

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПАЙКИ ЧИП-КОНДЕНСАТОРОВ

С.В. Тюлевин, И.Ю. Шумских, М.Н. Пиганов

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Надежность радиоэлектронных средств зависит от многих факторов, в том числе от качества паяных соединений. Особую остроту вызывает этот вопрос при поверхностном монтаже современных чип-компонентов с малыми размерами. К ним относятся многие типы конденсаторов.

Существенным фактором обеспечения надежности паяных соединений является правильно организованный контроль их качественного состояния [1].

В данной работе была поставлена задача исследования качества пайки чип-конденсаторов. Исследование проводилось по методике, описанной в [2].

Проведем анализ качества пайки конденсатора С 13 из таблетки 2. Общий вид конденсатора в данной таблетке (20x; 10,83 mm) приведен на рис. 1. На рис. 2 (200x; 1,08 mm) приведена левая сторона конденсатора с областью пайки. На рис. 3. приведены размеры областей в паяном соединении ($D_1=29,04 \mu\text{m}$; $D_2=58,9 \mu\text{m}$; $D_3=46,71 \mu\text{m}$; $D_4=20,79 \mu\text{m}$; $D_5=23,98 \mu\text{m}$).



Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

На данном изображении приведены следующие области: D_1 – толщина контактной площадки на печатной плате; D_2 – толщина припоя между контактной площадкой и нижней частью конденсатора; D_3 – толщина проводника (контакта) на торцевой части конденсатора (в верхней части); D_4 – толщина проводника (контакта) на торцевой части конденсатора (в нижней части); D_5 – толщина проводника (контакта) в нижней части конденсатора.

На рис. 4 приведена спектрограмма, полученная в точке А. Имеем: Sn – 54,36; Pb – 27,78; Ag – 2,35; Cu – 1,48; Al – 1,1; C – 4,33; O – 7,61; N – 0,99 вес. %. Элементный состав в точке Б получен из спектрограммы, приведенной на рис. 5. Имеем: Sn – 50,46; Pb – 29,98; Ag – 2,18; Au – 1,48; Al – 1,44; C – 5,78; O – 8,69 вес. %.

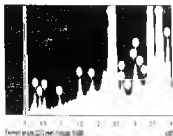


Рис. 4

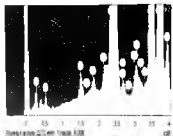


Рис. 5

Электронное изображение области контакта конденсатора с припоем (левая сторона, область Ж) приведена на рис. 6 (2000x; 108,3 μm). Толщина области Ж (D_2) оставляет 48,03 μm , области припоя (D_1) – 15,4 μm (рис. 7).

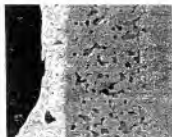


Рис. 6

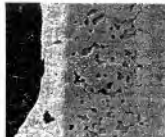


Рис. 7

В области контакта видны усадочные раковины (темные участки в области Ж). На рис. 8 приведен элементный состав области Ж. Имеем: Cu – 85,21; Ba – 2,23; Au – 1,51; Al – 0,54; C – 8,6; O – 1,91 вес. %. Элементный состав одной из раковин приведен на рис. 9. Имеем: Ba – 25,94; Cu – 25,72; Zn – 6,51; Si – 2,49; Al – 2,22; Au – 2,07; Ca – 1,31; Ti – 1,29; Ni – 1,05; C – 9,76; O – 21,63 вес. %.

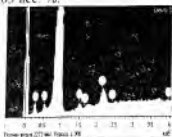


Рис. 8

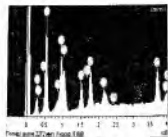


Рис. 9

На рис. 10 приведено электронное изображение этого темного участка с большим увеличением (15000x; 14,45 μm), а на рис. 11- размеры (D) участка и глубина (Y) этих неоднородностей. Как видно, темный участок

имеет размеры 2,73x11,74 μm , а глубина неоднородностей изменяется от 59 (точка G3) до 133 (точка G2) ADU.



Рис. 10



Рис. 11

На рис. 12 приведены электронное изображение области 3 (нижняя часть контакта конденсатора) и элементный состав на светлом участке. Имеем: Cu – 89,85; Au – 1,74; C – 8,41 вес. %.

