системы 3D-печати и к 2009 году создали действующий образец. В прототипе использовался 6-осевой робот, перемещавший заготовки. Для нанесения линий мы выбрали метод аэрозольной печати Aerosol Jet компании Optomec, а для управления процессом создали собственное программное обеспечение (ПО). В 2010 году установили на территории FAPS первую промышленную установку 3D-печати и работали как сервисная компания. Однако кинематическая схема

на основе 6-осевого робота и управляющая программа оказались слишком сложными. Поэтому мы перешли на стандартную для промышленности систему с ЧПУ с 5-осевой схемой. Для управления разработали собственное ПО Motion 3D на основе стандартного коммерческого пакета CAD/CAM.

В 2012 году мы зарегистрировали новую коммерческую компанию Neotech AMT, концентрирующуюся на разработке, производстве и продаже собственных систем 3D-печати. В том же году мы представили первую коммерческую систему Aerosol Jet 45X (AJ45X) для массового производства. Первая продажа состоялась в июле 2013 года – нашу установку приобрела тайваньская компания Lite-On для своего производственного предприятия в КНР. Установка предназначалась для формирования антенны на внутренней изогнутой поверхности корпуса мобильного телефона. После постпродажной подготовки и отработки всех производственных процессов в 2015 году началось массовое производство таких корпусов с антеннами. Сегодня эта машина работает непрерывно, обрабатывая порядка 30 тысяч деталей в неделю.

Сегодня в мире развиваются несколько альтернативных технологий трехмерной печатной электроники. В чем особенность вашего подхода?

Конечно, мы начинали не на пустом месте. В области печатной электроники разработано уже немало процессов, и многие из них можно использовать для 3D-печати. Между 2D- и 3D-печатью немало общего, например, вопросы вязкости чернил, их адгезии с поверхностью, наполнители и т.п. Однако есть ряд принципиальных отличий, которые необходимо принимать во внимание.

Печать на 3D-поверхностях для задач электроники требует разработки трех основных технологий: нужно научиться наносить линии, формировать токопроводящий рисунок в целом и устанавливать компоненты. Но до этого необходимо создать заготовку, своего рода трехмерную плату. Эту задачу решает 3D-принтер. Конечно, можно формировать заготовку как стек из двумерных слоев – именно такой подход используется в технологиях стереолитографии (SLA) или селективного лазерного спекания (SLS). В принципе, такие методы позволяют вводить в структуру печатные проводящие элементы, оставлять отверстия для будущих переходных отверстий, встраивать компоненты и т.д. Это открывает много интересных возможностей, особенно в комбинации с традиционными технологиями электроники и 3D-печати. Мы тоже работаем в данной области. Однако основным методом, на котором мы сфокусированы – это прямая печать на поверхностях готовых 3D-структур, как внутренних, так и внешних.

Сегодня в области 3D-MID активнее всего используется процесс прямого лазерного структурирования.

Однако это реально длительный и многостадийный процесс, включающий множество различных технологических операций: от собственно литья заготовок из специального пластика и их лазерной обработки до химических процессов осаждения токопроводящих дорожек. Мы можем делать аналогичные изделия, используя только технику печати и самые обычные материалы.

Какие технологии лежат в основе ваших систем 3D-печати?

Первая задача, которая встала перед нами – как, собственно, нанести линию на трехмерную поверхность? Прежде всего, в отличие от плоских слоев, в 3D неприменимы технологии контактной печати, такие как трафаретная печать. Конечно, контактные методы можно использовать в случае простых поверхностей, например, цилиндрических. Но как быть со сложными? Ведь форма деталей, полученных методом литья под давлением или по другим технологиям, имеет определенный допуск, отклонения от эталонной формы ощутимы.

Изначально мы выбрали технологию аэрозольной (каплеструйной) печати Aerosol Jet компании Optomec. У этой технологии есть одно врожденное достоинство – форсунка печатающей головки отстоит от поверхности. Как правило, зазор составляет порядка 5 мм. Это очень хорошо для трехмерной печати, поскольку можно нивелировать отклонения формы от модели. В результате мы избегаем множества проблем, например, нестабильности ширины печатаемых линий.

В нашем случае ширина линии зависит только от диаметра аэрозольного пучка, который, в свою очередь, определяется диаметром сопла форсунки печатающей головки. Форсунки могут быть разными, типичный диаметр их отверстий для промышленных машин – 1 или 0,6 мм. Такие форсунки позволяют печатать линии шириной от 1000 до 300 мкм. Однако для машин, предназначенных для исследовательских задач, мы предлагаем форсунки с отверстиями диаметром до 100 мкм. Они дают возможность печатать линии шириной менее 100 мкм – здесь многое зависит от типа материала подложки и чернил. Например, печать серебряными чернилами по чистой полиимидной поверхности позволяет получать очень тонкие линии, до 50-60 мкм. Причем все это – на 3D-поверхностях. Однако дорожки подобной ширины пока более характерны для 2D-печати. Мы же фокусируемся на 3D, где требуются линии шириной 100 мкм и более.

