

Установки рентгеновского контроля YXLON – видеть, а не смотреть!

Рентгеновский контроль изделий электронной промышленности является исключительным по своим возможностям инструментом обеспечения их качества, поддержания стабильности и оптимизации технологических процессов производства, а также исследований перспективных возможностей в этих областях. В статье представлен обзор установок рентгеновского контроля Y. Cougar и Y. Cheetah компании YXLON International GmbH (Германия, www.yxlon.com), которые по ряду ключевых характеристик лидируют в своем классе.

Алексей Гнутов

a.gnutov@global-smt.ru

Установки рентгеновского контроля YXLON являются универсальными, гибко конфигурируемыми системами, которые могут быть использованы для 2D/3D рентгеновских исследований широкого спектра изделий, таких как печатные платы и узлы, электронные компоненты, микросборки и модули, соединители, детали, МЭМС-системы и др. В настоящее время для задач электронной промышленности компания YXLON предлагает две модели установок (табл. 1) — Y.Cougar (рис. 1а) и Y.Cheetah (рис. 1б). Они отличаются размерами области инспекции, максимальными размерами образца, максимальным увеличением и доступными наборами дополнительных опций.

Установка Y.Cougar — одна самых компактных систем в своем классе, а Y.Cheetah предназначена для работы с крупными образцами. Обе модели выпускаются в виде законченной одномодульной установки. Основными компонентами каждой из установок, определяющими ее возможности и характеристики, являются: рентгеновская трубка, детектор, система перемещения, система управления и комплект программного обеспечения.

Таблица 1. Параметры установок рентгеновского контроля компании YXLON

Параметр	Y.Cougar	Y.Cheetah
Исполнение	Полностью рентгенозащитное	
Трубка	Микрофокусная или мультифокусная открытого типа	
Детектор	Плоский панельный цифровой	
Максимальное геометрическое увеличение	2000×	2000×(3000×)*
Максимальное полное увеличение	17 500×	17 500×(25 500×)*
Область инспекции, мм	310×310	460×410
Максимальные размеры образца, мм	440×550	800×500
Габаритные размеры, мм	1100×1100×2100	1650×1400×1850
Масса, кг	1450	2200

Примечание. * С опцией Y.μDR.

Трубки и мишени

Установки YXLON комплектуются рентгеновскими трубками открытого типа производства той же компании. Они являются самыми мощными на сегодня среди микрофокусных систем: максимальная рабочая мощность составляет 64 Вт. Сейчас компания предлагает два варианта трубок — микрофокусную и мультифокусную (табл. 2). Микрофокусная трубка имеет один рабочий режим и ориентирована на традиционные задачи контроля печатных узлов с малой и средней поглощающей способностью. Мультифокусная трубка функционирует в одном из трех доступных режимов (микрофокусный, высокой мощности и нанофокусный) и обеспечивает более широкие возможности. В нанофокусном режиме трубка позволяет проводить исследования на микронном уровне с возможностью распознавания дефектов <0,5 мкм. В режиме высокой мощности мультифокусная трубка эффективна в работе с объектами с большой поглощающей способностью. Если это необходимо, она может функционировать и в традиционном микрофокусном режиме.

Катоды трубок выполнены из вольфрама. Конструкции катодов и мест их установки позволя-

Таблица 2. Характеристики трубок YXLON

Характеристика	Микрофокусная трубка	Мультифокусная трубка
Тип	Открытая	
Мишень	Пропускающего типа	
Диапазон рабочего напряжения, кВт	10–160	
Диапазон рабочего тока, мА	0,01–1	
Мощность трубки, Вт	64	
Мощность на мишени, Вт	10 (15)*	
Разрешающая способность, мкм	<1	<0,5
Рабочие режимы	Микрофокусный	Микрофокусный Высокой мощности Нанофокусный

Примечание. * С мишенью высокой энергии.



