

BGA-Verbindungen testen ohne Testpunkte – Wie das Zusammenspiel elektrischer Prüfverfahren auch diejenigen Fehler findet, die eigentlich unauffindbar sind

Das Szenario ist bekannt: Baugruppen werden kleiner und komplexer. Insbesondere im Kontext der zunehmenden Vernetzung des IoT (Internet of Things) werden zukünftig immer mehr Gegenstände des Alltages mit elektronischen Baugruppen versehen um schließlich Teil eines großen Netzes zu werden. Während die Größe der Baugruppen weiter sinkt, steigen zugleich Leistungsanforderungen und Komplexität, zum Beispiel durch Mixed-Signal Komponenten, bei sinkendem physikalischem Zugriff. Über verschiedene Märkte hinweg berichten Anwender von einem Rückgang an Testpunkten um bis zu 20 % innerhalb der letzten fünf Jahre. Die Zugriffsmöglichkeiten für elektrische Testverfahren zur Sicherstellung der Qualität werden weniger. Insbesondere Fertiger im mittleren Volumenbereich stellen sich die Frage: Wie kann man sich trotz dessen aus dieser verzwickten Lage befreien und für volle Funktionsweise garantieren? Einen Lösungsansatz bietet die Kombination zweier Testverfahren.

In der Herstellung von Flachbaugruppen treten verschiedene Fehler auf, die durch unterschiedliche Testverfahren ausfindig gemacht werden können. Allerdings bietet keines der einzelnen Verfahren allein die maximale Testtiefe. Defekte oder fehlende Bauteile, Fehlbestückung, unzureichende Lötstellen, fehlende Kontakte oder Überschreitung von Toleranzen können durch elektrische oder optische Testverfahren detektiert werden. Optische Verfahren, bspw. automatische optische Inspektion (AOI) oder automatische Röntgeninspektion (AXI) decken (mehr oder weniger) sichtbare Fehler auf. Aufschluss über korrektes Verhalten von Bauteilen sowie richtige Funktionsweise im Netz geben elektrische Tests. Zu den bekanntesten zählen heute Flying-Probe-Test (FPT), In-Circuit-Test (ICT), Funktionstest und JTAG/Boundary Scan Test.

Nachfolgend soll die Kombination des Flying-Probe mit dem Boundary Scan Test dargestellt werden, welche völlig neue Möglichkeiten beim Test elektrischer Baugruppen verspricht.

Flying Probe Test

Das Flying Probe Testverfahren prüft überwiegend diskrete, analoge Bauteile. Es ähnelt dem In-Circuit-Test, wobei der Kontakt auf der Leiterplatte durch frei positionierbare Nadeln realisiert wird.

In-Circuit-Tester benötigen dafür spezielle Adapter mit einem festgelegten Nadelbett, wodurch schnelles paralleles Testen, möglich ist. Der FPT fährt die Testpunkte mit hoher Genauigkeit an und prüft die Komponenten innerhalb der Platzierung sequentiell.

Mit seinen beweglichen Nadeln hat der FPT gegenüber dem ICT den Vorteil, dass keine kostenintensiven Adapter mit langen Lieferzeiten notwendig sind. Der Anwender kann Testprogramme schnell an sich ändernde Designs anpassen, was den FPT zu einer flexiblen Lösung macht. Digitale Tests kann der Flying Probe aufgrund des limitierten parallelen Zugriffs hingegen nur sehr eingeschränkt realisieren.



Bild: Verschieden Flying Probe Tester von TAKAYA am Standort in Düsseldorf. Vorn: Das Flaggschiff APT-1400F

Allerdings erfolgte in der letzten Dekade eine beachtenswerte Entwicklung in puncto Kontaktiergenauigkeit- und Geschwindigkeit, bedingt durch schnellere und genauere Mechaniken. Zum einen beschränken sich mechanische Zugriffe nicht nur noch auf Testpunkte oder Stecker, zum anderen konnte der Testdurchsatz stetig verbessert werden. In Kombination mit automatischen Be- und Entladesystemen wurde der FPT inzwischen auch für mittlere und große Produktionsvolumen überaus interessant. Die höheren Anschaffungskosten kompensiert der Flying Probe durch die niedrigeren Projektkosten.

