

Секция 5. МИКРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ И СИСТЕМЫ

УДК 621.791.313.7

ТЕХНОЛОГИЯ ГЕРМЕТИЗАЦИИ ПРИЕМНИКОВ ИК-ИЗЛУЧЕНИЯ

Видрицкий А.Э.¹, Ланин В.Л.²

¹ОАО «ИНТЕГРАЛ» – управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ»

²Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Известные преимущества инфракрасной техники по сравнению с оптическими (работающими в видимой части спектра), радиотехническими и радиолокационными системами привели в последнее десятилетие к резкому расширению применения ИК-систем и приборов в науке, технике, промышленности и в военном деле. В настоящей работе проведен анализ конструкции микроболометра, применяемые материалы, описана методика герметизации оснований корпусов.

Ключевые слова: микроболометр, вакуум, геттер, герметизация, преформа, германиевое окно.

SEALING TECHNOLOGY FOR IR RECEIVERS

Vidritsky A.¹, Lanin V.²

¹INTEGRAL JSC – Managing Company of INTEGRAL Holding

²Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics

Minsk, Republic of Belarus

Abstract. The known advantages of infrared technology over optical (operating in the visible part of the spectrum), radio engineering and radar systems have led in the last decade to a dramatic expansion in the use of infrared systems and devices in science, technology, industry and the military. This paper analyzes the design of the microbolometer, the materials used, and describes the technique of sealing the bases of the housings.

Key words: microbolometer, vacuum, getter, sealing, preform, germanium window.

Адрес для переписки: Видрицкий А.Э., ул. Корженевского, 16, Минск 220108, Республика Беларусь

e-mail: AVidritskiy@integral.by

Микроболометры представляют собой фотоприемные устройства, в которых матрица чувствительных микроболометров, соединенная с кремниевым кристаллом считывания и предварительной обработки оптической информации, помещена в вакуумный корпус с окном, прозрачным в заданном спектральном диапазоне, имеющий электрические выводы для подсоединения к внешним устройствам для обработки видеосигналов с выходом на видеомонитор [1].

Правильный выбор конструкции корпуса микроболометра определяет его основные характеристики, такие как чувствительность и надежность. На раннем этапе изготовления микроболометров в основании корпуса предусматривалось наличие откачной трубки (рис. 1, а), с помощью которой производится дегазация микрообъема и затем герметизация заделкой откачной трубки, которая может быть осуществлена запайкой припоем, лазерной сваркой, напылением металла на откачное отверстие.

В настоящее время герметизация корпусов микроболометров проводится на специализированном технологическом оборудовании, благодаря которому отсутствует необходимость наличия откачной трубки в основании корпуса. Корпус микроболометра без откачной трубки представлен на рис. 1, б. Герметизация таких кор-

пусов проводится в высоком вакууме, что позволяет исключить попадание выделяющихся в процессе герметизации газов с поверхностей деталей в микрообъем корпуса.

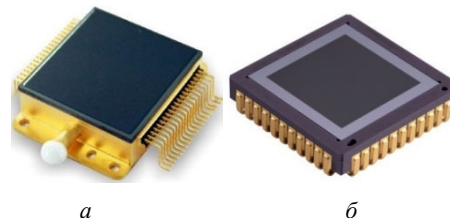


Рисунок 1 – Корпус микроболометра с откачной трубкой (а) и без нее (б)

Самым распространенным материалом для изготовления объективов тепловизионных приборов является монокристаллический германий. Германий сверхвысокой чистоты используется в изготовлении инфракрасной оптики. Из германия монокристаллического оптического (ГМО) изготавливают окна, пластины, линзы, обтекатели – колпаки, призмы и зеркала для ИК спектра.

ГМО – оптический материал с высоким показателем преломления. Френелевский коэффициент отражения от одной полированной грани равен 0,36 поэтому из германия изготавливают светоделители с пропусканием оптической детали порядка 50 % без нанесения светоделительного

покрытия. С другой стороны, высокий коэффициент отражения от полированной поверхности оптики из германия требует использования антибликового (просветляющего) покрытия.