На рис. 13 приведена спектрограмма, полученная с площадки 12x12 μm в области В. Имеем: Cu – 88,43; Au – 1,46; Al – 0,43; C – 8,06; O – 1,62 вес. %.

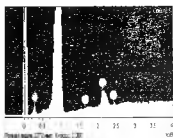


Рис. 12

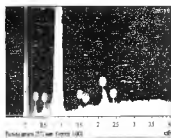


Рис. 13

На рис. 14 приведены электронное изображение правой стороны конденсатора с областью пайки и спектрограмма, полученная в точке Д. Имеем: Sn – 54,41; Pb – 25,97; Ag – 2,02; Al – 1,84; Au – 1,19; C – 4,62; O – 9,95 вес. %.

На рис. 15 приведен элементный состав в точке Г. Имеем: Sn – 58,92; Pb – 30,31; Ag – 2,04; Au – 1,55; Al – 1,27; Cu – 0,43; O – 7,67 вес. %.

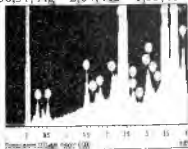


Рис. 14

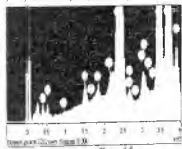


Рис. 15

Элементный состав контактной площадки печатной платы в точке Е приведен на рис. 16. Имеем: Cu – 88,66; Au – 1,59; С – 8,77; О – 0,98 вес. %

На рис. 17 приведена спектрограмма области контакта конденсатора (в нижней части) в точке К (светлая область). Имеем: Cu – 89,39; Au – 1,77; С – 7,91; О – 0,93 вес. %.

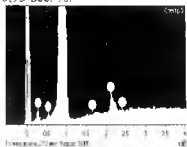


Рис. 16

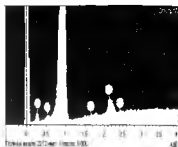


Рис. 17

На рис. 18 приведен спектр элементов области контакта конденсатора на верхней части его торцевой поверхности в точке И. Имеем: Cu – 84,62; Au – 1,75; С – 12,35; О – 1,29 вес. %. На рис. 19 приведен элементный состав темного участка области И. Имеем: Ва – 28,78; Cu – 23,99; Zn – 6,18; Si – 2,36; Au – 1,77; Al – 1,53; Ti – 1,48; Са – 1,37; Y – 0,99; Ni – 0,32; С – 10,11; О – 21,13 вес. %.

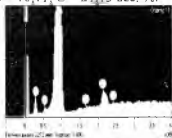


Рис. 18

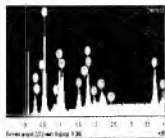


Рис. 19

На рис. 20 приведено электронное изображение клеевой области и области эпоксидной смолы (200х; 1,08 мкм) между конденсатором и печатной платой.



Рис. 20

На рис. 21 приведен элементный состав этой области в точке Л. Имеем: С – 60,87; О – 26,14; Si – 4,0; Au – 3,19; Sn – 2,7; Sb – 0,84; Cl – 0,64; Br – 0,66; Mg – 0,57; Cu – 0,28; Al – 0,11 вес. %.

На рис. 22 приведен элементный состав в точке М. Имеем: Си – 89,18; Au – 1,53; С – 8,15; О – 1,13 вес. %.

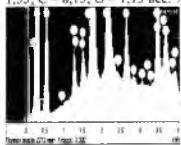


Рис. 21

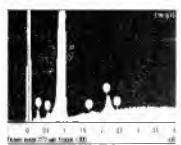


Рис. 22

На рис. 23 приведен элементный состав в точке Н. Имеем: Си – 90,22; Au – 1,02; С – 7,94; О – 0,82 вес. %. На рис. 24 приведено электронное изображение слоев рабочего тела конденсатора и элементный состав диэлектрического слоя. Имеем: Ва – 56,05; Ti – 18,87; О – 18,32; С – 3,44; Au – 1,99; Ni – 1,34 вес. %. Видимо, диэлектриком является титанит бария $BaTiO_3$.

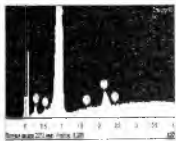


Рис. 23

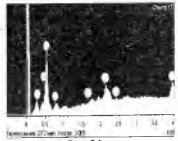


Рис. 24

На рис. 25 приведен элементный состав обкладки конденсатора. Имеем: Ni – 74,28; Ва – 9,57; Ti – 2,84; О – 2,72; Au – 1,68; С – 8,9 вес. %.