Итак, мы решили первую задачу – как нанести точную линию. И сразу же встала вторая – научиться управлять инструментом печати при перемещениях с четырьмя-пятью степенями свободы (линейные перемещения по трем осям и вращения в двух плоскостях). Это необходимо для работы со сложной трехмерной геометрией поверхности. Задача не слишком тривиальная. Мы раз-

работали программный пакет Motion 3D. Он основан на коммерческой системе CAD/CAM, но мы модифицировали его для задач трехмерной печати.

С помощью Motion 3D можно делать множество вещей. Например, формировать различные стратегии печати на основе исходного проекта и моделировать процесс печати, включая перемещения образца и головки. Установка допускает различные методы перемещения инструмента. Например, последовательное движение по осям с последующими поворотами, одновременное движение по четырем или пяти осям. Предусмотрен механизм прерывания процесса печати для пересечения линий. Выбирая ту или иную стратегию, можно оптимизировать определенный параметр: точность, время обработки и т. п. Например, при массовом производстве принципиально важно сокращение цикла обработки. Если вы производите в неделю 30 тыс. деталей, экономия времени обработки одной детали на 2 с складывается в 16 часов – 10 % рабочего времени при круглосуточной работе.

Очень важная функция, реализованная в системе управления, т.н. режим контроля центральной точки инструмента (ТСП – tool center point). Он необходим, чтобы обеспечить стабильную заданную скорость перемещения печатающей головки относительно сложной поверхности. Иначе скорость подачи наносимого на подложку материала будет не соответствовать скорости перемещения головки, что приведет к дефектам печати.

Отмечу, что для управления машиной мы используем стандартный язык – G-код. Любой, кто работал со станками с ЧПУ, знает этот язык. Так, наши китайские клиенты легко понимают G-код, не требуется никакого специального обучения. Вы можете написать управляющую программу, посмотреть в режиме симуляции, как будет происходить печать, оценить различные стратегии перемещения и только после этого приступить к непосредственной работе.

С какими материалами могут работать ваши системы печати?

Технологии аэрозольной печати позволяют наносить широкую гамму материалов, но более всего они подходят для формирования проводящих дорожек. В основном мы работаем с серебросодержащими чернилами, но можем печатать золото- и платиносодержащими материалами. Последние, например, очень актуальны для производителей сенсоров. Мы печатаем и различные диэлектрические материалы, прежде всего – УФ-отверждаемые акриловые или эпоксидные лаки. Вот два основных класса материалов, для которых аэрозольная печать подходит лучше всего.

Конечно, технология Aerosol Jet позволяет наносить и резистивные пасты, полимерные пленки для конденсаторов, органические полупроводниковые и даже гра-

феносодержащие материалы, все, что требуется для органической печатной электроники. Однако мы считаем, что для таких задач технология аэрозольной печати не эффективна – слишком сложно, медленно, дорого. И тяжело добиться стабильного результата. Для печатной электроники, особенно в области 2D, есть другие методы, например, дозирование.

При выборе материала важно учитывать свойства подложки. Ведь серебросодержащие чернила необходимо спекать, и чем выше температура этого процесса, тем ниже сопротивление проводника. Сейчас мы в основном работаем с полиимидными пластмассами, с поликарбонатными и АБС-пластиками (акрилонитрил-бутадиенстирол), а также с ПЭТ-материалами (полиэтилентерефталат, лавсан). У этих материалов температура стеклования сильно различна: у некоторых более 200 °С, у ПЭТ – порядка 60-80 °С. Соответственно, при печати одними и теми же чернилами мы получаем проводники с различным сопротивлением. Мы всегда готовы провести экспертизу возможности 3D-печати того или иного нового материала, в том числе по просьбе заказчика.

