Достижения корреляционной микроскопии, объединяющей оптическую, рентгеновскую и сканирующую электронную технологии

Джеффри Бурк (Jeffrey Bourque), менеджер по маркетингу, Nikon Metrology
Дэвид Эдвардс (David Edwards), специалист по применению СЭМ, JEOL

Инспекция компонентов, установленных с помощью поверхностного монтажа высокой плотности, намного упростилась с появлением новых методов и оборудования, позволяющим совместно обрабатывать результаты измерений оптических и рентгеновских микроскопов, компьютерных томографов и сканирующих электронных микроскопов. Степень автоматизации этих приборов выросла, благодаря чему, наконец, стало возможным почувствовать себя исследователем, а не специалистом по обслуживанию оборудования или техпроцессов.

Для осмотра SMT-компонентов имеется много метрологических методов, начиная с традиционной оптической микроскопии и заканчивая системами машинного зрения и рентгеновской/компьютерно-томографической (КТ) инспекцией, в т.ч. сканирующей электронной микроскопией (СЭМ). При исследовании образца несколькими системами необходимо обеспечить возможность увязывать их результаты, чем и занимается корреляционная микроскопия. Для этого следует получить цифровые изображения каждого изделия, используя новейшие оптические, рентгеновские/КТ- и сканирующие электронные микроскопы.

На начальном этапе инспекции с помощью метода оптической микроскопии применяются маломощные стереомикроскопы с широким углом зрения. Такая инспекция позволяет приступить к поиску дефектов. Типовое увеличение, обеспечиваемое этой системой, находится в диапазоне 10–100×.

Следующий уровень инспекции – использование макроскопов (AZ-100) и сложных микроскопных систем (LV-150). Эти микроскопы дают гораздо большее увеличение (до 1500×), чем стереомикроскопы, и могут фокусироваться на более мелких участках исследуемого образца. Они обеспечивают такие оптические методы как работа в ярком и темном полях, поляризованном свете, дифференциальный интерференционный контраст Номарского.

Как и в случае стереоскопических систем, эти микроскопы могут быть оборудованы цифровыми камерами. Данные системы не только получают изображения для корреляционной микроскопии, но обладают и другими функциями, включая аннотирование изображений, проведение измерений, наложение, Z-стек или большую глубину фокуса, совмещение изображений. Совмещение изображений особенно часто применяется в корреляционной микроскопии, т.к. позволяет получать изображения больших областей с высоким разрешением.

Еще одним методом инспекции SMT являются видеоизмерительные системы, например iNex-iv и Nexiv. Эти инструменты обеспечивают высокую скорость и точность визуальной автоматической инспекции, а также пространственные измерения электронных карт, устройств и большого числа соединений с оптическим качеством.

РЕНТГЕНОСКОПИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Инспекционная система XT V160 визуализирует дефекты соединений в электронных устройствах, платах и между ними и дает детальное понимание причин дефектов. Возможность буквально «заглянуть внутрь» электронных компонентов и систем важна как для оптимизации разработки, так и на производстве.

На уровне производства электроники большая часть инспекционной деятельности связана с вопросами соединений, включая проводники, паяные и межслойные соединения. Инспекционная система XT V 130 обнаруживает и более сложные дефекты. Съемка под углом с большим увеличением позволяет быстро выявить короткие замыкания в виде дендритов припоя и поры вокруг контактов BGA.

С появлением новых компонентов, таких как BGA и перевернутые кристаллы, традиционные методы микроскопии не работают, т.к. большая доля паяных соединений с печатной платой скрыта от взгляда. В этой ситуации рентгеноскопия реального времени становится важной как никогда.

Дефекты пайки разделяют на следующие категории:

- непропай из-за недостатка припоя;
- «мост»/КЗ из-за избытка припоя;
- поры из-за пузырьков газа в припое;
- смещение/нестыковка из-за ошибок в размещении компонентов.

Легкость обнаружения этих дефектов зависит от разрешения изображения. Такие дефекты как

Рис. 1. **СЭМ-изображение, ИК-изображение и навигационное изображение, полученное с помощью навигационной системы Stage Navigation System компании JEOL**

«мосты» и грубые нестыковки обнаруживаются при помощи оптического микроскопа. Другие, например поры, требуют рентгеноскопии с разрешением до 1 мкм и мощностью более 100 Вт, особенно в случае устройств микро-BGA.

