

Testverfahren in der Elektronikfertigung

Professionelles Testmanagement führt zum Erfolg

Der Trend zu immer kleineren, komplexeren Bauteilen in grösserem Umfang hält weiter an, wodurch eine möglichst grosse Testabdeckung in der Elektronikfertigung für höchste Qualität unabdingbar ist. Die Zeiten, in denen dafür ein einziges Testverfahren ausreichte, sind längst vorbei. Die Zollner Elektronik AG weiss, worauf es bei einer optimalen Teststrategie ankommt.

Der ständig wachsende Elektronikanteil und dessen Bedeutung für die Funktionsfähigkeit moderner Produkte setzt eine adäquate Teststrategie im Rahmen der Produktion voraus. Haupteinflussfaktoren sind dabei die Komplexität und vor allem die Qualitäts- und Zuverlässigkeitsanforderungen an das jeweilige Produkt.

Die optimale Teststrategie beginnt in der Entwicklung

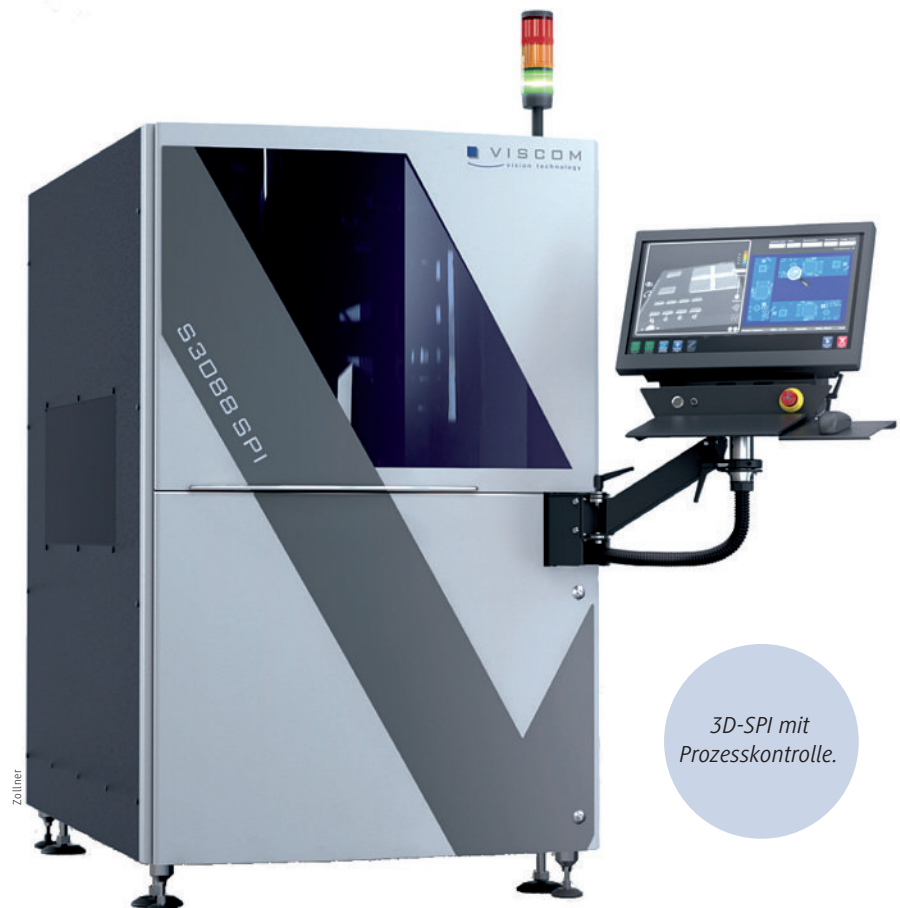
Wurde im Rahmen der Entwicklung abgesichert, dass eine Schaltung innerhalb ihrer Spezifikationswerte funktioniert, folgt hieraus bereits eine Reihe von Prüfkriterien, die zu überwachen sind. Dazu zählen spezifizierte Komponenten, gegebenenfalls materialabhängige Zusatzkenngrössen, lagerichtiger Einbau und Vollständigkeit aller Verbindungen. Angesichts der Vielzahl von Komponenten in einer Schaltung mit einer jeweils entsprechenden Anzahl von Parametern ist eine hundertprozentige Eingangskontrolle weder wirtschaftlich noch vom technischen Aufwand her sinnvoll. Es muss daher ein abgestuftes Konzept zum Einsatz kommen, das verschiedene Elemente ideal kombiniert. Dies wird speziell bei elektrischen Tests durch eine DFT-Analyse (Design for Testability) sichergestellt. Durch die Analyse des Schaltplans werden die Netze, die kontaktiert werden müssen, ermittelt. Dies wird dann mit den physikalischen Kontaktiermöglichkeiten auf der Leiterplatte abgeglichen. Eine Teststrategie umfasst üblicherweise folgende Schritte:

