

ВНЕДРЕНИЕ AT-LINE-СИСТЕМ РЕНТГЕНОВСКОГО КОНТРОЛЯ В СБОРОЧНО-МОНТАЖНУЮ ЛИНИЮ

Р.Вага¹, А.Копыстыренский²

УДК 004.7:658.562
ВАК 05.13.00

Концепция "Индустрия 4.0" подразумевает создание автоматизированных технологических систем, оперирующих в режиме реального времени с данными исчерпывающей полноты и высокого качества. Это требует большой точности от источников первичной информации, в частности, от систем контроля качества монтажа. Существенный вклад в повышение качества продукции могут внести системы инспекции типа at-line – не встраиваемые в производственную линию, но информационно связанные с ней и применяемые в качестве средства разрешения спорных ситуаций при контроле качества монтажа компонентов.

Цифровая трансформация, связанная с развитием таких концепций, как "Индустрия 4.0", "умное производство" и "Интернет вещей", приведет к принципиальному изменению производства, технологических процессов и бизнес-моделей в электронной промышленности. Речь идет об объединении оборудования в сеть, сборе и обмене большими данными (рис.1). Однако конечному пользователю большие данные сами по себе не несут никакой практической пользы, так как они нуждаются в анализе, интерпретации и выполнении соответствующих действий на их основе.

Получение всех возможных параметров и данных о состоянии производственной линии будет приводить к мешанине, если не будут обеспечены сбор и обработка только полезной информации в режиме реального времени. Последующая визуализация данных на панели информационной системы управления (MIS – Management Information System) позволит предпринять превентивные меры для улучшения качества производства. При этом исполнение этих мер должно быть максимально

автоматизированным. Их цель – оптимизировать процесс в рамках технологического окна с приемлемым качеством и свести к минимуму количество брака.

Когда речь идет о полностью интегрированной производственной среде, необходимо принять во внимание три наиболее важных аспекта: качество исходных данных, наличие достаточно мощных аналитических средств и способность системы определять



Рис.1.

¹ Yxlon International GmbH, менеджер по развитию глобального бизнеса.

² ООО "Глобал Инжиниринг", руководитель отдела продаж, Anatol.k@global-smt.ru.

первопричину возникновения проблем. Без этого мы не можем говорить о реализации концепции "Индустрия 4.0". Все вышеназванные требования на сегодняшний день имеют объективные ограничения.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДАТЧИКИ ДОЛЖНЫ ОБЛАДАТЬ ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТЬЮ И ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ

При создании "умного производства" все установки и системы становятся, по сути, интеллектуальными сенсорами – датчиками, которые осуществляют сбор данных с производственной линии и самих печатных плат без участия человека. Точность и чувствительность таких датчиков играют важную роль, особенно в системах оптической и рентгеновской инспекции (АОИ и АРИ). Несмотря на высокие технические характеристики встраиваемых в линию систем инспекции, они по-прежнему требуют применения вспомогательных технологий для исключения ложной браковки.

Например, установка 3D-АОИ является наилучшим решением для верификации таких технологических параметров как точность монтажа, соответствие маркировки компонентов, полярность, копланарность выводов микросхем или коробление компонентов. Но данная система не способна ответить на вопрос: "Этот корпус QFN имеет коробление, или этот компонент BGA приподнят, но удовлетворяют ли требованиям паяные соединения?"

Было бы здорово, если бы система рентгеновской инспекции самостоятельно выполняла инспекцию подозрительных мест на плате, а оператору оставалось только осмотреть дефект и принять продуманное решение относительно потенциальных проблем, возникающих, например, при пайке компонентов с контактными поверхностями на нижней стороне корпуса, у которых обнаружены отклонения копланарности, как на рис.2 и 3, где под BGA-корпусом можно видеть небольшой потерянный компонент.

Встроенным в линию системам рентгеновского контроля может не хватать разрешения, требуемого для определения дефекта "голова на подушке".

