

УДК 621.791.3

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПАЙКИ ГЕРМАНИЕВЫХ ОКОН К ОСНОВАНИЮ КОРПУСА ПРИ ГЕРМЕТИЗАЦИИ ФОТОПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ

Видрицкий А.Э.

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

Научный руководитель: Ланин В. Л. – д. т. н., профессор кафедры ЭТТ

Аннотация. Исследуется влияние качества пайки германиевых окон в приемниках инфракрасного излучения на герметичность и качество готовых изделий. Представлены различные варианты конструкции германиевых окон, установлена зависимость герметичности корпуса от используемой конструкции окна и качества паяного шва.

Ключевые слова: микроболометр, герметизация, пайка, вакуум, герметичность, паяный шов

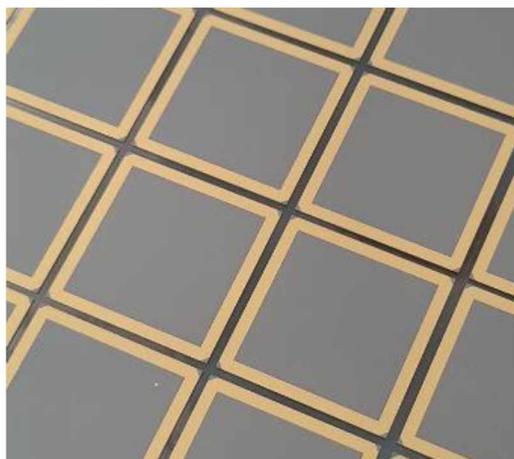
Введение. Одним из видов фотоприемных устройств являются микроболометры, в которых матрица чувствительных микроболометров, соединенная с кремниевым кристаллом считывания, помещена в вакуумный корпус с окном, прозрачным в заданном спектральном диапазоне [1]. Герметизация приемников инфракрасного излучения является одним из ключевых этапов их сборки, она осуществляется путем соединения крышки и основания корпуса в вакууме. Вакуум в подкорпусном пространстве уменьшает рассеивание потока облучения и исключает конвективный теплообмен между термочувствительными элементами матрицы и другими элементами в подкорпусном пространстве. Различные дефекты в паяном шве ослабляют соединение и могут привести к его быстрому разрушению и образованию газовых течей в подкорпусное пространство. Влага, которая присутствует в атмосфере корпуса, отрицательно влияет на параметры интегральных схем и механические чувствительные микрокомпоненты в составе микроболометров. Воздействие влаги вызывает не только разрушение материалов, но и серьезную проблему «склеивания» микроэлементов. Молекулы воды на поверхности микроэлементов действуют как клей, по мере уменьшения размеров компонентов и деталей проблема "склеивания" становится все более важной, а при переходе к наномасштабу - одной из главных.

Герметизация в вакууме не только улучшает работу чувствительных элементов, но и помогает снизить содержание влаги в корпусе, что может улучшить характеристики и продлить срок службы оборудования. Что касается вакуумной герметизации, то это означает создание герметичной среды, которая поддерживает стабильный уровень вакуума внутри микромеханического устройства на протяжении всего срока его эксплуатации.

Целью данной работы является определение оптимальной конструкции окна для обеспечения герметичности готового изделия.

Основная часть. На первом этапе работ для герметизации корпусов в вакууме использовались окна с металлизацией под пайку на внутренней стороне, на рисунке 1 показан внешний вид окна и паяного шва после герметизации. Как видно из рисунка 1 – материал припоя смачивает ободок основания корпуса, но не происходит его растекания по боковой стенке окна, паяный шов неоднородный, присутствуют поры и подтеки припоя.

Проверка герметичности масс-спектрометрическим методом на установке УКГ-4П показала, что скорость натекания гелия составляет $5,55E^{-7}$ Па·м³/с. Согласно требованиям к корпусам микросборок вакуумплотным считается корпус, натекание в который не превышает $5 \cdot 10^{-8}$ Па·м³/с.



