

УДК 621.382.049.77

ПРИСОЕДИНЕНИЕ ПРЕФОРМ К ОСНОВАНИЮ КОРПУСА МИКРОБОЛОМЕТРА

Видрицкий А. Э.

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

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

Аннотация. Экспериментально установлены режимы присоединения преформ из материалов 81In19Pb и 80In15Pb5Ag для монтажа кристалла и герметизации к основанию корпуса микроболометра при которых достигнута максимальная прочность соединений на отрыв.

Ключевые слова: монтаж кристаллов, герметизация, преформа, сварка, пайка

Введение. Производство инфракрасной техники, приборов и систем в развитых странах достигло огромных размеров и превратилось в самостоятельные отрасли промышленности. Объем затрат на создание и выпуск ИК-приборов только военного назначения исчисляется миллиардами долларов в год. Сотни электронных, космических, машиностроительных, авиационных, химических и других концернов и фирм работают в этом направлении.

Современным решением при сборке корпуса микроболометра является нанесение припоя в виде преформ. Преформы представляют собой отформованный припой, высеченный штамповкой с жесткими допусками, чтобы обеспечить точный объем припоя и высокую повторяемость технологического процесса. Для того чтобы обеспечить технологический процесс сборки и надежность изделия в целом, процесс герметизации необходимо проводить с использованием припоя, имеющего разницу температур плавления с припоем для монтажа кристалла не менее 70–100 °С [1].

В данной статье приведена методика и режимы крепления преформ (отформованного припоя) к ободку и монтажной площадке основания корпуса микроболометра.

Основная часть.

Конструкция микроболометра состоит из следующих комплектующих:

- основание корпуса (рисунок 1, а);
- преформа из припоя для монтажа кристалла (рисунок 1, б);
- кристалл – приемник ИК-излучения;
- преформа из припоя для герметизации (рисунок 1, в);
- германиевое окно, оно же выступает в роли крышки корпуса.

Характеристики материала преформ для герметизации должны учитывать следующие требования:

- обеспечение смачиваемости поверхности ободка корпуса материалом преформы;
- отсутствие пустот, микротрещин в паяном шве.

Кроме того, при выборе материалов, используемых в качестве промежуточных слоев, таких как преформы, необходимо учитывать следующие параметры [2]:

- прочность на разрыв;
- сопротивление сдвигу;
- усталостная прочность;
- вязкость разрушения (сопротивление развитию трещин);
- коэффициент термического расширения;
- теплопроводность;
- возможности дегазации;
- стоимость.

