

Усовершенствованная 3D-инспекция — технология будущего для современных производств

Современный мир электроники и высоких технологий быстро развивается. Многие технологические решения, казавшиеся еще 5–6 лет назад нереализуемыми, уже активно используются многими компаниями. Вместе с этими процессами интеграции современных технологий в промышленность неуклонно растут и требования к качеству продукции, выпускаемой производителями радиоэлектроники. Если еще несколько лет назад, в период преобладания ручного монтажа, для повышения качества достаточно было внедрить автоматический установщик или принтер, то сейчас многие производства оснащены современными автоматическими линиями поверхностного монтажа, технологичными и функциональными.

Антон Кантер

anton@avanteh.ru

Введение

Системы автоматического оптического контроля (АОИ) позволяют обеспечить высокое качество выпускаемой продукции и являются высокотехнологичными решениями. Каждая компания-производитель формирует собственные критерии выбора и внедрения систем АОИ. Многие предприятия внедряют это оборудование впервые для замены визуального контроля, совершенствуя и автоматизируя процесс выпуска продукции, другие, уже использующие системы АОИ, сталкиваются с особенностями работы таких систем, которые порой не способны выявить определенные дефекты, и хотя бы получить более технологичное решение уже существующих проблем.

Системы АОИ представлены на российском рынке продолжительное время. Многие из читателей уже сформировали собственное мнение об этих системах, но технологии не стоят на месте...

Технологии

Автоматическую инспекцию можно условно разделить на три типа по используемой технологии:

- Сравнение плоских изображений, или 2D-инспекция.
- Системы, использующие 3D-технологии.
- Технология усовершенствованной 3D-инспекции.

Сравнение плоских изображений, или 2D-инспекция

Основной алгоритм этого семейства машин (одно- и мультикамерные АОИ) — сравнение полученных с камеры (или камер, если их несколько) изображений (рис. 1). Благодаря множеству источников подсветки

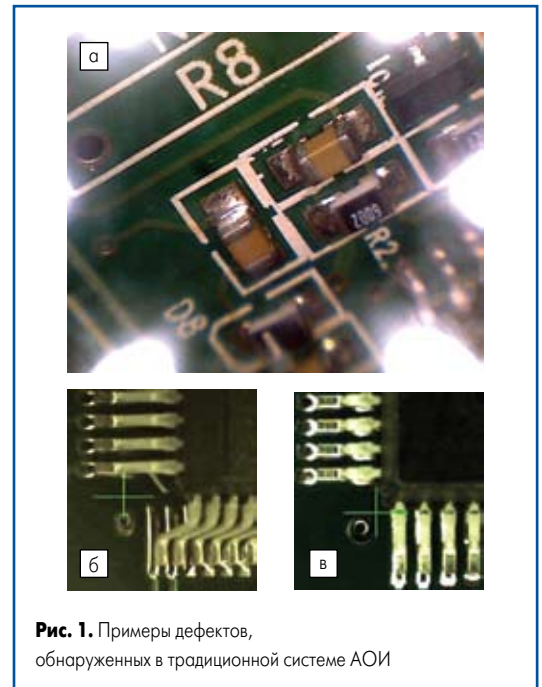


Рис. 1. Примеры дефектов, обнаруженных в традиционной системе АОИ

и алгоритму распознавания эти машины могут обнаружить определенное количество дефектов на плате. Такие установки требуют высокой степени квалификации от персонала, так как решение о наличии дефекта оператор будет принимать самостоятельно, исходя из собственного опыта в области SMT. Как правило, необходимы значительные временные затраты на их программирование.

Машины этого класса не могут полноценно работать с выводным монтажом, высокими компонентами, платами нестандартных цветов (белый, черный),

не способны проводить полноценный анализ таких дефектов, как холодная пайка и непланарность вывода, не могут работать с компонентами, находящимися рядом с высоким объектом на плате. Эти особенности связаны с аппаратными и программными ограничениями.

Системы, использующие 3D-технологии

Это семейство машин проводит более точную оценку электронных узлов. Основной принцип — получение трехмерной модели объекта исследования (рис. 2) с помощью математических моделей. В качестве базовых машины используют два параметра: высоту и объем.