Рис. 1. Установка рентгеновского контроля: а) Y.Cougar; б) Y.Cheetah

ют при необходимости быстро осуществить их замену. Полный цикл процедуры с откачкой трубки и выходом на рабочий режим составляет 30–40 мин. Благодаря возможности смены катодов рабочие характеристики трубок YXLON постоянны. В отличие от трубок закрытого типа, характеристики которых с течением времени постепенно ухудшаются, что приводит в конце концов к необходимости их полной замены, трубки YXLON имеют практически неограниченный срок службы.

Для трубок компания YXLON предлагает несколько видов мишеней, которые можно использовать в зависимости от текущей задачи. В ассортименте представлены: стандартная мишень, мишень высокой энергии, мишень высокого разрешения и коническая мишень (запатентована YXLON).

Максимальная мощность на мишени определяется стойкостью материала и эффективностью отвода тепла от места расположения фокального пятна — области формирования пучка рентгеновского излучения. Уменьшение размеров фокального пятна напрямую улучшает разрешение системы, но ограничено уровнем мощности, при превышении которого мишень выходит из строя или служит существенно меньше предполагаемого срока из-за локального перегрева и последующего прогорания. В результате возможности исследования объектов с большой поглощающей способностью на максимальном разрешении всегда ограничены, а возможностей системы со стандартной мишенью может быть недостаточно. Мишень высокой энергии, разработанная компанией YXLON, обеспечивает в 2–3 раза лучшее соотношение мощность/разрешение, что позволяет работать на более высоком уровне мощности без увеличения размеров фокального пятна. Благодаря этому объекты с большей поглощающей способностью можно исследовать с лучшим разрешением.

Коническая мишень разработана и запатентована компанией YXLON и предназначена специально для компьютерной томографии образцов с шириной более 150 мм,

когда с применением осевой томографии не удастся получить достаточного увеличения. Конструкция мишени позволяет максимально приблизить фокальное пятно к образцу.

