

ТЕХНОЛОГИЯ ДИОДНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ПАЙКИ ВЫСОКОИНТЕГРИРОВАННЫХ QFP УСТРОЙСТВ

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

Колос А. М.

Ланин В. Л. – д-р. техн. наук, профессор

Лазер представляет собой управляемое средство подачи локализованной энергии для формирования паяных соединений и является ценным инструментом в производстве электроники. Диодный лазер (ДЛ) технологии пайки высокоинтегрированных QFP устройств выполняет пайку бессвинцовым припоем Sn-Ag-Cu и припоем Sn-Pb соответственно, и механические свойства микросоединений QFP устройств были протестированы и изучены тестером микросоединений STR-1000 [1].

Пайка экспериментальных образцов QFP устройств проводилась инфракрасной пайкой (ИК) в паяльной печи и диодной лазерной системой соответственно. Пайку образцов проводили в промышленной печи с семью зонами нагрева и одной зоной охлаждения. Лазерная пайка непрерывным лазером с длиной волны 808 нм представлена на рисунке 1.

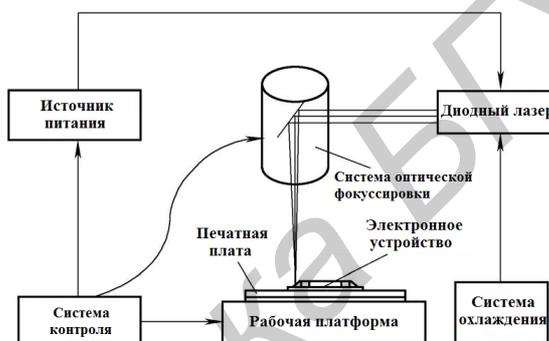


Рис.1 – Структурная схема диодной лазерной системы

После проведения лазерной пайки QFP устройств при других условиях было выяснено, что на механические свойства микросоединений влияют два параметра: выходная мощность лазера и скорость лазерного сканирования. Сначала было изучено влияние параметров лазера на механические свойства микросоединений, а затем эффект от двух различных видов методов пайки был исследован систематически.

Рисунок 2 показывает QFP устройства припаянные системой диодной лазерной пайки с использованием бессвинцового припоя Sn-Ag-Cu. Выявлено, что при использовании диодного лазера с соответствующими параметрами, получаются прочные микросоединения без образования перемычек и шариков припоя.

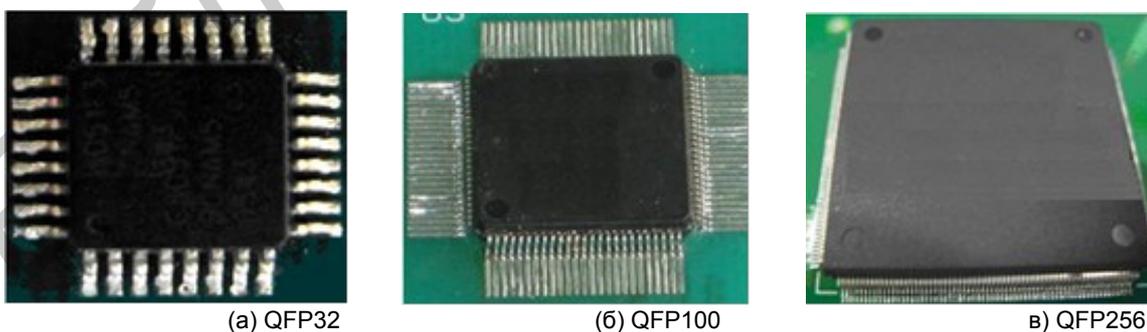


Рис.2 – QFP устройства припаянные диодной лазерной системой

Критерием оптимизации формирования соединений является производительность, определяемая скоростью нагрева в зоне воздействия излучения, и воспроизводимость качества соединений. При моделировании предполагаем, что энергия излучения распределена равномерно по лазерному пятну, а задача теплопроводности рассматривается в одномерном приближении при условии, что основной поток теплоты в материале распространяется нормально поверхности в глубину тела по оси OZ (рисунок 1).