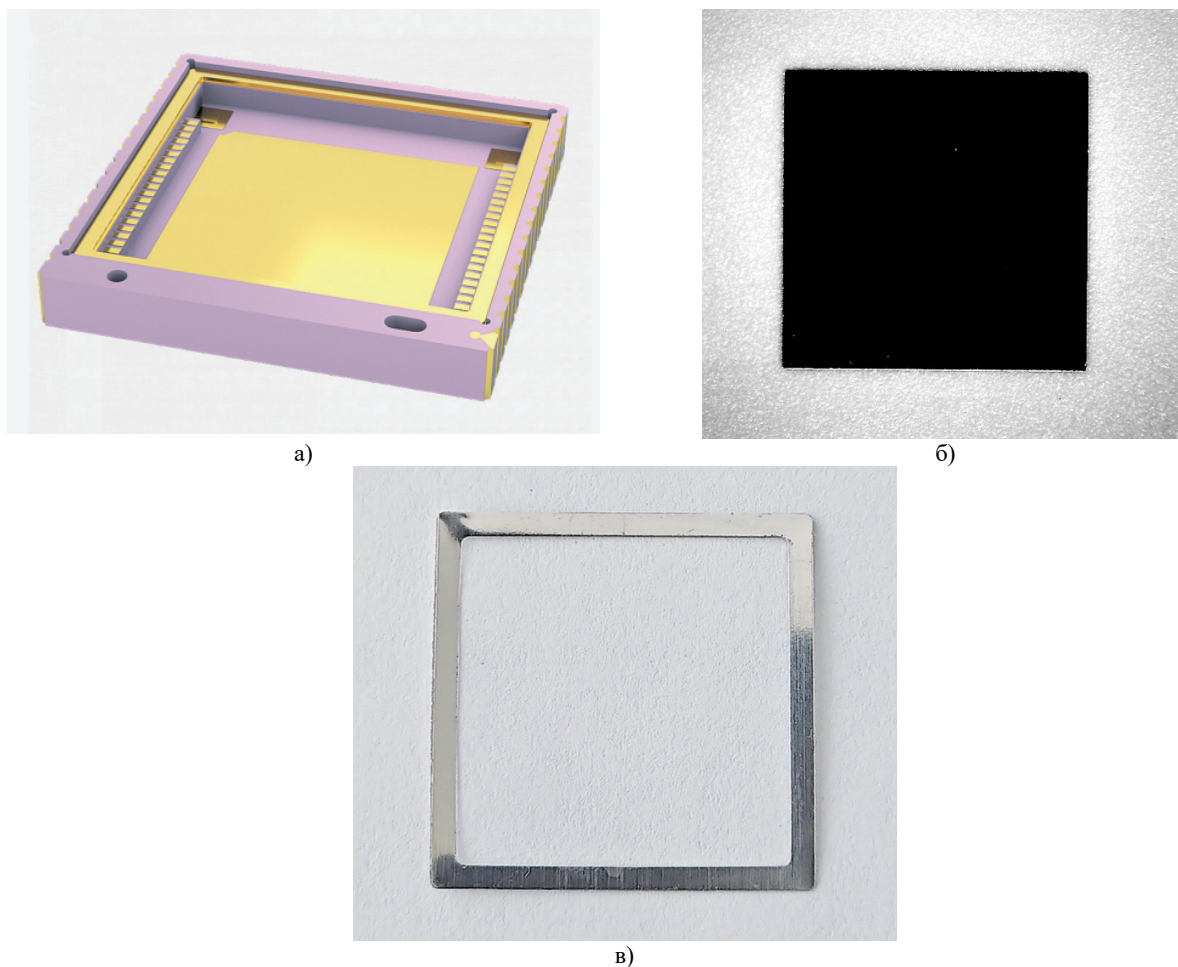


Рисунок 1 – Комплектующие для сборки микроболометра, а – основание корпуса, б – преформа для монтажа кристалла, в – преформа для герметизации

Отработка режимов крепления преформ проводилась на универсальном комплексе УС.ИМ-227СК (рисунок 2), основные параметры которого приведены в таблице 1.



Рисунок 2 - Универсальный комплекс контактной микросварки УС.ИМ-227СК

Таблица 1 - Основные параметры универсального комплекса контактной микросварки УС.ИМ-227СК

| Наименование параметра | Величина параметра |
|--|-------------------------|
| Режим сварки | Точечная сварка - пайка |
| Толщина (преформы / фольги), мкм | От 20 до 100 |
| Тип применяемого инструмента | ЭК1, ИУ и аналоги |
| Конструкция держателей позволяет фиксировать электроды следующей длины, мм | 25, 35, 40, 45 |
| Выходная мощность блока контактной сварки, Вт | 2,5-40,0 |
| Программируемое сварочное напряжение для расщепленного электрода, В | 0,1 - 4,0 |
| Форма напряжения для расщепленного электрода | Меандр |
| Частота сигнала для расщепленного электрода, Гц | 500-600 |
| Время разогревающей ступени сварочного импульса, с | 0,001-0,500 |
| Программируемое время импульса для расщепленного электрода, с | 0,001-9,999 |
| Максимальная температура электрода при точечной микропайке, °С | 300 |
| Диапазон регулирования температуры столика, °С | 20-350 |
| Диапазон регулирования усилия сжатия соединяемых элементов, Н | 0,6-10 |
| Ход привода сварочной головки с электродами по оси «Z», мм | 28 |
| Ход привода столика по оси «Y», мм | 25 |
| Точность присоединения преформы, мкм | ± 50 |
| Регулировка ПС по оси «Z», мм | не менее 20 |
| Питание от сети однофазного переменного тока | 220 В; 50 Гц; 1200 Вт |

Отличительной особенностью данной установки является использование прецизионного плоскопараллельного вертикального привода перемещения по оси «Z», устанавливаемого на механизме поворота с 2-мя фиксируемыми позициями; специальная насадка, закрепленная на приводе, позволяет попеременно использовать две монтажные головки (МГ): на одной МГ1 установлен держатель микроинструмента (ЭК1) для ведения микроконтактной сварки расщепленным электродом, на другой МГ2-1 установлен нагреватель микроинструмента (ИУ) для ведения пайки.

