

Ами ГОРОДЕЦКИЙ, к. т. н. (JTAG.ТЕСТ)
amigo@jtag-test.ru

Стратегии тестирования для производства завтрашнего дня

Традиционно при производстве электронных изделий автоматизированное тестирование означает применение внутрисхемных (ICT), либо JTAG, либо функциональных методов. Менеджеры на производстве электроники зачастую относятся к тестированию как к мало чего стоящей добавке, несмотря на то, что эффективный тест всегда «отделяет» исправное изделие от неисправного, в значительной степени минимизируя риск поставки дефектного продукта конечному пользователю. Между тем верное размещение подходящего тестового оборудования в правильных местах производственной линии способно привести к быстрому и эффективному обнаружению неисправностей с хорошим тестовым покрытием при сравнительно невысоких расходах.

Процесс производства не может быть идеальным. Поэтому необходимо проводить адекватное тестирование. Значительные усилия обычно расходуются на его настройку, чтобы достичь совершенства выпуска продукции. Лишь при идеальной отладке процесса производства (чего на самом деле на практике не случается) тестирования не требуется.

Быстрая смена технологий в электронике — причина того, что влияние такой смены на процессы тестирования со сравнительно недавнего времени резко возросло, и, как результат этого, тестирование по прежним схемам или не работает, или неэффективно (рисунок). Применение новых технологий обусловлено резким возрастанием сложности печатных плат [1], что, в свою очередь, приводит к появлению дополнительных проблем при визуальном и электрическом доступе к платам

для обеспечения их тестирования. Фирмы, которые в состоянии предоставлять услуги в области электроники (Electronics Manufacturing Services, EMS), постоянно взвешивают, стоит ли им продолжать производить продукцию самостоятельно или же перейти на аутсорсинг. Решающим фактором при этом, как обычно, являются параметры времени: время выхода на рынок (time-to-market), время, затрачиваемое на производство заданного объема продукции (time-to-volume), и время получения ожидаемой прибыли (time-to-profit). Жизненные циклы продукции уменьшаются очень быстро, что вынуждает производителей электроники ускорять производство, и этот параметр становится в последнее время критическим. Программное обеспечение (ПО) процессов производства (Manufacturing Execution Systems (MES) software programs) выступает на рынке как средство, позволяющее справиться

с высокими требованиями при обработке информации. Такое ПО выступает в качестве промежуточного слоя между системой планирования общеорганизационных ресурсов (Enterprise Resource Planning, ERP) системы и общим производственным процессом.

Решение проблем тестирования в последнее время сводится к новой, хотя и достаточно простой парадигме, строящейся из трех основных элементов:

- проведение правильного теста в правильном месте;
- тестирование с релевантными затратами;
- получение тестовой информации в реальном времени.

Традиционная стратегия тестирования изделий электроники в конце производственной линии еще в недалеком прошлом могла считаться успешной, однако в настоящее время ее применение характеризуется целым рядом недостатков. Дело, например, в том, что внутрисхемные (in-circuit test, ICT) и функциональные тесты позволяют получить хорошее диагностическое тестовое покрытие по всем электрическим неисправностям, но лишь только по тем из них, которые они в состоянии обнаружить. Дополнительная проблема, однако, заключается в том, что большинство структурных неисправностей при этом не обнаружить, тем более если их обнаружение схемотехнически никак не связывается с JTAG-структурами.

Процесс управления проведением такого теста нуждается в его жесткой привязке к реальному времени, в наличии петли обратной связи и в обеспечении коррекции возможных проблем максимально близко к источнику их возникновения. Если процесс управления структурным тестом удастся подобным образом реализовать, это может привести к раннему и своевременному обнаружению всех или почти всех структурных неисправностей.

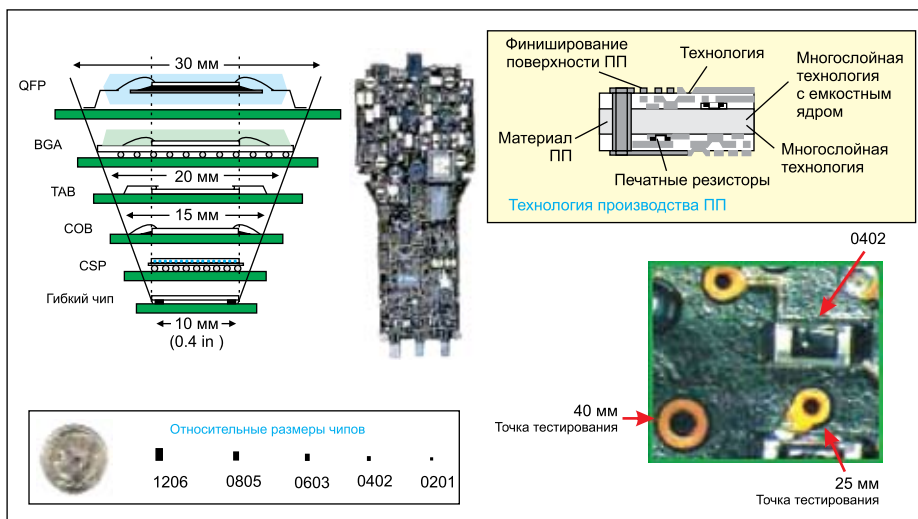


Рисунок. Изменения в технологии изготовления печатных плат последнего времени

Еще в недавнем прошлом решения такого рода были бы невозможны ввиду отсутствия автоматизированных методов, при помощи которых можно было бы эффективно тестировать ПП в ходе процесса их производства. Без реального вмешательства тест-оператора процессы тестирования не были в достаточной мере эффективны. В настоящее же время, пользуясь методами автоматизированного тестирования, производители ПП могут размещать оборудование там, где они полагают это целесообразным, без всякой связи с местонахождением тест-оператора. Оборудование для структурного тестирования, предназначенное для локализации многочисленных структурных проблем ПП на протяжении всего процесса их производства, позволяет выполнять менее дорогостоящий ремонт ПП с меньшими временными затратами.