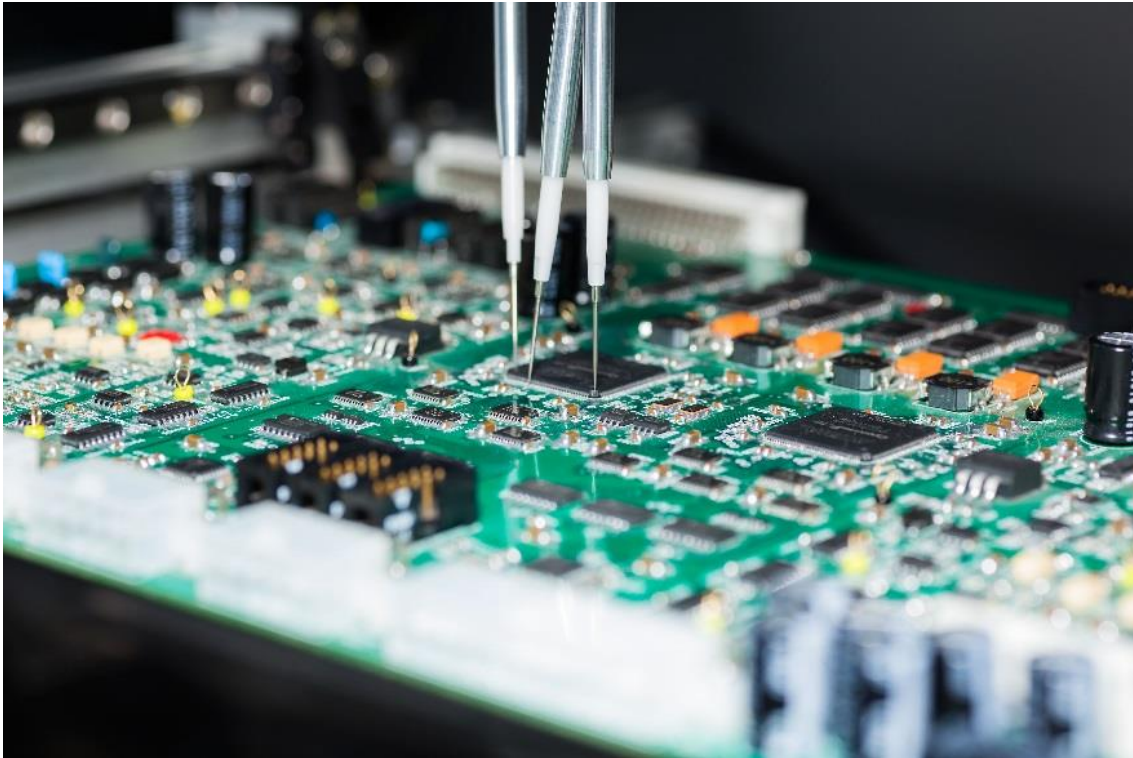


Bild: Proben kontaktieren Pins auf einer Baugruppe

Boundary Scan Test

Das Boundary Scan Prüfverfahren basiert auf Registerzellen, die zwischen Pin und Logik eines IC implementiert sind (siehe Abb.). Damit ermöglicht sich das Messen und Stimulieren digitaler Signale an den IC-Pins unabhängig von den IC-Funktionen. Die einzige Voraussetzung sind Boundary Scan fähige Komponenten im Design („Design-for-Testability“). Die Informationsübertragung zwischen Testsystem und Bauteil geschieht über den sogenannten JTAG-Port (Testbus), welcher das einzige zu berücksichtigende Testelement im Design ist. Im Gegensatz zu einem ICT-Adapter reduziert sich die Komplexität erheblich, Testsequenzen können einfach erstellt werden. Da keine mechanischen Abläufe notwendig sind, gilt Boundary Scan als sehr schnelles Testverfahren, mit Prüfzeiten im Millisekunden Bereich. Allerdings ist das Prüfen analoger Bauteile bis dato unmöglich. Für Mixed-Signal-Anwendungen also eigentlich eine unlösbare Aufgabe – würde man nicht die Vorteile zweier Verfahren kombinieren.