Для обнаружения непропая требуются: высокое разрешение (1 мкм), большое увеличение (100–5000Ч), сложные манипуляции с образцом (наклон или поворот печатной платы либо съемочной системы) и сложное программное обеспечение по обработке изображений. Системы XT V объединяют все эти характеристики и возможности в одной удобной платформе. Некоторые системы снабжены опцией компьютерной томографии, дающей полное трехмерное изображение электронных компонентов.

ШИРОКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Производители электронных подсистем сегментов потребительской, автомобильной или авиакосмической электроники расширяют возможности инспекции за счет интеграции рентгеновских и компьютерно-томографических систем инспекции. Эти системы, в частности, позволяют обнаружить следующие дефекты.

Электронные и электрические компоненты:

– обрыв соединения микросварки клиновым электродом;
– «висящие» шариковые соединения;
– изгиб проволочного проводника;
– прикрепление кристалла.

Пустые и набитые печатные платы:

– поиск дефектов поверхностного монтажа, таких как смещение устройств, поры в паяном соединении и «мосты»;
– детальная инспекция межслойных соединений, металлизации сквозных отверстий и многослойного совмещения;
– инспекция BGA и CSP;
– инспекция бессвинцовой пайки.

В корреляционной микроскопии используется инструмент совмещения изображений высокого разрешения, снятых на большой площади, в единое изображение, все точки которого находятся в фокусе. Этот снимок используется в дальнейшем анализе в системе СЭМ.

СЭМ-НАВИГАЦИЯ И РЕШЕНИЯ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ МИКРОСКОПИИ

Оборудование JEOL упрощает передачу потока данных и изображений между оптическим и сканирующим электронным микроскопами, позволяя быстро и точно указать участки, которые необходимо исследовать при очень большом увеличении (см. рис. 1). Это решение путем сложной комбинации оборудования и программного обеспечения устраняет потери времени, связанные с поиском на образце представляющих интерес участков. Оператор может выбрать область величиной до 15 см. К записанному изображению получают доступ сканирующие электронные микроскопы и микрощупы лаборатории, его можно использовать для дальнейшего корреляционного анализа с помощью рентгеноспектрального метода на основе энергетической дисперсии (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy, EDS), формирования катодолюминесцентных изображений или построения изображений методом обратного рассеивания.

Для быстрой навигации без камеры сканирующего электронного микроскопа Navigator используется навигационное программное обеспечение, которое позволяет непосредственно работать с записанным изображением (полученным с помощью телекамеры на приборах с зарядовой связью, оптического микроскопа, цифровой камеры или сотового телефона). Изображение импортируется путем совмещения по двум точкам (P-Q). Оператор просматривает образец одновременно при различных увеличениях или обращается к исходному записанному образу для отображения и анализа.

НЕРАЗРУШАЮЩЕЕ ТЕСТИРОВАНИЕ

В настоящее время в низковакуумных крупнокамерных системах можно исследовать целиком собранные печатные платы с установленными SMT-компонентами без проводящего покрытия. Такое неразрушающее тестирование позволяет, например, быстро подтвердить соответствие требованиям ROHS на микроскопическом уровне (при бессвинцовой сборке) или обнаружить загрязнение на поверхности соединения. Платы случайным образом извлекаются с производственной линии для анализа, а затем возвращаются на нее без риска повреждения.

Этот низковакуумный процесс уже применяется в производстве. В нем электроны пучка, воспроизводящего изображение, сталкиваются с молекулами газа (воздуха) и ионизируют их. Положительные ионы притягиваются к отрицательно заряженному участку образца и ней-

трализуют этот заряд, создавая изображение. При этом подтверждается или исключается наличие дефектов, а при помощи EDS-анализа определяется структура, и прослеживается их источник. Успехи технологии детектирования позволяют получать изображения высокого разрешения. Поскольку подготовки образцов не требуется, современные системы позволяют получать результаты за считанные минуты. Наконец, с развитием компьютеризированного управления и автоматизации СЭМ стала удобным инструментом. На обучение операторов и приобретение ими навыков требуются часы, а не месяцы, а необходимость в специалисте по обслуживанию системы отпадает.

