

МОНТАЖ КРИСТАЛЛОВ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ

Мишечек А.А.

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

Научный руководитель: Ланин В.Л. – д-р техн. наук, проф.

Аннотация. Проведены экспериментальные исследования процессов пайки с УЗ колебаниями и вибрационной эвтектической при монтаже кристаллов в корпуса ИС. При вибрационной эвтектической пайке рабочая область и соответственно кристалл нагреваются до высокой температуры (~400°C), что может привести к повреждению кристалла. При монтаже кристаллов УЗ пайкой на никелевое покрытие подложки брака составляет 20-25%, а при монтаже на золотую поверхность количество кристаллов с браком менее 15%.

Ключевые слова: кристаллы, монтаж, вибрационная пайка, УЗ колебания.

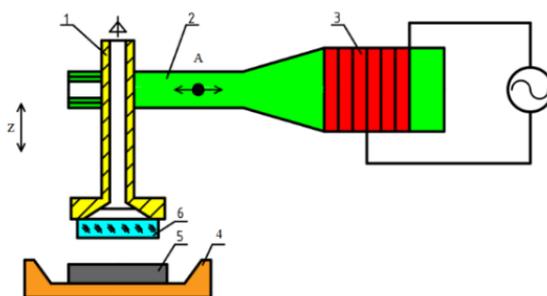
Введение. В настоящее время в микроэлектронике отмечается повышенный интерес к улучшению качества посадки кристаллов, а также нахождение новых возможностей в этом направлении. Широкое применение нашли методы вибрационной эвтектической пайки тыльной золоченой поверхности кристалла к золоченой поверхности основания корпуса, а также пайки с применением припоев. Для обеспечения необходимой смачиваемости припоя и предотвращения окисления в процессе пайки используется инертный газ или формирующий газ на основе смеси 10% водорода и 90% азота. Нанесение припоя на подложку осуществляется дозированием проволоки припоя или паяльной пасты, либо припойными прокладками [1]. Посадка кристалла на эвтектические сплавы помимо технологических трудностей (высокие температуры, золотое покрытие) имеет и другие недостатки. В виду малой пластичности эвтектики Au-Si и разницы в коэффициентах термического расширения кристалла и рамки в напаянном кристалле возникают значительные механические напряжения, что приводит к сколам кристаллов при пайке, последующих технологических операциях и испытаниях, а также к снижению надежности приборов. Установлено, что основными причинами, приводящими к снижению выхода годных изделий, являются: отслаивание кристаллов из-за неполного образования эвтектики по всей площади и образование микротрещин и растрескивание кристаллов после пайки и термокомпрессионной разварки выводов [2].

Основная часть. Вибрационная эвтектическая пайка кристаллов в корпуса ИС проводилась с помощью установки настольного типа ЭМ-4075А-1 при температурах 400-445 °С и частотах 2-9 Гц. Технические характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Технические характеристики:

Параметр	Значение
Максимальный размер обрабатываемого изделия, мм	50x60
Температура нагрева рабочего стола, °С	50 ... 450 ±10
Температура нагрева газовой струи, °С	50 ... 450 ±10
Температура нагрева рабочего инструмента, °С	50 ... 250 ±25
Амплитуда вибрации инструмента, мм	0.1 ... 0.25
Частота вибрации инструмента, Гц	2 ... 10
Вакуум, кПа	25 ... 30
Электропитание и потребляемая мощность	230В, 50Гц, 0,5кВт

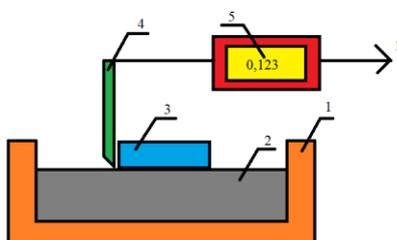
Монтаж кристаллов с применением УЗ колебаний проводился при времени воздействия ультразвука 255 мс, мощности 3.25 Вт и частоте 69 кГц. Схема УЗ монтажа показана на рисунке 1.



1 - захват, 2 – волновод, 3 – пьезоэлектрический преобразователь, 4 – столик, 5 – корпус ИС, 6 - кристалл
Рисунок 1 – Схема УЗ монтажа

Корпуса ИС размещались на рабочем столике с помощью двух зажимов, которые стопорились двумя винтами каждый. Кристаллы располагались россыпью на предметном столике с зеркальной подложкой. Захват, выбранный в соответствии с типоразмером кристалла (0,4x0,4 мм), устанавливался в волновод и закреплялся с помощью винта. Вакуум создавался в захвате, подача его в установку проводилась с помощью трубки для подачи вакуума. Контроль захвата и правильность расположения его в захвате контролировалось с помощью микроскопа и зеркальной поверхности столика.

После захвата кристалла и перемещения инструмента в область над рабочим столиком производится процесс пайки с использованием контроллера, который управляет температурой нагрева рабочего столика, мощностью, подаваемой на инструмент, и временем воздействия УЗ колебаний. Проверка качества присоединения кристаллов производилась с помощью определения усилия на сдвиг кристалла. Схема контроля прочности присоединения кристалла представлена на рисунке 2.



1 – упор, 2 – корпус ИС, 3 – кристалл, 4 – захват, 5 – цифровой динамометр
Рисунок 2 – Схема контроля прочности кристалла

Внешний вид кристаллов при пайке с применением УЗ колебаний и вибрационной эвтектической приведены на рисунке 3.

