

# Тестирование и контроль качества пайки изделий электронной техники с применением компонентов типа BGA, $\mu$ BGA, Flip Chip, CSP

**В данной статье в продолжение темы электрического тестирования будут рассмотрены как возможности электротестеров, так и совместное их использование с другим оборудованием для проверки и тестирования.**

**Алексей Леонов**

Leonov@absolut.spb.ru

Как уже упоминалось в предыдущих статьях о четырехзондовом методе тестирования качества соединения [1, 2], замер микросопротивлений во время тестирования собранной платы установками с «летающими щупами» HiTESTER 1240 японской компании Hioki (рис. 1) дает колоссальные возможности производителям. Тестер Hioki 1240 объединяет в себе функции оптической инспекции (AOI) (рис. 2) и электрического тестирования, позволяет сократить общее время тестирования, увеличить площадь тестового покрытия изделия, при этом не требует высокой квалификации оператора и наличия у него специальных навыков. После проверки изделия выдается однозначный отчет о выявленных дефектах и качестве тестируемого изделия. Исключается необходимость оценки изделия высококвалифицированным специалистом и определения допустимых критериев отбраковки или годности (как для установок оптической инспекции).

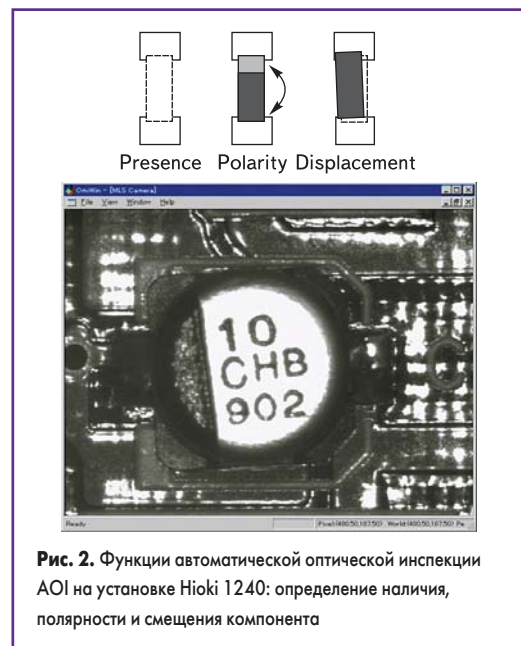
Единственной проблемой все же остается оценка качества пайки компонентов типа BGA. Для контроля изделий с жесткими требованиями по качеству пая-

ных соединений применяются рентгеновские установки, например, установки моделей X-Bim 100 или X-Bim 130 производства итальянской компании Piergiacomini, которые являются, пожалуй, самыми простыми в управлении и обслуживании и не требуют высокой квалификации операторов для анализа данных. Также существуют установки ультразвукового исследования. Так как контроль изделий рентгеном или ультразвуком ограничивает производительность технологических линий, изготовителю придется выбирать, что следует тестировать в первую очередь, что позднее и какие изделия не проверять совсем.

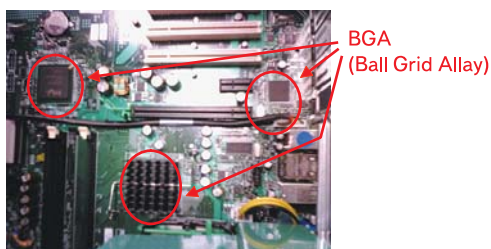
Ряд крупносерийных производителей применяют методы тестирования, основанные на статистической выборке. Полностью тестируется одно изделие из партии. Например, проверяется одно из 10 000, 1000, 100 или 10 штук, и в случае, если это изделие забраковывается, то бракуется вся партия. Также эта партия может быть разбита на более мелкие части для дальнейшего тестирования, либо может быть протестировано каждое изделие из всей забракованной партии.



