

# «Потомак Фотоникс» и «Пумори-инжиниринг инвест»: наш клиент всегда идет в ногу со временем, не тратя деньги на покупку оборудования, которое завтра морально устареет

Компании «Пумори-инжиниринг инвест» и «Потомак Фотоникс» совместно участвовали в выставке «ЭкспоЭлектроника-2008». Во время проведения этой выставки представители редакции журнала «Технологии в электронной промышленности» взяли интервью у Пола Кристенсена, основателя компании «Потомак-Фотоникс», и Натальи Долматовой, руководителя проекта по продвижению технологий Potomac Photonics в России.



Пол КРИСТЕНСЕН,  
основатель компании «Потомак-Фотоникс»



Наталья ДОЛМАТОВА,  
руководитель проекта по продвижению технологий  
Potomac Photonics в России

## О компании

ООО «Пумори-инжиниринг инвест» (г. Екатеринбург) — это инжиниринговое предприятие, входящее в состав Уральской Машиностроительной Корпорации «Пумори-СИЗ» и специализирующееся на комплексных поставках оборудования и технологий для многих отраслей промышленности. Одним из перспективных направлений деятельности фирмы является сотрудничество с американской компанией «Потомак Фотоникс» и продвижение разрабатываемых ею систем лазерной микрообработки и технологий прямого (безмасочного) формирования рисунка проводников.

— Расскажите о компании, ее истории и технологиях.

П. К.: Фирма «Потомак Фотоникс» основана в 1982 году. В начале своей работы мы занимались только разработкой лазеров, а сегодня направления нашей деятельности — разработка сложного лазерного оборудования и услуги в области лазерной микрообработки. В 1999–2000 годах мы заинтересовались возможностью применения наших лазерных технологий для микроэлектроники. Для этого мы объединили наши усилия с исследовательской лабораторией ВМФ США, это организация, которая финансируется государством, и в течение трех лет совместно принимали участие в проекте MICE (интегрированная конформная электроника). Цель проекта заключалась в разработке технологии для мелкосерийного производства миниатюрных электронных компонентов (10–100 микрон) путем 3-мерного нанесения по САД-данным пассивных и активных компонентов на практически любые низкотемпературные подложки (<200 °С) с использованием САД-файлов и без использования масок. В рамках программы MICE Potomac Photonics разработала три технологии прямого формирования рисунка плат: Contact Transfer, Mill and Fill™ и Ablate and Plate.

— Почему возникла такая задача?

П. К.: Двигателем эволюции электроники в любой отрасли — гражданской, военной, авиакосмической — является потребность в снижении затрат и повышении функциональности (это относится к компьютерам, сотовым телефонам, системам GPS, компонентам спутников...). Эволюция полупроводникового микрочипа показала, что такое сочетание низкой стоимости и более высокой функциональности может быть достигнуто только путем миниатюризации. Кроме того, многие электронные устройства выигрывают от миниатюризации как таковой, даже без снижения стоимости или повышения функциональности (я имею в виду устройства, переда-

ющие, принимающие или обрабатывающие информацию, например, электронные имплантаты, компоненты спутников и т. д.). Эти требования рынка — постоянный двигатель миниатюризации в электронике. Доказательством тому служат новейшие модели устройств, сошедших с конвейеров азиатских заводов, а также последние микропроцессоры Intel. Можно сказать, что все, что может быть уменьшено, рано или поздно будет уменьшено.

Концепция заглубленных проводников стала ответом на потребность в высокой степени миниатюризации. Уменьшение размеров электронных схем обычно ограничено возможностью уменьшения размеров проводников и пассивных компонентов. Технология заглубленных проводников использует энергию и фокусируемость высококачественного лазерного луча для создания проводников шириной 6 микрон и с контролируемой глубиной. Уменьшение размеров проводников и контактных площадок позволяет использовать самые миниатюрные компоненты поверхностного монтажа. Кроме того, небольшие заглубленные проводники могут быть проведены между контактными площадками и под пассивными компонентами, что позволяет сократить количество микропереходов и слоев подложки. Такие небольшие упрощенные конструкции напрямую отвечают задачам и возможностям миниатюризации.