1. Отработка режимов крепления преформы для монтажа кристалла

Для проведения монтажа кристаллов в основание корпуса с требуемой точностью на малогабаритной вакуумной печи оплавления RSS-160-S разработана и изготовлена специальная графитовая оснастка, которая предусматривает загрузку оснований корпуса дном вверх. Техпроцесс пайки кристалла к основанию корпуса предусматривает предварительное размещение на монтажной площадке преформы (81Pb19In, температура плавления 280°С). С целью предотвращения смещения преформы необходимо предварительно ее закрепить на монтажной площадке (ориентация преформы проводится под микроскопом по реперным знакам на монтажной площадке). Для крепления преформы из материала 81Pb19In методом контактной сварки использовался расщепленный электрод ЭК1 20-80

Режимы, при которых была достигнута максимальная прочность на отрыв (~0,1Н для каждой точки) преформы от монтажной площадки следующие:

- усилие на электрод – 0,4 Н,
- количество импульсов – 20 шт.,
- длительность импульса – 1 мс.,
- пауза между импульсами 5 мс.,
- сварочное напряжение 0,4 В,
- температура нагревательного стола – (125 – 135) °С,
- количество сварных точек – девять.

Размер точек присоединения – 50 - 100 мкм.

На рисунке 3 показан фрагмент преформы закрепленной на монтажной площадке основания корпуса со сварными точками от расщепленного электрода и внешний вид монтажной площадки после удаления преформы. Как видно из рисунка 3 после удаления преформы на

монтажной площадке осталась часть материала припоя, т.е. сцепление припоя с золотым покрытием прочнее чем сцепление частиц припоя между собой.

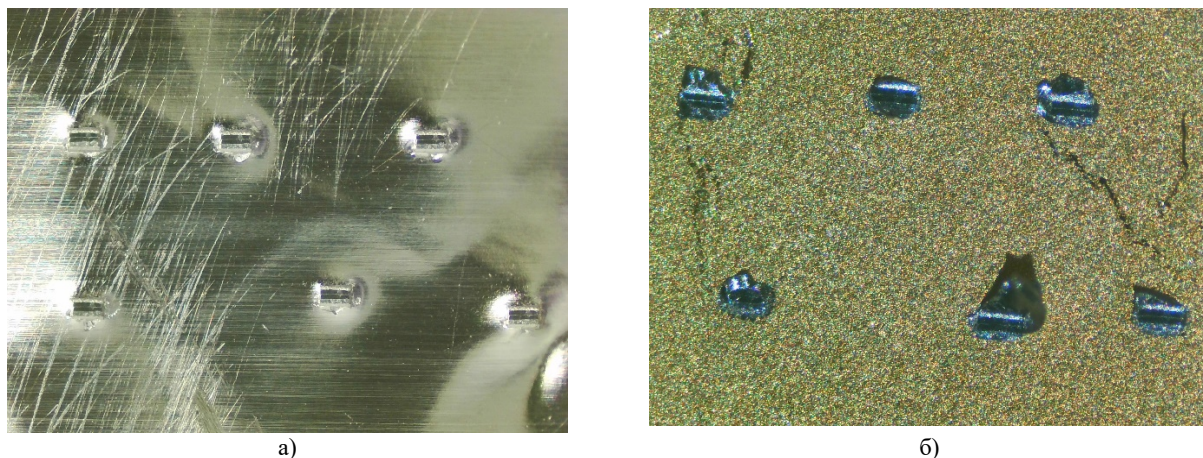


Рисунок 3 - Монтажная площадка основания корпуса с закрепленной преформой (а) и после ее отрыва (б)

Значительное отклонение от описанных режимов приводило к прожогу преформы либо к недостаточному ее оплавлению и как следствие – отсутствию хорошего сцепления с монтажной площадкой.

2. Обработка режимов крепления преформы для герметизации корпуса

Аналогично процессу монтажа кристалла, для проведения операции герметизации с требуемой точностью на высоковакуумной печи герметизации модели 3150, разработана и изготовлена специальная графитовая оснастка, которая предусматривает загрузку оснований корпусов с посаженными кристаллами дном корпуса вверх. Техпроцесс герметизации корпуса микроболометра предусматривает предварительное крепление на ободке основания преформы $80\text{In}15\text{Pb}5\text{Ag}$ (температура плавления $150\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Для предотвращения внесения загрязнений в паяный шов, а также с целью улучшения растекания материала преформы по золотому покрытию (точки непропая могут являться причиной отсутствия герметичности готового изделия) определен и опробован процесс обработки преформ перед присоединением ее к ободку основания корпуса:

- обработка в растворе соляной кислоты (10%),
- отмывка в депонированной воде,
- обработка в трихлорэтилене,
- сушка в атмосфере азота.