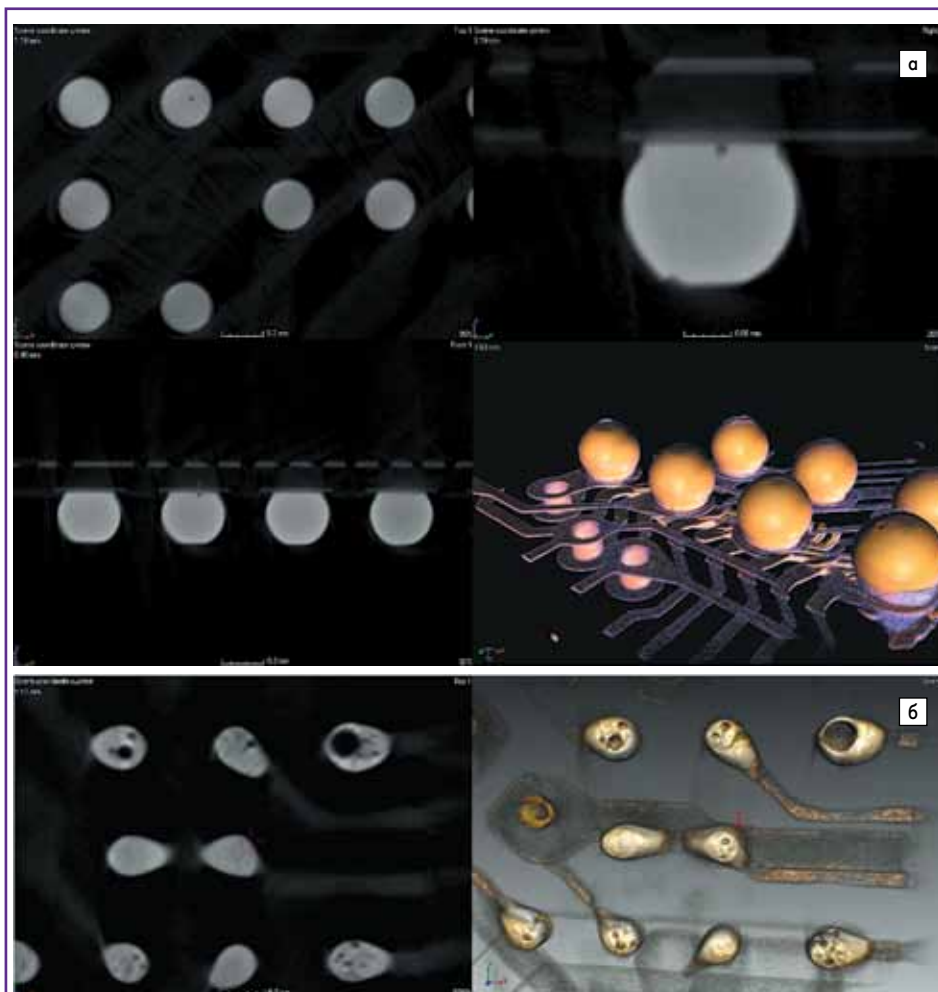


Рис. 2. 3D-изображение области печатного узла:

а) полученное со стандартной мишенью; б) полученное с конической мишенью

В этом случае сканирование осуществляется в ограниченном диапазоне 120°, но при этом формируется изображение высокого разрешения с большим увеличением деталей исследуемой области (рис. 2). Для крупных образцов с мишенью традиционной конструкции таких результатов достичь невозможно.

Дополнительно на мишень может быть установлен коллиматор рентгеновского излучения, который позволяет собрать пучок излучения при работе с объектами с большой поглощающей способностью или с узлами, имеющими в своем составе чувствительные к излучению компоненты. Для продления срока службы мишеней реализована возможность их поворота с изменением положения фокального пятна.

Ключевой особенностью трубок YXLON является высокая рабочая мощность в сочетании с малым размером фокального пятна. Максимальная мощность на стандартной мишени составляет 10 Вт, а на мишени высокой энергии — 15 Вт. Большая мощность на мишени — это более контрастное и четкое изображение.

При эксплуатации установок рентгеновского контроля особое значение имеет стабильность интенсивности мощности излучения. Только при обеспечении достаточной стабильности можно рассчитывать на воспроизводимые результаты исследований. Для этого в установках YXLON используется специальная система управления — TXI (True X-Ray Intensity), которая запатентована YXLON. Эта система контролирует и поддерживает текущие рабочие параметры на мишени, корректируя необходимым образом рабочее напряжение и ток трубки. Это позволяет формировать поток излучения с постоянной и воспроизводимой интенсивностью.

Результаты исследований на установках рентгеновского контроля YXLON могут быть легко воспроизведены через некоторое время, а однажды заданные параметры рабочего режима и критерии оценки качества не требуют впоследствии пересмотра. Это является существенным преимуществом как при интенсивной эксплуатации на серийном производстве, так и при проведении исследований в мелкосерийном производстве или при выполнении научно-исследовательских работ. Трубки YXLON отличаются высокой надежностью, удобством и простотой обслуживания.

Детекторы

Установки YXLON комплектуются плоскими панельными детекторами Varian на аморфном кремнии. Они имеют различные значения разрешения и характеризуются разной максимальной скоростью работы (табл. 3). Все предлагаемые детекторы на максимальной скорости позволяют проводить исследования с перемещением образца в реальном времени, обеспечивая при этом исключительное качество и синхронность изображения. Предлагаемые детекторы дают возможность получить существенно более высокое качество изображения, чем усилители изображения,

Таблица 3. Характеристики детекторов

Характеристика	Y.Panel 1308 High Speed	Y.Panel 1313 High Speed	Y.Panel 1313 Ultra High Speed
Разрешение, пикселей	1004×615	1004×1004	1004×1004
Размер пикселя, мкм	127		
Рабочая область, мм	127×78	127×127	127×127
Частота кадров (max), кадров/с	30	30	60

входящие в состав установок других производителей.