Изготовители электронных устройств, которые уже осознают необходимость снижения стоимости, повышения функциональности и миниатюризации, часто предпочитают решать эту проблему постепенно, путем эволюции. Сегодня их платы имеют проводники шириной 75 микрон, через год они введут в них несколько элементов размером 50 микрон, еще через год — 30 микрон и т. д. Ультрафиолетовый лазер предлагает такой эволюционный путь, который позволит разработчикам использовать компоненты со все более и более уменьшающимися размерами. Например, системы с твердотельными УФ-лазерами могут использоваться для создания отдельных 50-микронных участков на платах, изготовленных традиционным фотолитографическим способом. Дальнейшая модернизация системы позволит ему формировать участки с более плотным расположением проводников с разрешением 30 микрон на разнообразных подложках и с последующей металлизацией. При необходимости получения 20-микронных элементов система вновь может быть модернизирована для формирования рисунка заглубленных проводников. Современный этап развития этой технологии позволяет снижать размеры элементов до 6 микрон и даже меньше. И все эти процессы выполняются с помощью одного и того же УФ-лазера при модернизации системы подачи луча и периферийного оборудования.

Некоторые результаты были представлены здесь, на выставке, в частности, микросхемы с заглубленными в подложку проводниками. Мы пришли к мнению, что этот способ обеспечивает существенное уменьшение размеров электронных устройств в целом. Дело в том, что традиционные способы изготовления ри-