а)



б)

а) - окно с металлизацией под пайку на обратной стороне, б) - внешний вид паяного шва после герметизации
Рисунок 1 – Внешний вид окна и паяного шва после герметизации

Различные дефекты в паяном шве ослабляют соединение и могут привести к его быстрому разрушению. К основным дефектам паяного соединения германиевого окна с основанием корпуса относятся следующие:

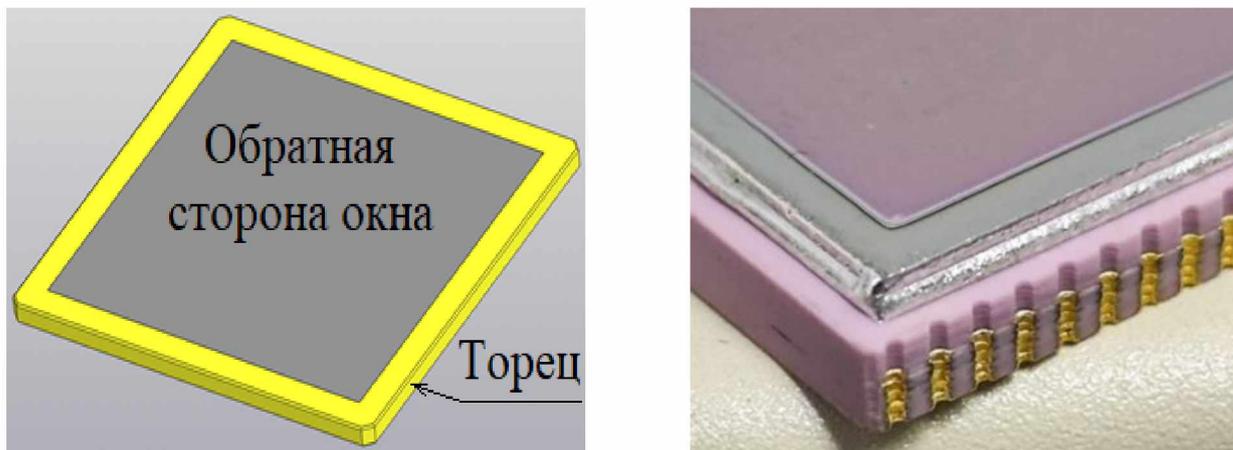
- низкая прочность шва;
- отсутствие галтелей припоя у кромок соединений;
- наплывы или натеки припоя;

Низкая прочность шва вызывается в основном двумя причинами: плохим смачиванием и плохим затеканием припоя. Плохое смачивание припоем поверхности металла происходит вследствие некачественной очистки зоны пайки от жира, оксидной пленки и других загрязнений. При плохом смачивании шов получается непрочным, так как припой свертывается в шарик и не растекается, образуются пустоты в паяном соединении. Отсутствие требуемой прочности паяного шва может привести к его разрушению и разгерметизации готового изделия.

Плохое затекание припоя в зазоры между поверхностями деталей происходит в результате слишком малого или большого зазора между паяемыми деталями, а также перекосов в соединении. При этом зазор заполняется припоем не полностью и шов получается непрочным.

Отсутствие галтели припоя у кромок соединения происходит вследствие недостаточной смачиваемости торцов окна из-за отсутствия металлизации, недостаточного количества припоя, превышения заданной температуры нагрева, а также слишком длительного нагрева зоны пайки. Отсутствие надлежащей галтели снижает прочность соединения [2].

Повысить надежность паяного соединения можно путем формирования галтели у кромок соединения путем нанесения металлизации на боковые стенки (торцы) окна. На втором этапе работ для герметизации корпусов в вакууме использовались окна с металлизацией под пайку на обратной стороне и торцах, на рисунке 2 показан внешний вид окна и паяного шва после герметизации.



