КОНТРОЛЬ И АНАЛИЗ КАЧЕСТВА МОНТАЖА МИКРОСХЕМ С ШАРИКОВЫМИ ВЫВОДАМИ В БОРТОВОЙ АППАРАТУРЕ ОТВЕТСТВЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ

И.А. Салихов, А.О. Алтунин, А.П. Эрман

*Российский Федеральный Ядерный Центр – Всероссийский научно-исследовательский институт
технической физики им. академика Е.И. Забабахина, Снежинск, Российская Федерация*

Проанализирована надёжность качества поверхностного монтажа BGA-компонентов. Рассмотрены микросхемы 1892BM8Я и 1892BM10Я. Показано, что монтаж микросхемы 1892BM8Я прошёл без дефектов, а при монтаже микросхемы 1892BM10Я обнаружен дефект – пустоты внутри шарикового вывода. Данный дефект образуется вследствие дегазации флюса внутрь паяного соединения.

Ключевые слова: BGA-микросхемы, шариковые выводы, дефекты пайки, пустоты в пайке.

CONTROL AND ANALYSIS THE QUALITY OF INSTALLATION CIRCUITS WITH BALL FINDINGS ON-BOARD EQUIPMENT IN A DEMANDING APPLICATION

I.A. Salikhov, A.O. Altunin, A.P. Erman

*Russian Federal Nuclear Center – Zababakhin All-Russia Research
Institute of Technical Physics, Snezhinsk, Russian Federation*

The reliability of the surface mounting quality of BGA components is analyzed. The chips 1892VM8J and the chip 1892 VM8J were considered. The analysis showed that the installation of the chip of the first type passed without defects, and the installation of the chip of the first type was the defect of the void inside the ball output. This defect is formed in consequence of flux degassing inside the solder joint.

Keywords: BGA-chips, ball pins, soldering defects, voids in soldering.

При разработке бортового вычислителя [1] были применены микросхемы 1892BM8Я (тип корпуса – HSBGA-416, размер корпуса 35x35 мм, шаг вывода 1,27 мм, диаметр шарикового вывода 0,65) и 1892BM10Я (тип корпуса – HSBGA-400, размер корпуса 21x21 мм, шаг вывода 1 мм, диаметр шарикового вывода 0,5).

В процессе изготовления возник вопрос контроля качества паяных соединений компонентов BGA. Компоненты BGA контролируются по тем же критериям, что и остальные элементы поверхностного монтажа. Идеальное паяное соединение должно иметь плавный переход между шариковым или столбиковым выводом и краем блестящей галтели. Но главная трудность в том, что визуально можно проверить только пайку внешних рядов, большинство паяных соединений скрыты за внешними рядами, и проверить качество их пайки можно только на рентгеновском оборудовании.

Для контроля пайки данных элементов применяется рентгеновский микроскоп. Рентгеновские лучи в нём генерируются в рентгеновской трубке, проходят через анализируемый образец и попадают в приемное устройство – цифровой усилитель изображения – детектор, который преобразует входящие рентгеновские лучи в видимый образ. Этот образ видит оператор на мониторе. Объект или материал, обладающий большей плотностью по сравнению с окружающими, поглощает больше рентгеновских лучей. В результате через образец в месте большей плотности проходит меньше лучей и меньше лучей попадёт на детектор, обра-

зуя тень. Таким образом, на рентгеновском снимке места нанесения припоя, границы компонентов и медные дорожки выглядят более темными.

В ходе проверки монтажа микросхемы 1892ВМ8Я получена рентгенограмма, представленная на рис. 1, которая показала отсутствие дефектов пайки.

Рис. 1. Рентгенограмма установленной на плату микросхемы 1892ВМ8Я

В ходе проверки монтажа микросхемы 1892ВМ10Я также получена рентгенограмма, был выявлен дефект – пустоты внутри шариковых выводов (рис. 2).

Рис. 2. Рентгенограмма установленной на плату микросхемы 1892ВМ10Я

Пустоты представляют собой пузырьки воздуха или неметаллические включения в паяных соединениях. Для большинства оловянно-свинцовых припоев всегда сохраняется определённый уровень образования пустот.

