

Лазерное наращивание медных проводников печатных плат. Технология будущего, работающая сегодня



Текст: **Владимир Городов**



Технология лазерного наращивания проводников, на разработку которой компания Orbotech потратила более 5 лет, была представлена производителям печатных плат в 2016 году.

В наше время все крупнейшие производители печатных плат в мире и России успешно эксплуатируют системы прямого экспонирования фоторезиста без использования фотошаблонов. Несмотря на высокие капитальные затраты технологии цифровой фотолитографии дают возможность радикально снизить сроки проведения экспонирования и время запуска плат высокой плотности в производство и получать проводники шириной менее 25 мкм. Помимо этого, цифровая фотолитография позволяет более чем 20 российским производителям печатных плат иметь превосходство перед конкурентами в части:

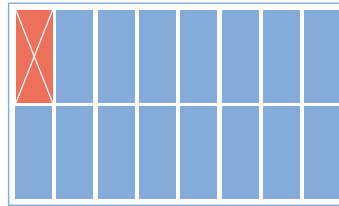
- снижения требований к электро-вакуумной гигиене (ЭВГ) при выпуске плат высокой плотности;
- отсутствия затрат на изготовление, контроль и хранение фотошаблонов;
- совмещение и масштабирование без потери времени индивидуально для каждой заготовки.

Технологию цифровой фотолитографии можно сравнить с технологией цифровой фотографии. 99 % людей сегодня пользуются цифровой фотографией. Судьба фотошаблонов так же предрешена, как и фотопленки. Не многие задумываются об этом, но если на вашем участке ретуши работают более трех человек, то это означает, что дефекты фотолитографии занимают первые строчки в печальном рейтинге причин брака. И если слои имеют обрывы или короткие замыкания в разных местах заготовки рис 1, то общий выход годных оставляет желать лучшего. Более того, если вы выпускаете платы высокой сложности стоимостью в десятки тысяч рублей, то дефект на внешнем слое — это потеря миллионов рублей в год.

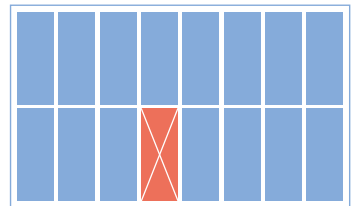
С 2012 года в России и в мире успешно применяются лазерные системы для автоматической лазерной подгонки печатных плат PerFix для ремонта коротких замыканий рис 2. Системы автоматического оптического ремонта (AOR) обеспечивают удаление избыточной (недотравленной) меди с гарантированной точностью, надежностью и повторяемостью, что особенно важно для плат высокой плотности рисунка.

Основная особенность систем — применение технологии CLR, выполняющей постоянный оптический контроль в УФ-излучении удаленной лазером меди, предотвращающей повреждение диэлектрика. Данные системы позволяют серьезно увеличить выход годных печатных плат, выпускаемых по проектным нормам, на границе возможностей участка фотолитографии.

