

ТЕХНОЛОГИЯ ЛАЗЕРНОЙ ПАЙКИ В ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЯХ СО СМЕШАННЫМ МОНТАЖОМ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Чан Н. Д.

Ланин В. Л. – д-р т. н., профессор

В области пайки для электроники от техники пайки требуется высокая надежность паяных электроконтактов и минимальный нагрев компонентов или плат. При обычных способах пайки, трудности при пайке, т.е. нагревание, затраты и т.д., увеличиваются с применением поверхностных компонентов и многослойных плат, используемых в электронном оборудовании. Использование лазера как инструмента пайки может помочь преодолеть многие из этих трудностей и устранить многие из проблем, возникающих при применении обычных способов пайки. Применение лазерного луча особенно эффективно в таких специфических случаях, как бесконтактные процессы. Такие переменные параметры лазера как плотность энергии, длина фокуса и ширина импульса, могут быть легко и точно проконтролированы и ими можно легко и точно управлять. Поскольку лазерная пайка может производиться при относительной низкой подаче тепла по сравнению с лазерной сваркой и сверлением, можно быстро получать паяные контакты в минимальном нагревом компонентов[1].

Пайка соединений при помощи лазера получила широкое применение в электронной промышленности благодаря точной дозировке энергии и автоматизации процесса. Нагрев припоя осуществляется благодаря лазерному излучению с переменной или постоянной энергией при помощи специального оборудования. Пайка при помощи лазера имеет существенный недостаток, который выражается нестабильностью энергетических показателей на выходе. Лазерная профессиональная пайка корректируется при помощи изменения интенсивности, показателей на выходе, а также площади пятна.

Лазерная пайка в печатных модулях, содержащих как компоненты, монтируемые в отверстия (THT - Through Hole Technology), так и компоненты поверхностного монтажа (SMD - Surface Mounted Device) показана на рисунке 1 [2].

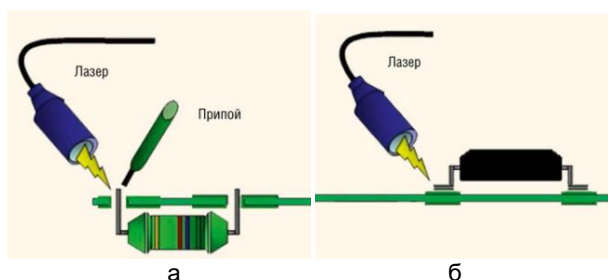


Рисунок 1 – Лазерная пайка компонентов:
а – THT, б – планарных

В отличие от ряда перспективных способов групповой пайки, при лазерной пайке, как правило, осуществляется раздельное формирование последовательности соединений. Однако с учетом возможности автоматизации процессов контроля, а также ряда других факторов (более высокое качество пайки, расщепление луча и т.д.), общее время монтажа при использовании лазерной управляемой пайки может быть сравнимо с групповой пайкой. Максимальная плотность мощности лазерного воздействия ограничена процессами газовой выделением в зоне пайки, и при применении стандартных паяльных паст составляет 3–5 Вт/мм² [3]. Наиболее перспективной является лазерная управляемая пайка с системой контроля хода процесса (рисунком 2).

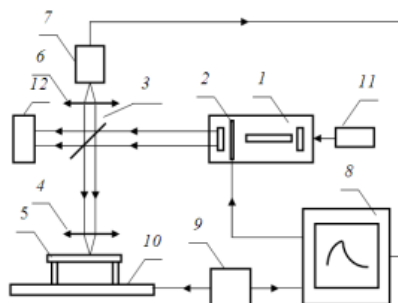


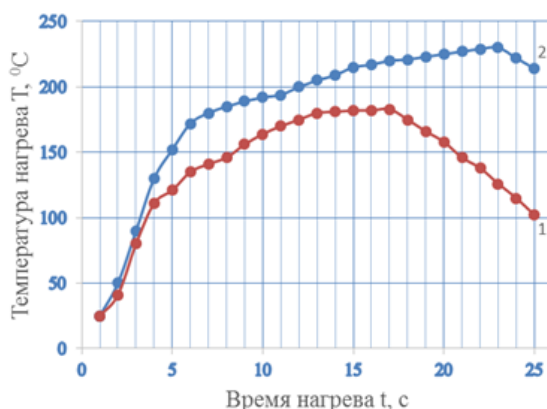
Рисунок 2 - Схема лазерной управляемой пайки