Система перемещения и управления

Система перемещения установок YXLON имеет до шести моторизованных степеней свободы: перемещение стола в плоскости XY, вращение стола в горизонтальной плоскости, наклон детектора для углового обзора ($\pm 70^\circ$), перемещение трубки и детектора вдоль вертикальной оси. Кроме того, установки могут

комплектоваться модулем моторизованного вращения образца относительно горизонтальной оси и прецизионной системой вращения для задач компьютерной томографии.

Перемещение образца, трубки и детектора осуществляется с помощью системы управления, которая включает персональный компьютер с программным обеспечением и эргономичную консоль оператора. ПО позволяет контролировать текущие рабочие параметры системы, корректировать их и сохранять в качестве предварительных установок. В установке Y.Cheetah в качестве дополнительной опции могут быть интегрированы алгоритмы синхронного перемещения трубки и детектора Zoom+ и PowerDrive, с их помощью можно управлять контрастом при постоянном увеличении или наоборот — изменять увеличение с постоянным контрастом. Сложные алгоритмы синхронизации могут быть реализованы благодаря тому, что в установках YXLON трубка и детектор перемещаются независимо друг от друга.

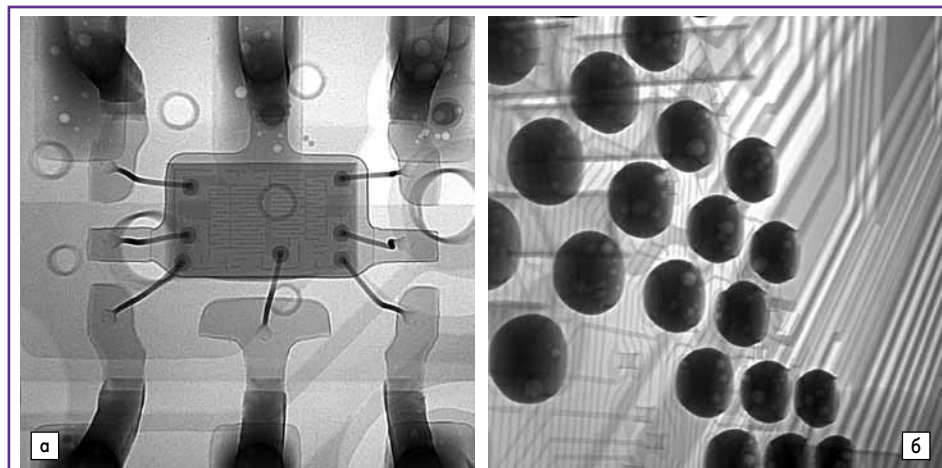


Рис. 3. Примеры 2D-изображений: а) разварка кристалла; б) выходы VGA-микросхемы

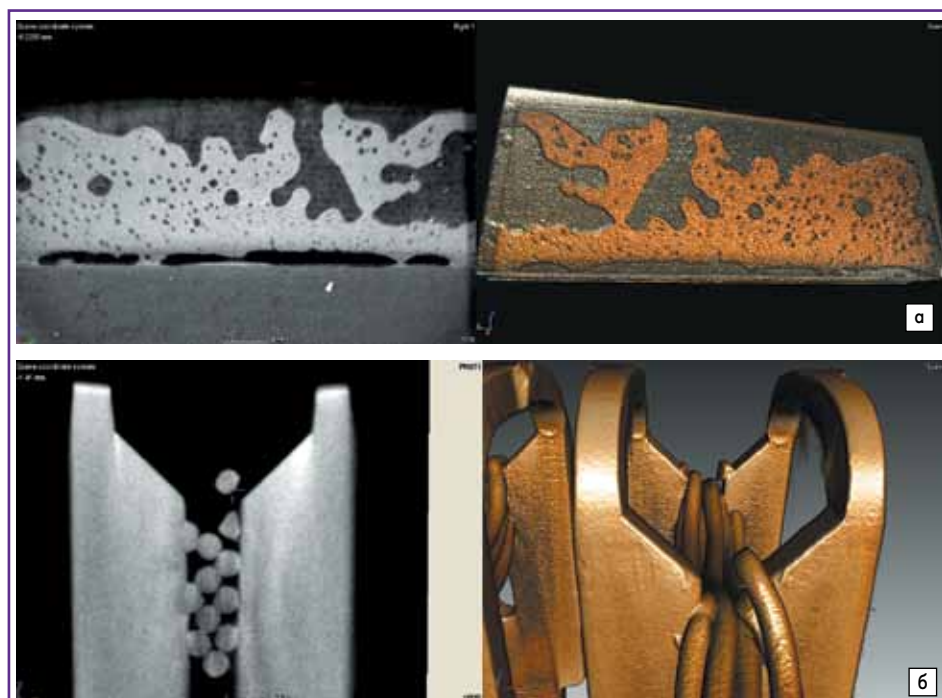


Рис. 4. Примеры 2D/3D-изображений: а) пустоты; б) обжимной контакт

Программное обеспечение

ПО Y.GUI Extended можно гибко конфигурировать путем подключения необходимых программных модулей.

Удобство работы с установками при исследовании сложных образцов может быть повышено с помощью модуля Frame&Zoom, который позволяет быстро в автоматическом режиме отобразить интересующую область простым выделением ее курсором мыши. С помощью модуля формирования отчетов можно унифицировать представление результатов исследований и организовать их систематизированное хранение, отмечать интересующие области и размещать комментарии, а также объединять наборы изображений в снимки высокого разрешения. Модуль инспекции VGA-компонентов (рис. 36) автоматически распознает сетку расположения выводов и проводит их нумерацию для последующей идентификации.

Детальная инспекция с большим увеличением производится также автоматически с последующим представлением обобщенных результатов. Управление модулем осуществляется с помощью специального «мастера». Модуль анализа пустот (рис. 4а) позволяет задавать области полигонами, отмечать их как значимые или незначимые и проводить математический расчет соотношения областей. Учет исследуемых образцов может быть организован на основе программного модуля и собствен-

