

определять ионы свинца в водных растворах при концентрациях от 2,26 мкг/л.

Благодарность. Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (договор от 04.05.2022 № Т22МС-029).

Литература

1. Application of Silver-Loaded Composite Track-Etched Membranes for Photocatalytic Decomposition of Methylene Blue under Visible Light / A.A. Mashentseva [et al.] // Membranes. – 2021. – Vol. 11. – P.11010060.

УДК 621.3.049

ДИАГНОСТИКА КАЧЕСТВА СБОРКИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСТРОЙСТВА ИК-НАГРЕВА И ВАКУУМИРОВАНИЯ

Некрасевич Д.А.¹, Щербаклова Е.Н.²

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

²Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Представлены результаты исследования уровня влаги в корпусах интегральных схем, определен оптимальный метод герметизации корпусов для минимального содержания внутрикорпусной влаги.

Ключевые слова: интегральная микросхема, сборка, ИК-нагрев.

DIAGNOSTICS OF ASSEMBLY QUALITY OF INTEGRATED CIRCUITS USING IR HEATING AND VACUUMING DEVICES

Nekrashevich D.A.¹, Shcherbakova E.N.²

¹JSC "INTEGRAL" is the management company of the "INTERAL" holding

²Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus

Abstract. The results of a study of the moisture level in integrated circuit packages are presented, and the optimal method of sealing packages to minimize the content of intra-case moisture is determined.

Key words: integrated circuit, assembly, IR heating.

Адрес для переписки: Щербаклова Е.Н., ул. Я. Коласа, 22, г. Минск, 220113, Республика Беларусь
e-mail: scherbakova@bntu.by

Операции сборки были и остаются наиболее трудоемкими в техпроцессе изготовления полупроводниковых приборов и ИМС. Миниатюризация, увеличение функциональной сложности и уменьшение стоимости микросхем создают необходимость в постоянном поиске новых и модернизации существующих технологий производства.

При контроле прочности крепления кристалла клей должен обеспечивать высокую надежность соединения, необходимое количество передачи тепла от кристалла к подложке, снижение механических напряжений в активной структуре. Процесс соединения кристалла с выводами основания выполнялся методом ультразвуковой сварки.

Визуальный контроль микросхем до монтажа кристаллов и после сборочных операций перед герметизацией необходим для обнаружения производственных дефектов, которые не могут быть выявлены другими видами испытаний: дефектов металлизации кристаллов, скрайбирования, монтажа и разварки кристаллов, которые впоследствии могут вызвать отказы микросхем при их эксплуатации.

Термовыдержка проводится для стабилизации электрических параметров микросхем и снятия механических напряжений. После проведения

монтажа кристаллов, разварки межсоединений и промежуточных операций выполняют операцию сварки крышки с основанием корпуса. Затем производилась герметизация с термообработкой и ИК-отжигом. При достижении заданной температуры печь охлаждается и закачивается азот.

Внутри скафандра герметизации расположена герметичная камера ИК-нагрева, подключаемая через клапан к вакуумной сети при отжиге и к азотной сети при продувке. Данная камера предназначена для десорбции составляющих элементов конструкции непосредственно перед герметизацией и исключает контакт обрабатываемой аппаратуры с внешней атмосферой после отжига.

Система мониторинга влажности газовой среды внутри скафандра должна обеспечивать непрерывный контроль; значение влажности в скафандре в процессе работы должно обеспечивать на уровне 0,07 %.

При герметизации корпуса интегральной схемы совмещают крышку корпуса с основанием корпуса, проводят ИК-нагрев в инертной среде. Было установлено, что сборка ИС с использованием устройства ИК-нагрева с вакуумированием способствует снижению содержания подкорпусной влаги и составляет от 0,01 до 0,09 % объемных.

Наличие влаги на поверхности кристалла может вызвать одновременно несколько деградиционных процессов с преобладанием одного вида, чаще всего – коррозии (рисунок 1).

Появлению влаги в корпусе способствуют три основных фактора:

- среда герметизации;
- поглощенная и растворенная влага из герметизирующих материалов, крышки, и подложки, высвобождаемая в процессе герметизации;
- утечки внешней влаги через герметизирующее уплотнение (спай).

Появлению влаги в корпусе способствуют три основных фактора:

- среда герметизации;
- поглощенная и растворенная влага из герметизирующих материалов, крышки, и подложки, высвобождаемая в процессе герметизации;
- утечки внешней влаги через герметизирующее уплотнение (спай).



а



б

Рисунок 1 – Коррозия алюминиевой металлизации:

а – на контактных площадках кристалла;

б – на контактной площадке в месте приварки внутреннего вывода

Источники влаги в герметичных корпусах бывают внутренние и внешние. К внутренним источникам относится выделение влаги из клея и стеклоприпоя, влаги, хемо- и физически сорбированной в порах керамики и металлизации внутри корпуса ИС. К внешним источникам относится влага, натекающая через объем стеклоприпоя или другого материала, используемого для герметизации конструкции (рисунок 2).

В порах и микронеровностях алюмооксидной керамики, из которой изготавливается корпуса

ИС, всегда присутствует адсорбированная вода. Значительной пористостью обладает тугоплавкая металлизация корпуса, получаемая из пасты на основе порошков вольфрама или молибдена [1]. Размеры пор в керамике и частиц порошков вольфрама и молибдена достигают до 10 мкм.

Проведенными исследованиями установлено, что активация порошка при диспергации приводит к ускорению процесса спекания металлизационного покрытия, к припеканию ультрадисперсных частиц друг к другу и образованию закрытых полостей, куда не проникает стеклофаза керамики. Результатом становится несогласование друг с другом спекание керамики и металлизации, повышение пористости металлизации и снижение прочности металлокерамического слоя пленки и подложки [2].

