

Лазерная селективная пайка: универсальное решение для SMT- и THT-технологий

Валерий Ефанов (г. Курск)

Статья посвящена технологии автоматической пайки плат с комбинированной элементной базой из THT- и SMD-компонентов и отечественных планарных компонентов с использованием системы лазерной селективной пайки FireFly T60 итальянской фирмы Seica.

Продолжающийся процесс интеграции и миниатюризации электронных устройств приводит к усложнению задачи совместного монтажа THT- и SMD-компонентов на одной печатной плате. К этому добавляется специфика, обусловленная требованиями по ограничению применения вредных веществ в электронных устройствах. В результате на рынке формируется потребность в системах селективной пайки, которые смогут работать с высокоплотными, сложной конструкции электронными модулями со смешанной комплектацией, не задевая смежные компоненты даже в самых труднодоступных местах, и при необходимости для пайки могли бы использовать неагрессивные бессвинцовые сплавы.

Технологии смешанного монтажа

В промышленности широко применяется целый ряд технологий для пайки печатных модулей, содержащих как компоненты, монтируемые в отверстия (THT – Through Hole Technology),

так и компоненты поверхностного монтажа (SMD – Surface Mounted Device). Каждой из них присущи те или иные недостатки либо ограничения. При ручной пайке даже высокая квалификация монтажника не гарантирует строгого соблюдения режимов пайки. Пониженная температура приводит к плохому смачиванию паяемых поверхностей, её превышение вызывает преждевременное испарение флюса. Эти ошибки, ухудшая качество паяных соединений, в конечном итоге ведут к снижению надёжности продукции. Ручная пайка обычно неэффективна с точки зрения производительности и рентабельности, она не безвредна для монтажника, поскольку он работает в контакте с различными химическими соединениями, и некоторые из них могут негативно воздействовать на здоровье.

Пайка волной обеспечивает высокую производительность при хорошем качестве соединений, но применима не во всех случаях. Так, при использовании этой технологии не рекомендуется устанавливать в изделие SMD-компоненты высотой более 3,5 мм из-за эффекта затенения контактных площадок. Для SMD-компонентов с малым шагом выводов (менее 0,8 мм) повышается вероятность образования паразитных перемычек между контактами. Естественно, на омываемой волной стороне платы невозможно применение элементов, не выдерживающих температуры расплавленного припоя. Топология печатной платы должна быть адаптирована к направлению её движения относительно волны. Для компенсации эффекта затенения необходимо проектировать контактные площадки увеличенных размеров, а для минимизации замыканий между контактами – вводить в топологию так называемые крадущие контактные площадки.

Таким образом, пайка волной накладывает ряд ограничений на конструкцию монтируемых изделий, что не всегда приемлемо для их разработчика. Помимо этого, она не даёт возможности организовать специальные условия для отдельных элементов, так как все компоненты паяются в одном режиме. Также могут возникать проблемы с монтажом тонких плат. Наконец, для пайки волной в некоторых случаях нужны специальные паяльные маски, на разработку и изготовление которых затрачиваются значительные средства, и она требует сравнительно большого расхода флюса.

При интрузивной пайке (паста в отверстие) возможно неравномерное распределение тепла по площади платы, что создаёт предпосылки к неоднородности качества пайки различных типов компонентов. Селективная пайка мини-волной, свободная от большинства перечисленных недостатков, всё же требует соблюдения при проектировании изделия специальных правил в части минимально допустимого расстояния между соседними компонентами.

Существует технология, исключая перечисленные производственные проблемы и конструктивные ограничения – это технология селективной лазерной пайки. Сегодня она достаточно широко применяется при монтаже THT-компонентов, а специалисты ООО «Совтест АТЕ» нашли способ её адаптации для решения задачи смешанного монтажа.