**Рис. 1.** Установка электротестирования с «летающими щупами» Hioki 1240



**Рис. 2.** Функции автоматической оптической инспекции AOI на установке Hioki 1240: определение наличия, полярности и смещения компонента

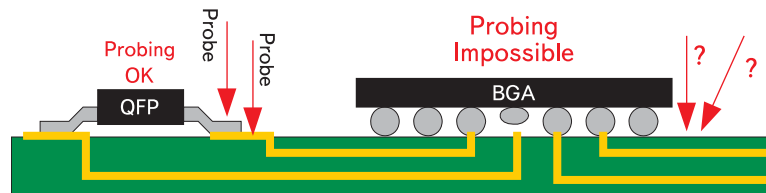


**Рис. 3.** Плата с BGA-компонентами, контакты которых закрыты корпусом от прямого доступа к ним щупов тестера

Возвращаясь к вопросу электрического тестирования BGA-компонентов со скрытыми под корпусом контактами (рис. 3), отметим, что анализ можно провести только в случае, если изделие подготовлено для такого теста (рис. 4). Сама печатная плата должна иметь вывод скрытых электрических цепей для прямого доступа щупа электротестера, а компонент со скрытыми контактами (типа BGA,  $\mu$ BGA), который необходимо проверить, должен быть приспособлен (совместим) для электротестирования виртуальными щупами во время Boundary-Scan. Все электрические цепи, которые необходимы для тестирования ИС, должны иметь свободный доступ для тестового щупа. В качестве контактного места для щупа может использоваться любая открытая контактная площадка, любой вывод компонента или другое место, которое не закрыто корпусом компонента либо каким-нибудь конструктивным элементом платы.

**Что такое тестирование контактов компонента виртуальными щупами Boundary-Scan?**

Все микросхемы, приспособленные для тестирования с помощью виртуальных щупов, имеют специализированные порты доступа для тестирования (рис. 5): TDI — порт для входных данных, TCK — порт тактового сигнала, TMS — порт для выбора режима, TDO — порт для считывания данных.



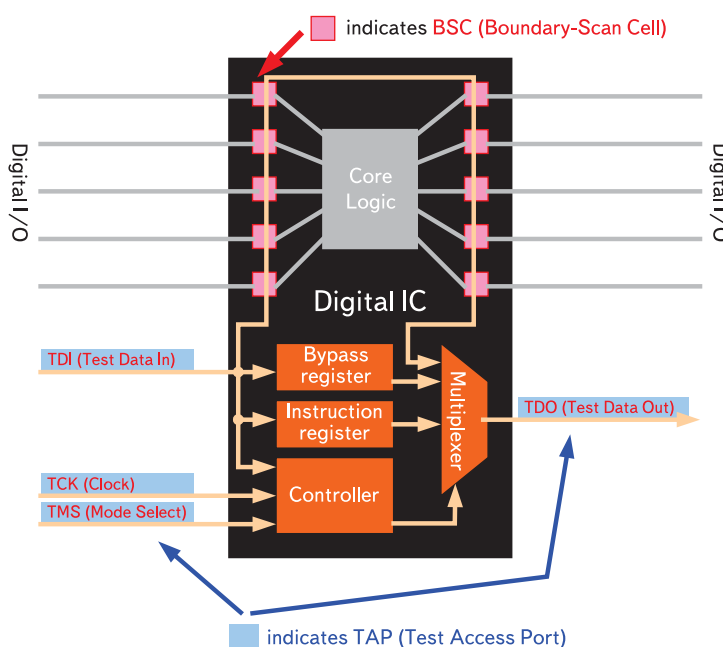
**Рис. 4.** Электрические цепи, которые необходимы для тестирования ИС

О совместимости компонента, наличии или отсутствии портов доступа для теста можно узнать у поставщика или производителя компонента.