В процессе обработки крепления преформы методом пайки микросварочным инструментом ИУ2-100-300 на универсальном комплексе УС.ИМ-227СК опробовано несколько вариантов режимов. Ниже описаны режимы, при которых была достигнута максимальная прочность на отрыв ($\sim 0,1\text{H}$ для каждой точки) преформы от ободка основания корпуса:

- усилие на инструмент – $0,4\text{ H}$,
- время сварки – (6 – 8) секунд для каждой точки,
- температура нагревательного стола – (140 – 150) $^{\circ}\text{C}$,
- температура инструмента – (175 – 185) $^{\circ}\text{C}$,
- количество сварных точек 24.

Размер точек присоединения от 300 до 350 мкм.

На рисунке 4 показан фрагмент ободка основания корпуса с закрепленной преформой и после ее отрыва.

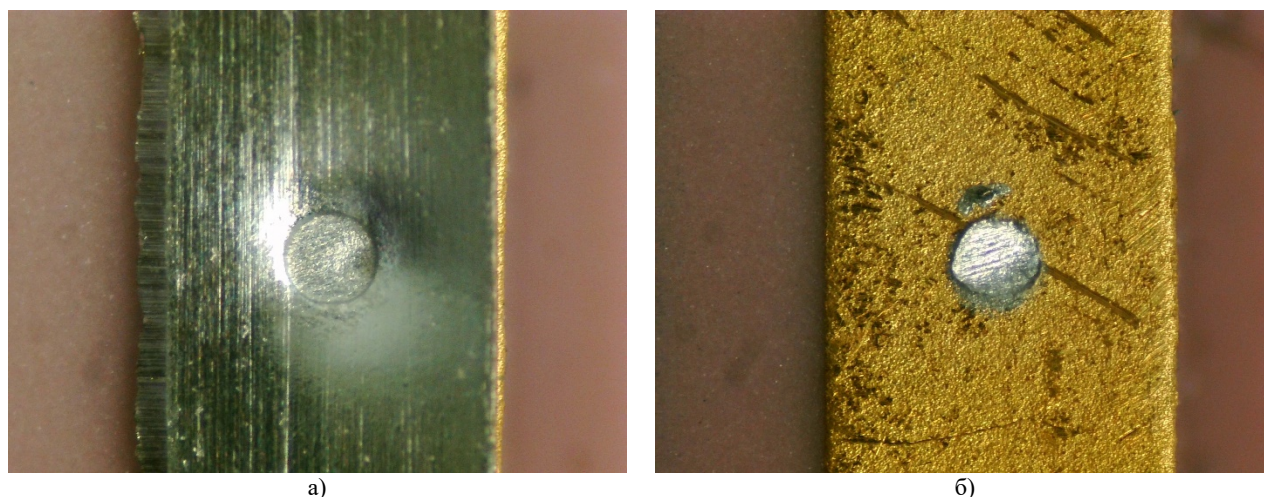


Рисунок 4 - Фрагмент ободка основания корпуса с закрепленной преформой (а) и после ее отрыва(б)

Как видно из рисунка 4 после удаления преформы на ободке основания корпуса остается часть материала припоя в точности повторяющая геометрическую форму микросварочного инструмента, что говорит о качественном проведении процесса.

Значительное отклонение от описанных режимов приводило к прожогу преформы либо к недостаточному ее оплавлению и как следствие – отсутствию хорошего сцепления с ободком основания корпуса.

Заключение. В результате выполненных работ определены и экспериментально проверены режимы крепления преформ из материалов 81In19Pb и 80In15Pb5Ag к монтажной площадке и ободку основания корпуса микроболометра. Определена методика обработки преформ и оснований корпусов для достижения наилучшего их соединения.

Список литературы

5. Видрицкий А., Ланин В. Вакуумплотная герметизация микроболометров // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2023. № 2. С. 60–66.
6. Тимошенко С. П., Бойко А. Н., Симонов Б. М. Технологии вакуумной герметизации МЭМС // Изв. вузов. Электроника. 2010. № 1. С. 11–23

UDC 621.382.049.77

ATTACHMENT OF PREFORMS AND TO THE BASE OF THE MICROBOLOMETER BODY

Vidritskiy A. E.

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

Lanin V.L. – doctor of technical sciences, professor of the Department of ETT

Annotation. The modes of joining the preforms made of 81In19Pb and 80In15Pb5Ag materials for crystal mounting and sealing to the base of microbolometer body respectively at which the maximum tensile strength is achieved have been experimentally established.

Keywords: crystal mounting, sealing, preform, welding, soldering