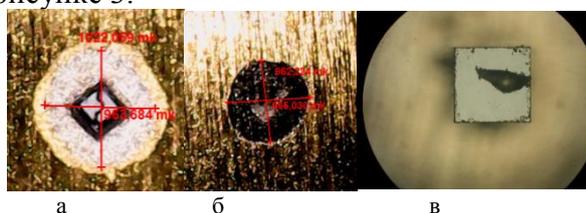


Рисунок 3 – Внешний вид кристаллов при эвтектической вибрационной пайке (а, б) и пайке с применением УЗ колебаний (в)

При вибрационной эвтектической пайке монтаж кристаллов на подложки с золотым покрытием стабильно протекает при температурах 400 – 430 °С. На рисунке 3, а изображён кристалл, установленный вибрационной эвтектической пайкой при температуре 430 °С, с наибольшим усилием на сдвиг равным 4,9 Н, эвтектическая область вокруг кристалла белого цвета, что указывает на хорошее качество соединения. На рисунке 3, б изображён кристалл,

который был смонтирован при температуре 445 °С, поверхность вокруг кристалла чёрного цвета, что свидетельствует о перегреве, который стал причиной плохого соединения кристалла с корпусом, усилие на сдвиг 0.8 Н. На рисунке 3, в изображён кристалл, припаянный с применением УЗ колебаний, эвтектическая зона много меньших размеров, чем при вибрационной пайке, качество соединения удовлетворительное, о чём свидетельствует усилие на сдвиг равное 4,5 Н.

Анализ экспериментальных данных показал, что прочность соединения растёт с повышением температуры вплоть до 430°С. Дальнейшее повышение температуры приводит к ухудшению качества монтажа вследствие протекания окислительных процессов. Зависимости усилия на сдвига от температуры представлены на рисунке 4.

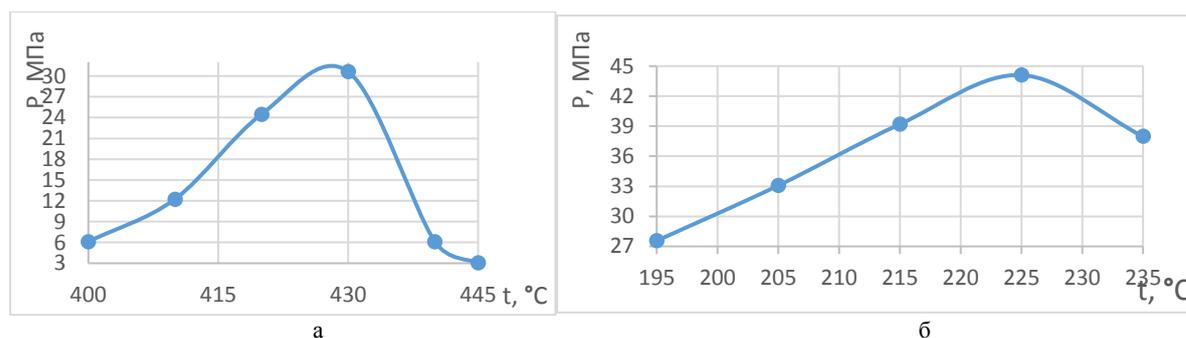


Рисунок 4 – Зависимости усилия на сдвиг от температуры для (а) вибрационной эвтектической пайки и (б) пайки с УЗ колебаниями

Заключение. Использование УЗ колебаний при эвтектической пайке позволяет получать достаточно надёжные соединения кристаллов с корпусом с меньшей областью монтажа, а так же уменьшить температуру в рабочей области почти в 2 раза. Усилие на сдвиг при монтаже кристаллов на припой на никелевые пластины оказалось больше, нежели при посадке на эвтектику на золотую поверхность. Однако при монтаже кристаллов на подложки с никелевым покрытием количество брака составляет 20-25%, а при монтаже на золотую поверхность количество кристаллов с браком менее 15%.

Список литературы

1. Ланин, В.Л. Ультразвуковая и вибрационная пайка кристаллов интегральных схем / В.Л. Ланин, И.Б. Петухов // *Технология в электронной промышленности*, 2019. – №3 – С. 68-71.
2. Ланин, В.Л. Сборка мощных бескорпусных MOSFET - транзисторов для поверхностного монтажа / В.Л. Ланин, А.Ф. Керенцев // *Силовая электроника*. 2009. – № 3 – С. 78-80

UDC [611.018.51+615.47]:612.086.2

INSTALLATION OF CRYSTALS OF INTEGRATED CIRCUITS USING ULTRASONIC VIBRATIONS

Mishechek A.A.

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

Lanin V.L. – PhD, professor

Annotation. Experimental studies of soldering processes with ultrasonic vibrations and vibrational eutectic during the installation of crystals in IC housings are carried out. During vibration eutectic soldering, the working area and, accordingly, the crystal are heated to a high temperature (~400°C), which can lead to damage to the crystal. When mounting crystals on solder on nickel, the amount of scrap is 20-25%, when mounting on a gold surface, the amount of crystals with scrap is less than 15%.

Keywords: crystals, mounting, vibration soldering, ultrasonic vibrations.