ЛАЗЕРНАЯ СЕЛЕКТИВНАЯ ПАЙКА И ЕЁ ПРЕИМУЩЕСТВА

Паяльная головка в установках селективной лазерной пайки состоит из двух основных узлов. Первый – лазерный источник, производящий энергию, необходимую для расплавления припоя и нагрева точки пайки и вывода. Основными требованиями к нему являются управление выходной мощностью и обеспечение её непрерывности. Второй узел – подвижная оптическая система, фокусирующая излучение в конический пучок с сечением в виде круга (см. рис. 1). Система позволяет

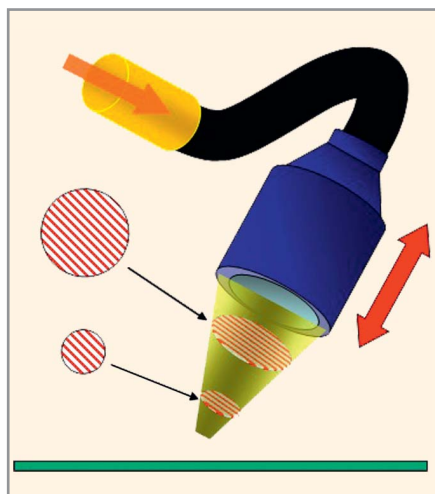


Рис. 1. Управление положением оптики позволяет регулировать точку наведения конического пучка лазерного излучения

регулировать диаметр пятна лазерного излучения на печатной плате и обеспечивает точное позиционирование пятна на месте пайки. В схеме управления мощностью излучения используется обратная связь по температуре для прямого контроля за соблюдением температурного режима в области пайки, а высокое быстродействие пирометра (датчика температуры), производящего измерение менее чем за 10 мс, делает затраты времени на контроль практически незаметными в общем времени цикла пайки.

Весь комплекс технических решений, реализованных в лазерных системах, гарантирует высокое качество и воспроизводимость паяльных операций и обуславливает целый ряд свойств, дающих им преимущества перед другими технологиями селективной пайки:

- **Высокая точность позиционирования зоны нагрева и контроля её размера** – важнейшее свойство для работы с монтажом высокой плотности. Это даёт возможность паять компоненты, в том числе с минимальным шагом выводов, на площадках весьма ограниченных размеров, рядом с высокими комплектующими и элементами, чувствительными к тепловому воздействию – в частности, с изделиями в пластмассовых корпусах (см. рис. 2). Исключает механические напряжения в материале платы, которые возникают при пайке в классических системах волновой и селективной пайки.
- **Управляемость процесса нагрева** – наличие обратной связи по температуре позволяет с высокой точностью выдерживать правильный температурный профиль (см. рис. 3, лиловая линия – заданный температур-

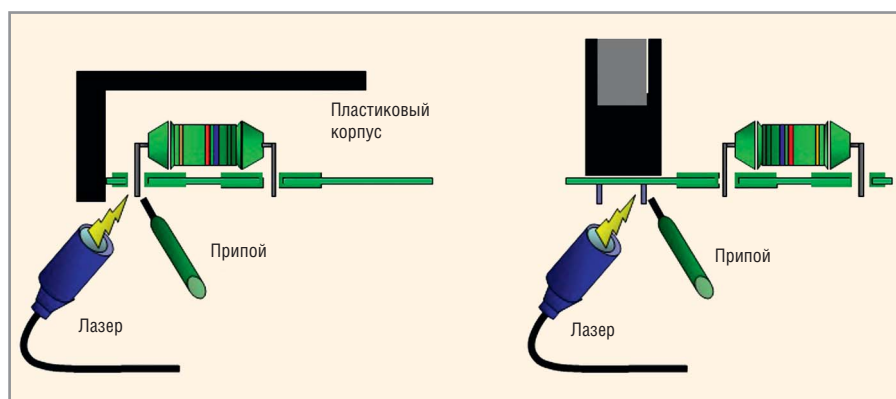


Рис. 2. Достоинства лазера: аккуратный (точный) нагрев, возможность паять компоненты на площадки малых размеров с малым шагом, вблизи пластмассового корпуса

