

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОЛЕЙ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ШАРИКОВ ПРИПОЯ НА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ

Войналович А.А.

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

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

Аннотация. Формирование шариков припоя на печатных платах и подложках является сложным и многоэтапным технологическим процессом. Исследован процесс формирования шариков припоя на печатной плате индукционным нагревом. 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, магнитопровод, концентратор.

Введение. Технология монтажа кристаллов активной стороной на печатные платы (*Flip-Chip*), при котором кристалл устанавливается на выводы, выполненные непосредственно на его контактных площадках, обеспечивает высокую плотность монтажа и очень короткие электрические связи, что повышает производительность микросхем и снижает нагрева.

С развитием микроэлектроники растет количество выводов компонентов, и по ряду причин медные шарики были заменены на шарики припоя. Сформированные на контактных площадках кремниевого кристалла шарики припоя в процессе групповой пайки обеспечивают надежное соединение с медными контактными площадками платы, при этом за счет сил поверхностного натяжения расплавленного припоя происходит самовыравнивание кристалла.

Формирование шариков припоя на печатных платах и подложках является сложным и многоэтапным технологическим процессом. Шарики припоя на печатной плате можно формировать индукционным нагревом. Применение индукционных нагревателей на магнитопроводах позволяет повысить локальность нагрева, снизить потребляемую мощность, избавиться от водяного охлаждения и от изоляции деталей [1].

Целью работы является моделирование тепловых полей и оптимизация параметров индукционного нагрева шариков припоя для *Flip-Chip* монтажа кристаллов интегральных схем.

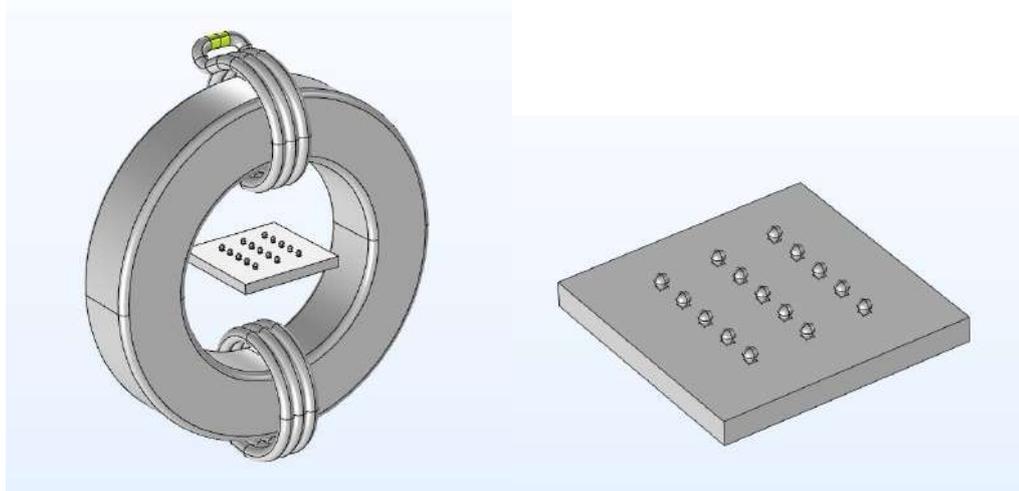
Основная часть. Высокопроизводительный бесконтактный нагрев осуществим благодаря воздействию энергии высокочастотных электромагнитных колебаний. Применим он в различных процессах обработки проводящих материалов: термообработке, плавке, упрочнении, сварке, пайке, выращивании кристаллов и т.д. Наиболее 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.

Для моделирования тепловых полей индукционного нагрева выбран пакет *COMSOL Multiphysics*, который позволяет рассчитывать гармонические электромагнитные и электрические поля, переходные процессы, а также распределения температуры в нагреваемых объектах. Шарики припоя диаметром 0,76 мм закреплялись на контактных

медных площадках платы из стеклотекстолита *FR4* толщиной 1,5 мм. Плата нагревалась цельным магнитопроводом из феррита радиусом 30 мм (рисунок 1).

На частоте 732 кГц и силе тока в индукторе 1 А после 60 с нагрева получены тепловые поля нагрева шариков припоя на печатной плате (рисунок 2). Отмечена неравномерность нагрева шариков в центре ввиду краевого эффекта, проявление которого связано с взаимодействием магнитного поля вихревых токов в деталях с магнитным полем магнитопровода и искажением его силовых линий.



