

Fertigungs- und Teststrategien müssen schon beim Design ansetzen

Alte Teststrategien sind nicht mehr effizient!

Die Baugruppen werden immer kleiner, und der Funktionsumfang nimmt zu. Dadurch werden im Design häufig Mindestabstände unterschritten und Testpunkte eingespart. Das führt in der Elektronikfertigung zu Problemen, und der Testaufwand erhöht sich. Trotzdem erwarten OEMs individuelle Tests mit zuverlässigen Testkonzepten. »Hier sind andere Teststrategien erforderlich«, sagt der EMS-Dienstleister Ihlemann.

Probleme in der Elektronikfertigung werden vermieden, wenn in der Entwicklung und beim Design nationale und internationale Standards, die Vorgaben der Bauteilhersteller und spezifische Anforderungen der Fertigungsmaschinen genau eingehalten werden. Soweit die Theorie. In der Praxis bestimmen dagegen enge Termine und häufige Änderungen den Alltag in der Produktentwicklung. Fertigungs- und Testvorgaben stehen auf der Prioritätenliste dann meist weiter unten.

Werden die Designregeln nicht eingehalten und beispielsweise Mindestabstände unterschritten, sind die automatisierten Fertigungs- und Testverfahren häufig nicht mehr anwendbar. Dadurch können hohe Handlingkosten anfallen, aufwendige Hilfskonstruktionen erforderlich werden, oder die Leiterplatten müssen manuell bestückt und gelötet werden. Außerdem sollte jeder elektrische Netzknoten mit einem Testpunkt versehen werden. Fehlen Punkte, werden Funktionen nicht ausreichend geprüft und Bauteilfehler möglicherweise übersehen. Solche

Fehlentwicklungen sind nicht notwendig, sagt die Ihlemann AG. Mit den ersten Herstellern wurden bereits neue Strategien entwickelt, um das Design for Manufacturing (DfM) bzw. Design for Assembly (DfA) und Testability (DfT) auf neue Weise zu gewährleisten.

.....
Die Testanforderungen haben sich verändert

»Die Qualität und die Möglichkeiten der Fertigungs- und Prüfverfahren sind in den letzten Jahren trotz Miniaturisierung und höherer Packungsdichten enorm gestiegen. Wir haben sehr gute Erfahrungen mit der 3D-Pasten-AOI, einer schnellen Bestückungs-AOI in Verbindung mit der 3D-Erkennung und mit der Röntgenkontrolle bei verdeckten Lötstellen. Bei den anschließenden Funktionstests spielen Lötfehler praktisch keine Rolle mehr«, berichtet Bernd Richter, Vorstand der Ihlemann AG.

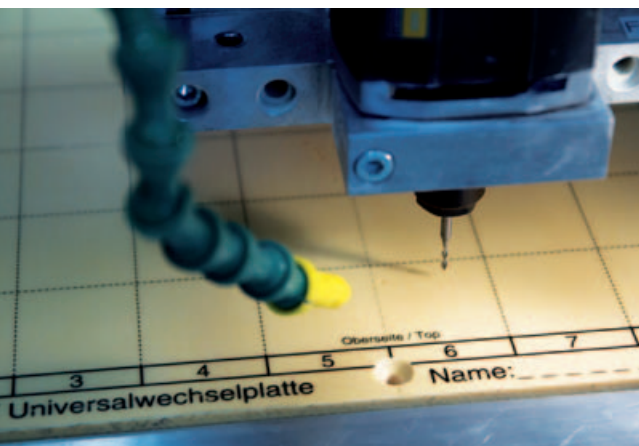
»Bei den gefertigten Baugruppen ist das Qualitätsniveau innerhalb von sechs Jahren um den Faktor 5 gestiegen, und die Rückläufer von Kunden liegen unter 0,5 Prozent«, nennt Richter aktuelle Qualitätskennzahlen. Trotzdem behalten die elektrischen Tests ihre Berechtigung. Während früher überwiegend Lötfehler gefunden wurden, stehen heute Qualitätsmängel von Bauteilen im Vordergrund.

Angeichts immer kleinerer Lose und engerer Zeitpläne sind die Aufwände für Testadapter, Prüfprogramme und Rüsten der Testumgebung sensible Kostenfaktoren. Werden außerdem Regeln für Mindestabstände oder Testpunkte nicht eingehalten, steigen Zeit und Kosten. »Innovative Fertigungs- und Testverfahren sind vorhanden. Mit den alten Abläufen vom Design bis zur Auslieferung werden die Möglichkeiten

allerdings nicht ausgenutzt«, beschreibt Richter den Handlungsbedarf. Die neuen Fertigungs- und Teststrategien sollen deshalb bereits beim Design ansetzen und den gesamten Workflow begleiten.