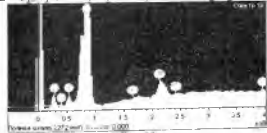


Рис. 25

На рис. 26 приведено электронное изображение рабочего тела конденсатора (7000х; 30,96 μm), а на рис. 27 приведены размеры обкладок (D_1 , D_2 , D_6) и диэлектрика (D_3 , D_4 , D_5). Толщина обкладок в трех точках составляет 1,49; 1,57; 1,25 μm ; толщина диэлектрического слоя в трех областях составляет 6,29; 5,84; 6,17 μm соответственно.

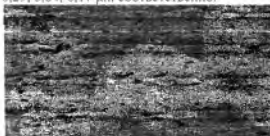


Рис. 26



Рис. 27

Заключение

Проведенный анализ показал, что содержание Sn в паяных соединениях изменяется незначительно, от 50,46 в точке Б до 58,92 вес. % в точке Г. Разброс составляет 16,77%. Соотношение Sn/Pb при этом изменяется от 1,68 в точке Б до 2,1 в точке Д. Разброс составляет 25%. Интересно, что на левом соединении соотношение Sn/Pb падает от 1,96 (точка А) до 1,68 (точка Б) при движении вверх от контактной площадки по торцевой поверхности конденсатора, на правом соединении – возрастает от 1,94 (точка Г) до 2,1 (точка Д). Однако никакой закономерности в этом процессе на данном этапе не выявлено. Можно считать, что качество пайки является хорошим.

Содержание меди в контактах конденсатора составляет 85,21 (верх левой стороны) и 84,62 вес. % (верх правой стороны). Однако в верхней части контакта на левой стороне выше области пайки выявлена раковина, имеющая в своем составе Ва, Ti, Ni, что схоже с составом диэлектрика конденсатора. Возможно, что эта раковина появилась в процессе резки-шлифовки таблетки. Но нельзя исключать и того, что это дефект конденсатора, который не был выявлен в процессе входного контроля.

Содержание меди в нижней тыльной (невидимой) части конденсатора составляет 89,85 вес. % в точке З (левая сторона) и 89,39 вес. % в точке К (правая сторона). Это свидетельствует о высоком качестве этих областей контактов по составу и соответственно, косвенно, по проводимости.

В контактных площадках печатной платы содержится 88,43 вес. % (точка В, левая площадка) и 88,66 вес. % (точка Е, правая площадка) меди соответственно. В проводниках (точки М и Н) содержание Си составляет 89,18 и 90,22 вес. % соответственно. Это подтверждает хорошее качество КП и проводников.

Неравномерность толщины диэлектрического слоя составляет 7,7 %, а проводников конденсатора (в области тела) – 25,6 %. Требования к этим слоям нам неизвестны. Необходимо уточнить у изготовителей чип-конденсаторов.

Список использованных источников

1. Медведев А.М. Технологическое обеспечение надежности межсоединений // Технологии в электронной промышленности. – 2005. - № 5. – С. 60-62.
2. Тюлевин С.В., Севрюков А.С., Пиганов М.Н. Анализ качества лаяных соединений электронных узлов // Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития – 2010: Матер.междун.н.пр.конф. – Одесса, 2010. – Т.3. – С. 65-69.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ШИРОКОФОРМАТНОГО ПОТОКА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ

В.А. Колпаков, А.И. Колпаков, С.В. Кричевский, В.С. Бозриков
Самарский государственный аэрокосмический университет, г.Самара

Задача формирования широкоформатных структур для нано- и микроэлектроники и дифракционной оптики требует разработки новых эффективных источников, способных генерировать аналогичные потоки низкотемпературной плазмы (НТП). Ее решение осуществляется с помощью установок, реализующих ВЧ, СВЧ и магнетронный разряды, основным недостатком которых является образование газоразрядной плазмы между электродами соответствующих устройств [1,2]. Однако контроль параметров потока плазмы в них весьма затруднителен и требует сложных и дорогостоящих устройств и методик, т.к. внедрение измерительных зондов в объем плазмы сопряжено с изменением параметров самой плазмы. Авторы [3] предлагают формировать широкоформатные потоки НТП с равномерным распределением частиц по его сечению внеэлектродным газовым разрядом.