

ФОРМИРОВАНИЕ ШАРИКОВ ПРИПОЯ НА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ ДЛЯ FLIP-CHIP

Войналович А.А., Хацкевич А.Д.

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

Научный руководитель: Ланин В.Л. – д-р техн. наук, профессор кафедры ЭТТ

Аннотация. Выбор режима работы индуктора очень важен для формирования выводов шариков припоя при индукционной пайке. Исследованы различные варианты работы кольцевого индуктора. Применение индукционных нагревателей на магнитопроводах позволяет повысить локальность нагрева, снизить потребляемую мощность, избавиться от водяного охлаждения и от изоляции деталей.

Ключевые слова: индукционная пайка, шарики припоя, индуктор, концентратор.

Введение. Новым направлением сборки многофункциональных модулей стало создание систем на кристалле, когда на одном кристалле выполняется аналоговая часть, вычислительная и цифровая периферия. Далее кристалл устанавливается в подходящий корпус. Недостатком данной системы является сложность проектирования и высокая трудоемкость изготовления кристаллов для подобных систем.

Технологии 2D и 3D многокристальных модулей (рисунок 1) позволяют создавать компактные изделия микроэлектроники (микропроцессоры, оперативные запоминающие устройства, разнообразные датчики и сенсоры и т. д.), при этом существенно сокращается количество межсоединений в изделии, и тем самым существенно повышается их надежность [1].

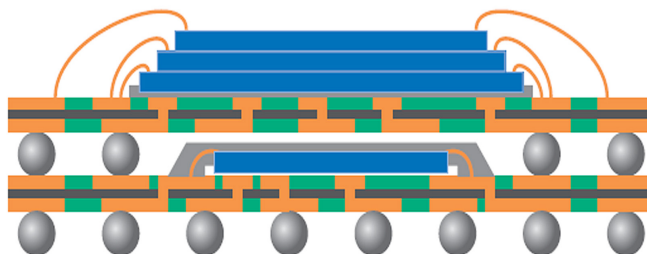


Рисунок 1 – Структура 2D-3D конструкций MCM модулей

Полупроводниковая промышленность заинтересована в создании устройств малых размеров с высокой степенью интеграции, широким набором функций и доступных по стоимости. Эффективное решение этой задачи возможно с использованием систем в корпусе. За последние 10 лет было произведено более 1 млрд таких устройств, из них 40% – в виде трехмерных 3D сборок. Сегодня этот подход к созданию микросхем является одним из основных.

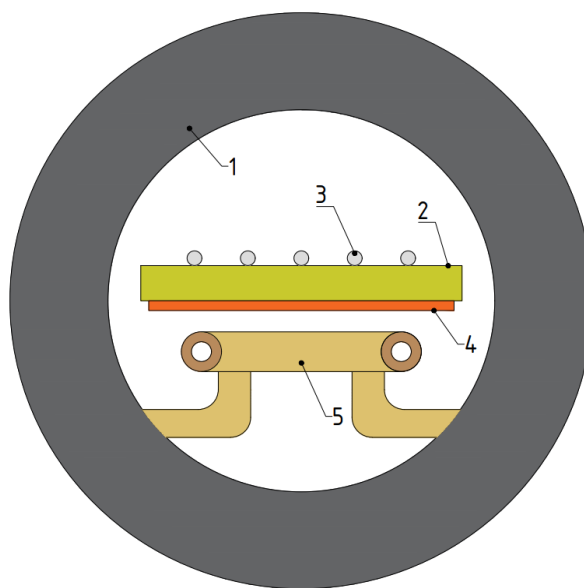
Высокопроизводительный бесконтактный нагрев осуществим благодаря воздействию энергии высокочастотных электромагнитных колебаний. Применим он в различных процессах обработки проводящих материалов: термообработке, плавке, упрочнении, сварке, пайке, выращивании кристаллов и т.д. Целью работы является поиск оптимального режима работы индуктора, при котором соединение шариков припоя с контактными площадками будет наилучшее.

Основная часть. Наиболее важным преимуществом ВЧ-нагрева являются следующие [2]:

- энергия нагрева создается вихревыми токами непосредственно в изделии;
- возможны высокая плотность энергии и короткое время нагрева;

- локализация нагрева в пределах обрабатываемой зоны;
- возможность нагрева в любой среде, включая вакуум или инертный газ;
- высокая экологическая чистота нагрева;
- возможность использования электродинамических сил для улучшения растекания припоя, перемешивания расплава металла и т. д.

Индукционный нагрев применен для формирования шариков бессвинцового припоя диаметром 0,76 мм на контактных площадках платы, имеющих покрытие иммерсионным оловом толщиной 1-1,5 мкм. Шарiki размещались на контактных площадках, а концентратор размещался под печатной платой. Вся конструкция помещалась в центр индуктора (рисунок 2). Частота на задающем генераторе 732 кГц, величина тока варьировалась от 1,5 до 3 А. Температура оплавления припоя достигалась при токе генератора 3 А за 82 с. Затем шарики припоя были использованы для присоединения БИС в корпусе BGA к контактным площадкам платы.