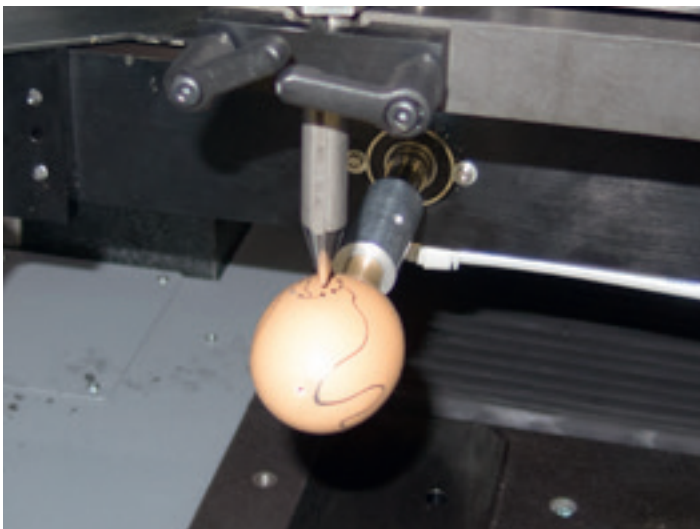
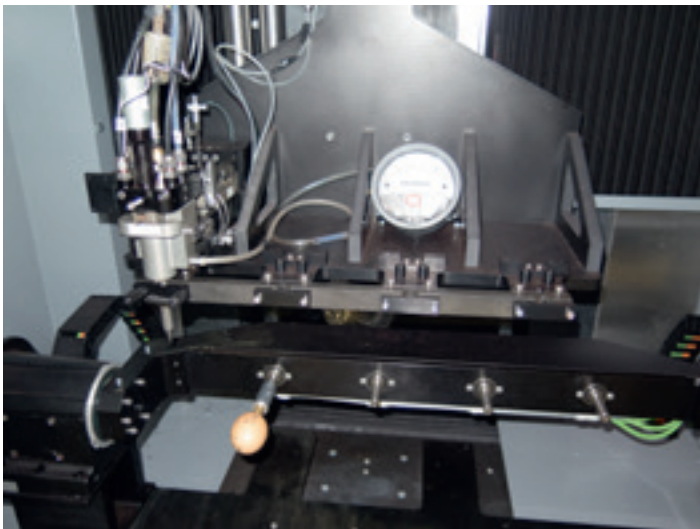
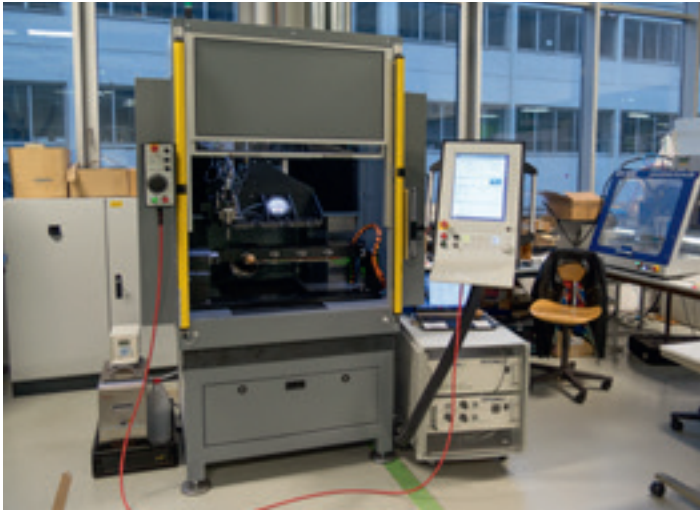
Какие установки вы предлагаете заказчикам?

Установка AJ-45S – это наш первый продукт для массового производства. В ней используются четыре печатающие головки, работающие в параллель. Соответственно, установка одновременно обрабатывает четыре одинаковые детали. Диапазон перемещения головок – 600 × 500 × 250 мм. Для перемещения используются прецизионные линейные двигатели с энкодерами, что обеспечивает точность позиционирования по линейным осям до 5 мкм, повторяемость – до 2 мкм, точность поворотов – не хуже 1,5 угловых минут с повторяемостью до 6 угловых секунд. Причем скорость перемещения может достигать 1 м/с, однако обычно скорость печати составляет от 10 до 20 мм/с.



2

Установка AJ-45X в производственной зоне FAPS



3 4 5

Установка AJ-45X. Сейчас в ней установлена только одна печатающая головка, однако видны места для остальных трех

Специальная технология Look ahead – «взгляд вперед» – обеспечивает управление движением головки с дискретностью менее 1 мс, компенсируя резкие толчки и выдавая требуемое качество печати. Установка очень проста в обращении, достаточно ввести программу, указать начальную точку и можно начинать работу.

Опционально установка может оснащаться модулем спекания LBS (Light Beam Sintering) – это система локального нагрева на основе источника света мощностью 250 Вт с рефлектором с воздушным охлаждением и коллимирующими линзами. Нагревающая головка располагается на расстоянии 30-50 мм от подложки, формируя на ней световое пятно диаметром до 2,5-3 мм. Такая система обеспечивает локальный нагрев, что очень важно при работе с низкотемпературными поликарбонатными деталями. Благодаря механизму контроля мощности она позволяет полностью спекать слои толщиной и менее 1 мкм, и свыше 10 мкм.