СЛОЖНЫЕ СЕЧЕНИЯ

Если рентгеновское или томографическое просвечивание выявило дефект шарикового соединения, для определения причины дефекта, скорее всего, понадобится получить сечение этого соединения. Материал соединений BGA и паяных контактов слишком мягок, чтобы получить их сечение механическим способом, т.к. его использование приводит, в свою очередь, к образованию других дефектов. Кроме того, механическая шлифовка – наполовину наука, наполовину искусство, требующее месяцев (если не лет) трудоемкого обучения.

Для определения точного местонахождения сечения, например в случаях стопки тонких пленок или обработки образца очень малой площади, применяется техника фокусированного ионного пучка (ФИП). Однако при этом размер сечения имеет ограничения, а тяжелые ионы галлия в пучке могут повредить поверхность образца.

Инструмент шлифовки сечения (Cross-Section Polisher, CP) компании JEOL позволяет получить сечение путем применения широкого несфокусированного пучка ионов аргона [1], не приводя к возникновению артефактов шлифовки (см. рис. 2). Это немеханическая бесконтактная технология, не требующая специальной подготовки оператора. Можно быть уверенным, что обнаруженные дефекты являются

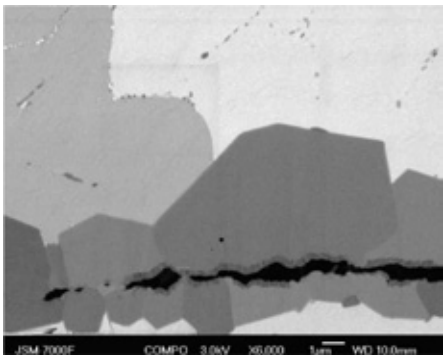

Рис. 2. **Поперечное сечение пор в шариковом соединении**

исходными, а не результатом обработки. Кроме того, в отличие от технологии ФИП, дающей сечение размером в несколько микрон, технология CP дает сечение размером в сотни микрон, позволяя увидеть не одно, а сразу несколько соединений. Овладение этой технологией занимает несколько часов, а не месяцев практических занятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. N. Erdman, R. Campbell, S. Asahina. Precise SEM Cross Section Polishing via Argon Beam Milling. Microscopy Today.

НОВОСТИ РЫНКА

Топ-20 полупроводниковых компаний по итогам I кв. 2012 г.

По данным IC Insights, в I кв. 2012 г. фаблесс-компания Qualcomm обошла Texas Instruments в рейтинге поставщиков ИС.

Продажи Qualcomm в I кв. составили 3,06 млрд долл., что на 56% больше, чем в I кв. 2011 г. Такой стремительный рост объясняется приобретением Atheros Communications, которое состоялось во II кв. прошлого года. Кроме того, компоненты Qualcomm используются во многих смартфонах, а в этом сегменте также наблюдается высокий спрос. Компания вошла в десятку лидеров по продажам ИС три года назад. Это единственная компания в рейтинге, не обладающая собственными заводами.

Самым крупным поставщиком ИС стала Intel. Отрыв Intel от Samsung Electronics увеличился с 48% в 2011 г. до 68%. Компания TSMC осталась на третьем месте. Ее прибыль уменьшилась на 1% и составила 3,57 млрд долл. Компания Globalfoundries впервые вошла в двадцатку лидеров и сразу заняла 19-е место. Она потеснила Elpida Memory, которая обанкротилась в I кв. 2012 г. Продажи Elpida упали на 34%.

Компании UMC удалось сохранить 20-е место, хотя ее продажи по сравнению с аналогичным периодом прошлого года упали на 16%. Все четыре крупнейших поставщика микросхем памяти в I кв. показали снижение продаж по сравнению с I кв. прошлого года.

Суммарный объем продаж первой двадцатки компаний уменьшился на 4% и составил 52,28 млрд долл. Согласно прогнозу IC Insights, в 2012 г. рынок полупроводниковых устройств вырастет на 6% по сравнению с 2011 г. В 2013 г. ожидается еще больший рост.

Аналитики IC Insights полагают, что если восстановление мировой экономики продолжится и рецессия не повторится, остаток года для полупроводниковой отрасли будет более чем позитивным.

www.russianelectronics.ru

НОВОСТИ РЫНКА

Закупка Россией зарубежного вооружения может негативно повлиять на отечественную электронику

Российские военные проводят испытания двух итальянских бронемашин Centauro в Московской области, что вызывает серьезное недовольство у представителей военно-промышленного комплекса, который упорно сопротивляется импорту иностранного оружия.

