

(43,35 вес. % в точке 5 и 44,54 вес. % в точке 6) и O (45,52 вес. % в точке 5 и 46,07 вес. % в точке 6). В теле резистора обнаружены дефекты в виде ямок. Возможно, что это области выкрашивания зерен, образовавшиеся при распилке-шлифовке образцов. Однако не исключено, что это дефекты, образовавшиеся в процессе изготовления чипа.

Список использованных источников

1. Гафт С. Оптимизация производства. Современный подход к выбору стратегии контроля печатных узлов, блоков и систем // Поверхностный монтаж. – 2010. - № 6. – С. 34-38.

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ПАЙКИ BGA МИКРОСХЕМ

С.В.Тюлевин, А.И.Архипов, М.Н.Пиганов

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Современная российская радиоэлектронная промышленность сильно зависит от зарубежных производителей и поставщиков. Отечественная элементная база по своим качественным характеристикам (надежность, функциональные возможности, технические параметры) отстает от зарубежной. Поэтому использование импортной элементной базы является вынужденной, но необходимой мерой.

Однако зарубежные комплектующие не всегда удовлетворяют заявленным требованиям по качеству и надежности. В последнее время даже имеют случаи поставки контрафактных компонентов. В связи с этим перед отечественными производителями аппаратуры для специальной техники, в том числе, ракетно-космической, стоит серьезная задача объективного контроля (в первую очередь входного) комплектующих (проверка на работоспособность, номинал), отбора высококачественных и прогнозирования их будущего состояния.

В работе [1] показано, что это является сложнейшей задачей, связанной с решением множества проблем (сохранность компонентов, наличие необходимых контактирующих устройств, специального тестового оборудования, проходной камеры, азотного устройства, минимизация человеческого фактора и др.).

В данной работе была поставлена задача изучения паяных соединений выводов BGA-микросхем с контактными площадками многослойной печатной платы. Контроль и изучение качества пайки проводились путем визуального морфологического исследования и микроанализа зоны паяного соединения по методике [2,3]. Для этого был использован сканирующий электронный микроскоп VEGAII с системой

энергодисперсионного рентгеноспектрального микроанализа Oxford Analytical типа INCAx-act.

Для исследования были использованы микрошлифы. Методика их получения состоит в следующем.

1. Прецизионная резка печатного узла тонким алмазным диском (толщина 0,3 мм) по отмеченным зонам. Использовался отрезной низкооборотный станок ISOMET фирмы Buehler LTD (США).

2. Пришлифовка сечений образцов на абразивной водостойкой бумаге 800 grid (40 мкм).

3. Подгонка рабочих сечений образцов с контролируемыми участками на шлифовальном станке до вскрытия исследуемых элементов монтажа. Использовался шлифовально-полировальный станок для металлографии ECOMET-IV фирмы Buehler (США).

4. Компоновка образцов в требуемую форму на двухсторонний скотч.

5. Установка формованных образцов (отрезанных фрагментов узла со вскрытыми сечениями) в заданную форму.

6. Заливка образцов в форме эпоксидной смолой для пропитки. Использовалась технология холодной заливки, т.к. температура плавления припоев и технологических материалов на узле $\sim 200^{\circ}\text{C}$.

7. Промывка полученных заготовок спиртом/ацетоном для снятия слоя клея.

8. Пришлифовка заготовок на абразиве 800 grid.

9. Предполировочная доводка заготовок на абразиве 1200 grid (15...20 мкм).

10. Полировка на нейлоновом сукне с мелким ворсом на суспензии Al_2O_3 (размер частиц 0,3 мкм).

11. Промывка водой. Осуществляется после каждой операции.

12. Извлечение «таблетки» с исследуемыми образцами из оснастки (металлического кольца).

13. Покрытие «таблеток» с рабочей стороны слоем золота (толщина 200 Å) на установке катодного распыления JFC-1100 (фирма JEOL). Это необходимо для предотвращения зарядки образца при электронной бомбардировке и улучшения контраста изображения.

При подготовке образцов использовались оптический бинокулярный микроскоп с цифровым окуляром типа OM и расходные материалы фирмы Buehler LTD (США). Микрошлифы были подготовлены в аналитической лаборатории ОАО «Авангард».

Проведем анализ качества паяных соединений BGA-микросхем в таблетке № 2. На рис. 1 приведен общий вид ряда паяных соединений для BGA-микросхемы (увеличение 50x; ускоряющее напряжение 30 кV; детектор SE; размер поля 4,33 мм). На рис. 2 показано соединение шарика №3

(увеличение 200x; размер поля 4,33 мм). В центре шарика (вывода BGA) видна пора. На рис. 3 эта пора показана при увеличении 5000x (размер поля 43,34 мкм).



Рис. 1

Рис. 2



Рис. 3

Был проведен микроанализ в самой темной части этой поры (рис. 4) и на светлом участке (рис. 5), расположенном рядом. В обоих случаях обнаружены включения окиси алюминия. В темной области содержание Al составляет 40,2 вес. %, O – 41,82 вес. %, а в светлой – 43,43 вес. % и 49,11 вес. % соответственно.

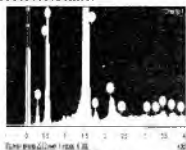


Рис. 4

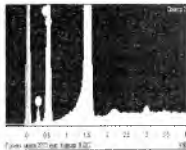


Рис. 5

Далее был проведен микроанализ контактных площадок, выводов и самого паяного соединения данного шарика. На рис. 6 приведена спектрограмма, полученная в точке 1. Содержание Cu составляет 82,51 вес. %, Au – 1,59 вес. %, Ni – 0,54 вес. %.