а

б

а – Модель индукционного нагревателя с замкнутым магнитопроводом,
б – печатная плата с шариками припоя

Рисунок 1 – Модель индукционного нагревателя для формирования шариков припоя

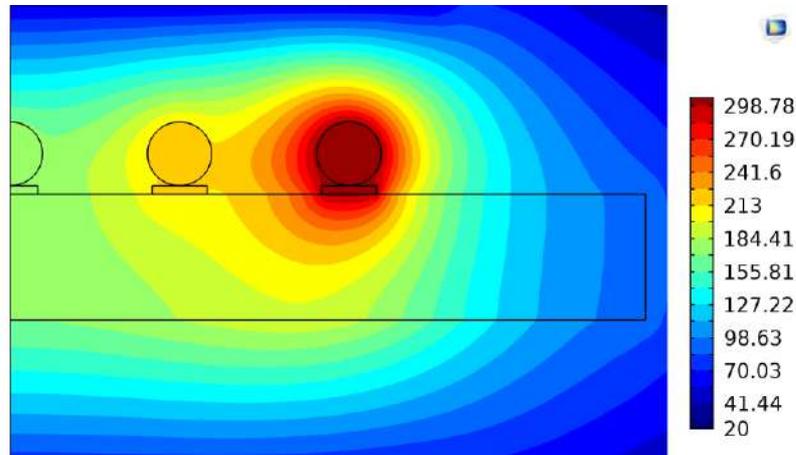


Рисунок 2 – Распределение температуры в зоне нагрева шариков припоя

Проведено моделирование индукционного нагрева на частоте 732 кГц и силе тока в индукторе 1 А с применением медного концентратора, расположенного под печатной платой. Получены тепловые поля нагрева шариков припоя на печатной плате (рисунок 3), распределение плотности магнитного потока (рисунок 4). В данном варианте моделирования отмечен наиболее равномерный нагрев шариков припоя, т.к. медный концентратор, расположенный под печатной платой, обеспечил более равномерное распределение вихревых токов.

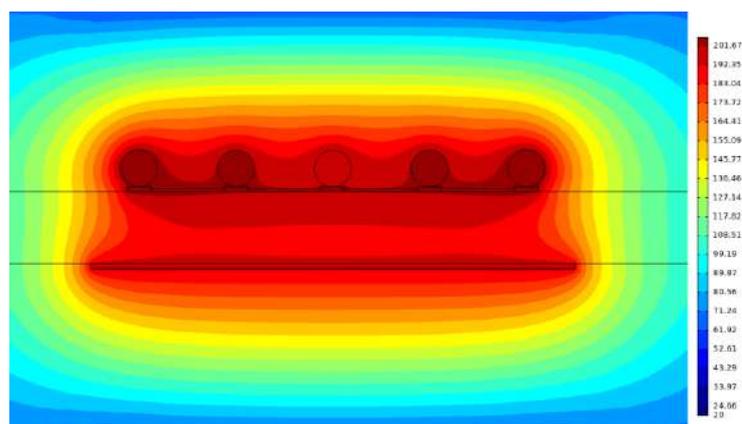


Рисунок 3 – Распределение температуры в зоне нагрева с применением концентратора

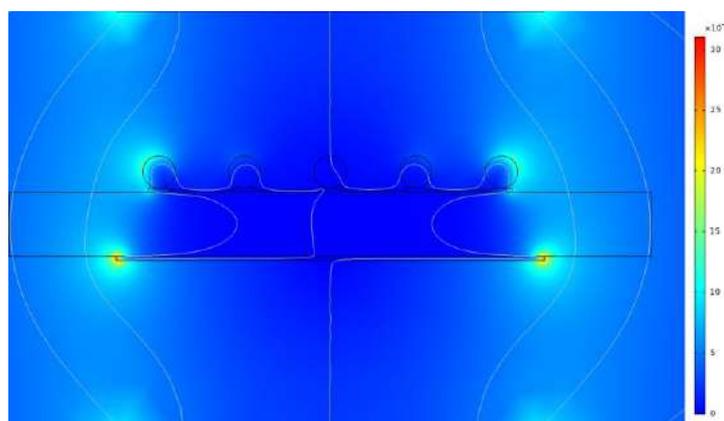


Рисунок 4 – Распределение плотности магнитного потока

Заключение. В ходе моделирования было получено распределение температуры для двух вариантов индукционного нагрева: с применением концентратора и без него. Применение концентратора вихревых токов позволило повысить эффективность нагрева благодаря концентрации магнитного поля и обеспечить более равномерный нагрев шариков припоя.

Список литературы

1. Lanin, V.L. *Induction Devices for Assembly Soldering in Electronics* / V.L. Lanin, I.I. Sergachov // *Surface Engineering and Applied Electrochemistry*, 2012, № 4.– P. 384–388.
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

SIMULATION OF THERMAL FIELDS OF INDUCTION HEATING DURING THE FORMATION OF SOLDER BALLS ON PRINTED BOARDS

Voinalovich A.A.

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

Lanin V.L. – Dr. Tech. Sc., full professor, professor of the department of ETT

Annotation The formation of solder balls on printed circuit boards and substrates is a complex and multi-stage process. Solder balls on a printed circuit board can be formed by induction heating. The use of induction heaters on magnetic cores makes it possible to increase the locality of heating, reduce power consumption, get rid of water cooling and isolation of parts.

Keywords: induction soldering, solder balls, magnetic core, concentrator.