На основании этих двух параметров машинный алгоритм формирует пространственную модель проверяемого образца. Эта технология значительно опережает по уровню инспекции традиционные системы, но обладает огромным недостатком — нестабильностью циклов проверки. Математические модели, создаваемые машиной в процессе инспекции, очень емкие и сложные. Такой базовый параметр, как высота, меняется на каждом этапе производства. Толщина пасты, а следовательно, и ее объем при нанесении через трафарет может меняться, что допускается правилами и стандартами; автомат может с разной силой устанавливать компоненты, что влияет на толщину пасты; в печи в зависимости от профиля оплавления пасты толщина галтели для одного и того же паяного соединения может быть разной, что в итоге не является дефектом. В реальных условиях производства мы можем получить разницу толщины пасты для разных плат. Машина, формируя модели на микронном уровне, неизменно получит разницу в получаемых параметрах. Существует дефект оплавления, называемый «холодная пайка»: высота и объем паяного соединения в случае, если вывод просто лежит на галтели или припаян, не отличаются. Оператор вынужден будет принимать решение о наличии дефекта самостоятельно.

Системы 3D-инспекции успешно используются крупными производителями однотипных изделий при огромных партиях. Машина сначала набирает статистический банк данных в течение нескольких дней или даже недель и впоследствии производит автоматическую инспекцию. Стабильность процесса проверки и его повторяемость напрямую зависят от наполненности статистического банка данных для каждой вычисленной математической модели исследуемого образца. Этот же тип систем широко используется производителями АОИ для проверки качества нанесения паяльной пасты. При таком использовании систем количество изменяющихся параметров для математической модели значительно сокращается, и машина способна проводить качественную оценку дефектов нанесения паяльной пасты.

Технология усовершенствованной 3D-инспекции

В системах на основе этой технологии используется принципиально новый способ формирования изображения компонента при автоматической оптической инспекции.

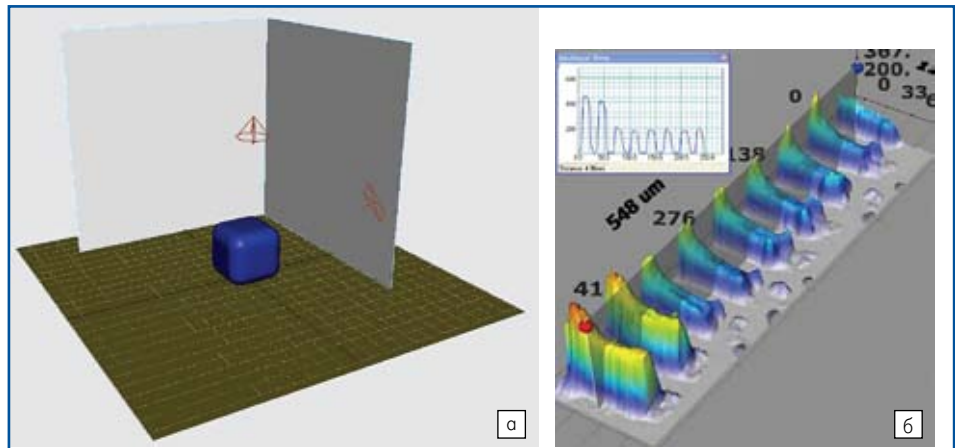


Рис. 2. Пример построения: а) трехмерной модели; б) трехмерной модели паяного соединения

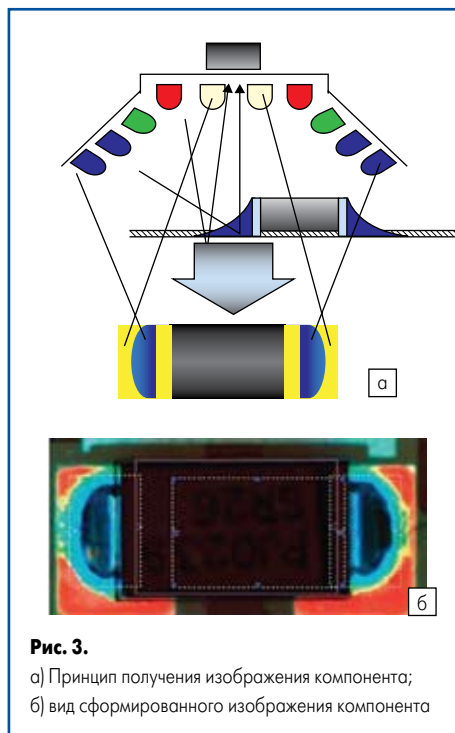


Рис. 3. а) Принцип получения изображения компонента; б) вид сформированного изображения компонента

Производитель называет этот способ улучшенным 3D-режимом. В отличие от классического метода формирования модели новый алгоритм получает информацию о форме объекта и трансформирует ее в цветовой код (рис. 3). При этом машина не создает сложную модель, а внимание оператора акцентируется на форме объекта.