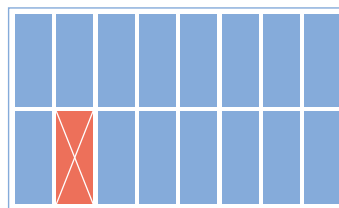
Слой 1 печатной платы



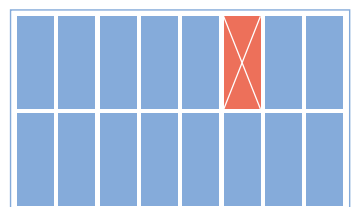
Слой 2 печатной платы



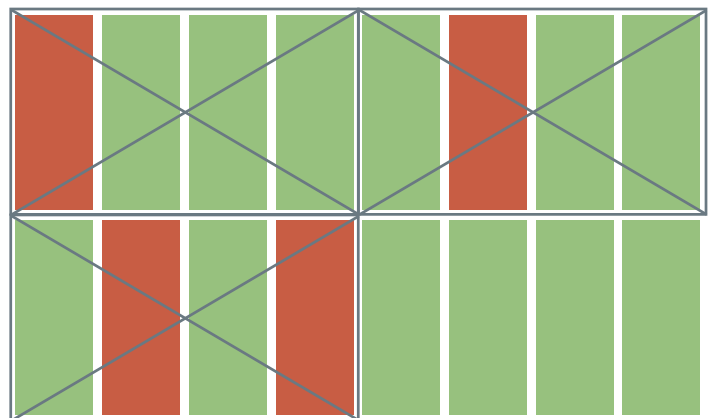
Слой 3 печатной платы



Слой 4 печатной платы



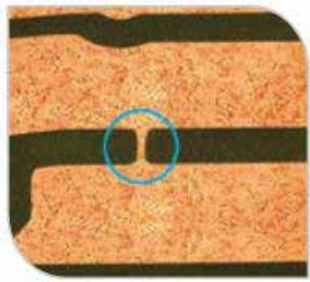
После прессования



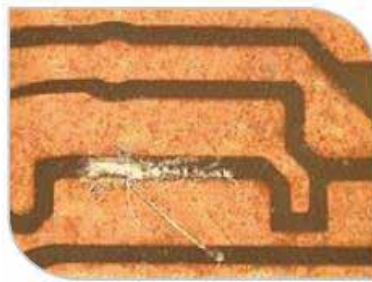
3/4 заготовок под поверхностный монтаж в брак

1

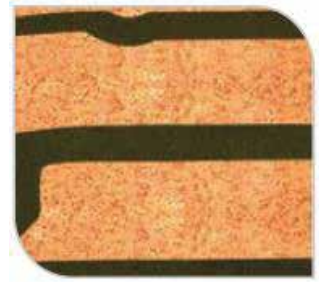
Дефекты на слоях комбинируются, значительно снижая выход годных



До ремонта



Ручной ремонт



Ремонт PerFixTM

2

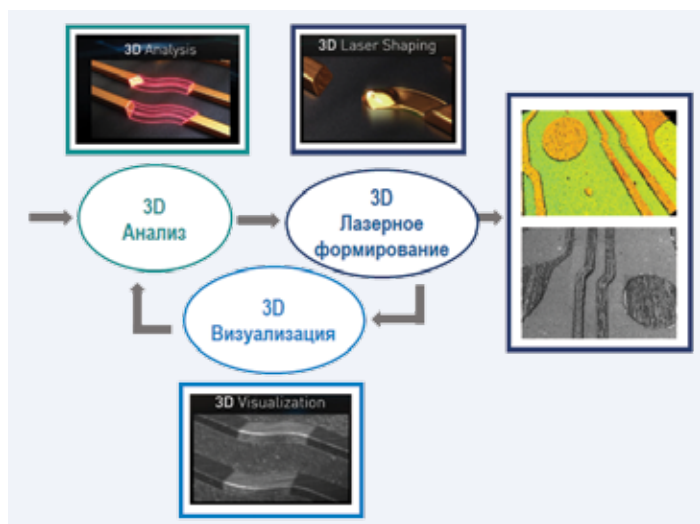
Сравнение ручного ремонта платы с автоматической системой PerfixTM

Однако короткие замыкания и обрывы встречаются примерно с одинаковой вероятностью, поэтому, имея большой опыт в разработке лазерных систем ремонта печатных плат, компания Orbotech в 2016 году представила технологию трехмерного лазерного наращивания проводников. В настоящее время эта технология, реализованная в установке Precise-800, успешно испытана у лидирующих мировых производителей печатных плат.

Суть технологии — в трехмерном сканировании обрыва проводника, лазерном осаждении меди из специально подготовленной мишени в замкнутом цикле. Цикл заключается в постоянном трехмерном визуальном контроле процесса осаждения РИС 3.

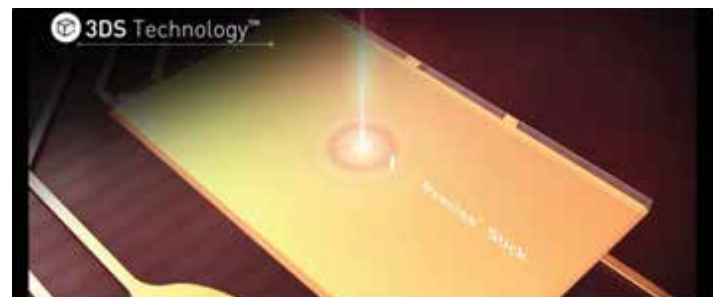
Осаждение меди происходит с помощью специально разработанного лазерного источника, проводящего направленную абляцию меди с мишени на место дефекта печатной платы РИС 4.