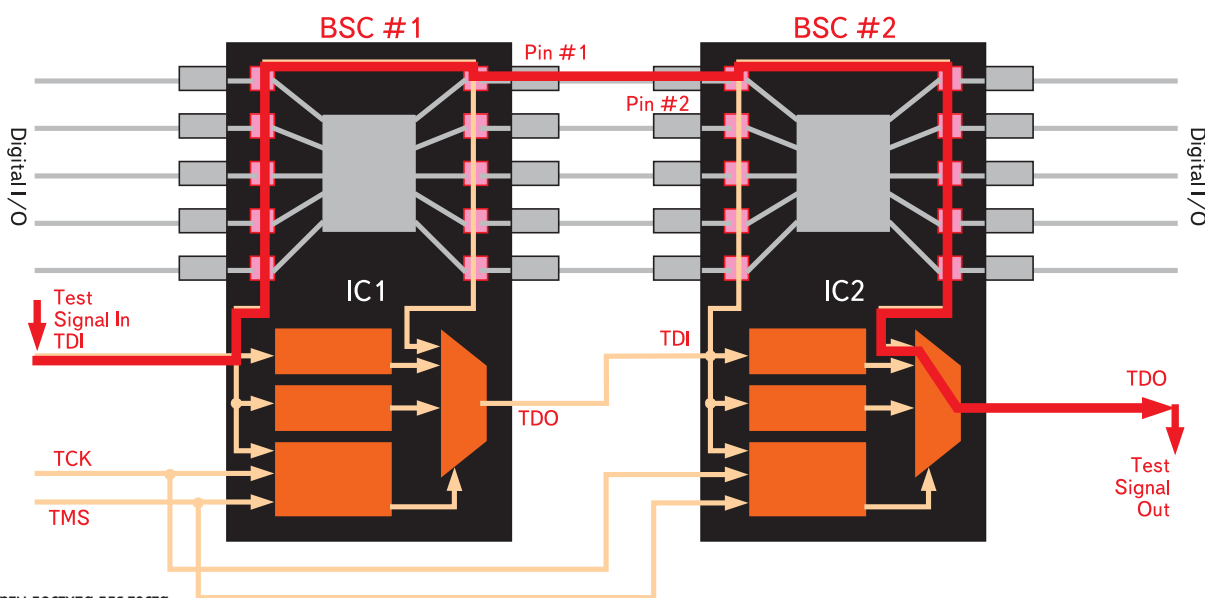
Например, на рис. 6 видно, как тестируются контакты ИС на наличие или отсутствие соединения и проходит сигнал через контак-

ты (порты) ИС при тестировании на установке Hioki 1240 с функцией Boundary-Scan.

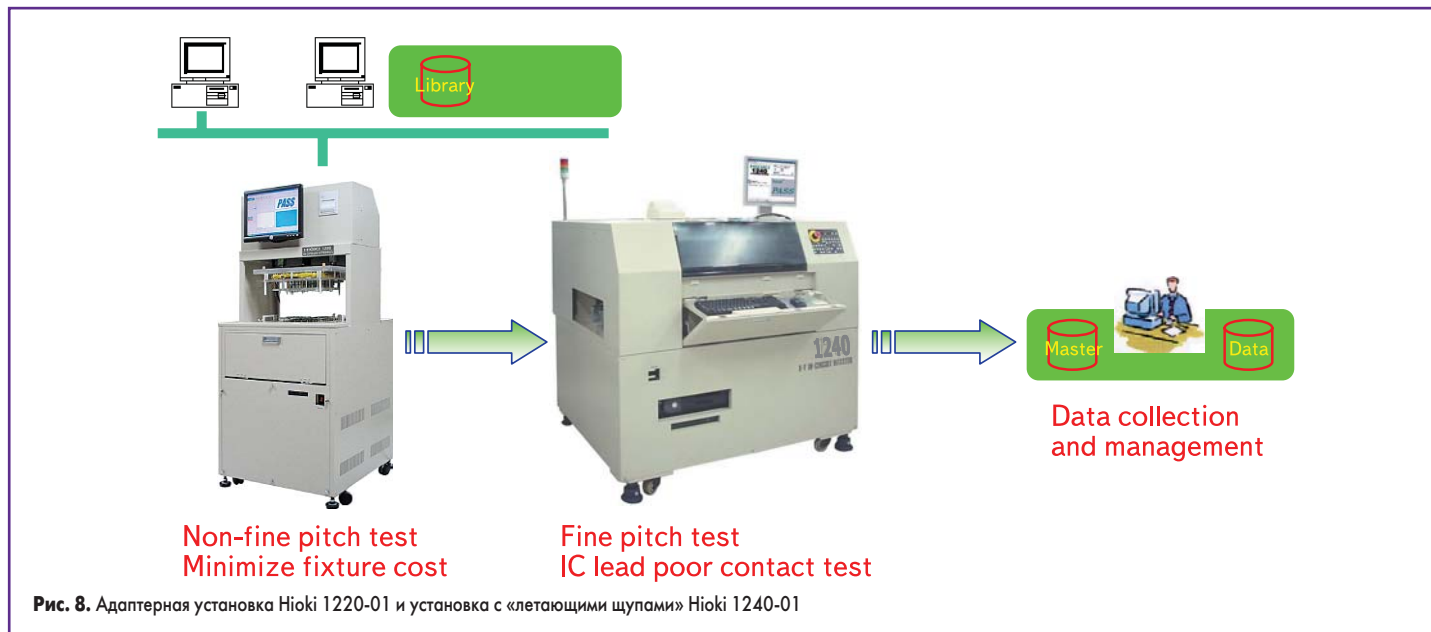
С помощью функции Boundary-Scan можно тестировать только цифровые ИС. Все вышеперечисленное неприменимо для тестирования аналоговых ИС, LCR и некоторых других компонентов. Кроме того, невозможна проверка ка-