Основным просветляющим покрытием для ГМО является ZnS, оно сочетает просветляющие качества с хорошими защитными свойствами от воздействия внешней среды и обладает очень высокой абразивной износостойкостью.

Для того чтобы обеспечить технологический процесс сборки и надежность изделия в целом, необходимо процесс герметизации проводить с использованием припоя, имеющим разницу температур плавления с припоем для монтажа кристалла не менее 70–100 °С. Характеристики материала преформы для герметизации должны учитывать следующие требования:

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

Наиболее оптимальными материалами в качестве преформ для герметизации являются индиевые сплавы, в частности сплав 80In15Pb5Ag.

Из-за явлений десорбции газов с внутренних поверхностей деталей, вакуум внутри таких устройств имеет тенденцию ухудшаться со временем и, в худшем случае, может повлиять на правильную работу устройства. Для поддержания вакуума внутри корпуса микроболометра, обеспечения длительного срока службы и надлежащих условий эксплуатации, геттеры являются технически проверенными и промышленно хорошо реализуемыми решениями.

Прежние конструкции геттера представляли собой наличие отдельного устройства в виде резистора в подкорпусном объеме. Активация геттера проводилась путем подачи на него напряжения 15 В. Более технологичным решением является формирование пленки геттера на внутренней стороне германиевого окна.

Геттер обладает функциональным свойством адсорбировать загрязнения, возникающие в результате газовой выделения на внутренних поверхностях. Основными газами, которые могут быть поглощены пленкой геттера, являются H_2 , N_2 , CO , CO_2 , H_2O , CH_4 и O_2 . Геттер может быть активирован в процессе герметизации. Два наиболее важных параметра характеризуют эффективность любого геттера: сорбционная емкость и избирательность. Геттеры позволяют решить проблему сохранения стабильного давления внутри герметично корпусированных микроболометров, МЭМС, МОЭМС и прочих устройств микроэлектроники. Этот результат достигается за счет химического связывания молекул газов, составляющих основную часть остаточной атмосферы. Геттеры также полезны для удаления определенных компонентов атмосферы [2].

После определения режимов разработана программа и проведена герметизация микроболометров на высоковакуумной печи герметизации модели 3150 SST International (рис. 2) в вакууме с одновременным проведением двух стадийной активации геттера при температуре 400 °С, (процесс проводился в две стадии для более полного удаления защитных окислов с поверхности геттера и адсорбции их в объеме геттера, активация проверена по изменению уровня давления в рабочей камере).



Рисунок 2 – Высоковакуумная печь герметизации модели 3150

После получения экспериментальных образцов корпусов микроболометров (рис. 3), загерметизированных в вакууме по разработанной программе процесса, проведена оценка качества герметизации и получены следующие результаты:

- смещение окна относительно основания корпуса не более 50 мкм;
- внешний вид сварного шва на отсутствие утяжек и выплеска припоя;
- оценка качества сварного шва с помощью УЗ-микроскопа и рентгена;
- оценка герметичности (не более 10^{-7} мбар·л/с).

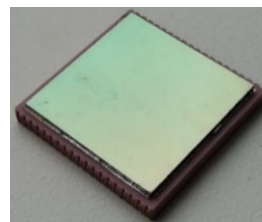


Рисунок 3 – Внешний загерметизированного корпуса микроболометра

Паяный шов экспериментального образца однородный и не имеет пор, всплесков припоя, подтеков. Результаты проведения оценки скорости натекания положительные (от $1,5 \cdot 10^{-8}$ до $2,9 \cdot 10^{-9}$ мбар·л/с).

Литература

1. Маслов, Д. М. Разработка неохлаждаемого болометра на основе пленок окислов ванадия : автореф. дис. канд. техн. наук: 05.27.01 / Д. М. Маслов; Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А., Саратов, 2015. – 25 с.
2. Скупов, А. Вакуумное корпусирование на уровне пластины-геттеры / А. Скупов // Электроника. Наука. Технология. Бизнес, 2016. – № 5. – С. 54–59.