С 2012 года в России и в мире успешно применяются лазерные системы для автоматической лазерной подгонки печатных плат PerFix для ремонта коротких замыканий



3

Технология 3DS

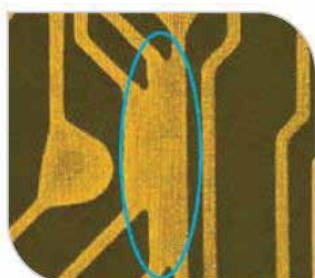


4

Осаждение меди с помощью специально разработанного лазерного источника



Данные САМ



Перед ремонтом



После ремонта



Перед ремонтом



После ремонта

5

Результаты подгонки платы

Естественно, система Precise-800 позволяет параллельно проводить и ремонт коротких замыканий **рис 5**.

Применение данных технологий дало возможность производителям практически полностью избавиться от дефектов фотолитографии печатных плат как на внутренних, так и на внешних слоях печатных плат.

Очень часто при переходе на новые проектные нормы у производителей печатных плат резко уменьшается выход годных **рис 6**. Такой эффект вызван необходимостью перестройки технологического процесса изготовления под новые нормы.

Для решения этой проблемы компания Orbotech разработала специальное программное обеспечение, позволяющее интегрировать системы автоматической оптической инспекции (АОИ) Fusion 22 и Discovery II с системой ремонта печатных плат Precise-800. Помимо передачи информации о дефектах для ремонта АОИ Orbotech дает возможность анализировать причины дефектов, а установка Precise-800 — устранять их, пока технологи корректируют технологический процесс. Это существенно повышает выход годных многослойных печатных плат высокой плотности при отработке нового конструктива.

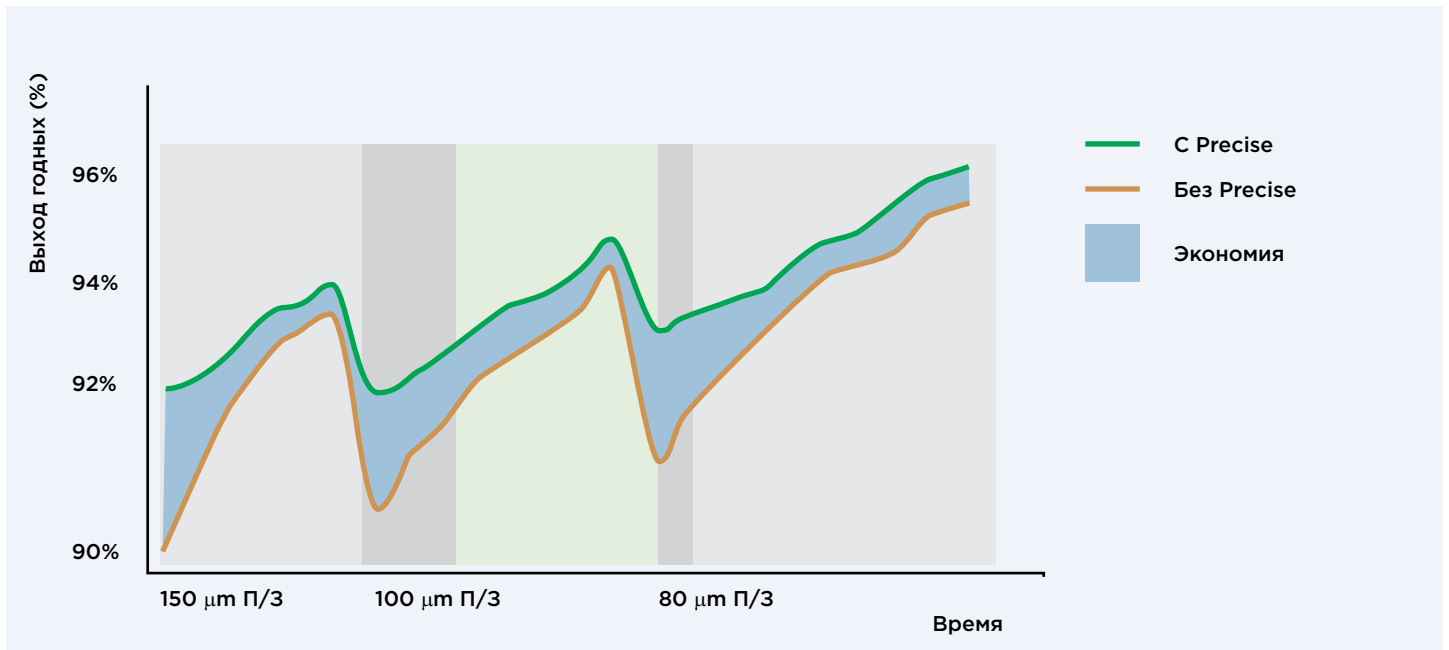
С экономической точки зрения в мелкосерийном производстве печатных плат установка себя окупает менее чем за 1-3 года. Например, за год установка может отремонтировать более 10 000 заготовок ПП. При средней стоимости спасенной заготовки в 5000 рублей годовая экономия составляет 50 млн рублей. При этом годовая