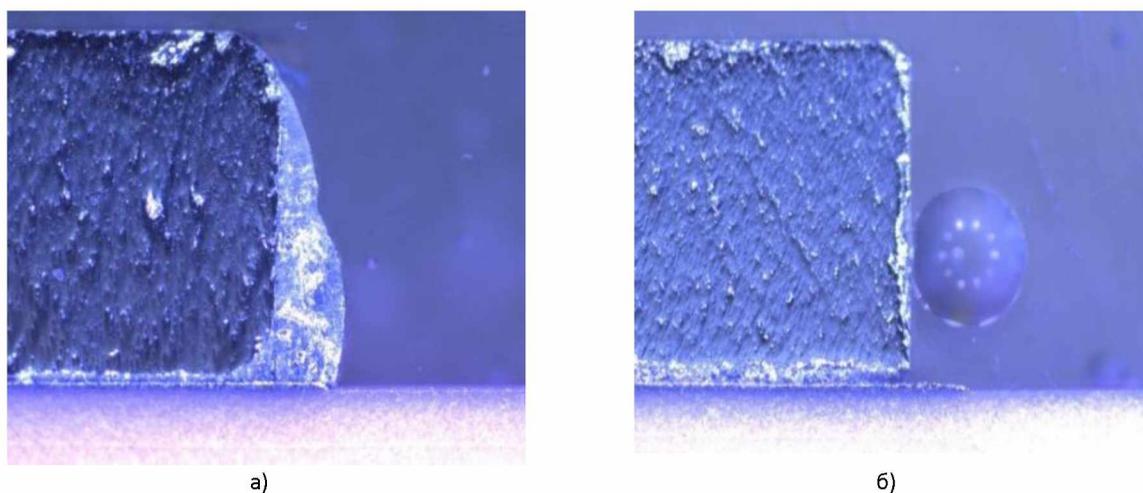
а) – окно с металлизацией под пайку на обратной стороне и торцах (схематично),
 б) – внешний вид паяного шва после герметизации

Рисунок 2 – Внешний вид окна с металлизацией и паяного шва после герметизации

Как видно из рисунка 2 нанесение металлизации на боковую стенку германиевого окна способствует образованию галтели, паяный шов однородный, без пор и подтеков припоя. После герметизации проведена проверка герметичности, в результате проверки установлена скорость натекания $2,4E^{-10}$ Па·м³/с, что соответствует установленным требованиям.

Для подтверждения устойчивости паяного шва к воздействию внешних температурных факторов проведена операция «температурное циклирование» для трех герметичных образцов в следующих режимах: $T = +105^{\circ}\text{C}$, -65°C , 10 циклов по 15 минут. Повторная проверка показала, что герметичность не утрачена.

На рисунке 3 показан внешний вид изделий (вертикальный шлиф) загерметизированных с использованием окон с металлизацией на торце и без металлизации.



а) – внешний вид изделий (вертикальный шлиф) загерметизированных с использованием окон с металлизацией на торце (а) и без металлизации (б)

Как видно из рисунка 3 – галтель увеличивает толщину «защитного слоя» паяного шва, тем самым повышая качество пайки.

Заклучение. Нанесение металлизации на боковую стенку окна способствует образованию галтели, что в свою очередь повышает прочность паяного соединения, снижает вероятность разгерметизации изделия, снижает скорость натекания в подкорпусной объем с $5,55E^{-7}$ Па·м³/с до $2,4E^{-10}$ Па·м³/с. Циклическое изменение температуры окружающей среды ($T = +105^{\circ}\text{C}$, -65°C , 10 циклов по 15 минут) не приводит к потере герметичности.

Список литературы

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. Дефекты пайки коаксиальных радиочастотных компонентов в корпуса изделий и способы их устранения / К. Джуранский, Б. Либеров // Технологии в электронной промышленности. – 2016. – №1. – С. 43-46.

UDC 621.791.3

**IMPROVING THE QUALITY OF SOLDERING GERMANIUM WINDOWS
TO THE BASE OF THE HOUSING DURING THE SEALING OF
PHOTODETECTORS**

Vidrytski A. E.

Postgraduate student of the Department of Electronic Engineering and Technology

Lanin V. L. – Dr. of Sci. (Tech.), Professor of the Department of ETT

Annotation. The materials of the report describe the role of sealing in the assembly of IR radiation receivers, its impact on the quality of finished products. Various design options for germanium windows are presented, and the dependence of the housing tightness index on the window design used is established.

Keywords: microbolometer, sealing, soldering, vacuum, tightness, solder joint