ИАГ лазер 1 с внутривибраторным акустооптическим затвором 2 формирует импульс излучения. С помощью поворотного зеркала 3 и объектива 4 энергия излучения передается поверхности изделия 5, которое в ограниченной зоне нагревается до определенной температуры. Во время процесса нагрева-охлаждения ИК-излучение от анализируемого участка линзой 6 передается на охлаждаемый приемник 7. Амплитуда и форма ИК сигнала анализируется по заданной программе компьютером 8. Компьютер через блок управления 9 задает перемещение двух координатного стола 10 с изделием по заданным координатам. He-Ne лазер 11 применен для визуализации объекта воздействия. Для контроля качества соединений служит телекамера системы технического зрения 12 [3].

При выполнении научной работы использована лазерная установка ЛОТИС, состоящий из источника оптического излучения, блоков регулирования энергии излучения, управления шаговыми двигателями, оптической системы и системы охлаждения лазера. В качестве источника оптического излучения применен квантовый генератор на алюмоиттриевом гранате с неодимом с длиной волны 1,06 мкм, длительностью импульсов 0,1 с и частотой следования 1-50 Гц. Для накачки активного элемента применены ИК-лампы мощностью 2 кВт.

Оптическая система формировала пространственные характеристики пучка как инструмента обработки. Фокусное расстояние оптической системы составляло 150 мм. Для наводки оптического излучения и юстировки оптической системы использовался маломощный газовый лазер, излучение от которого вводилось в оптическую систему формирования лазерного излучения с помощью полупрозрачного зеркала. Для позиционирования изделий применен координатный стол с двумя степенями свободы и точностью позиционирования $\pm 0,1$ мм. Работа координатного стола контролируется блоком управления шаговым двигателем на микроконтроллере Arduino Uno. Микроконтроллерное управление осуществляется шаговыми двигателями серии ДШИ, которые отличаются высокими точностными и динамическими характеристиками, а также возможностью осуществления электрической редукции. В установке применена двухконтурная система охлаждения лазера с теплообменным устройством типа «вода-вода» с термостабилизацией охлаждающей жидкости, циркулирующей по замкнутому контуру при помощи жидкостного насоса УО-1 [4].

Результаты исследования зависимостей температуры от времени нагрева лазерным лучом представлены на рисунке 3. Такая зависимость представляет температурный профиль лазерной пайки электронных компонентов на печатной плате.



1 – $V = 0,3$ кВ, $\nu = 3$ импульса/с; 2 – $V = 0,8$ кВ, $\nu = 10$ импульсов/с
Рисунок 3 – Зависимости температуры от времени нагрева лазерным лучом

Как видно из графиков, при определенном времени чем больше напряжение источника, тем больше температура нагрева. Наибольшую температуру показывает при времени $t = 17$ с ($V = 0,3$ кВ, $\nu = 3$ импульса/с) и при $t = 23$ с ($V = 0,8$ кВ, $\nu = 10$ импульсов/с). Поэтому можно сделать вывод, что для достижения высокой температуры нагрева требуется большое напряжение, но время работы нагрева должно быть дольше, чтобы достичь этой температуры.

Выводы: для исследования выбран метод лазерной пайки, как наиболее перспективный. Лазерная пайка позволяет получать наиболее точные и качественные соединения поверхностно-монтируемых компонентов в электронных модулях с высокой плотностью монтажа. Безусловным достоинством данного процесса является возможность его полной автоматизации. Из недостатков можно выделить лишь высокую стоимость технологического оборудования.

Список использованных источников:

1. Накаха, С. Лазерная пайка / С. Накаха, Т. Фудбита, К. Сугихара // Technology, Reports of Kansai University, 1983. – № 24. – С. 37– 43.
2. Ефанов, В. Лазерная селективная пайка: универсальное решение для SMT и THT технологий / В. Ефанов // Современная электроника, 2016. – № 3. – С. 1– 3.
3. Ланин, В. Л. Формирование токопроводящих контактных соединений в изделиях электроники / В.Л. Ланин, А. П. Достанко, Е.В. Телеш. – Минск: Изд. центр БГУ, 2007. – 574 с.
4. Ланин, В. Л. Лазерная пайка при сборке электронных модулей / В.Л. Ланин // Технологии в электронной промышленности, 2007. – №6. – С. 40– 44.