Россия не собирается ограничиваться приобретением двух французских десантных кораблей типа «Мистраль», а намеревается купить у итальянской компании Oto Melara лицензию на производство тяжелых бронемашин Centauro. Если их испытания пройдут успешно, покупка бронемашин станет вторым соглашением подобного рода с Италией за последние месяцы. С февраля этого года госпредприятие «Оборонсервис» начало сборку бронемашин LMV (по лицензии Iveco), которые в России были переименованы в «Рысь». Несколько «Рысей» уже приняли участие в военном параде 9 мая на Красной площади. Всего «Оборонсервис» выпустит 1700 «Рысей» (150 в этом году).

Возможное приобретение Centauro задевает самолюбие многочисленных сторонников российского ВПК, которые упорно сопротивляются импорту иностранного оружия. До «Мистралей» Россия закупала технику и оборудование для армии исключительно у отечественных производителей. Газета «Ведомости» пишет, что Москва также проявляет интерес к новейшему бронетранспортеру немецкого производства Boxer.

Россия поставила перед собой задачу заменить 70% нынешнего вооружения к 2020 г. и в настоящий момент является третьим по величине покупателем оружия в мире после США и Китая: в 2011 г. ее расходы составили 8 млрд долл.

Для российской электроники, которая на 70–80% зависит от военных заказов, закупки вооружения у иностранных государств можно расценивать как отход от громких заявлений военно-промышленной комиссии и, в частности, вице-премьера РФ Дмитрия Рогозина о принятии всех необходимых мер для создания отечественной элементной базы высокого уровня, которая позволит уйти России от зависимости в сегменте обороны.

www.russianelectronics.ru

НОВОСТИ РЫНКА

Plastic Logic и «Роснано» отказались от «планшета Чубайса»

Компания Plastic Logic откажется от выпуска собственных устройств и передвинет сроки строительства своего завода в Зеленограде. Взамен компания займется разработками «пластиковой электроники», которую будет поставлять сторонним производителям.

Отказ от выпуска собственных устройств для чтения электронных книг и планшетов можно назвать коренной сменой стратегии Plastic Logic. До сих пор устройства собственной сборки компания использовала в продвижении своих технологий. Так, ридер Plastic Logic 100 был представлен главой «Роснано» Анатолием Чубайсом Владимиру Путину в ноябре 2011 г. Чубайс показал его премьеру в качестве перспективного электронного учебника.

Одновременно с отказом от выпуска собственных устройств компания перенесла сроки запуска завода в Зеленограде, который, как ожидалось, должен был быть построен в 2013–2014 гг.

По словам Георгия Колпачева, управляющего директора «Роснано», постройка зеленоградского завода Plastic Logic откладывается, «потому что есть риск построить завод, который будет уже не нужен». Предполагалось, что главной продукцией завода станут устройства для чтения с черно-белым экраном.

Колпачев не уточнил срок начала строительства завода, однако сказал, что «будет проще и быстрее сделать проект под будущую технологию, которая у нас будет готова через два года». Колпачев не исключает, что Plastic Logic «переуступит площадки «горячим» проектам, которые уже сейчас можно посадить в зону».

Между тем, у Plastic Logic по-прежнему остались планы создания в России R&D-подразделения. Согласно новой стратегии, оно будет базироваться в Московском институте электронной техники в Зеленограде и позволит создать 43 рабочих места.

В Plastic Logic пояснили, что решение о пересмотре стратегии принято совсем недавно: во II кв. 2012 г., т.е. не более полутора месяцев назад. Смена стратегии утверждена основными инвесторами Plastic Logic: «Роснано» и фондом Oak Investment Partners, которые инвестировали в производителя 150 и 50 млн долл., соответственно.

www.russianelectronics.ru

ЕЖЕДНЕВНЫЕ НОВОСТИ РЫНКА ЭЛЕКТРОНИКИ

СОБЫТИЯ | АНАЛИТИКА | ИНТЕРВЬЮ | ОБЗОРЫ

Время электроники

www.russianelectronics.ru

электроника
медиагруппа