**Рис. 5.** Специализированные порты для тестирования ИС



**Рис. 6.** Порты доступа для теста

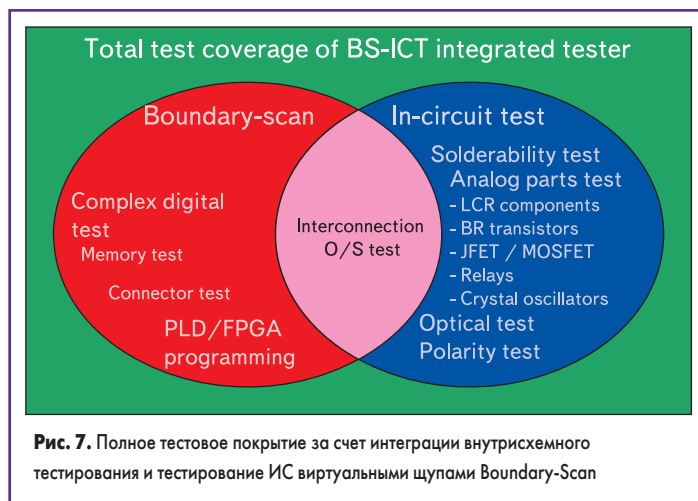


чества пайки выводов ИС к контактным площадкам методом малых сопротивлений.

Внутрисхемное тестирование и проведение теста ИС виртуальными щупами с использованием функции Boundary-Scan обеспечивает полное тестовое покрытие собранной платы (рис. 7).

Компания Hioki выпускает тестер 1240 в следующих модификациях: 1240-01, 1240-02 и 1240-03.

Высокоскоростная установка 1240-01 имеет 4 щупа и подходит для тестирования смонтированных плат, в том числе большого размера (510×460 мм), плат с малым шагом (fine-pitch) выводов установленных компонентов — 0,2 мм с максимальной скоростью 40 шагов в секунду (время на один шаг составляет 0,025 с). Собранная плата может либо сразу поступать для тестирования на установку 1240-01, либо по-



сле прохождения предварительного тестирования на адаптерной установке (рис. 8).

Для обеспечения высокой производительности используется следующая схема тестирования: собранная плата проходит испытание на адаптерном тестере и поступает на установку с «летающими щупами».

Установка 1240-02 имеет два вертикально установленных щупа и подходит для тестирования качества паяных соединений на основе метода четырех полюсных измерений микросопротивлений. Установка Hioki 1240-02 тестирует собранную плату и выявляет такие дефекты, как плохая пайка, наличие пустот, «холодная пайка» и другие дефекты соединения. Максимальная скорость установки Hioki 1240-02 составляет 30 тестовых шагов в секунду.

В следующих публикациях будет рассмотрено программное обеспечение к установке с «летающими щупами» Hioki 1240, тестирование плат с помощью адаптерного тестера и тестовые щупы для установок корпорации Hioki E. E.

**Литература**

1. Леонов А. Установка автоматического электрического контроля смонтированных печатных плат «летающими щупами» производства компании Hioki серии 1240. Проверка качества паяных соединений электрическим тестированием // Технологии в электронной промышленности. 2007. № 2.
2. Шевелев И. В. Современные технологии автоматического электрического контроля печатных плат компании Hioki // Производство электроники. 2007. № 3.
3. Презентация HIOKI E.E. “1240 X-Y In-circuit Tester”.