производительность системы — более 200 000 дефектов.

Особенно актуально применение установки для ремонта уже почти готовых печатных плат с нанесенной паяльной маской. Дело в том, что с помощью лазера можно удалять паяльную маску. Это дает возможность ремонта как непроявленных контактных площадок на паяльной маске, так и дефектов под паяльной маской **рис 6**.

Очень часто высокотехнологичные платы применяются в изделиях специального назначения, и компания Orbotech провела серию испытаний получаемой медной структуры. Например, при приемке заказчиком одного производителя печатных плат в Великобритании была предъявлена заготовка с двумя отремонтированными

Несмотря на высокие капитальные затраты технологии цифровой фотолитографии позволяют радикально снизить сроки проведения экспонирования и время запуска плат высокой плотности в производство и получать проводники шириной менее 25 мкм



6

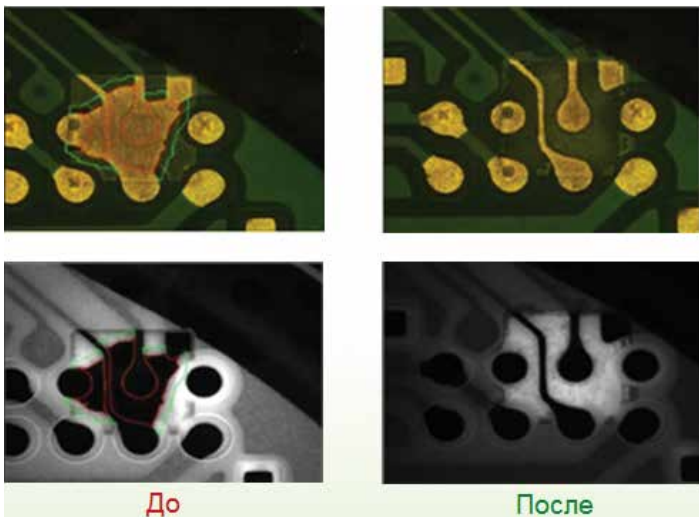
Повышение выхода годных с использованием автоматического ремонта

дефектами. Дополнительно были успешно проведены испытания по 12 критериям, включая сопротивление, импеданс, отслаивание, термоудар и другие в лаборатории Pacific Labs. Визуально найти дефекты не удалось.

Таким образом, перспективная технология лазерного наращивания проводников, которая, возможно, найдет применение в полностью аддитивном процессе изготовления печатных плат в будущем, успешно применяется мировыми производителями печатных плат для повышения выхода годных уже сегодня.

Установка Precise-800 рис 8 позволит избавиться от брака при фотолитографии прецизионных высокотехнологичных печатных плат, окупит себя менее чем за 3 года и даст возможность технологу иметь обратную связь без особых трудозатрат и материалов.

Лидеры производств печатных плат Российской Федерации уже сегодня начинают использовать данную технологию на своих предприятиях, а в октябре 2016 года смогут воспользоваться более чем годовым опытом применения Precise-800 на одном из заводов Германии.



7

Ремонт дефектов внешнего слоя под паяльной маской



8

Установка Precise-800