Мы изначально ориентировались на оборудование для массового производства. Однако рынку необходимы и недорогие системы для малосерийного и опытного производства. Поэтому мы расширили модельный ряд, создав экономичную модель для быстрого прототипирования AJ 15X ELA с одной печатающей головкой. Это очень мощный инструмент для печатной 3D-электроники. Система может оснащаться головкой спекания LBS и обладает всеми функциональными возможностями старшей модели. Особенность установки в том, что она позволяет перемещать головку в диапазоне 1380 × 1580 × 580 мм с точностью до 10 мкм. Такая система может печатать на крупных заготовках.

В 2016 году мы представили новую установку PJ 15X с пьезоэлектрической печатающей головкой. Она обладает всеми возможностями предыдущих моделей, но имеет дозирующую головку нового типа. Такая головка позволяет печатать линии шириной до 100 мкм, объем материала в дозируемой точке составляет от 5 до 60 нл. Причем гамма материалов весьма широка: помимо чернил с нано- и микрочастицами можно наносить эпоксидные адгезивы, диэлектрики, даже биологические материалы. Технология пьезодозирования позволяет работать с чернилами с широким диапазоном вязкости: от 0,5 до 500 мПа*с.

Создав машины с разным типом печатающих головок, мы открываем перед производителями новые возможности. Так, аэрозольная печать хороша для нанесения тонких токопроводящих линий, но для изолирующих слоев, занимающих большую площадь, лучше использовать более дешевые технологии дозирования. Наши машины можно встраивать в производственную линию, например, две одинаковые установки, но с разным типом печатающих станций, чтобы наносить различные материалы.

Как организовано производство ваших установок 3D-печати?

Мы продолжаем развивать технологию 3D-печати, расширять модельный ряд оборудования. Но при этом наша компания очень невелика – в ней всего пять штатных сотрудников. Конечно, при необходимости мы привле-



6 Антенна для мобильного телефона - массовый продукт, изготавливаемый с помощью AJ-45X

каем сторонних специалистов, у нас проходят практику студенты университета FAU. Кроме того, мы ведь находимся в Германии, вокруг нас множество превосходных производителей материалов, механических узлов, электроники и т.д. Поэтому нет смысла все делать самим, гораздо эффективнее работать по схеме fabless. У нас есть производственные партнеры, производящие отдельные узлы установок. Мы же выступаем разработчиками и контролируем лишь ключевые этапы.

Какие продукты уже производятся с помощью установок Neotech?

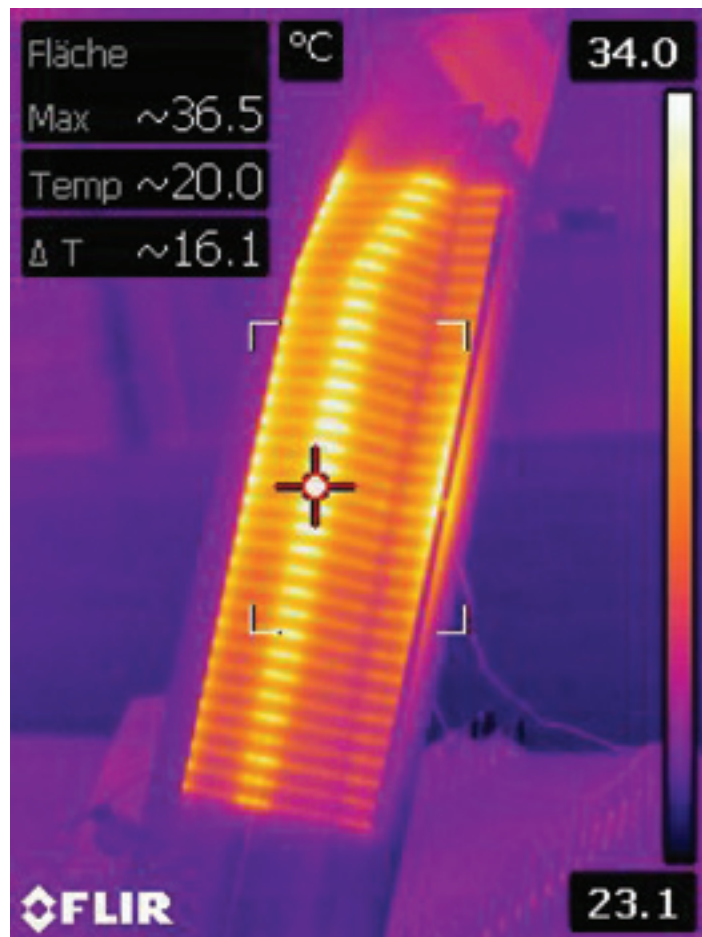
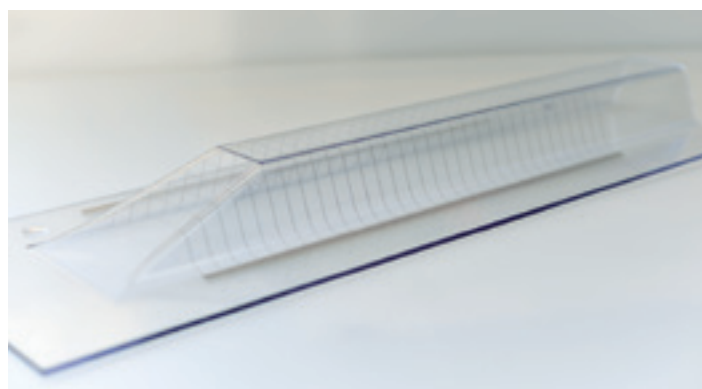
Прежде всего, наша установка AJ-45S используется для производства антенн мобильных устройств. Серебросодержащие чернила наносятся на поверхность заготовки из полиамидной пластмассы, спекание проводят в печи. В результате получается антенна, по своим характеристикам соответствующая стандартным изделиям. Однако себестоимость формирования такой антенны оказывается ниже по сравнению с существующими технологиями.



