

УДК 621.3.049.77

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВАКУУМА НА НАЛИЧИЕ ПУСТОТ МЕЖДУ КРИСТАЛЛОМ И МОНТАЖНОЙ ПЛОЩАДКОЙ ОСНОВАНИЯ КОРПУСА

Видрицкий А. Э.

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

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

Аннотация. В случае образования скрытых дефектов в процессе пайки (пустоты, микротрещины, сколы) под кристаллом образуются участки с аномально высоким тепловым сопротивлением. Если площадь дефектов невелика по сравнению с площадью кристалла и не затрагивает активной структуры транзистора, то основная часть изделий имеет низкий уровень теплового сопротивления. Однако в процессе длительной эксплуатации в условиях экстремальных термоциклических воздействий такие изделия могут оказаться потенциально ненадежными из-за развития микротрещин до активной структуры.

Ключевые слова: монтаж кристаллов, припой, пайка, корпус.

Введение. При монтаже кристалла в корпус возможно образование пустот, что ухудшает отвод тепла от кристалла, а тепловое воздействие оказывает влияние на электрические параметры полупроводниковых изделий. Кроме того, снижается механическая прочность контактного соединения, в приконтактных областях кристалла возникают внутренние напряжения, которые могут привести к катастрофическим отказам из-за появления со временем микротрещин в кристалле [1].

Есть только два фактора, которыми следует руководствоваться непосредственно перед изготовлением соответствующих элементов, чтобы предотвратить образование пустот. Во-первых, это трафареты для пайки микросхем, во-вторых, применение вакуумной технологии при самой пайке. Единственная отличительная особенность вакуумной пайки – она может использоваться в производственном процессе в «экстренном» случае, когда быстро возрастает количество пустот, и может подстраиваться под колебания качества, возникающие как при сборке изделий и неравномерной подаче паяльной пасты, так и при неравномерном покрытии плат [2].

Уровень остаточных термических напряжений во многом зависит от качества присоединения кристаллов на припой. В настоящее время в электронной промышленности наибольшее распространение получили следующие способы монтажа кристаллов на подложку: пайка припоями, пайка эвтектическими сплавами, приклеивание токопроводящими клеями на органической основе, с помощью легкоплавких или тугоплавких стекол. Способ монтажа кристалла должен обеспечивать:

- максимальный отвод тепла,
- высокую механическую прочность соединения,
- малое сопротивление контакта.

Припои для монтажа кристаллов выбирают исходя из особенностей конструкции, механических и электрических характеристик прибора, условий его эксплуатации. При выборе учитывают температуру плавления припоя, надежность паяных соединений, устойчивость монтируемых компонентов к температуре пайки, различия режимов пайки.

Основная часть. Для проведения операции монтажа кристаллов в основание корпуса с требуемой точностью (± 20 мкм) на малогабаритной вакуумной печи оплавления *RSS-160-S*, была разработана и изготовлена специальная графитовая оснастка, которая предусматривает загрузку оснований корпуса монтажной площадкой вниз. Техпроцесс пайки кристалла к основанию корпуса предусматривает предварительное размещение на монтажной площадке преформы (ПОС10, температура плавления 300 °С). В связи с изложенным, с целью

недопущения смещения преформы перед проведением операции монтажа кристаллов необходимо предварительно прикрепить (приварить) преформу к основанию корпуса (точность присоединения ± 50 мкм).

Крепление преформы проводилось методом контактной сварки расщепленным электродом на универсальном комплексе УС.ИМ-227СК, в следующих режимах: усилие на электроды – 0,4 Н, время сварки – 1 с, температура стола – 125 °С, сварочное напряжение 0,7 В. Количество сварных точек девять, размер точек присоединения – 50 - 100 мкм.

Далее, для монтажа кристаллов, основание корпуса с прикрепленной преформой совместно с кристаллом был загружен в оснастку и размещен на нагревательной плите вакуумной камеры малогабаритной вакуумной печи оплавления *RSS-160-S* и проведен процесс пайки в вакууме (уровень вакуума 10^{-1} Па). Термопрофиль процесса пайки представлен на рисунке 1 (красной линией отмечена динамика изменения температуры, синей – давления).

Как видно из рисунка 1, термопрофиль представляет собой двухстадийное создание вакуума с постепенным, двухстадийным повышением температуры. Пайка происходила в девять этапов:

- первый этап – продувка камеры азотом;
- второй этап – создание вакуума до 1 Па с целью откачки среды из камеры;
- третий этап – продувка камеры азотом до атмосферного давления;
- четвертый этап – постепенный нагрев камеры до температуры 280 °С;
- пятый этап – выдержка в течении 100 с. при температуре 280 °С;
- шестой этап – создание вакуума до 0,1 Па с одновременным повышением температуры до 350 °С;
- седьмой этап – выдержка в течении 120 с при температуре 350 °С;
- восьмой этап – продувка камеры азотом до атмосферного давления;
- девятый этап – снижение температуры в среде азота до комнатной.

