

# Последние разработки в области рентгеноскопии

Кит Брайант, директор по продажам, Nordson DAGE

Большинство технологий, используемых в системах рентгеновского контроля для электронной промышленности, поиска и обнаружения дефектов, существуют уже давно и были заимствованы из медицины. Конечно, объекты исследования в медицине гораздо больше, да и, мягко говоря, немного другие, поэтому с самого начала мы многим жертвовали. До недавних пор абсолютно уникальная возможность развития относительно небольшого рынка рентгеновских систем для электронной промышленности игнорировалась.

Начнем с трубок рентгеновского контроля. Трубки закрытого типа (см. рис. 1) были разработаны более 100 лет назад и до сих пор используются в системах рентгеновского контроля начального уровня, в то время как некоторые даже коллекционируют их!

У этих трубок имеется несколько ограничений для использования в электронной промышленности: увеличение и качество изображения достаточны только для анализа переломов конечностей, но не обрыва золотых проводков толщиной в 20 мкм. Также в электронной промышленности системы рентгеновского контроля используются гораздо интенсивнее, что сокращает срок эксплуатации трубок. Замена трубки стоимостью 20–40 тыс. долл. каждые несколько лет быстро превращает относительно дешевую покупку в дорогостоящую.

Около 50 лет назад два англичанина разработали другую рентгеновскую трубку, но, опять же, для применения в медицине. В новых трубках появилась возможность менять мишень, что увеличило срок их эксплуатации. Кроме того, в этих трубках можно менять нить накаливания после ее выхода из строя, что продлевает срок эксплуатации устройства и снижает затраты. Такая трубка позволяет исследовать и более мелкие элементы. Однако для всего этого пришлось пойти на некоторые жертвы: вакуум создавался не на весь срок службы трубки, для его формирования необходимы насо-

сы, и, значит, качество вакуума было хуже. Смена нити также означает необходимость открывать трубку, что чревато появлением в ней инородных частиц, которые могут привести к изгибанию пучка электронов и повреждению или выводу из строя цепи высокого напряжения. Поскольку трубка была разработана для медицинского применения, то при более интенсивном использовании срок службы нити сокращался, а так как сборка печатных плат происходит в помещениях, отличающихся по своей чистоте от медицинских, то опасность попадания в трубку загрязнений и связанных с этим затрат стала очень большой проблемой. На сегодняшний день такие трубки устанавливаются в системы рентгеновского контроля с более широкими техническими возможностями, чем предыдущие.

Шесть лет назад в Великобритании была разработана первая рентгеновская трубка, предназначенная именно для электронной промышленности (см. рис. 2). За это время были установлены сотни таких трубок, которые сегодня работают на самых передовых предприятиях по всему миру. В этих трубках используется прострельная мишень, как в трубках открытого типа, но нет нити, которую следует периодически менять из-за короткого срока службы. Также новая трубка позволяет получить гораздо более высокое качество изображения, так как вакуум в ней создается на заводе, где трубка и запечатывается, причем степень вакуума значительно выше, чем в обычной трубке. Все это позволяет получить более качественное изображение при меньших значениях напряжения, плюс дает возможность ис-



Рис. 1. Рентгеновские трубки закрытого типа

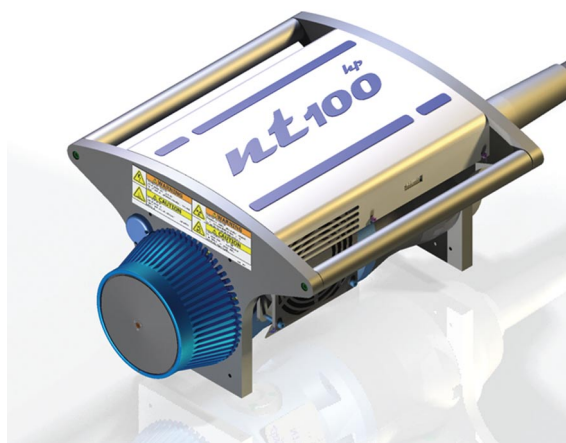


Рис. 2. NT-трубка компании Nordson DAGE

следовать элементы размером менее 0,5 мкм. У этой трубки имеется обратная связь, что повышает стабильность ее работы, а, значит, качество и повторяемость формируемых изображений. Говоря простым языком, это первая важная разработка в области трубок рентгеновского контроля за последние 50 лет и первая важная разработка для электронной промышленности!