7 Прототип датчика уровня заполнения бака, выполненный с помощью технологии прямой печати

Наши машины используются и в проектах, которые пока не дошли до стадии выпуска массовой продукции, но это лишь дело времени. Например, установка Neotech применяется для изготовления автомобильного датчика заполнения бака. На внешней стенке литой емкости из полиамида серебряными чернилами печатаются два емкостных сенсора, а также токопроводящий рисунок для схемы управления. Электронные компоненты монтируются на проводящий адгезив без припоя. Получается дешевое и эффективное решение.

Другой проект, также для автомобильной промышленности, связан с переходом на поликарбонатные стекла. Их применение дает выигрыш по массе примерно



8 Печать нагревателя на сложной поликарбонатной заготовке

на 30 %. Но возникает вопрос – как их обогреть? Ведь сейчас нагревательные элементы наносятся на стекло посредством трафаретной печати, иногда – методом прямого дозирования. Здесь серьезные вызовы связаны с очень сложной геометрией поверхности. Мы применили технологию аэрозольной печати и получили нужный результат. Мощность нагревателя составила 18 Вт, токопроводящие дорожки наносились на сложный профиль большого размера – 750 × 250 × 170 мм. И здесь незаменимым оказался метод ТСП, поскольку важно сохранить непрерывную линию с постоянным сопротивлением, чтобы обеспечить стабильный равномерный нагрев.

Сформировать токопроводящий рисунок на трехмерной поверхности – это лишь часть задачи. Как на такую 3D-заготовку монтировать электронные компоненты?

Наша цель – создать полностью автоматическую линию производства 3D-электроники. И монтаж компонентов – одна из основных задач в области 3D-MID, которую необходимо решить. Сейчас для 3D-структур установка компонентов выполняется вручную. Но в 2016 году мы приступили к интеграции 3D-монтажа и печатного процесса. Конечно, реализовать такой проект можно только в тесном сотрудничестве с другими компаниями. У нас есть партнеры, поставляющие установочные головы, системы подачи компонентов, питатели и т. п. И задача Neotech AMT – интегрировать все это в трехмерном пространстве.

Сейчас мы создаем машины для относительно простых элементов: проводники, антенны, емкостные сенсоры, нагреватели и т.п. Но в ближайшем будущем мы намерены развивать технологию для создания 3D-устройств с большей функциональностью. Такие устройства требуют монтажа сложных компонентов: транзисторов, интегральных схем и т.п. Для этого необходимо объединить технологии печатной электроники с традиционными электронными компонентами.

Печатная электроника уже сегодня позволяет формировать органические транзисторы и простейшие логические схемы, печатать резисторы, конденсаторы и т. п. Однако эта технология еще не достигла уровня развития, пригодного для массового промышленного производства. Конечно, в отдельных задачах эти технологии эффективны – например, печатать на гибких платах методом roll to roll простые схемы для идентификационных меток. Но я не думаю, что такие технологии в ближайшее время будут востребованными в автомобильной или промышленной электронике, в системах мобильной связи и в других приложениях, где требуются высочайшие характеристики производительности и надежности. А наши усилия направлены на создание установок, необходимых для решения актуальных промышленных задач.