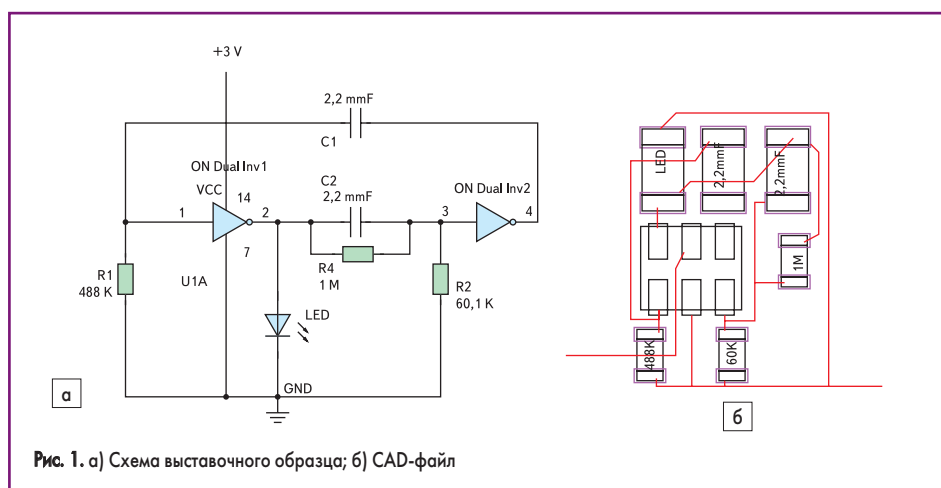


Рис. 1. а) Схема выставочного образца; б) CAD-файл

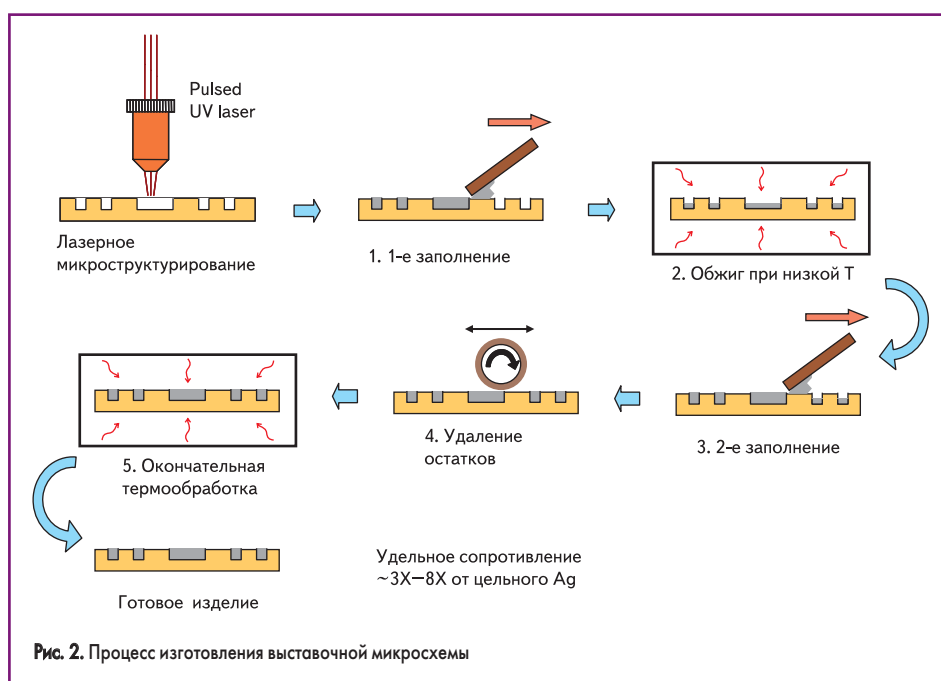


Рис. 2. Процесс изготовления выставочной микросхемы

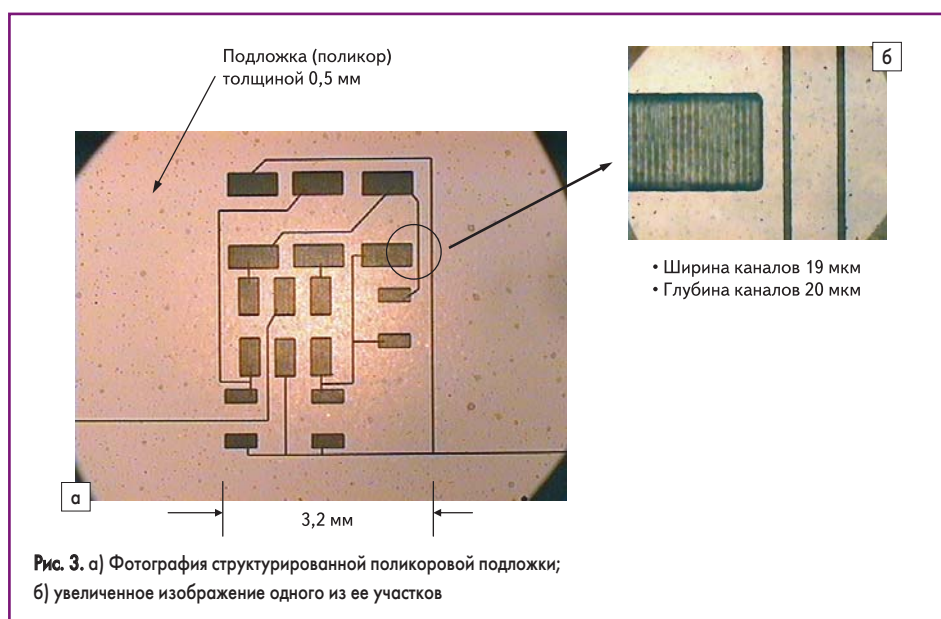


Рис. 3. а) Фотография структурированной поликорковой подложки; б) увеличенное изображение одного из ее участков

сунка проводников не позволяют двигаться дальше 50 микрон, а современная промышленность требует дальнейшего уменьшения ширины проводника и зазора. Поэтому мы ищем способы, которые позволили бы получать все более и более тонкие проводники.

В ходе одной из последних работ, которую мы выполняли для нашего заказчика в США, мы смогли получить проводники и зазоры шириной в 6–8 микрон.

Процесс заключается в том, что с помощью лазера выполняется микрофрезерование под-

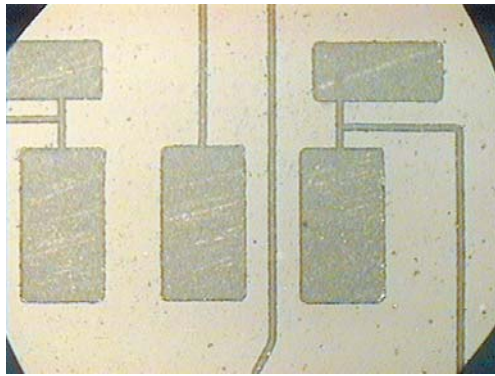
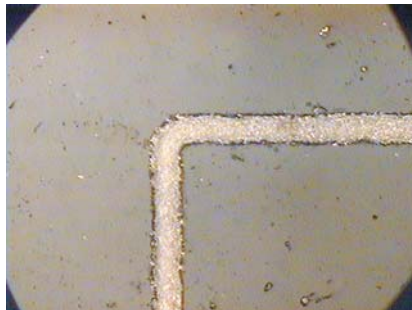