Существует несколько видов пустот оловянно-свинцовых сплавов:

- планарные пустоты представляют собой серию небольших пустот (менее 25 мкм), располагаются на границе раздела контактная площадка – припой

- пустоты в микропереходах. Пустоты диаметром 100 мкм и более формируются в микропереходах контактной площадки.

- макропустоты – это пустоты, возникающие при испарении ингредиентов флюса внутри паяльной пасты обычно диаметром 100–300 мкм [3].

Для нашего случая данный тип пустот классифицируется как макропустоты.

Наличие макропустот оказывает отрицательное влияние на механические свойства соединений, прочность, пластичность и усталостную долговечность. Ухудшение свойств может также происходить вследствие увеличения деформации припоя, вызванного пустотами. Такие пустоты могут служить причиной точечного перегрева, снижая надежность паяного соединения.

Анализ иностранной нормативной базы показал, что заказчик может установить допустимый уровень таких пустот, в зависимости от требований к прибору [4]. В данном случае дальнейшая эксплуатация прибора допускала наличие такого дефекта. В следующих изделиях предполагается их исключить или выйти на уровень меньше 25 % [5].

В ходе изучения темы было выявлено, что значительное влияние на образование пустот оказывает состав и структура паяльных паст. Также имеет значение количество паяльной пасты на контактной площадке, её избыток способствует образованию этого дефекта. Исследования показали, что содержание пустот уменьшается с увеличением активности флюса [3].

На образование пустот не меньшее влияние оказывает температурный режим в процессе пайки поверхностного монтажа. Например, этот дефект образуется в случае недостаточной температуры пайки либо при слишком быстром ее повышении на стадии предварительного нагрева.

Положительный эффект даёт увеличение времени пайки при температуре выше температуры ликвидуса при плавлении, чтобы летучие вещества флюса успели испариться.

На основе приведенной теоретической информации были проанализированы температурные режимы пайки, они были подобраны оптимальными для данного типа паяльной пасты. Также была проанализирована используемая паяльная паста, такие параметры, как величина зерна и химический состав. Эти величины соответствовали для используемых контактных площадок. В итоге было принято решение устранить дефект путём изменения количества паяльной пасты, после чего объём паяльной пасты на контактной площадке был уменьшен на 30%. Исследование показало, что пайка была выполнена качественно (рис. 3).

Рис. 3. Рентгенограмма установленной на плату микросхемы 1892ВМ10Я после изменения количества паяльной пасты на контактной площадке

Монтаж микросхемы 1892ВМ10Я был выполнен без дефектов благодаря оптимальному подбору технологических параметров.

Вывод

При пайке более сложной для монтажа (меньше диаметр шарикового вывода, меньше расстояние между выводами) микросхемы 1892ВМ10Я образуется дефект пайки – пустоты.

Были выполнены работы по исключению данного дефекта, исследовались варианты, при которых тип паяльной пасты и технологические режимы не изменялись, изменяли только количество паяльной пасты на контактной площадке. Это позволило уменьшить данный дефект до допустимого уровня.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Система навигации и автоматического управления БПЛА с бортовым вычислителем на базе микропроцессора 1892ВМ8Я / А.Ю. Логинов [и др.] // Научные чтения по авиации, посвященные памяти Н.Е. Жуковского. 2017. № 5. С. 367–372.
2. Андреев С.В., Андреев Д.В. // Научные чтения по авиации, посвященные памяти Н.Е. Жуковского. 2017. № 5. С. 367–372.
3. Нинг-Ченг Ли. Технология пайки оплавлением, поиск и устранение дефектов: поверхностный монтаж, BGA, CSP и flip chip технологии. М.: Технологии, 2006. 392 с., ил., табл.; Егоров Г. Пустоты в паянных соединениях корпусов BGA // Печатный монтаж. 2010. № 2. С. 30–32.
4. IPC-7095. Design and assembly process implementation for BGAs. Association connecting electronics industries. 2003. 88 p.
5. IPC-A-610D. Критерии качества электронных сборок, 2001.
6. Исследование качества пайки BGA микросхем / С.В. Тюлевин, А.И. Архипов, М.Н. Пиганов // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». 2013. Т. 2. С. 222–224.