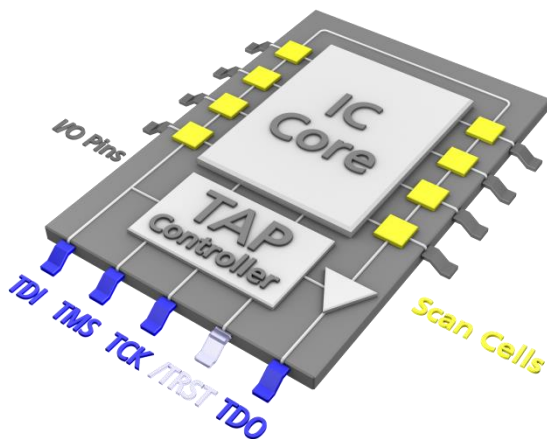


Bild: Schematischer Aufbau eines Boundary Scan fähigen ICs

Testverfahren kombinieren – Prüftiefe maximieren

Die Flying Probe von TAKAYA sind modular gestaltet und nach Kundenwünschen aufrüstbar. Eine GÖPEL electronic Boundary Scan Option bietet die Basis für höhere Testabdeckung und schnellere Testausführung. Dabei übernimmt der Flying Probe den Test der diskreten, analogen Komponenten, während Boundary Scan den digitalen Bereich mit parallelem Zugriff über die Zellen abdeckt. Prüfzeiten werden reduziert, indem z.B. durch Boundary Scan getestete Netze aus dem Kurzschluss-Test des Flying Prober entfallen. Durch die hohe Genauigkeit des TAKAYA Systems ist es möglich, Pads bis zu einer Größe von 60µm zu kontaktieren. Dies ermöglicht es, Bauteile und Bereiche zu kontaktieren, welche im ICT nicht erreichbar sind. Der Nutzer profitiert somit von hohen Geschwindigkeiten und einer sehr hohen Fehlerabdeckung auch bei hochkompakten Flachbaugruppen. Dabei ist er jederzeit flexibel, teure Adapter und hoher Aufwand bei der Testprogrammerstellung gehören der Vergangenheit an. Die Kombination ermöglicht schließlich auch ein vollumfängliches Testen, wenn es kaum Testzugriff im Design gibt, wie das folgende Beispiel verdeutlicht.



Bild: Boris Opfer (links, SYSTECH Europe) und Alexander Beck (rechts, GÖPEL electronic) realisieren die Integration von Boundary Scan im Flying Probe Testsystem

Testzugriff ohne Testpunkte

Eine beispielhafte Baugruppe aus der Praxis verfügt über einen Boundary Scan fähigen BGA, kann aber weder Testpunkte noch weitere Boundary Scan Komponenten aufweisen. Durch die präzisen Kontaktiermöglichkeiten des Flying Probe Testers ergeben sich völlig neue Möglichkeiten für die Interaktion mit Boundary Scan. Beispielsweise lässt sich das Auffinden eines ungelöteten BGA-Pins ohne weiteren Testpunkt durch folgendes Szenario realisieren: Boundary Scan stellt die Ausgangswerte High und Low an dem entsprechenden BGA Pin bereit. Der Flying Probe kontaktiert ein Bauteil-Pad (ganz gleich ob IC-Pad, SMD-Pad, THT-Lötstelle oder Durchkontaktierung) möglichst am anderen Ende des Netzes und führt die Messungen durch. Diese sogenannten „interaktiven“ Tests lassen sich inzwischen bequem automatisch generieren und bieten eine komfortable Fehleranalyse.

Ein anderes typisches Beispiel ist der Test von D/A-Wandlern. Mittels Boundary Scan wird der Wandler mit den digitalen Werten gespeist und der analoge Ausgangswert aktiviert. Das GÖPEL electronic Boundary Scan System kann nun auch die Probes entsprechend gezielt platzieren und den erwarteten analogen Messwert aufnehmen und auswerten.

Solche Szenarien deckt keines der Einzelsysteme alleine ab, nur die Kombination der beiden Verfahren bietet den entsprechenden Mehrwert.

Zusammenfassung

Testen auf qualitativ hochwertigem Niveau sorgt für höhere Qualität im Fertigungsprozess. Der Beitrag hat gezeigt, dass allerdings kein Prüfverfahren allein eine einhundertprozentige Testabdeckung gewährleisten kann. Die Kombination von Flying Probe Test und Boundary Scan konnte sich schon in der Vergangenheit durchsetzen. Weiterentwicklungen der jeweiligen Technologie können zukünftig für echte Einsparungen im Produktions- und Testprozess sorgen. GÖPEL electronic kooperiert bereits seit Jahrzehnten erfolgreich mit TAKAYA, dem Hersteller des weltweit ersten Flying Probe Testsystems. Mit mehr als 2.000 installierten Systemen auf dem Globus wurde in 30 Jahren eine beispiellose Expertise aufgebaut. GÖPEL electronic als Pionier des Boundary Scan Testverfahrens bietet eine sinnvolle Ergänzung der etablierten Flying Probe Tester für eine nachhaltige Prüfstrategie mit geringeren Testkosten.

Autoren:

Matthias Müller und Alexander Beck, GÖPEL electronic, Jena

+49-(0)3641-6896-681 --- info@goepel.com --- www.goepel.com

Boris Opfer, SYSTECH Europe, Düsseldorf

+49-(0)211-56353-0 --- info@systech-europe.de --- www.systech-europe.de