Рис. 4. Внешний вид схемы после заполнения серебром



Серебряный проводник шириной 19 мкм

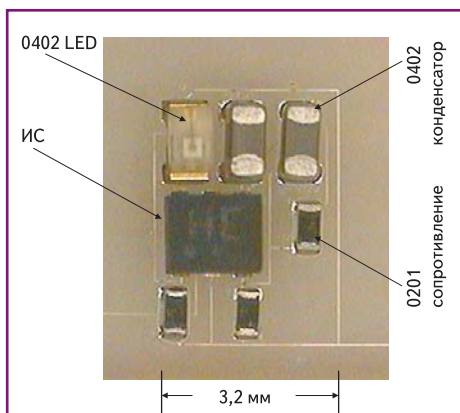


Рис. 5. Готовая схема с установленными компонентами поверхностного монтажа

ложки в соответствии с данными САD-файла, после чего полученная структура заполняется двумя способами — с помощью токопроводящих паст или с помощью гальваники. Мы работаем как с органическими, так и с неорганическими подложками, в частности на стенде представлены образцы, изготовленные на поликоре и полиимиде, и работаем с другими материалами, такими как АВF (пленки для послойного наращивания производства японской фирмы Ajinomoto). Для этой выставки мы разработали образец, где наглядно видны возможности нашей технологии. Если посмотреть внимательно на схему (рис. 1), то можно обратить внимание, что при традиционных подходах ее в один слой сделать нельзя. Но благодаря тому, что наша технология позволяет провести проводники под компонентами поверхностного монтажа и исключает необходимость в микропереходах, нам удалось изготовить всю схему на одном-единственном слое.

На рис. 2 схематически показан процесс ее изготовления. Мы использовали поликорковую подложку, на которой лазерным микрофрезированием был сформирован рисунок проводников для схемы, показанной на рис. 1. Полученные каналы были заполнены специальной серебряной пастой. Заполнение проводилось в два этапа, чередовавшихся с обжиганием в печи. С органическими подложками используются низкотемпературные пасты (температура обжига обычно не превышает 200...250 °С, в зависимости от стойкости подложки).

На рис. 3 приведена фотография структурированной поликорковой подложки и увели-

ченное изображение одного из ее участков. В данном примере ширина проводников была 19 микрон, а размеры всей схемы в целом — 3,5 мм. На рис. 4 показана эта схема после заполнения серебром, а на рис. 5 — как выглядит готовая плата с установленными компонентами поверхностного монтажа. Здесь мы использовали самые маленькие компоненты, которые имеются сегодня на рынке: 3 сопротивления, емкость и микрочип, который управляет этой схемой. Это простейший пример, который демонстрирует основные возможности нашей технологии.

— *Значит, у вас есть разные лазеры, и вы уже знаете, для каких поверхностей какие предназначены?*

**П. К.:** Для работы с органическими подложками мы используем ультрафиолетовое излучение, поскольку эти длины волн лучше всего поглощаются органическими материалами. Это излучение может генерироваться эксимерными лазерами, работающими на длинах волн 308 или 248 нм, либо твердотельными ультрафиолетовыми лазерами, работающими на длине волны 355 нм.

Эксимерные лазеры генерируют импульсы высокой энергии сравнительно некогерентного света с частотой повторения импульсов в киллогерцовом диапазоне. Поскольку полученное излучение трудно сфокусировать, а частота повторения импульсов невысокая, эти лазеры обычно используются в сочетании с маской для проецирования изображения участка схемы на поверхность подложки. Это напоминает работу проектора слайдов, у которого лампочку заменили лазером. Источником энергии эксимерных лазеров служат разряды в смеси галогенных газов, которая должна пополняться после определенного числа импульсов.

Твердотельные ультрафиолетовые лазеры производят импульсы невысокой энергии хорошо фокусирующегося света с высокой частотой повторения импульсов (от нескольких десятков киллогерц до нескольких десятков мегагерц). Установки с твердотельными ультрафиолетовыми лазерами используют высокоскоростную систему сканирования для быстрого перемещения сфокусированного луча по поверхности подложки и формирования рисунка схемы. В этом случае рисунок схемы задается программно и маска не нужна. Источником энергии твердотельных ультрафиолетовых лазеров служат лазерные диоды. Этот

вид лазеров имеет очень высокую степень надежности.