Одномерное по оси OZ температурное поле, создаваемое в полубесконечном теле однородным излучением с равномерным распределением энергии, описывается следующим уравнением (при $t > \tau_u$) [1]:

$$T(z, t) = \frac{2q_n \sqrt{a}}{\lambda_m} \left[\sqrt{t} \operatorname{ierfc} \left(\frac{z}{2\sqrt{at}} \right) - \sqrt{t - \tau_u} \operatorname{ierfc} \left(\frac{\sqrt{z^2 + r_n^2}}{2\sqrt{at - \tau_u}} \right) \right], \quad (1)$$

где z – расстояние по оси OZ, t – время действия лазерного излучения, q_n – плотность мощность излучения, $a = \lambda_r / (c\gamma)$ – коэффициент температуропроводности, λ_r – теплопроводность, $c\gamma$ – объемная теплоемкость, ierfc – функция интеграла вероятности.

Плотность мощности теплового источника вычисляется как: $q_n = \eta_{\text{эф}} E$. При $0 < t < \tau_u$ уравнение (1) приводится к упрощенному виду

$$T(z, t) = \frac{2q_n}{\lambda_m} \sqrt{at} \operatorname{ierfc} \left(\frac{z}{2\sqrt{at}} \right). \quad (2)$$

Исходные данные для моделирования процесса воздействия лазерного излучения на зону присоединения внешних выводов интегральных микросхем следующие [2]: радиус пятна лазерного излучения на поверхности $r_n = 0,8$ мм, КПД источника нагрева $\eta_{\text{эф}} = 20\%$, мощность излучения $P_n = 20$ Вт, теплоемкость материала подложки $c = 481$ Дж/(кг·К). Используя формулу (2) вычисляем распределение температуры в зоне нагрева при постоянной величине z . Полученные данные представлены в виде зависимости температуры от времени воздействия лазерного излучения (рисунок 2).

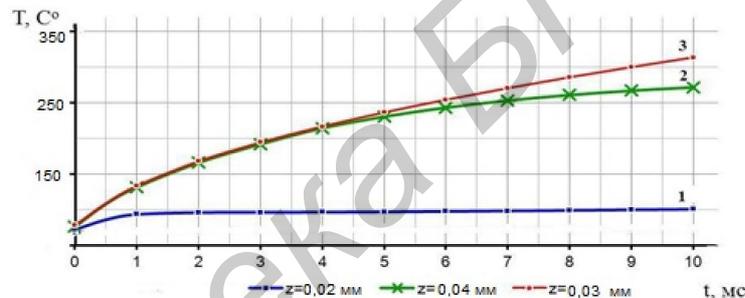


Рисунок 2– Зависимости температуры в зоне нагрева от времени воздействия лазерного излучения

Выводы:

- (1) Прочные QFP микросоединения с шагом до 0,4 мм без образования перемычек и шариков припоя получаются с помощью метода пайки диодным лазером с соответствующими параметрами.
- (2) Предел прочности микросоединений QFP постепенно возрастает с увеличением выходной мощности лазерного излучения, максимальное его значение получается, когда мощность на выходе достигает определенного значения.
- (3) Механические свойства микросоединений QFP полученные методом пайки диодной лазерной системой лучше, чем при использовании ИК пайки. Метод ИК пайки может быть заменен методом лазерной пайки с целью улучшения механических свойств микросоединений.

Список использованных источников:

1. Manko H. H. Solders and Soldering: Materials, Design, Production and Analysis for Reliable Bonding. N.Y. 2000.
2. Whitaker J. C. Microelectronics. N.Y.: CRC, 2006.
3. Wassink K. R. J. Soldering in Electronics. Ayr, Scotland, Electrochem. Publ., 2002.

МОНТАЖ SMD КОМПОНЕНТОВ НА МАНИПУЛЯТОРЕ В МЕЛКОСЕРИЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

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

Королёв А.С.

Ланин В. Л. – д-р. техн. наук, профессор