1 – индуктор; 2 – плата; 3 – шарики припоя с контактными площадками; 4 – медная подложка; 5 – кольцевой индуктор

Рисунок 2 – Схема индукционного нагрева шариков припоя

Исследования проводились с печатными платами, к которым снизу крепились медный концентратор с несколькими прорезями (рисунок 3а), сплошной медный концентратор в совокупности с теплопроводящей пастой КПТ-8 (рисунок 3б), а также медный концентратор, имеющий одну прорезь с силиконовым герметиком (рисунок 3в).

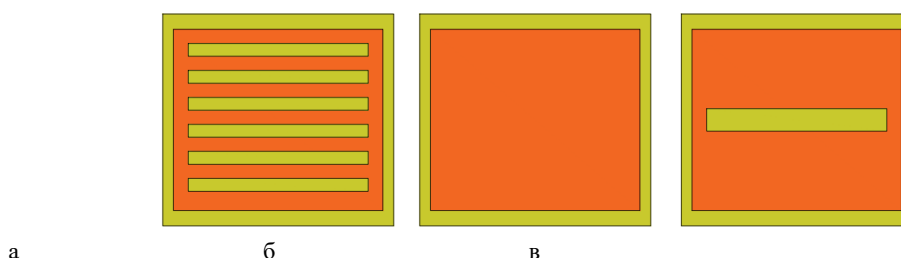
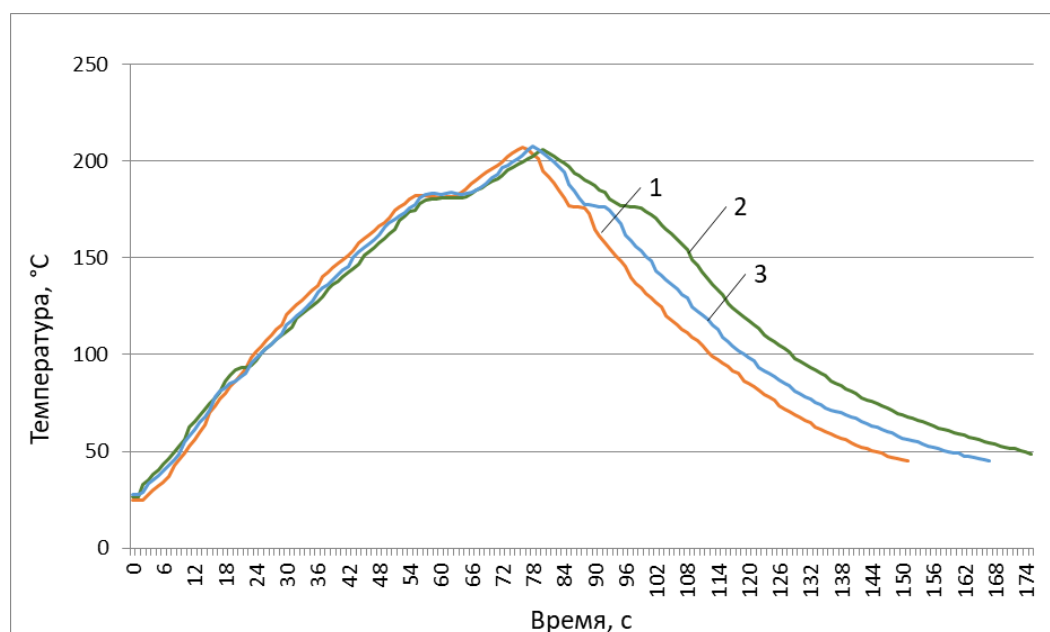


Рисунок 3 – Вид концентраторов с обратной стороны плат

Анализ зависимостей температуры шариков припоя с течением времени (рисунок 4) при одинаковом токе в индукторе и частоте задающего генератора показал, что скорость нагрева практически не отличается и составляет 2,9-3,5 °С/с вне зависимости от типа концентратора; скорость охлаждения на образцах 1 и 3 (рисунок 3а и 3в соответственно) составляет 2-3 °С/с, а на 2-ом образце (рисунок 3б) скорость нагрева ниже и составляет 1,2-2 °С/с.