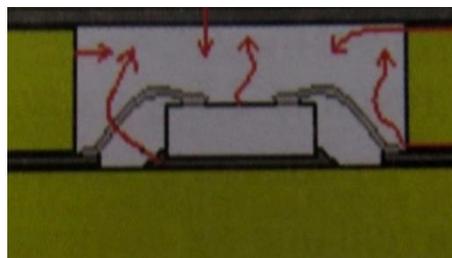


Рисунок 2 – Источники влагообразования в герметичном корпусе

Диагностика качества сборки интегральных схем, герметизация которых осуществляется с использованием устройства ИК-нагрева с вакуумированием включает ряд технологических и контрольных операций для выявления дефектности в процессе изготовления:

- термоциклирование проводится для проверки приборов на воздействие изменения температуры – определение способности микросхем сохранять внешний вид и электрические параметры после 10-кратного изменения температуры среды от минус (60 ± 3) до плюс (150 ± 5) °С. Приборы с дефектной конструкцией, выявленные при термоциклировании, отбраковываются на последующих операциях;

- испытания на воздействие линейного ускорения проводятся с целью проверки способности микросхемы противостоять разрушающему действию линейного ускорения;

- проверка герметичности микросхем в корпусе со свободным внутренним объемом – выявление негерметичных ИС путем обнаружения утечки введенного газа с критерием отбраковки по эквиваленту нормализованному потоку $6,65 \cdot 10^{-3}$ Па·см³/с;

- контроль внешнего вида – определение соответствия габаритных размеров и внешнего вида микросхем габаритному чертежу.

Не допускаются микросхемы имеющие: прожоги по краям крышки и ободка, приводящие к

нарушению целостности конструкции корпуса; выплески металла по контуру сварного шва, приводящие к увеличению габаритных размеров (контроль выполнять по торцам сварного шва с четырех сторон); выплески металла на выводах; непровары и пропуски сварных точек; трещины, сколы; смещение крышки за пределы ободка; отслаивание (скалывание) золотого покрытия с ободка корпуса; прожоги выводов; деформация выводов со следами перегибов и перекручивание; отслоение ободка от керамики корпуса.

В результате проведенной работы установлено, что наиболее универсальным для уменьшения содержания внутрикорпусной влаги является

технологический процесс герметизации шовной контактной сваркой в едином технологическом цикле с предварительной сваркой крышки с основанием.

Литература

1. Considération in the hermetic packages of hybrid microcircuits / M. Burnes [et al.] // Solid State Technology. – 1984. – Vol. 27, № 8. – P. 183–186.
2. Гаал И. Морфологические характеристики порошков вольфрама технической чистоты / И. Гаал, П.В. Макаров, К.Б. Новарова // Порошковая металлургия. – 1987. – № 6. – С. 4–11.

УДК 539.2

МОДИФИКАЦИЯ СТРУКТУРЫ СИЛУМИНА АЛ25 В ВОДЕ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЛАЗЕРА НА АЛЮМОИТТРИЕВОМ ГРАНАТЕ В ДВУХИМПУЛЬСНОМ РЕЖИМЕ ГЕНЕРАЦИИ

Анисович А.Г.¹, Маркевич М.И.², Журавлева В.И.³, Щербакова Е.Н.⁴

¹Институт прикладной физики НАН Беларуси,

²ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси»,

³Военная академия Республики Беларусь,

⁴Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Представлены результаты исследования структуры силумина АЛ25 после воздействия лазера на алюмоиттриевом гранате (LS-2134D) с длиной волны 1064 нм, генерирующего в двухимпульсном режиме, и последующего пребывания в водной среде 3 месяца. Исследования проводились на оптическом микроскопе. Показано, что в результате воздействия лазера на мишень из силумина образуется кратер, часть поверхности полируется лазерным лучом.

Ключевые слова: силумин, лазер на алюмоиттриевом гранате (LS-2134D), структура.

SURFACE MORPHOLOGY OF A MIXED FABRIC MODIFIED BY CARBON AND TITANIUM CLUSTERS AFTER EXPOSURE TO LOW TEMPERATURES

Anisovich A.¹, Markevich M.², Zhuravleva V.³, Shcherbakova E.⁴

¹Institute of Applied Physics of the NAS of Belarus

²Physical-technical Institute of the NAS of Belarus

³Military Academy of the Republic of Belarus

⁴Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus

Abstract. The results of a study of the structure of silumin after exposure to a laser on an yttrium aluminum garnet (LS-2134D) with a wavelength of 1064 nm, generating in a two-pulse mode and subsequent exposure to an aqueous medium for 3 months are presented. The studies were carried out on optical microscopes.

Key words: silumin, yttrium aluminum garnet laser (LS-2134D), structure.

Адрес для переписки: Щербакова Е.Н., ул. Я. Коласа, 22, г. Минск, 220113, Республика Беларусь
e-mail: scherbakova@bntu.by

В последнее время в материаловедении развивается направление по формированию на поверхности твердых тел микро- и наноструктур. Формирование таких структур приводит к изменению тепловых, электрических, излучательных и других свойств поверхности материала [1]. Это востребовано в различных отраслях промышленности: селективном нанокатализе, микроэлектронике, записи информации. Для получения наноструктур может применяться ла-

зерное воздействие [1–3]. Сущность метода заключается в обработке поверхности твердого тела сфокусированным лазерным пучком.

Кроме того, в приборостроении, микроэлектронике востребованы технологии для удаления тонких слоев с использованием лазерных технологий, применяются различные методики. Для непрозрачных для лазерного излучения материалов воздействие производят непосредственно