

# Оптический 3D-контроль параметров корпусов

**BGA и другие корпуса с большим числом выводов особенно чувствительны к погрешностям копланарности, однако многие производители не используют соответствующие методики тестирования для определения отклонений такого рода. Дэн Имес из компании Adaptsys обрисовал эту проблему в настоящей статье.**

**Дэн Имес (Dan Eames)**

[info@adaptsys.com](mailto:info@adaptsys.com)

Двумерная оптическая система контроля параметров может быть достаточной для обнаружения производственных дефектов в простых корпусах с двухрядным расположением выводов, однако сложные корпуса с большим числом выводов, такие как, например, корпуса с шариковыми выводами BGA, требуют более тщательного контроля. К сожалению, несмотря на относительно большой объем производственного оборудования, изготавливаемого в Восточной Европе, многие производители все еще применяют в оборудовании двумерные оптические системы контроля параметров для оценки того, что эффективно может быть измерено лишь при использовании трехмерной технологии.

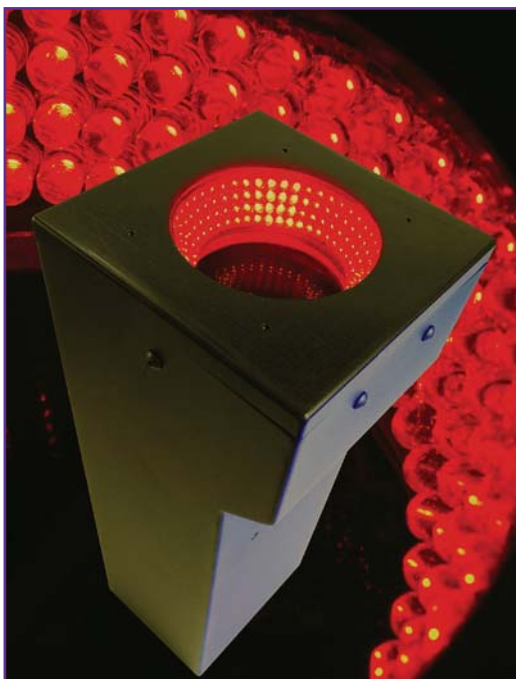
Копланарность — это степень отклонения расстояний точек от некоторой плоскости. Если используются корпуса BGA и другие корпуса с большим числом выводов, измеренные различия в высоте шариков или длины выводов сравниваются относительно плоскости посадки компонентов или относительно плоскости печатной платы.

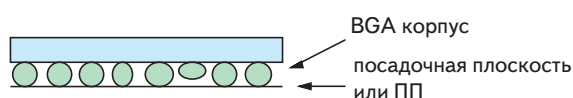
Даже при использовании современных технологий производства размеры выводов корпусов BGA варьируются в таких пределах, что один или не-

сколько выводов могут не осуществлять контакт при монтаже микросхемы на печатную плату (рисунок). Шариковые выводы могут быть расплюснены, срезаны, сдвинуты или просто меньше по размерам. Для компонентов с двухрядным расположением выводов проблемами являются изгиб или некорректная формовка выводов, или наличие частиц металла либо заусенцы, присутствующие на выводах. Повторный монтаж компонентов на этапах программирования и конфигурирования устройства, его тестирования и сборки может вызвать дополнительные повреждения выводов, что способно привести к увеличению ошибок копланарности и в результате вызвать снижение процента выхода годных при производстве, а также увеличить число отказов в результате снижения общей надежности устройства.

Традиционный двумерный оптический контроль параметров может проверять наличие дефектов, трещин, стружек, качество маркировки и выравнивания, а также относительную или абсолютную копланарность. Этот метод для получения аппроксимации в трехмерном пространстве основан на двух изображениях компонента, например, сбоку и снизу. Технически, однако, двумерные измерения лишь оценивают коллинеарность, в то время как точная проверка копланарности без преувеличения требует дополнительного измерения, что и обеспечивается оптическими системами 3D-измерений. Исследования компании Adaptsys, использующие оптическую 3D-систему, показывают то, что в условиях типового производства как минимум 1% проверенных корпусов BGA имел ошибки копланарности, которые могли сделать компонент не пригодным для использования.