но устройства для работы со штрих-кодами. Дополнительные программные модули могут быть установлены как при производстве, так и после поставки установки заказчику.

Компьютерная томография

Особое место в ассортименте доступных возможностей занимает опция компьютерной томографии Y.μСТ, которая включает специализированную систему перемещения образца и пакет программного обеспечения для формирования и обработки 3D-изображений. Эта опция позволяет работать с трехмерными матрицами изображения с размерами 512, 1024 или 2048. Размер вокселя может находиться в пределах от 2 до 200 мкм в зависимости от размеров исследуемого образца. Время построения трехмерного изображения с использованием ускоренного алгоритма Y.QuickScan составляет 3–5 мин., при этом получаемое изображение до 90% соответствует стандартному алгоритму. В зависимости от сложности формируемого изображения для выполнения стандартного полного алгоритма потребуется 10–30 мин.

Время получения изображения позволяет говорить о компьютерной томографии как о реальном инструменте исследования, а не о длительной процедуре с ограниченной эффективностью. Для обработки изображений в Y.μСТ интегрировано программное обеспечение VGStudioMAX компании Volume Graphics,

которое является мощным и современным средством с широким набором возможностей. Опция компьютерной томографии предлагается в том числе в качестве модернизации и может быть установлена на ранее поставленную установку на площадке заказчика.

Установки рентгеновского контроля Y.Cougar и Y.Cheetah соответствуют действующим российским и международным стандартам в области безопасности для данной группы оборудования. Полностью рентгенозащищенное исполнение позволяет непосредственно интегрировать установки в существующие или проектируемые производственные участки без каких-либо ограничений. Индикация включения источника рентгеновского излучения и блокировка дверцы рабочей камеры гарантируют защищенность оператора при работе с установкой.

Заключение

Установки рентгеновского контроля Y.Cougar и Y.Cheetah объединяют в себе лучшие достижения компании YXLON — одного из лидеров отрасли — и являются инструментом, позволяющим перейти на новый качественный уровень неразрушающего контроля изделий электронной промышленности. Представленные характеристики и опции постоянно совершенствуются и дополняются для наилучшего соответствия сегодняшним и будущим потребностям предприятий.