Процесс формирования изображения можно разделить на три операции:

- формирование 3D-изображения объекта;
- составление топографической модели формы объекта;
- формирование изображения с представлением его формы в цветовом коде: красный цвет — плоскость; желтый, зеленый цвет — тупой угол; синий цвет — острый угол.

В итоге оператор получает изображение модели, однозначно характеризующее испытываемый компонент на плате с помощью цветового кода. Этот способ значительно упрощает работу оператора и гарантирует стабильность циклов проверки. Изменение цветового кода одного и того же объекта сигнализирует о наличии дефекта. Оператор может получить,



Рис. 4. Вид дефекта: а) при использовании улучшенного 3D-режима; б) полученного в традиционной системе АОИ

например, два изображения: цветовой код и изображение с боковой камеры АОИ, использующей системы сравнения плоских изображений.

На рис. 4а виден конденсатор с недостаточным количеством припоя на одной из контактных площадок. На рис. 4б — тот же компонент, представленный с помощью улучшенной 3D-технологии. Даже не обладая опытом в технологии поверхностного монтажа, по рис. 4б можно определить разницу в цветовом коде между верхней и нижней контактной площадкой.

В случае с таким сложным дефектом, как «холодная пайка», оператор увидит на экране совершенно разный цветовой код паяного соединения и мнимой пайки (форма галтелей будет разной).

Метод получения цветового кода из формы объекта применяют многие производители современных АОИ.

Алгоритм обработки информации

Помимо алгоритма получения цветового кода при анализе дефектов огромную роль играет алгоритм, производящий анализ и соотношение изображений для выявления дефектов.

Израильская компания ALeader Europe разработала и запатентовала алгоритм сравнения полученных изображений для обнаружения дефектов. В качестве базовых принципов система использует алгоритм распознавания лица (face recognition). Основной идеей этого алгоритма является сравнение образов изображений, а не детальное сравнение картинок. В качестве примера представим лицо одного

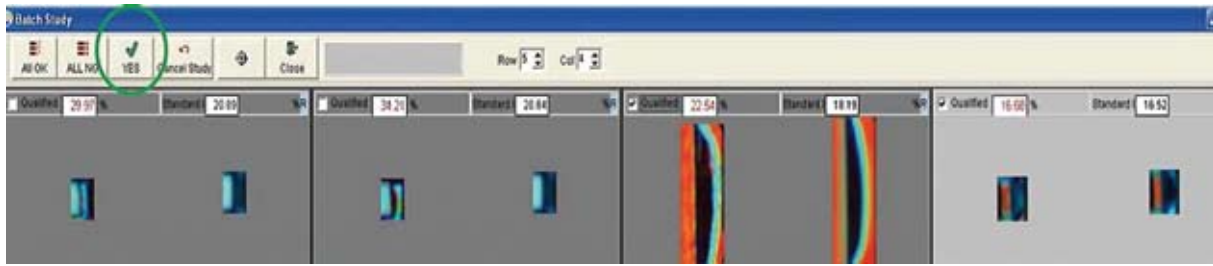


Рис. 5. Внешний вид интерфейса обучения системы

и того же человека в 20 и 40 лет. Формально, если сравнить две фотографии, то изображения совпадать не будут, но если мы будем сравнивать образы, то по определенным признакам будет ясно, что человек на фото один и тот же.

Этот алгоритм анализирует изображения и создает статистическую модель, содержащую динамический банк данных. Набирая банк данных для каждой статистической модели, мы одним кликом мыши даем алгоритму более 1000 вариантов сравнений. Таким образом, обучение системы можно провести путем сканирования всего нескольких печатных плат.

Преимущества алгоритма:

- Минимальное участие оператора в принятии решения о наличии дефектов.
- Простота программирования (рис. 5).
- Отсутствие необходимости длительного набора статистики путем прогона плат.
- Минимальное количество ложных срабатываний.
- Высокая повторяемость и стабильность процесса проверки.
- Высокая гибкость процесса.
- Возможность контроля элементов выводного монтажа.
- Полноценная возможность проведения тестов OCV (контроль маркировки).
- Возможность формирования отчетов по производительности и количеству дефектов.