Важно отметить, что ни одна из технологий тестирования сама по себе не предназначена для локализации любых возможных неисправностей и не в состоянии покрыть произвольный набор неисправностей в современных ПП. Поскольку спектр неисправностей в платах заметно расширился и эта тенденция непрерывна, постоянно возрастает необходимость в разумном комбинировании между собой и технологий тестирования. Основывая стратегии тестирования на принятых у производителя ПП процессах и соответствующим образом размещая его тестовое оборудование (структурное, внутрисхемное (ICT), JTAG, функциональное), можно быстро и эффективно получить ожидаемый результат тестирования с хорошим тестовым покрытием и в рамках приемлемых финансовых и временных затрат.

Подобный подход к распределению ресурсов тестирования позволяет производителям плат сэкономить на производственных расходах следующими двумя способами:

- Обеспечить как можно более высокое тестовое покрытие ПП для предотвращения поставки неисправного изделия пользователю.
- Обеспечить обнаружение неисправности практически немедленно после ее возникновения на максимально ранних стадиях изготовления платы, что позволяет заметно удешевить диагностику и ремонт ПП.

Спектр неисправностей на линиях производства ПП различен, так что не каждая из ПП нуждается в обеспечении всеми возможными типами тестового оборудования. Очевидно, что цель тестирования на любой линии такого производства заключается в получении как можно более адекватных результатов при общем уменьшении расходов. Широко распространенные последнее время сервисы по организации стратегий тестирования и тестопригодного проектирования (например, www.jtag-test.ru и www.start-test.com) предназначены именно для этих целей: максимизации эффективности тестирования при сокращении общих расходов. Такие услуги имеют отношение, как правило, ко всему процессу производства в целом и обеспечивают рекомендации по максимизации выхода готового продукта и сокращению капитальных затрат в течение всего жизненного цикла продукта.

Кроме того, различные сочетания технологий и стратегий тестирования в значительной степени предназначены для снижения текущих расходов на тестирование. К примеру, рентген-тестирование (Automatic X-ray Inspection, AXI) естественным образом сочетается с внутрисхемным тестированием ICT и предназначено преимущественно для тестирования структурной целостности паяных соединений. Этот тест покрывает такие неисправности, как короткие замыкания, недостаточность припоя, неверная ориентация компонентов при их монтаже и обрывы в цепях. Поскольку все или почти все эти неисправности покрываются при рентген-тестировании, нег никакой нужды проводить собственно ICT-тест. То же самое можно сказать и о JTAG-тестировании: в ряде случаев (разумеется, далеко не всегда) JTAG-тест существенно проще в разработке и отладке, чем ICT-тест. В результате комбинирования стратегий тестирования время разработки теста может быть заметно сокращено, игольчатый адаптер для ICT-теста уменьшен или вовсе исключен, покрытие неисправностей увеличено в несколько раз, а общие затраты, включая капитальные и затраты на обслуживание системы тестирования, также сокращены.

Обеспечение менеджеров производственного процесса средствами тестирования призвано позволить им осуществлять оперативное сле-

жение за происходящим на линиях производства ПП. Обеспечение подобной прозрачности процесса производства подразумевает, конечно, применение на этих линиях хороших измерительных систем в реальном времени.

Информационные процессы производства ПП, как правило, весьма разнообразны, и подходы к их использованию также неодинаковы. Некоторые из производителей ПП применяют для анализа данных системы, которые они используют годами, и совсем не желают их менять, другие охотно идут на смену старых систем на новые и новейшие. Одни предпочитают применять решения собственной разработки, тогда как другие приобретают готовые системы, разработанные сторонними компаниями. У каждого производителя ПП имеются свои, очевидные для него, предпочтения по применению того или иного ПО и по его интеграции в имеющееся у него тестовое оборудование — собственной разработки или же приобретенное у других компаний по специальному заказу.

Популярной тенденцией последнего времени является выход на рынок отдельных компаний, которые специализируются как поставщики услуг в области электроники (EMS). Изготовители оборудования (Original equipment manufacturers, OEM) бывают вынуждены при этом удовлетвориться предоставляемым конкретным EMS уровнем качества, зачастую будучи не в состоянии получить внятного представления о сути предоставляемого этим EMS спектра услуг. Таким образом, изготовителю оборудования может оказаться в точности неизвестно, сколько раз схема ПП оказалась переработана и с какой целью, так же как и неочевидно количество неисправностей, происходящих на определенной части тестируемой платы. ■

Литература

1. Городецкий А. Введение в технологии JTAG и DFT. Тестирование в технологиях граничного сканирования и тестопригодное проектирование. Palmarium Academic Publishing, 2012.