Поэтому на следующем этапе работ мы приступаем к освоению методов встраивания компонентов в поверхность. Например, серебряную пасту, наносимую методами печати, можно использовать как клеевую основу вместо припоя. Такой подход открывает очень интересные возможности в области силовой электроники. Так, на плате серебродержащими материалами печатаются контактные площадки толщиной 5-10 мкм. В них впрессовывают чипы, а затем спекают проводящий связующий материал. В результате можно получать более тонкие изделия силовой электроники, поскольку толщина слоя припоя в традиционных методах, как правило, составляет порядка 100 мкм. Более тонкий слой улучшает теплоотвод от силовых элементов. Более того, возможна работа при высоких температурах: если обычный припой начнет размягчаться при 200 °С, то серебро после спекания останется твердым до 900 °С. Подобная технология хорошо подходит для корпусирования компонентов, причем изделия получаются более дешевыми.

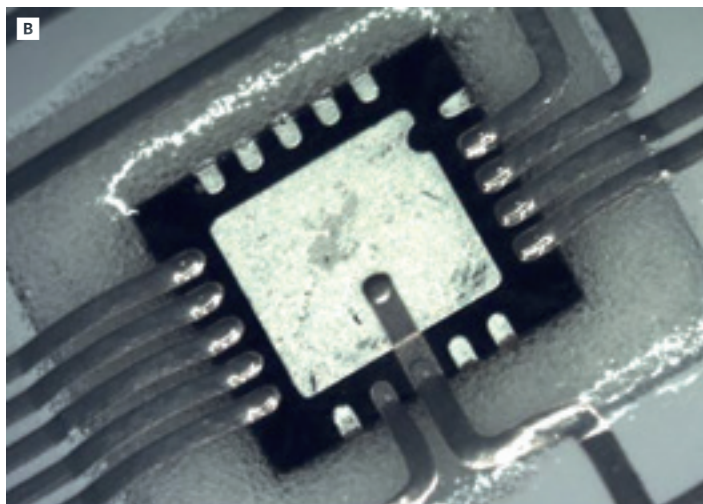
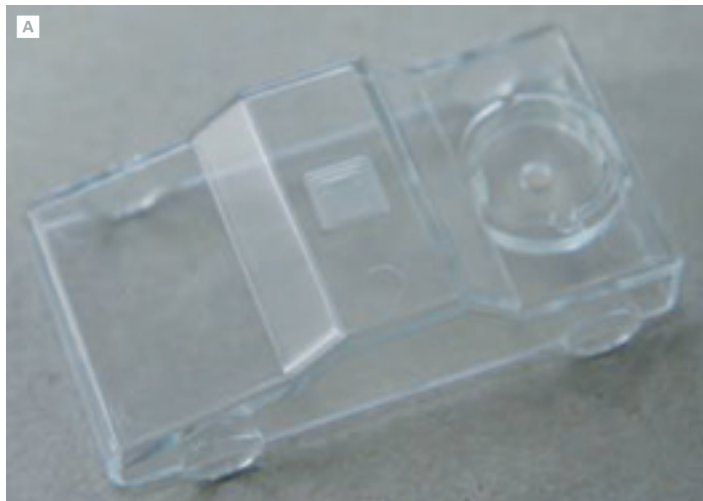
Конечно, удельное сопротивление печатных материалов выше, чем у традиционных проводников. Так, проводимость дорожки, напечатанной серебряными чернилами, в лучшем случае составит 50 % от проводимости серебряной проволоки аналогичного сечения. Это реальная проблема при работе с высокими токами. Но ее можно скомпенсировать за счет площади сечения, например, увеличивая ширину проводников.

Более того, для силовой электроники, где нужны большие площади сечения проводников, аэрозольная печать – не лучшая технология. Когда необходимо нанести большой объем материала, она становится слишком дорогой. Поэтому мы исследуем другие методы нанесения проводящих линий, прежде всего, современную технологию микродозирования с пьезоприводом. Предусматриваем возможность применения двух технологий печати в различных зонах одной детали. И первый шаг в этом направлении – представленная в 2016 году установка PJ 15X с пьезоэлектрической дозирующей головкой. В итоге мы получим комплекс техник печати, которые позволят выбирать наиболее оптимальный метод в зависимости от задачи.

У вас есть практические результаты в области встраиваемых в поверхность компонентов?