Существует два метода определения опорной поверхности, относительно которой должны выравниваться выводы компонента: метод посадочной плоскости и метод минимального среднеквадратического значения LMS (Least Mean Square). В методе посадочной плоскости используются три шарика (или вывода) с большей дистанцией от посадочной плоскости — вкуче с центром тяжести они однозначно определяют опорную поверхность. В методе LMS минимальные среднеквадратические дистанции всех шариков (или выводов) применяются для определения оптимальной плоскости с максимальной дистанцией между плоскостью и выводом, обеспечивающим коэффициент максимального отклонения копланарности.





**Рисунок.** Различия в высоте шариковых выводов BGA-корпуса могут привести к тому, что некоторые выводы не будут контактировать с соответствующими контактными площадками печатной платы

Автоматизированное трехмерное оптическое контрольно-измерительное оборудование оснащено множеством камер для создания изображений целевого компонента. В то время как большинство 3D-систем используют для определения опорной плоскости и метод посадочной плоскости, компания Adaptsys для точного измерения копланарности и других параметров, таких как шаг выводов, их ширина, качество маркировки и ориентация компонента, предпочитает алгоритм LMS, позволяющий точно позиционировать поверхности выводов и шариков припоя в трехмерном пространстве.

Типовая установка измерения копланарности требует юстировки, чтобы обеспечить минимальную ошибку отбраковки (то есть процент годных компонентов, которые были признаны негодными) от 0,1 до 1%. Это обеспечивает запас прочности оценки и гарантирует нулевой коэффициент прохождения для компонентов, чья копланарность выходит за пределы допустимого диапазона.

Коэффициент отклонения не устанавливается напрямую, но может являться результатом статистического контроля параметров процесса SPC (Statistical Process Control). Анализ забракованных компонентов поможет определить истоки проблемы и позволяет скорректировать параметры, чтобы снизить число «неисправных» компонентов. SPC можно использовать и для тонкой подстройки технических требований к проводимым измерениям, что гарантирует поддержку параметров, оптимально отражающих действующий техпроцесс для конкретной печатной платы.

Некоторые автомобильные стандарты уже требуют 100%-ного контроля копланарности до монтажа компонентов, но это дает выгоды и для других приложений, например для таких, где отказ компонента может привести к существенным денежным затратам. Оценка копланарности может снизить стоимость в два

раза; это помогает минимизировать эксплуатационные отказы и идентифицировать неисправные компоненты для того, чтобы их можно было изъять из производственного процесса до появления дополнительных денежных затрат, связанных с продолжением монтажа других компонентов на заведомо неисправное устройство. Если общая стоимость системы значительно выше стоимости восстановления компонента, то после контроля компоненты могут быть классифицированы и распределены по категориям: неисправные или поддающиеся ремонту.

Оценка копланарности выполняется на всем протяжении техпроцесса. Оборудование для монтажа компонентов компании Adaptsys и программные элементы могут быть совмещены с системой 3D-камер для того, чтобы интегрировать оценку копланарности с процессами монтажа или как отдельную часть производственного цикла. Компоненты также могут быть проверены на качество их упаковки в лотки или трубки.

Где бы эта технология не применялась, ключевыми факторами с точки зрения эффективности проведения измерений являются точность, скорость и повторяемость результатов. В сравнении с ручной оптической проверкой для всех этих факторов автоматизированная оптическая трехмерная система измерения имеет значительные преимущества. Последняя оптическая 3D-камера компании Adaptsys поддерживает, например, скорость измерения вплоть до 45 000 единиц в час (UPH — Units Per Hour) с разрешением по измерению ширины выводов 3 мкм и точностью измерения копланарности до 10 мкм.

Роль автоматизированных трехмерных оптических измерений постоянно растет с точки зрения увеличения процента выхода годных и новых возможностей точного размещения компонентов в корпусах BGA и других корпусах с большим числом выводов.