С усилителями изображений прослеживается та же история. На самом деле, в самых первых рентгеновских аппаратах использовалась пленка, и я слышал о том, что некоторые компании отдавали собранные платы в местные стоматологические клиники, чтобы сделать рентгеновский снимок! Некоторые производители систем рентгеновского контроля используют пленку для определения технических возможностей своих систем, что может ввести в заблуждение, так как у пленки зерно больше, чем дискретные элементы CCD-чипов цифровых детекторов в коммерческих усилителях изображения. Опять же, большинство компаний для производства собственных систем рентгеновского контроля используют имеющиеся на рынке продукты, которые специально не разработаны для электронной промышленности. Лишь одна-две компании изменяют существующие стандартные устройства, чтобы улучшить качество формируемого изображения. Больше всего вопросов при работе с усилителями изображения вызывают камера и качество оптики, искривление и уровень шума изображения, формируемого в режиме реального времени. Пытаясь устранить искривления формируемых изображений, некоторые компании предлагают очень большие усилители изображения, в которых используется только центральная часть. Это дорогостоящая опция, которая к тому же и не вполне удачна. Но все эти трудности преодолены компанией, которая производит 2-Мп усилители изображения под заказ и разработала специальное программное обеспечение для подавления шума и компенсации искривления изображения. И на сей раз это решение разработано именно для электронной промышленности (см. рис. 3).

Плоскопанельные детекторы были разработаны для медицинского применения, поэтому размер, количество пикселей и качество изображения в первых устройствах или устройствах



Рис. 3. Усилитель изображения в системе рентгеновского контроля Nordson DAGE



Рис. 4. Плоскопанельный детектор в системе рентгеновского контроля Nordson DAGE

начального уровня не совсем пригодны для электронной промышленности. Но недавно на рынке появились плоскопанельные детекторы, позволяющие получить достаточно качественное изображение размером в 1 Мп. Однако скорость плоскопанельных детекторов гораздо ниже — 4–10 кадров в секунду по сравнению со скоростью 25–30 кадров в секунду, которой характеризуются усилители изображения. Еще один недостаток плоскопанельных детекторов — чувствительность к радиации в результате использования в детекторе незащищенного аморфного кремния. При периодическом использовании таких детекторов в медицине с низкими значениями напряжений каких-либо

проблем не возникает, но если использовать такие детекторы в электронной промышленности, то их придется менять каждые 2–3 года. При этом следует учесть, что стоимость нового детектора составляет 25–35 тыс. долл. Поскольку плоскопанельные детекторы больше оптимальных в работе усилителей изображения, это также может отрицательно сказаться на разрешении получаемых изображений, а больший размер пикселей ограничит размеры распознаваемых элементов. Тем не менее последние разработки привели к созданию 1,3- и 3-Мп плоскопанельных детекторов, нечувствительных к воздействию радиации и предназначенных для электронной промышленности (см. рис. 4). Ско-

рость их работы составляет 25 кадров в секунду, в результате чего в режиме реального времени формируется отличное изображение даже сложных для инспекции элементов, например, медных проводков, заменяющих в компонентах золотые, в условиях ограниченного времени инспекции, но с высокими требованиями к качеству формируемого изображения.

Однако для создания превосходной системы рентгеновского контроля для электронной промышленности необходимо еще кое-что, например, правильное расположение механических узлов, обеспечивающее простую и безопасную работу без угрозы повреждения исследуемого образца или трубки. И уровень радиации, который существенно ниже законодательно разрешенного в любой стране земного шара. Большой и удобный в работе поддон для образца. Эргономичный дизайн для точной и удобной работы, позволяющей быстро проводить ана-

лиз исследуемого образца. И дверца, которую можно много раз открывать без усилий и опасности облучения. И возможность быстро увидеть, где именно находятся дефекты на плате без необходимости использования лазеров или камер. И простое в работе программное обеспечение, позволяющее легко изменять процедуру проведения инспекции. И возможность использования системы именно в электронной промышленности, включая точный анализ и измерение пустот с высокой повторяемостью. Отличный пользовательский интерфейс, позволяющий оператору быстро и легко оценивать возможные дефекты. Компьютерная томография (СТ- или 3D-анализ), которая существенно улучшилась за последние годы. Опять же, эта технология существовала уже давно и была заимствована из другой области. Хотя и существуют специальные дорогостоящие решения, некоторые высококачественные системы двумерного

контроля можно дооснастить для проведения трехмерного контроля. Но для такого двойного использования придется пожертвовать размерами исследуемых образцов. Эта технология предполагает вращение образца в пучке рентгеновских лучей, поэтому ограничения всех систем примерно одни и те же. Последние разработки в этой области позволили сократить время переналадки системы до двух и менее минут.

Еще один ключевой прорыв заключается в мощности обработки и скорости построения модели. Вместо компьютера, который используется для управления работой системы рентгеновского контроля, что существенно замедляет работу, теперь используются 6- или 12-ядерные процессоры с высокопроизводительными графическими картами, позволяющие существенно уменьшить время построения модели и повысить качество изображения.