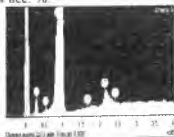


Рис. 6

На рис. 7 приведена спектрограмма, полученная в точке 2. Содержание Sn составляет 84,55 вес. %, Au – 1,74 вес. %, Pb – 7,26 вес. %. На

рис. 8 приведена спектрограмма, полученная в точке 2А (светлое поле левее точки 2). Содержание Sn составляет 29,61 вес. %, Pb – 69,8 вес. %, Cu – 0,59 вес. %.

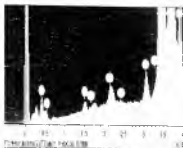


Рис. 7

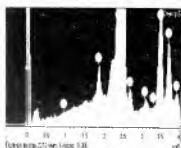


Рис. 8

На рис. 9 приведена спектрограмма в точке 3. Содержание Sn составляет 90,01 вес. %, Pb – 0%, Al – 0,85 вес. %, Au – 1,81 вес. %.

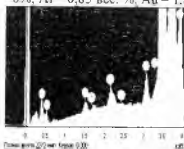


Рис. 9

На рис. 10 приведена спектрограмма, полученная в точке 4 (на сером фоне). Видно, что появился Pb (светлые области на электронном изображении). Включения Pb проходят через всю исследуемую область, однако гомогенность в ней плохая. Содержание Sn составляет 94,17 вес. %, Pb – 0% (интегрально), Au – 1,41 вес. %, Al – 0,84 вес. %. На рис. 11 приведена спектрограмма, полученная в точке 4А (на светлом фоне). Содержание Sn составляет 44,46 вес. %, Pb – 53,35 вес. %, Au – 1,63 вес. %, Cu – 0,56 вес. %.

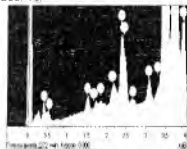


Рис. 10

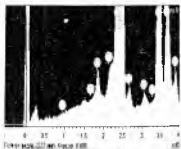


Рис. 11

На рис. 12 приведена спектрограмма, полученная в точке 5. Содержание Cu составляет 78,6 вес. %, Au – 1,72 вес. %. Кроме того, область содержит С (возможно это загрязнения от рук оператора) и кислород.

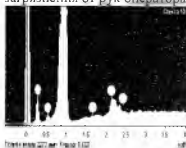


Рис. 12

На рис. 13 приведена спектрограмма, полученная в точке 6 (область эпоксидной смолы, образовавшейся при пропитке). В этой области больше всего углерода – 71,83 вес. %. Кроме того, содержится атомарный кислород (20,49 вес. %), хлор (3,28 вес. %), бром (0,48 вес. %), золото (3,92 вес. %).

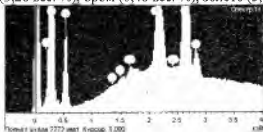


Рис. 13

На рис. 14 приведена спектрограмма, полученная в точке 7. Содержание С составляет 46,4 вес. %, О – 27,05 вес. %, Ва – 15,09 вес. %, S – 4,28 вес. %, Si – 4,07 вес. %. Кроме того, защитная маска содержит Mg, Al, Cl, Br, Au.

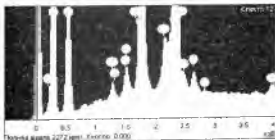


Рис. 14

На рис. 15 приведена спектрограмма, полученная в точке 8. Содержание С составляет 61,36 вес. %, О – 27,56 вес. %, Si – 5,37 вес. %, Mg – 2,12 вес. %. Кроме того, эта область содержит Al, Au, Cl, Br, Sb.

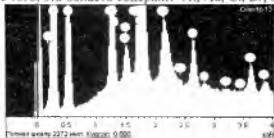


Рис.15

Заключение

Проведенный анализ показал, что содержание Sn в верхней части шарика изменяется от 88,55 вес. % (точка 2, серый фон, область Sn) до 29,61 вес. % (точка 2А, светлый фон, область Pb). Соответственно содержание Pb изменяется от 7,26 вес. % (точка 2) до 69,8 вес. % (точка 2А). В центре шарика имеются области, в которых Pb отсутствует, а содержание Sn достигает 90,01 вес. % (точка 3). При движении вниз наблюдаются включения Pb. Однако однородность плохая. Содержание Sn в нижней части шарика колеблется от 94,17 вес. % (точка 4, серый фон, область Sn) до 44,46 вес. % (точка 4А, светлый фон, область Pb). Таким образом, нижняя и особенно средняя части шарика обеднены свинцом.

Содержание меди в верхнем контакте (точка 1) составляет 82,51 вес. %, в нижнем (точка 5) – 78,6 вес. %.

Анализ пор показал, что они содержат, в основном, частицы абразива.

Список использованных источников

- 1 Клюквин П. Современный подход к организации контроля полупроводниковых устройств // Поверхностный монтаж. – 2010. - № 3. – С. 18-24.
- 2 Тюлевин С.В., Сзарюков А.С., Ниганов М.Н. Анализ качества паяных соединений электронных узлов // Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития – 2010: Сб.научн.тр.по матер.междуна.п.р.конф. – Украина, Одесса: Черноморье, 2010. – Т.3. – С. 65-69.
- 3 Тюлевин С.В., Архипов А.И., Иванов А.В. Исследование качества монтажа соединителей на печатную плату электронного устройства // Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития – 2010: Сб.научн.тр.по матер.междуна.п.р.конф. – Украина, Одесса: Черноморье, 2010. – Т.3. – С.69-73.