1 – концентратор с несколькими прорезами; 2 – сплошной концентратор;
3 – концентратор с одной прорезью

Рисунок 4 – Зависимости температуры оплавления шариков припоя от типа концентратора

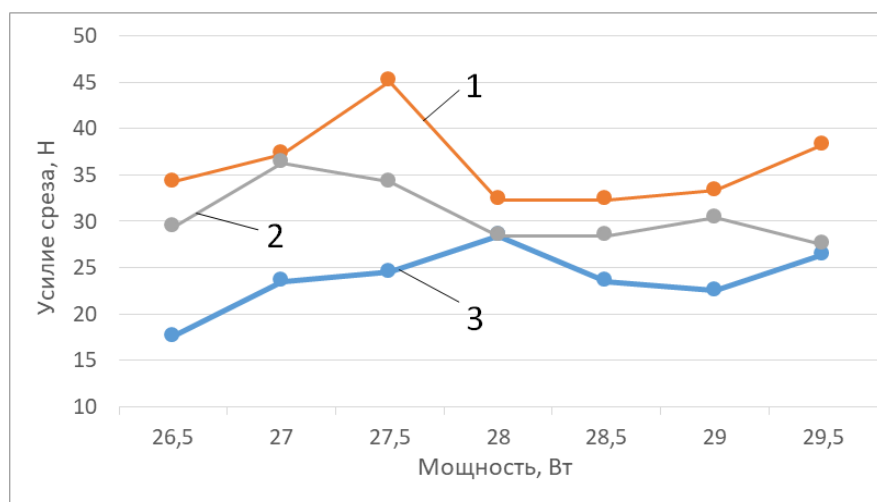
Охладив образцы до комнатной температуры, путём измерений были получены данные по высоте шариков припоя после индукционного нагрева (таблица 1). Измерения проводились при помощи электронного штангенциркуля.

Проанализировав данные по таблице, можно сделать вывод, что размер шариков припоя в ходе оплавления на контактных площадках стал в среднем на 0,277 мм меньше по сравнению с изначальным размером шариков, равным 0,76 мм.

Таблица 1. Высота шариков припоя после индукционного нагрева

Тип концентратора	Высота вместе с шариком, мм	Высота h шарика, мм	Средняя высота h шариков, мм	Погрешность расхождения h шариков, %	Переходное сопротивление R , включая сопротивление шарика, мОм
1	2,55	0,59	0,546	8,06	93,5
	2,51	0,55		0,73	91,9
	2,47	0,51		6,59	83,1
	2,52	0,56		2,56	84,2
	2,48	0,52		4,76	79,8
2	2,36	0,4	0,406	1,48	89,1
	2,37	0,41		0,99	94,5
	2,36	0,4		1,48	95,4
	2,38	0,42		3,45	103,8
	2,36	0,4		1,48	105,7
3	2,49	0,53	0,496	6,85	86,2
	2,48	0,52		4,84	92,7
	2,44	0,48		3,23	90,65
	2,42	0,46		7,26	85,8
	2,45	0,49		1,21	89,62

Затем проверили образцы на прочность соединения шариков припоя с контактными площадками при помощи установки прочности на разрыв. Образцы фиксировались вручную. Зависимости прочности соединения шариков припоя с контактными площадками от мощности генератора приведены на рисунке 5.



1 – концентратор с несколькими прорезьями; 2 – сплошной концентратор; 3 – концентратор с одной прорезью

Рисунок 5 – Зависимости прочности соединения шариков припоя от мощности генератора

Из графиков видно, что прочность соединения шарика припоя с контактной площадкой растёт с увеличением мощности, т.к. параметры пайки приближаются к оптимальным. Однако, при увеличении мощности до 28 Вт и выше, усилие, требуемое для среза шарика, уменьшается, т.к. припой перегревается.

Заключение. Применение кольцевого индуктора в зазоре магнитопровода позволяют локализовать нагрев. Применение концентраторов помогает более равномерно распределять температуру во время нагрева шариков. Применение концентраторов с прорезьями не так сильно нагревают плату, о чём свидетельствует бóльшая скорость охлаждения, чем у сплошного концентратора. Оптимальная прочность соединения шариков припоя с контактными площадками достигается при мощности генератора равной 28 Вт.

Список литературы

- 1 Хохлун А., Бейль В., Некоторые особенности технологии производства современных многокристалльных микросборок и «систем в корпусе» типа МКМ-К // Технологии в электронной промышленности. 2011. № 4.
- 2 Ланин, В.Л. Высокочастотный индукционный нагрев для пайки электронных устройств / В.Л. Ланин // Технологии в электронной промышленности – 2007. – № 5. – С. 46–49.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

THE FORMATION OF SOLDER BALLS ON PRINTED CIRCUIT BOARDS FOR FLIP-CHIP

Voinalovich A.A., Khatskevich A.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Lanin V.L. – Doctor of the Technical Science, professor of the Department of ETT

Annotation. The choice of the inductor operating mode is very important for the formation of solder ball terminals during induction soldering. Various variants of the ring inductor operation are investigated. The use of induction heaters on magnetic circuits makes it possible to increase the locality of heating, reduce power consumption, get rid of water cooling and insulation of parts.

Keywords: induction soldering, solder balls, inductor, concentrator.