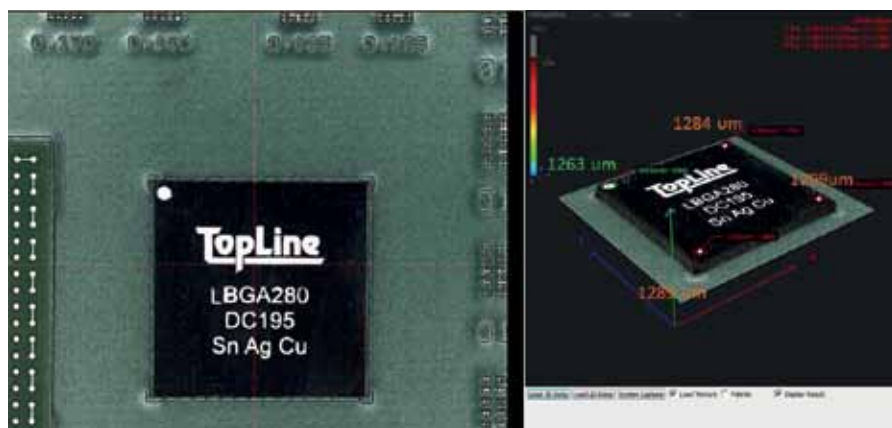


Рис.2.

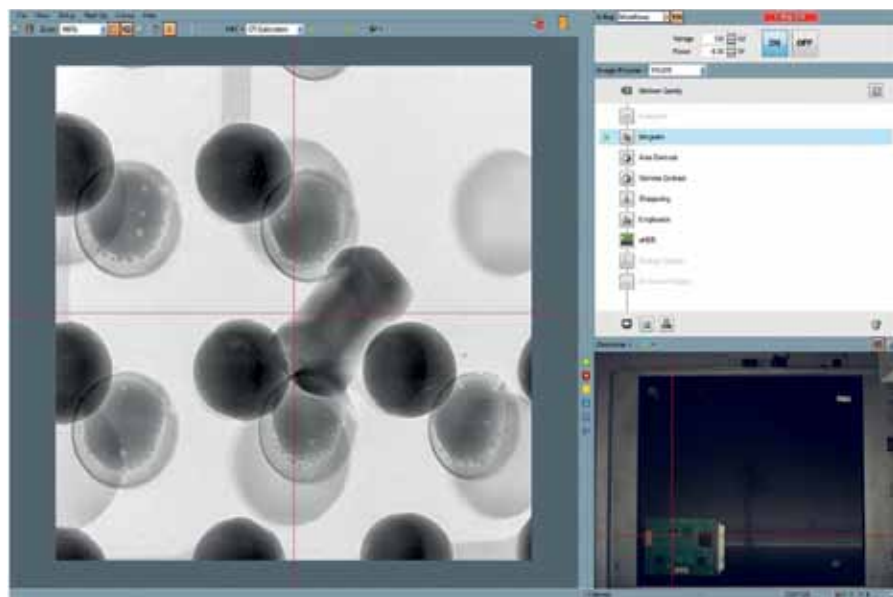


Рис.3.

In-line-системы рентгеновского контроля могут при стандартном увеличении обнаруживать этот дефект, но по мере уменьшения размера шариковых выводов BGA-микросхем задача усложняется и растет вероятность пропуска такого дефекта.

В in-line-системах рентгеновского контроля определение дефекта "голова на подушке" включает обработку по меньшей мере трех разных сечений – на уровне контактной площадки платы, по центру шарика BGA и на уровне корпуса (рис.4). Сложные алгоритмы и настраиваемый диапазон увеличения позволяют определить, является ли конкретный шарик больше или меньше соседних. При инспекции сложных компонентов можно даже увеличить количество сечений, но при этом следует учитывать, что данная мера увеличит время инспектирования.