- Prüfung auf Identität im Wareneingang und Sicherstellen der Traceability im gesamten Fertigungsprozess

- Automatisierte, maschinengestützte optische Prüfung auf Vollständigkeit, Lagerichtigkeit, Vollzähligkeit und Qualität der Lötstellen, Kurzschlüsse (Lötbrücken)
- Elektrische Messung von Bauelementwerten und Schaltungskennwerten (zum Beispiel Spannungspegel)
- Funktionsprüfung von Teilen oder der gesamten Elektronik

Optische Inspektionssysteme zur frühzeitigen Fehlererkennung

Nach der Identitätsprüfung im Wareneingang ist typischerweise der erste Fertigungsschritt der Lotpastendruck für die SMT-Fertigung. Dieser ist entscheidend für eine vollständige Lötung aller Komponentenanschlüsse, daher wird bereits auf dieser Stufe häufig die erste automatisierte optische Kontrolle eingesetzt – die SPI (Solder Paste Inspection).



3D-SPI mit Prozesskontrolle.



AOXI-Anlage: optische und 3D-Röntgenprüfung.

Danach folgt die Bestückung der Komponenten, wobei bei aktivierter Traceability eine moderne Bestückungsanlage jederzeit «weiss», welche Komponenten aus welchem Herstellerbatch an welchem Einbauort bestückt wurden. Nach der Bestückung findet die Lötung im Reflow-Ofen statt – idealerweise gefolgt von der automatisierten Inline-Kontrolle mittels AOI/AOXI (Automatic Optical/Xray Inspection). Diese prüft auf Vollständigkeit der Bestückung, Polarität von Komponenten – sofern durch Markierung oder Form erkennbar – sowie Vollzähligkeit und Qualität

der Lötstellen (mittels Röntgen auch für BGAs mit sonst nicht sichtbaren Lötstellen unterhalb der Komponente).

Bei komplexen Baugruppen mit Hunderten von Komponenten und einer Anzahl von Verbindungen, die schnell einmal die Marke von 10'000 übersteigen kann, ist eine automatisierte Bilddatenverarbeitung fast schon zwingend, um kurze Regelkreise für Prozessstörungen sicherzustellen (und damit Ausschuss zu vermeiden). In der Regel folgt noch Bestückung und Lötung sogenannter THT-Komponenten (Through Hole Technology), deren Anteil aber mit fortschreitender Miniaturisierung stetig abnimmt.