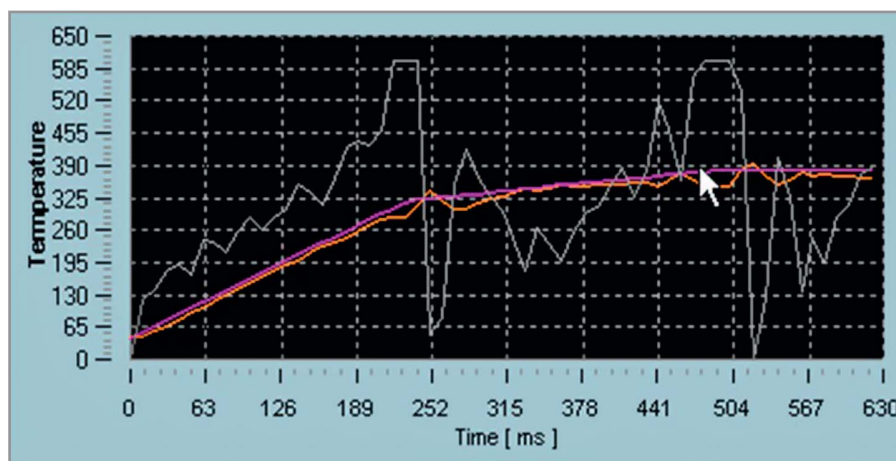


Рис. 3. Точная отработка температурного профиля пайки

ный профиль, серая линия – мгновенные значения мощности лазера, оранжевая линия – реальный температурный профиль, измеренный в точке пайки), предотвращая такие дефекты, как образование пустот или «холодная» пайка, в том числе в особых случаях. Например, когда контактные площадки присоединены к земляной шине, когда выполняется пайка многослойных плат или когда велика теплоёмкость паяемых компонентов. Возможность регу-

лирования мощности излучения и положения оптики в сочетании с быстродействием системы управления даёт возможность оптимизировать лазерный пучок для каждого паяного соединения без снижения темпа монтажа.

- **Технологичность** – нагрев лазерным пучком не требует механического контакта источника тепла и области пайки, поэтому отсутствует необходимость фиксировать компоненты на печатной плате. Предва-



ВАШ ПАРТНЕР ПО КАЧЕСТВУ



25 лет
Успешной работы

Серия FIREFLY
Системы лазерной селективной пайки компонентов

Пайка THT компонентов
Пайка SMD компонентов
Пайка планарных микросхем отечественного производства

305000, Россия, г. Курск, ул. Володарского, д.49А
тел.: (4712) 54-54-17
факс: (4712) 70-88-85
www.sovtest.ru info@sovtest.ru

Реклама

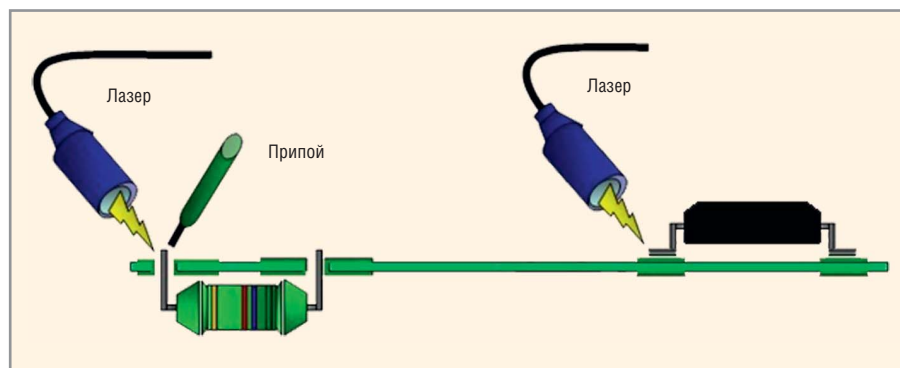


Рис. 4. Пайка THT-компонента (слева) и пайка планарного компонента (справа)

рительная формовка выводов не требуется. Наличие пирометра ускоряет процесс пайки, а также кардинально снижает вероятность ошибок операторов, плохо знакомых с температурными профилями.

- **Экономичность** – лазерные системы не нуждаются в подаче в зону пайки инертного газа, для них характерно умеренное потребление электроэнергии, дополнительно снижающееся за счёт отсутствия необходимости предварительного прогрева. Бесконтактный принцип нагрева значительно упрощает и удешевляет техническое обслуживание функциональных узлов системы. Не требуется дополнительная оснастка, материалы и операции, такие как маски, клей и его дозирование и сушка.
- **Гибкость и универсальность** – лазерная пайка применима для монтажа плат с двусторонней установкой элементов. Программируемый и автоматически контролируемый температурный профиль может быть с одинаковым успехом разработан как для свинецсодержащих, так и для бессвинцовых паст и припоев. Наконец, на установках лазерной пайки можно паять не только выводы THT-компонентов, но и выводы SMD-компонентов.