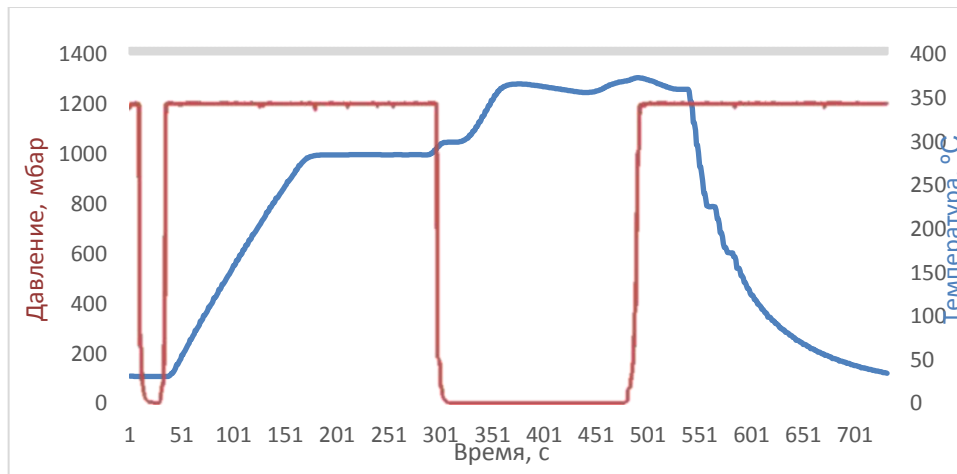


Рисунок 1 – Термопрофиль процесса пайки в вакууме на печи оплавления *RSS-160-S*

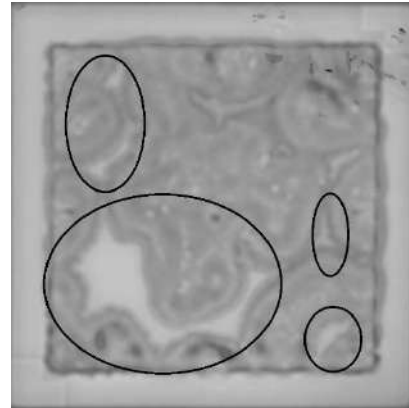
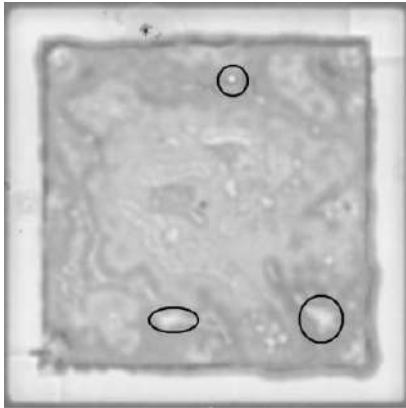
После выполнения процесса пайки, проведен анализ качества присоединения кристалла в основание корпуса, получены следующие результаты:

- растекание припоя по периметру кристалла – 100 %;
- наличие пустот под кристаллом – менее 5 % (рисунок 2 а, наличие пустот под кристаллом определялось методом ультразвуковой микроскопии на акустическом микроскопе *D9600*).

С целью подтверждения влияния вакуума на наличие пустот под кристаллом повторно проведен монтаж кристалла в основание корпуса при тех же значениях температуры, но при атмосферном давлении (результаты ультразвуковой микроскопии представлены на рисунке 3 б), получены следующие результаты:

- растекание припоя по периметру кристалла – 100 %;

– наличие пустот под кристаллом – более 20%



а)

б)

Рисунок 2 – Фотография пустот под кристаллом, выполненная методом ультразвуковой микроскопии

Как видно из рисунка 2 монтаж кристаллов на припой в вакууме позволяет получить более надежное соединение с меньшим количеством пустот между кристаллом и монтажной площадкой основания корпуса.

Заключение. Проведено исследование влияния вакуума на наличие пустот между кристаллом и монтажной площадкой основания корпуса. Экспериментально установлено, что монтаж кристаллов в вакууме позволяет сократить количество пустот под кристаллом и свести их к минимуму – менее 5 % площади кристалла, в то время как при пайке в атмосферном давлении пустоты под кристаллом достигают более 20% площади кристалла.

Список литературы

1. Зенин, В.В. *Монтаж кристаллов и внутренних выводов в производстве полупроводниковых изделий* / В. В. Зенин, В. А. Емельянов, В. Л. Ланин. – Минск: Интегралполиграф, 2015 – 380 с.
2. Оттль, Г. *Контролируемое образование пустот в процессе пайки* / Г. Оттль // *Технологии в электронной промышленности*, 2021. – №1. – С. 46-48.

UDC 621.3.049.77

STUDY OF THE INFLUENCE OF VACUUM ON THE PRESENCE OF VOID BETWEEN THE CRYSTAL AND THE INSTALLATION PLATFORM OF THE CASING BASE

Vidritskiy A. E.

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

Lanin V.L. – Dr. Tech. Sc., full professor, professor of the department of ETT

Annotation. In case of formation of hidden defects during soldering (voids, microcracks, chips), areas with abnormally high thermal resistance are formed under the crystal. If the defect area is small compared to the crystal area and does not affect the active structure of the transistor, then the main part of the products has a low level of thermal resistance. However, during long-term operation in conditions of extreme thermocyclic influences, such products may be potentially unreliable due to the development of microcracks to the active structure.

Keywords: installation of crystals, solder, soldering, housing.