Prozessoptimierung anhand elektrischer Prüfungsmethoden

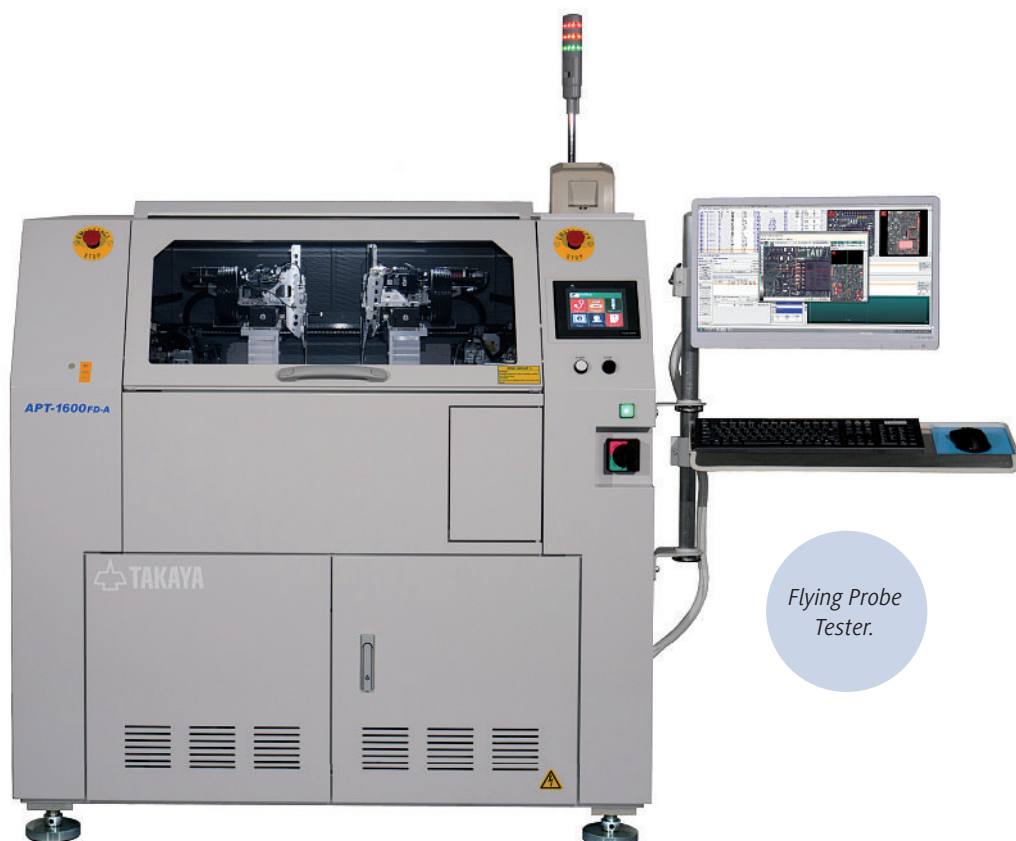
An der fertigen Elektronik setzen nun die elektrischen Tests an – von FPT (Flying-Probe-Test) über ICT (In-Circuit-Test) und Boundary-Scan bis zum Funktionstest. Beim Flying-Probe-Test fahren Prüfnadeln programmgesteuert Testpunkte beziehungsweise Bauteilpads auf der Schaltung an und führen elektrische Einzelmessungen durch. Vorteil dieses Verfahrens ist seine extreme Flexibilität und hohe Testabdeckung für einfache Messungen, da auch Pads sicher kontaktiert werden können. Nachteilig ist die durch das serielle Anfahren



Testsystem mit ICT-Adapter.

benötigte höhere Testzeit.

Bei grösseren Stückzahlen – das heisst geringere Wahrscheinlichkeit für Änderungen – geht man typischerweise über zum ICT (In-Circuit-Test). Beim ICT werden eine Vielzahl von Testpunkten über Nadeln zeitgleich kontaktiert und entsprechende Messungen ebenfalls programmgesteuert durchgeführt. Da beim ICT mehr Testpunkte gleichzeitig zugänglich sind, können bei diesem Verfahren auch gegenüber FPT weitere sowie komplexere Messungen durchgeführt werden – bis hin zur Einspeisung von Testvektoren. Vorteile des ICT gegenüber Flying-Probe sind sowohl die höhere Testabdeckung als auch die we-



Flying Probe Tester.

