

УДК 621.382

РЕНТГЕНОВСКИЙ КОНТРОЛЬ ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ НА СТАДИИ ОТБРАКОВОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Д. т. н. А. С. Турцевич¹, В. А. Солодуха¹, к. т. н. Я. А. Соловьёв¹, А. Ф. Керенцев¹,
С. С. Волкенштейн²

¹ОАО «ИНТЕГРАЛ»-управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ», ²УП «КБТЭМ-СО»
Республика Беларусь, г. Минск
akerentsev@integral.by

Представлены результаты исследований эффективности рентгеновского и лазерного фотоакустического методов контроля для оценки качества изделий электронной техники на стадии производства. Установлена низкая эффективность визуального контроля для выявления скрытых дефектов под кристаллом, что особенно актуально для мощных изделий. Для повышения эффективности отбраковки потенциально ненадежных изделий целесообразно комплексно использовать рентгеновский контроль и лазерную фотоакустическую диагностику.

Ключевые слова: рентгеновский контроль, фотоакустическая диагностика, интегральная схема, полупроводниковый прибор, отбраковочные испытания

В технологическом процессе производства изделий электронной техники контроль качества осуществляется совокупностью последовательных и комплексных отбраковочных испытаний, предназначенных для выявления и устранения скрытых конструктивно-технологических дефектов. Такие отбраковочные испытания являются важным звеном в системе менеджмента качества. К основным видам технологических отбраковочных испытаний относятся оптические (визуальный контроль), механические, климатические и электрические.

Главный недостаток визуальной инспекции в составе отбраковочных испытаний заключается в том, что такой контроль, даже с высоким разрешением, не дает объективной картины о качественном состоянии изделия, так как не выявляет дефекты соединительного слоя под кристаллом. Актуальность данной работы обусловлена необходимостью повышения эффективности отбраковочных испытаний на стадии производства интегральных схем (ИС) и полупроводниковых приборов (ППП).

Для выявления скрытых дефектов применяются, как правило, два основных метода: ультразвуковая фотоакустическая микроскопия и рентгеновский контроль. Известно широкое применение рентгеновского контроля печатных плат с монтируемыми компонентами на припой, а также изделий в корпусах BGA и CBGA, в которых используется монтаж кристаллов на припой, а также внутрикорпусные межсоединения, выполненные золотой проволокой [1]. Кроме того, рентгеновский метод также рекомендуется использовать для сплошного контроля ИС специального назначения [2].

В данной работе представлены результаты исследований эффективности рентгеновского и лазерного фотоакустического методов контроля для оценки качества ППП и ИС на стадии производства. В технологическом процессе изготовления ИС высшей категории качества рентгеновский контроль является обязательным для выявления следующих дефектов [3]:

- соединения крышки с основанием корпуса;
- наличия посторонних частиц в объеме корпуса;
- дефектов золотых проволочных соединений;
- пустот в стекле.

Такой вид контроля может выполняться рентгенографическим (метод 414-1) или рентгенотелевизионным методом (метод 414-2), для осуществления которого необходимо использовать установку с разрешающей способностью не ниже 20 пар линий/мм, контрастной чувствительностью не хуже 5% и не менее чем 10-кратным увеличением [4].

Для исследования эффективности рентгеновского и фотоакустического контроля были изго-

товлены образцы ИС в корпусах 401.14. -5М и 4134.48-2, а также ППП в корпусе КТ-89, которые отличались способами монтажа кристаллов – на клей, эвтектику Au-Si и на припой ПСрОСу-8. Часть образцов была изготовлена в соответствии с требованиями документации, а другая часть — преднамеренно с отклонениями (неполное растекание клея под кристалл, отсутствие эвтектики на части кристалла, герметизирующий сварной шов с локальным прожогом или непроваром). Рентгеновский контроль проводился с использованием установки Micromex производства компании Sensing & Inspection Technologies Phoenix-ray GmbH (Германия) с максимальным напряжением рентгеновской трубки 160 кВ, разрешающей способностью 0,5 мкм и более чем 10-кратным увеличением, что соответствует требованиям метода 414-2 [5]. Для сравнения проводился фотоакустический контроль дефектности в соединительном слое под кристаллом и микросварных контактов [6].

В результате исследований было установлено, что рентгеновский контроль обладает высокой эффективностью для оценки качества внутрикорпусного монтажа ИС и ППП, для которых присоединение кристаллов выполнено на эвтектику или припой, а разварка выводов – золотой проволокой. Однако рентгеновский контроль оказался неэффективным не только для контроля изделий, монтаж кристаллов которых осуществляется на клей, а разварка выводов алюминиевой проволокой, но и для контроля качества сварного герметизирующего шва, выполненного шовно-роликовой сваркой. В то же время фотоакустический контроль показал возможность выявления дефектных соединений под кристаллом для всех способов монтажа (клей, эвтектика, припой), микросварными контактами, выполненными золотой и алюминиевой проволокой, а также проверки сплошности герметизирующего сварного шва. Основные недостатки данного способа заключаются в том, что качество монтажа кристаллов и микросварных проволочных межсоединений можно проверять только до герметизации корпуса, а расшифровка акустических топограмм очень сложна и требует высокой квалификации.

Таким образом, для повышения эффективности отбраковочных технологических испытаний целесообразно проводить рентгеновский контроль ИС и ППП, монтаж кристаллов которых выполнен пайкой (припой, эвтектика), а проволочные соединения – золотой проволокой. Лазерный фотоакустический контроль можно использовать для диагностики качества изделий при проведении анализа отказов или аттестации технологических процессов сборки.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Гафт С. Рентгеновский контроль – мощное средство диагностики и локализации дефектов современных печатных узлов // Компоненты и технологии.– 2004.– № 7.
2. Радиографический метод. MIL-STD 883H, метод 2012.8.
3. ОСТ В 11 0998-99 «Микросхемы интегральные. Общие технические условия».
4. ОСТ 11 073.013 -2008 «Микросхемы интегральные. Методы испытаний. Физико-технические методы испытаний», часть 5.
5. Полуавтоматическая система контроля рентгеновским излучением MICROMEX с числовым программным управлением/www.ostec-smt.ru.
6. Волкенштейн С. С., Хмыль А. А. Неразрушающие методы контроля качества монтажа полупроводниковых кристаллов в корпуса ИМС // Технологии в электронной промышленности.– 2011.– № 2.– С. 18 – 22.

A. S. Turtsevich, V. A. Saladukha, Y. A. Solovyov, A. F. Kerentsev, S. S. Wolkenstein

Radiographic inspection of electronics at the stage of screen tests.

The authors present the research results on the effectiveness of X-ray and laser photoacoustic methods for assessing the quality of electronics on the production stage. It was established that the efficiency of visual inspection is low for detection of latent defects beneath the chip, which is especially important for high-power products. To increase the efficiency of screening of potentially unreliable products, it is advisable to use complex X-ray control and laser photoacoustic diagnostics.

Keywords: *radiographic inspection, photoacoustic diagnostics, integrated circuit, semiconductor device, screen tests.*