О способности лазерных систем паять планарные компоненты надо рассказать подробнее, потому что это качество имеет важнейшее значение для внутреннего российского рынка электронной аппаратуры.

THT- и SMT-монтаж на одной установке

Одна из типичных групп компонентов, которые российские производители электроники устанавливают в свою продукцию, – планарные микросхемы отечественного производства, не допускающие приме-

ния технологий автоматизированного монтажа с групповой пайкой. Как правило, они устанавливаются вручную на завершающей фазе сборки изделия. Распространённость такой ситуации делает проблему автоматизации монтажа этих микросхем крайне актуальной. Специалисты из Курска предлагают проверенное на практике решение этой проблемы, основанное на использовании установки селективной лазерной пайки. Разработанная технология представляет собой эффективный и удобный процесс автоматического монтажа плат как с элементной базой в планарных корпусах, так и с комбинированной комплектацией из THT- и SMD-компонентов.

Установка, на которой была реализована инновационная идея, – это система лазерной селективной пайки FireFly T60 итальянской компании Seica. В ней применён источник лазерного излучения мощностью 60 Вт, имеется датчик деформации платы, используемый для точной фокусировки луча. Время единичной пайки не превышает 1,2 с, подвижность паяльной головки достаточна для доступа к участкам печатной платы с высокой плотностью монтажа. Имеется встроенная система периодической проверки работы лазера и пирометра.

Температурный профиль пайки в этой установке состоит из трёх этапов. На первом при минимальной мощности излучения производится нагрев вывода и контактной площадки. На втором этапе мощность увеличивается до максимума для данной точки пайки – это основная фаза формирования паяного соединения. Наконец, на третьем этапе мощность уменьшается до величины, удерживающей припой (пасту) в расплавленном состоянии для завершения смачивания.

Суть идеи, позволившей паять планарные компоненты, состоит в том, что из процесса исключается подача припоя, использование которого обязательно при монтаже THT-компонентов. Вместо этого на контактные площадки для планарных компонентов наносится паяльная паста – совершенно так же, как это делается в линиях поверхностного монтажа. Дальнейшие действия также повторяют последовательность операций SMT-монтажа – установка микросхем и оплавление пасты, с той лишь разницей, что оплавление производится не групповым методом в печи, а при помощи лазерной паяльной головки, индивидуально для каждой точки пайки.

Важно отметить, что такое использование установки не требует изменения её конструкции. Питатель для припоя остаётся, и, таким образом, достигается не смена функционала машины, а его расширение: теперь можно одновременно, без переналадки оборудования, паять и THT-, и SMD-компоненты (см. рис. 4). Задача, обозначенная в начале статьи, решена, причём решена даже без какой-либо доработки штатного программного обеспечения системы.

Результаты внедрения лазерной селективной пайки

Разработанная в ООО «Совтест АТЕ» технология, насколько можно судить, является на данный момент единственным способом автоматизации пайки отечественных планарных компонентов. Она не только исключает ручной монтаж, как медленный и дорогостоящий способ сборки, но и обеспечивает высокое и стабильное качество паяных соединений, поскольку автомат принципиально реже совершает ошибки, чем человек, а также вследствие описанных ранее достоинств селективной лазерной пайки. Предложенное решение снимает ключевую проблему потребителей отечественных микросхем, открывает путь для дальнейшего совершенствования сборочных линий путём введения в их состав автоматов для нанесения паяльной пасты и установки компонентов.

Технология успешно внедрена на нескольких российских предприятиях, и результаты уже достаточно продолжительной эксплуатации подтвердили ожидания как разработчиков, так и пользователей.





СВЯЗЬ

10–13.05

2016

Международная выставка
информационных
коммуникационных
технологий.



Организатор: ЗАО «Экспоцентр»

При поддержке:

- Министерства связи и массовых коммуникаций РФ
- Министерства промышленности и торговли РФ
- Федерального агентства связи (Россвязь)
- Правительства Москвы

Под патронатом
Торгово-промышленной палаты РФ



12+

Реклама



Россия, Москва, ЦВК «Экспоцентр»

www.sviaz-expo.ru