Пока – на уровне исследовательских задач, причем скорее относящихся не к трехмерной, а к 2D-электронике. Так, мы участвовали в проекте SMARTLAM по корпусированию светодиодов методом встраивания чипов в толстые пленки. Суть метода в следующем. В лавсановой (PET) пленке лазером формируется карман 500 × 500 мкм; в него дозируется адгезив, в который впрессовывается чип светодиода размером 350 × 350 мкм; адгезив образует мост к поверхности

пленки за карманом. На поверхности этого моста и печатаются проводники, а на поверхности пленки – контактные площадки. Сформированные проводники спекаются при температуре ниже 120 °С. Полученная структура ламинируется еще одной пленкой – и прибор готов. Достоинства технологии очевидны – не нужен специальный корпус для светодиода, нет проволочных



9
Монтаж компонентов на сложную 3D-поверхность с напечатанным токопроводящим рисунком (А, Б, В). Микроконтроллер в корпусе QFN встроен в поверхность и зафиксирован двухкомпонентным эпоксидным компаундом

проводников, все межсоединения формируются в одном цикле печати. Отпадает стадия пайки, снижается номенклатура используемых материалов и даже энергоёмкость производства. Изделие получается простым и надёжным. Очевидно, что по такой технологии мы можем встраивать любые электронные компоненты, в том числе кристаллы интегральных схем. Конечно, необходимо учитывать различия в коэффициентах теплового расширения материалов подложки, адгезива, токопроводящих слое, самих компонентов и т.п. Нужно отработать процесс, правильно подобрать нужные материалы и температуру.

Важная опция, которую мы использовали в ходе этого проекта – система оптического контроля. Поскольку карман на подложке в 1,5 раза больше, чем встраиваемый чип, последний постоянно оказывается смещённым. С помощью видеосистемы мы можем определять взаимное расположение элементов и вносить необходимые коррективы в алгоритм печати. В следующем поколении наших машин такая система оптической инспекции будет доступна всем потребителям как опция. Она позволит контролировать опорные точки, подстраивать углы наклона и т.п.

Другой интересный проект – работа с институтом Fraunhofer IKTS, входящим в сообщества институтов Фраунгофера. Мы совместно отработывали один из вариантов технологии корпусирования flip-chip, в рамках которой печатали 3D-систему межсоединений. Еще одна интересная задача была связана с разработкой технологии разварки алюминиевых проволочных проводников на контактные площадки, напечатанные серебряными чернилами. Причем в рамках стандартного технологического процесса.

Территориально ваша компания находится в здании опытного производства FAPS. Вы как-то интегрированы с этим институтом и с университетом FAU в целом? Кто финансирует ваши исследования?


Neotech AMT – полностью независимая компания, самостоятельно финансирующая свои исследования и разработки. Мы лишь арендуем площади на территории FAPS. Однако мы сотрудничаем с этим опытным производством, поскольку у нас пересекаются интересы. Используем технологические ресурсы FAPS, а институт заинтересован в наших результатах для расширения своих возможностей.

Кроме того, студенты магистерской степени FAU по полгода работают над проектами, используя наше оборудование. Совместно с FAPS и университетом мы участвуем в правительственных исследовательских программах. В рамках этих работ специалисты опытного предприятия FAPS занимаются разработкой технологических процессов, а мы концентрируемся на ключевых

машинных решениях и технологиях. Также мы косвенно вовлечены в проекты FAU в области разработок материалов, где выступаем экспертами по применению этих материалов для 3D-печати. В результате мы совместно создаем новые приложения для нашего оборудования. Иногда мы сами приглашаем специалистов университета к разработкам определенных технологий печатной электроники, спонсируем нужные нам исследования в области технологий 3D-печати.

В частности, мы вместе с Институтом прикладных исследований полимеров сообщества Фраунгофера (Fraunhofer-Institute for Applied Polymer Research PYCO) выступаем партнерами FAPS в проекте Федерального министерства экономики ФРГ по разработке новых интегрированных систем электропитания для элементов обшивки кабин воздушных судов. Этот проект направлен на интеграцию распределенных бортовых систем электропитания и передачи данных. В его рамках системы аэрозольной печати не только используются для формирования токопроводящих дорожек, но и исследуется возможность их применения для изготовления полимерных оптических волноводов.

Каковы ваши планы по дальнейшему развитию бизнеса?

Наша компания невелика, сейчас мы, в первую очередь, заняты отработкой технологий и концентрируемся на небольшом числе конечных потребителей. Нам пока рано открывать множество офисов по всем миру, чтобы продвигать продукцию. В области продаж в Европе мы работаем самостоятельно, тем более, что многие из наших клиентов базируются в Европе, но производством занимаются в Китае. Мы смотрим на США как на потенциально очень интересный, крупный рынок. Нам, безусловно, интересен и рынок России. И в этом отношении наши отношения с компанией Остек совершенно уникальны – фактически это единственный торговый партнер Neotech AMT. Мы очень заинтересованы во взаимодействии и надеемся на взаимный успех. 