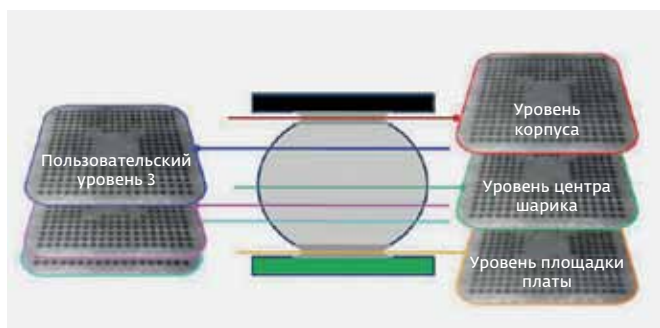


Рис.4

Вместе с тем, основная масса встраиваемых в линию систем АРИ дает большое количество ложных обнаруженных дефектов. Результаты инспекции необходимо либо подтверждать на станции верификации, либо инспектировать изделие заново на более мощных отдельно стоящих системах рентгеновского контроля высокого класса. Причина этого проста. Для правильного обнаружения дефекта "голова на подушке" требуется снимок высокого разрешения, выполненный в косоугольной проекции (рис.5). Такие снимки могут быть получены только при помощи автономных или at-line-систем рентгеновского контроля.

И последнее, но не менее важное: миниатюризация компонентов и пропорциональное уменьшение размеров кристаллов увеличивает их подверженность тепловому напряжению. Чем меньше, тоньше компонент, тем больше он подвержен негативному влиянию высоких температур и тем сильнее выражен эффект коробления компонента. Наибольшую проблему вызывает образование пустот в паяных соединениях, которые препятствуют отводу тепла и могут стать причиной отказа. Поэтому точность и чувствительность систем контроля становятся критически важными параметрами.

УСТАНОВКИ И СИСТЕМЫ, ОБЪЕДИНЕННЫЕ В "УМНОЕ ПРОИЗВОДСТВО", ДОЛЖНЫ СТАТЬ САМООБУЧАЮЩИМИСЯ, НАУЧИТЬСЯ "МЫСЛИТЬ" ПРЕВЕНТИВНО

Как уже говорилось, "умное производство" – это среда, объединяющая системы и установки, в которой машины могут "общаться" между собой и на основе "обсуждения" самостоятельно принимать решения, купируя проблемы до их возникновения. Однако данное "обсуждение" основывается на алгоритмах, а алгоритм по определению может дать только один-единственный ответ. Даст ли данный алгоритм правильный ответ или предложит один из трех, четырех или пяти вариантов? Как он будет отвечать на один и тот же вопрос – одинаково или по-разному?

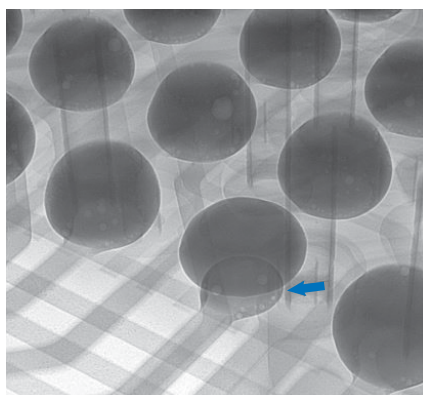


Рис.5

Большинство MIS-систем не готовы работать с большими данными из-за нехватки аналитических инструментов. Без участия человека в принятии важных решений, основанных на знаниях и опыте, мы не можем говорить о полностью работоспособном и эффективном "умном производстве". Поэтому для создания надежной системы необходимо объединить человеческий разум и алгоритмы, что позволило бы технологам принимать обоснованные решения после ознакомления со всеми данными, поступающими из разных точек. Эти данные передаются на единый экран, где также отображается хронологическая информация и иные параметры, необходимые для принятия обоснованного решения. Это позволяет управлять производственными процессами, изменять параметры и контролировать режимы в реальном времени, гарантируя, что процесс изготовления продукции будет оставаться стабильным в рамках оптимального технологического окна. Это также большой шаг на пути к полной автоматизации, которая позволит увеличить производительность и сократить расходы.