»Wenn wir bereits beim Design und in der Entwicklung elektronischer Baugruppen die Fertigungs- und Testanforderungen berücksichtigen, können wir anschließend wertvolle Zeit und im nennenswerten Umfang Kosten sparen«, so Richter. In einem Pilotprojekt entwickelten die Entwickler des Kunden und die Testexperten von Ihlemann Standards für künftige Entwicklungsprojekte. So wurde überlegt, wie Designregeln beispielsweise für die Platzierung von Testpunkten und für den Abstand von Bauteilen (Bauteilfreiheit) als Entwicklungsstandards festgelegt werden können. Damit soll beim Design einer Baugruppe bereits die Prüfstrategie berücksichtigt werden. In diesem Projekt stellte sich heraus, dass auch bei unterschiedlichen Baugruppen ein beachtlicher Anteil an Funktionen gleich bleibt. Für die wiederkehrenden analogen und digitalen Signale können somit auch die gleichen Testpunkte und Prüfverfahren verwendet werden. Daraus folgte die Definition einer einheitlichen Masterschablone für diese Baugruppen. Sie legt einen Minimalsatz an wiederkehrenden Testpunkten als verbindliche Vorgabe für das Design fest.

Weil die Anordnung der Testpunkte jetzt auch bei unterschiedlichen Baugruppen gleich bleibt, können auch die Prüfadapter mehrfach genutzt werden. Der Aufwand für neue Prüfadapter entfällt, oder es fallen nur geringe Anpassungskosten an. Durch diese Standardisierung sind schließlich auch die Prüfprogramme mehrfach nutzbar. In einem Pilotprojekt mit einer Masterschablone für acht Baugruppen mit gleicher Kontur, aber unterschiedlichen Funktionen ver-



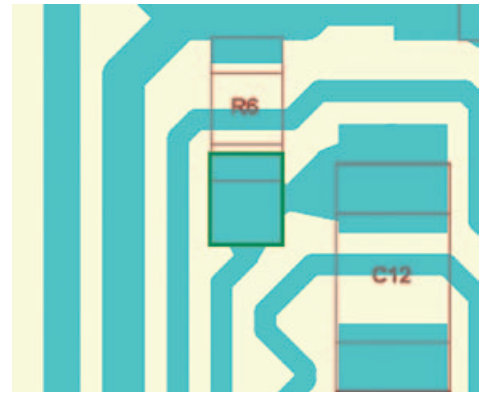
Mit der Einführung eines einheitlichen Masterdesigns für mehrere Baugruppen können auch die Prüfadapter mehrfach genutzt werden. Der Aufwand für den Bau neuer Prüfadapter entfällt.

ringerte sich der Materialeinsatz für die Testerstellung um 75 % und der Zeitaufwand um 50 %.

Im Workflow vom Design bis zur Fertigung können noch weitere Verfahrensbrüche beseitigt werden. So wird bei der Übertragung einer Baugruppe von der Entwicklung an die Elektronik-Fertigung seit den 80/90er-Jahren das Gerber-Format als Standard-Austauschformat verwendet. Die Gerber-Daten im ASCII-Format bestehen aus einfachen Objektbeschreibungen, X-/Y-Koordinaten und Steuerfunktion. Das Gerber-Format enthält nach den Erfahrungen der Ihlemann AG lediglich 15 Prozent der für die Fertigung notwendigen Informationen. Die kompletten CAD-Daten umfassen 80 Prozent und das umfassendere Austauschformat ODB++ nahezu 100 Prozent der für die Fertigung notwendigen Daten. ODB++ enthält Informationen über Bauteilabmessungen, Lötflächen, Lagenaufbau, Netzliste mit Prüfpunkten, Stücklisten, Fertigungsnutzen und Infos zum Stromlaufplan. Bei der Design-Evaluierung wird die Bestückung digital simuliert, und die Designregeln werden automatisiert angewandt. Mithilfe solcher Regelkataloge kann Ihlemann

jetzt vor dem Beginn prüfen, ob die Bauteile auf die Leiterplatte passen, ob die Pad-Auswahl stimmt, die Abstände bei den Prüfpunkten stimmen und ob die Vorgaben der Bauteilhersteller eingehalten wurden. »Nachdem wir viele PCB-Designs softwaregestützt evaluiert haben, finden wir durch unsere Regelkataloge inzwischen etwa 95 Prozent der typischen Designfehler. Die restlichen 5 Prozent betreffen sehr individuelle und kundenspezifische Entwicklungen«, fasst Richter zusammen.

Mit der Masterschablone für das richtliniengerechte Design und mit der Design-Evaluierung sind seriengerechte Tests jetzt schon in der Prototypenphase nutzbar. Dadurch können viele Anpassungen bereits vor der Serieneinführung abgearbeitet werden. Die Serienfertigung lässt sich jetzt deutlich schneller und mit erheblich geringerem Aufwand starten. »Viele Hersteller haben das große Kosten- und Zeitpotenzial effektiver Prozesse und Teststrategien noch nicht erkannt. Wir bieten deshalb speziell für Entwickler gezielte Workshops an«, berichtet Richter. Hier werden anhand von Beispielen die Designrichtlinien, deren technische Hintergründe und die Anforderungen der Fertigungstechnik



Die softwaregestützte Design-Evaluierung erkennt beispielsweise zu weit auseinander liegende Padflächen (R6) und zu eng aneinander liegende Padflächen (C12).

erläutert. Durch die Workshops können auch die Möglichkeiten von Masterschablonen geklärt werden, um Lieferverzögerungen oder erhöhte Handlingkosten zu vermeiden. Entlang des Workflows bis zur Auslieferung an den Endkunden will Ihlemann die Test- und Verfahrensabläufe auch bei kompletten Endgeräten weiter optimieren. Der EMS-Dienstleister übernimmt dafür auch die Montagearbeiten und die anschließenden Endgerätestests. (zü) ■