Насколько технология 3D-печати компании Neotech AMT востребована на российском рынке? С этим вопросом мы обратились к заместителю генерального директора ООО «НИИИТ» Игорю Анатольевичу Волкову.

Мы работаем с компанией Neotech более четырех лет, фактически с момента появления ее первых коммерческих установок для печати на сложных трехмерных поверхностях. Наше знакомство состоялось не случайно: пять лет назад в Группе компаний Остек был создан Научно-исследовательский институт инновационных технологий (НИИИТ), одна из задач которого заключалась в формировании экспертного центра по технологиям 3D-электроники. Сегодня эта задача успешно решена – НИИИТ выступает центром компетенций в области печатной 3D-электроники и аддитивных технологий. В его рамках мы продвигаем на российский рынок различные решения в области 3D-электроники. В частности, активно сотрудничаем с совместной российско-швейцарской компанией Multiple Dimensions, мировым лидером в области технологии 3D-MID на основе прямого лазерного структурирования (LDS). Сегодня это самая массовая промышленная технология в области формирования трехмерных схем на пластике.

Мы сразу обратили внимание на большой потенциал технологии прямой печати компании Neotech AMT. Метод прямой печати Neotech отличается от технологии LDS рядом важных особенностей. Прежде всего, существенно сокращается производственный цикл. Не нужны мокрые химические процессы, характерные для LDS. В результате, если минимальное время получения заготовки по технологии LDS – порядка 6 часов, то прямая печать занимает около 20-30 минут. Это особенно важно при прототипировании.

Другая важнейшая особенность прямой печати – мы практически не ограничены типом материалов и методом изготовления заготовок. В случае LDS приходится использовать исключительно специально модифицированные пластики. Изготавливать из них детали можно только методом пластикового литья под давлением. В случае прямой печати нам практически все равно, из какого материала и каким способом изготовлена деталь –

выточена ли она механически, отлита, напечатана на 3D-принтере и т.п. Материалы для печати также могут быть самыми разными: от электропроводящих чернил (медных, золотых, платиновых, серебряных и т.д.) и диэлектрических материалов до биологических субстанций. Зачастую к нам обращались заказчики с просьбой нанести токопроводящий рисунок на механически обработанные детали, на поверхности прототипов корпусов, и мы успешно решали эти задачи.

Технология прямой печати позволяет формировать токопроводящий рисунок на прозрачных материалах, например, на прозрачных поликарбонатах, на оргстекле и т.п. Это чрезвычайно важно для целого ряда применений. В то же время, подобное в принципе невозможно с помощью технологии LDS, поскольку металлические присадки окрашивают пластик.

Достоинства технологии Neotech в полной мере проявляются при печати антенн на трехмерных поверхностях. Сегодня это одно из наиболее массовых промышленных применений технологий 3D-MID. Однако для технологии LDS необходимы модифицированные пластики. Из-за добавок металлоорганических комплексов их электрические свойства зачастую хуже исходных материалов. Прямая печать позволяет работать именно с теми материалами, которые заложили разработчики, без изменения их электрических характеристик.

Не удивительно, что все эти уникальные возможности технологии прямой печати вызвали живой интерес у многих российских компаний. Конечно, новая технология не сразу начинает использоваться в серийном производстве, этому неизбежно предшествуют стадии исследований и разработок. Более того, технология прямой печати позволяет создавать принципиально новые продукты, их еще необходимо придумать. Поэтому сегодня речь идет не о промышленном применении данной технологии, а об исследованиях и конструкторских разработках.

НИИИТ оснащен разнообразным оборудованием для трехмерной электроники, в том числе установкой прямой печати Neotech. Сегодня мы вовлечены в ряд НИОКР, выступая по отношению к нашим клиентам технологическим партнером. Мы изготавливаем необходимые прототипы, отрабатываем технологические процессы. С помощью установок Neotech уже удалось решить немало задач, причем некоторые из них не решались иным способом. Например, прямая печать проводящих слоев на керамических подложках сегодня возможна только с помощью систем Neotech. Нет сомнений, что ряд НИОКР в области 3D-электроники дойдет до стадии массовых производств. На этом этапе мы приступим к оснащению предприятий наших клиентов оборудованием компании Neotech AMT.

Сегодня в России очень мало массовых производств, мы наблюдаем лишь первые ростки будущих серийных применений для оборудования 3D-электроники. Этот рынок только формируется – при нашем активном участии. Однако уже сегодня мы ясно видим, что у технологии Neotech большие перспективы. Причем особенно важна возможность ее совместного применения с другими аддитивными технологиями. Надеюсь, все больше российских научных центров обратят внимание на трехмерную электронику, и в частности – на принципиально новые возможности, которые открывает оборудование компании Neotech AMT.