Тест OCV

OCV (Optical Characters Verification) — тест маркировки изделий. На большинстве производств возникают огромные трудности с проверкой маркировки. Системы компании ALeader используют специальный алго-



Рис. 6. Система распознавания маркировки

ритм распознавания символов маркировки. Количество ложных срабатываний при этом виде тестов — не более 0,3%, то есть не более трех компонентов из 1000. Высокие показатели стабильности проверки обеспечивает все тот же алгоритм распознавания образов (рис. 6).

Возможность контроля элементов выводного монтажа

Система ALeader позволяет производить анализ компонентов выводного монтажа. К ним относятся форма и планарность выводов, форма галтелей, дефекты пайки, растекание флюса, перемычки (рис. 7). С помощью программного обеспечения можно описать все существующие типы дефектов. На данный момент есть успешный опыт внедрения системы АОИ компании ALeader в автоматическую линию ремонта печатных плат. После проверки платы машина формирует программу для системы селективной пайки и отправляет ее по специальному интерфейсу. Система селективной пайки осуществляет ремонт в автоматическом режиме (рис. 8).

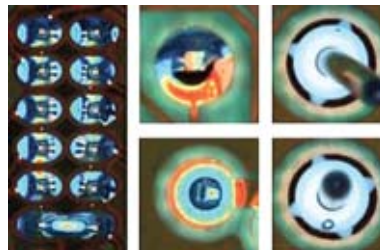


Рис. 7. Примеры изображения выводных компонентов в улучшенном 3D-режиме



Рис. 8. Система автоматического ремонта с помощью селективной пайки



Рис. 9. Пример расположения компонентов рядом с высоким элементом

Преимущества системы:

- Отсутствие теневых зон.
 - Возможность контроля частично невидимых компонентов.
 - Возможность контроля высоких компонентов и областей рядом с ними (рис. 9).
- Модельный ряд систем АОИ компании ALeader Europe представлен настольными системами ALD510 и ALD520 (рис. 10) и встроенной в линию системой ALD700 (рис. 11).
- Особенности систем ALD510 и ALD520:
- Контроль печатных плат с габаритами до 430×330 мм.
 - Возможность определения всех типов дефектов.
 - Возможность использования систем для контроля качества нанесения паяльной пасты.
 - Возможность контроля дефектов выводного монтажа.
 - Минимальный корпус 01005, шаг микросхем — 0,3 мм.
 - Простота программирования.
 - Стандартная библиотека покрывает 85% существующих компонентов и позволяет программировать плату автоматически.
- Особенности системы ALD700:
- Контроль печатных плат с габаритами до 510×500 мм.
 - Возможность определения всех типов дефектов.
 - Возможность использования систем для контроля качества нанесения паяльной пасты.
 - Возможность контроля дефектов выводного монтажа.
 - Минимальный корпус 01005, шаг микросхем — 0,3 мм.
 - Простота программирования.
 - Стандартная библиотека покрывает 85% существующих компонентов и позволяет программировать плату автоматически.



Рис. 10. Система ALD520: а) внешний вид; б) внешний вид камеры; в) внешний вид сервопривода

- Интерфейс SMEMA.
- Возможность организации автоматической линии по локализации и ремонту печатных узлов (АОИ + селективная пайка).
- Автоматическое сканирование и распознавание штрих-кодов камерой.
- Возможность удаленного контроля.
- Наличие сетевых инструментов контроля рабочих параметров.

Заключение

В статье представлен новый подход в организации автоматического контроля печатных плат на современном производстве. Благодаря

использованию уникальных принципов и алгоритмов работы и обучения машины, оператор получает более гибкое и надежное решение по сравнению с существующими методами контроля печатных плат. Многие операторы недовольны сложностью программирования систем АОИ и огромными временными затратами на создание программ. Новый алгоритм позволит избежать этой неприятной части работы современных специалистов на предприятиях.

Системы АОИ компании ALeader Europe позволяют улучшить качество выпускаемой продукции и упростить процесс обучения и программирования системы, а именно эти



Рис. 11. Система ALD700: а) внешний вид; б) внешний вид камеры

два параметра и определяют эффективность и рациональность использования самого метода АОИ.