AT-LINE-СИСТЕМЫ РЕНТГЕНОВСКОЙ ИНСПЕКЦИИ, ПОДСОЕДИНЕННЫЕ К ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СЕТИ

В отличие от автономных (off-line) систем, at-line-системы интегрированы в единую сеть производственной линии и располагаются в непосредственной близости от нее (рис.6). Это позволяет решать проблемы в реальном времени, а также делает установку рентгеновской инспекции полноценным звеном производственного процесса, а не просто системой контроля качества, стоящей где-то в лаборатории.

Над интеграцией в сеть систем инспекции компания Yxlon работает с 2015 года. Результатом данной работы является возможность простой интеграции системы в любую производственную линию, в любое уже существующее производство.

At-line-системы рентгеновской инспекции могут быть внедрены в производственную линию в качестве



Рис.6

инструмента верификации для уже имеющихся систем контроля нанесения пасты (SPI), 3D-АОИ или АРИ. Такую at-line-систему целесообразно использовать для повторной инспекции с высоким разрешением с целью подтверждения или опровержения наличия дефектов на плате. Результаты инспекции могут как сохраняться на компьютере системы рентгеновского контроля, так и экспортироваться в MIS-систему заказчика. Связь at-line-системы рентгеновской инспекции обеспечивается по протоколам TCP/IP. Дальнейшее использование информации (сопоставление и визуализация результатов, полученных при помощи разных систем инспекции) зависит от требований и возможностей заказчика. Основной задачей данного решения является предоставление технологам унифицированной по форме информации, на основе которой можно заранее обнаружить проблемные участки и предпринять все необходимые меры для улучшения качества выпускаемых изделий (рис.7).

ОСНОВНАЯ ПРОБЛЕМА "ИНДУСТРИИ 4.0" – СТАНДАРТИЗАЦИЯ

Основной проблемой внедрения концепции "Индустрия 4.0" является стандартизация коммуникационных протоколов и интерфейсов, которые обеспечивают взаимодействие между технологическим оборудованием



Рис.7

и MIS-системами. Для обеспечения прослеживаемости печатных плат по всей производственной линии без применения устройств считывания штрих-кодов необходимо, чтобы оборудование было объединено в единую промышленную сеть. Это позволяет MIS-системам собирать данные техпроцесса и информацию по прослеживаемости по каждой плате или партии без потерь информации и снижения производительности. Такой тип коммуникационного взаимодействия сокращает инвестиционные затраты и минимизирует усилия при замене выпускаемых изделий.

Для этой цели был разработан новый стандарт Hermes (<https://www.the-hermes-standard.info/>), который в будущем заменит стандарт SMEMA и может стать коммуникационным протоколом для всей отрасли.

Компания Yxlon стала первой компанией – производителем at-line-систем инспекции, присоединившейся к данной инициативе. Первая версия стандарта Hermes направлена на улучшение стандарта SMEMA путем включения в интерфейс возможности передачи уникального идентификатора платы, первой установки, на которой начата работа с платой, штрих-кодов и т.д. В следующей версии стандарта Hermes, возможно, появятся дополнительные возможности для производителей автономных (off-line) систем.

Помимо межмашинного интерфейса необходима стандартизация интерфейсов для подключения к MIS-системам заказчиков. Пока идет непрерывная конкуренция за позицию наиболее широко используемого стандарта, основные контрактные производители стараются избегать использования платформ сторонних компаний и ориентируются на прямое подключение производственных систем к своим информационным системам управления. Данное решение с открытым исходным кодом должно соответствовать следующим требованиям:

- "Умная" связь – возможность подключения по сети (протоколу TCP) оборудования к любой доступной MIS-системе;
- "Умное" обслуживание – возможность отправки по сети (протокол TCP) событий/статусов системой рентгеновской инспекции Yxlon на любую MIS-систему;
- "Умное производство" – возможность повышения эффективности передачи данных систем инспекции в MIS-системы и/или на другие стоящие в линии установки по сети TCP.

Автор выражает благодарность компании ViTroх, с которой Yxlon ведет совместную работу в области межмашинного взаимодействия (см. www.v-one.ru), за предоставленные рис.1, 6 и 7, а также директору по международным продажам компании Yxlon К.Брианту.