Как эксимерные, так и твердотельные ультрафиолетовые лазеры используются для формирования на подложках структур, необходимых для получения заглубленных проводников. Несложный анализ может показать, что системы с эксимерными лазерами должны иметь более высокую производительность и улучшенный контроль глубины канала заглубленного проводника. Несмотря на большие объемы работ, уже выполненные с использованием эксимерных лазеров, еще не решены до конца серьезные проблемы, связанные с повторяемостью результата, взаимодействием излучения с подложкой, техобслуживанием, расходными материалами и генерацией масок. В то же время твердотельные ультрафиолетовые лазеры продолжают совершенствоваться, их мощность увеличивается, а цена снижается. Кроме того, для высокопроизводительных промышленных систем разработана новая концепция подачи луча. Как следствие, твердотельные ультрафиолетовые лазеры стали отличным выбором не только для систем прототипирования, но и для промышленных систем.

— *А что с сертификацией?*

**П. К.:** Услуги нашей фирмы сертифицированы по ИСО, на все выпускаемое оборудование выдается сертификат соответствия. Что касается используемых технологий, то здесь, возможно, сертификацию конкретной технологии необходимо проводить в каждой отдельно взятой стране, в соответствии с действующими стандартами.

— *Когда предлагают технологию, обычно называют материалы, на которых она должна работать. Так или иначе, Россия не имеет возможности работать со специфическими материалами.*

**П. К.:** Мы пришли к мнению, что для высокотемпературных задач, где электроника должна работать в агрессивных средах, наиболее приемлемым материалом подложки может быть поликор. Есть еще материал, популярный практически везде, это полиимид. Думаю, что третьим должен быть АВF — это пленка для послойного наращивания японской фирмы Ajinomoto.

— *Что представляет собой лазерная система, о которой мы говорим?*

**Н. Д.:** Комплект оборудования разрабатывается нашими партнерами исходя из пожеланий конкретного заказчика, потому что «Потомак Фотоникс» — инженеринговая фирма, так же как и «Пумори». И мы одинаково подходим к решению поставленных задач: в отличие от компаний, предлагающих серийные модели оборудования, мы не говорим клиенту: «Вот лазерная система, вот ее возможности, и вам нужно соизмерять с ними ваши потребности». «Потомак Фотоникс» разрабатывает каждую установку исходя из того, что вам нужно сегодня, с возможностью последующей модернизации в будущем без значительных затрат. Таким образом, наш клиент всегда идет в ногу со временем, не тратя деньги на покупку оборудования, которое завтра морально устареет.

— *Когда вы вышли на российский рынок и почему?*

**П. К.:** Мы узнали о том, что российскому рынку нужна наша технология с момента обращения к нам «Пумори-инжиниринг инвест», и, общаясь, поняли, что у нескольких предприятий есть серьезный интерес к нашим разработкам.

— *Как вы думаете, ваша технология будет иметь популярность в России?*

**П. К.:** Она уже получила признание во всем мире. Мы видим, что Россия идет в ногу со временем, с общей тенденцией. Миниатюризация — это та задача, которую стремятся решить сегодня производители электроники во всем мире, а лазер — это именно тот инструмент, который позволяет достигнуть новых «пространственных» границ. Мы разработали простую технологическую цепочку, которая позволяет поэтапно перейти от 50-микронных проводников/зазоров на FR4 к 6-микронным при использовании новейших материалов подложек. Мы также предлагаем переход от прототипного производства к серийному, при этом «сердцем» каждого процесса является один и тот же тип лазерной системы.

**Н. Д.:** Интерес российских предприятий к технологиям наших партнеров действительно есть, об этом можно уверенно сказать, несмотря на то, что сотрудничать с «Потомак Фотоникс» мы начали сравнительно недавно. Я несколько раз делала презентации на семинарах Гильдии технологов приборостроения, и первая реакция большинства слушателей, увидевших изготовленные образцы, была: «Это из области фантастики!» Но с некоторыми из них мы уже активно работаем и уверены в том, что именно такие прорывные технологии, о которых мы говорили сегодня, помогут отечественным предприятиям быть конкурентоспособными.

— *И последний вопрос: что вы думаете об «ЭкспоЭлектронике», какие впечатления?*

**П. К.:** Для этой выставки характерно многообразие, разные направления. Думаю, что в будущем она будет развиваться, становиться более престижной и интересной. Ее посетители имеют хорошую возможность увидеть новое оборудование. Для такой компании, как наша, тоже очень важно иметь прямой контакт с потенциальными клиентами, знакомиться с конкретными людьми, понимать, чего же они хотят.

*Интервью провели  
Аркадий МЕДВЕДЕВ и Ольга ЗАЙЦЕВА*