Test System	(Presence) Anwesenheit	(Polarity) Polarität	(Value) elektrische Eigenschaften	(Solder) Lötstelle
SPI				X
AOI (SMD)	X	X		X
AOI (THT)	X	X		X
AXI	X	eingeschränkt		X
FPT	X	eingeschränkt	X	teilweise
MDA	X	X	X	teilweise
ICT	X	X	X	teilweise
BScan	X	eingeschränkt	X	teilweise
FCT	X	eingeschränkt	eingeschränkt	teilweise

sentlich kürzere Taktzeit. Nachteilig dabei sind die höheren Initialkosten in Form produktspezifischer Testadapter.

Da bei modernen Schaltungen und der ständig steigenden Packungsdichte nicht mehr alle für einen elektrischen Test relevanten Schaltungspunkte kontaktiert werden können, wurde das Boundary-Scan-Verfahren entwickelt und international genormt. Dieses Verfahren nutzt bei speziellen elektronischen Bauteilen integrierte Zellen, über die von aussen (boundary) Signale in die Schaltung eingespeist werden können. Diese durchlaufen vordefinierte Pfade innerhalb der Schaltung und werden dabei überprüft (scan). Dadurch wird vor allem die strukturelle Integrität von Signalpfaden innerhalb der Schaltung verifiziert. Dies führt im Vergleich zum ICT gegebenenfalls zu weniger Kontaktierungsaufwand, setzt aber entsprechende Testeinrichtungen in der Schaltung (Zellen, Ports) beziehungsweise Boundary-Scan-fähige Bauteile voraus.

Am Ende steht dann der eigentliche Funktionstest (FCT), bei dem die gesamte Funktion der Schaltung geprüft wird – zum Beispiel durch Einspeisen von (produktspezifischen) Testvektoren (digital) oder Waveforms (analog) und Messung sowie Klassifizierung der daraus resultierenden Messergebnisse. Dieser Test ist sehr spezifisch auf das jeweilige Produkt zugeschnitten und bedingt entsprechen-



Funktionstestsystem.

de Produktkenntnisse. Die Testumgebungen sind daher auch nur in beschränktem Masse standardisierbar.

Standard Testverfahren im Überblick

Die nachstehende Tabelle – basierend auf dem PPVS-Prinzip (Presence, Polarity, Value, Solder) – gibt einen Überblick über die verschiedenen Testverfahren. PPVS wird unter anderem als vereinfachtes Prinzip im Rahmen von DFT-Analysen verwendet.

Regelmässiger Erfahrungsaustausch

Aus Komplexität und Zuverlässigkeitsanforderungen sowie den Vor- und Nachteilen der jeweiligen Verfahren ist die optimale Teststrategie abzuleiten, die die zum Teil gegenläufigen Anforderungen an Testabdeckung, Prüftiefe und Kosten sowohl produkt- als auch kundenspezifisch optimiert. Zollner als EMS-Dienstleister unterstützt hierbei seine Kunden in allen Phasen der Produktentwicklung – von DFT-Analysen (Design for Testability) über Guidelines für Testpunkte bis hin zur Umsetzung.

Konzernweit standardisiertes Equipment und regelmässiger Erfahrungsaustausch stellen optimalen Kundensupport auf aktuellstem Stand sicher. Mit mehr als 100 AOI/AOXI-, rund 20 Flying-Probe-, über 200 ICT- (bis zu 5000 Netze kontaktierbar) und mehreren hundert Boundary Scan- und FCT-Systemen ist Zollner von der maschinellen Ausstattung und fachkundigem Bedienpersonal bestens gerüstet, für das jeweilige Produkt und die zugehörigen Kundenanforderungen massgeschneidert die optimale Teststrategie zu implementieren. <<

Infoservice

Zöllner Electronics GmbH
Garstligweg 2, 8634 Hombrechtikon
Tel. 043 244 42 00, Fax 043 244 42 01
info@zollner.ch, www.zollner.ch