

Moderne 3D Inline-Röntgenprüfverfahren für die Baugruppenproduktion

Sven GONDROM, Joachim KRAUSE, Benjamin BECKER, MacroScience Technology,
Unterhaching

Kurzfassung: In den letzten Jahren sind die Qualitätsansprüche an moderne bestückte Leiterplatten (PCBs) signifikant gestiegen. Diese Entwicklung wurde nicht zuletzt durch gestiegene Anforderungen aus dem Bereich der Automobilindustrie getrieben. Macht man sich bewusst, dass schon in einem durchschnittlichen Mittelklassewagen eine Vielzahl von bestückten Leiterplatten mit etwa 100.000 einzelnen Lötstellen verbaut sind, ist das wenig überraschend. Selbst eine relativ geringe Fehlerrate von einer defekten Lötstelle auf einer Million, wie sie in anderen Industrien üblich ist, hätte zur Folge, dass bei jedem zehnten Wagen ein Defekt auftreten würde, was offensichtlich unakzeptabel ist.

Daher müssen neue und moderne Prüfstrategien bereitgestellt werden, die es erlauben, die bei der Lötung von Komponenten statistisch auftretende Fehler im ppm Bereich sicher zu detektieren und zwar unter den Rahmenbedingungen einer hochgradig automatisierten Massenproduktion mit extrem geringen Taktzeiten.

Gleichzeitig kommen immer mehr verdeckte Lötstellen zum Einsatz, die optisch nicht mehr geprüft werden können, während parallel durch die zunehmende Miniaturisierung und die Steigerung der Bestückungsdichte immer weniger Testpunkte für elektrische Tests (ICT) zur Verfügung stehen. Um dennoch die geforderte Prüfdeckung zu gewährleisten, erleben wir derzeit eine Renaissance der Röntgenprüfung in der SMT (surface mount technology). Allerdings sind herkömmliche 2D Röntgenverfahren bei doppelseitig bestückten Platinen ebenfalls nur sehr bedingt für eine Inspektion geeignet, da durch die im 2D Bild auftretende Überdeckung von Lötstellen von der Vorder- und Rückseite einer Platine die Testtiefe deutlich unter 100 % liegt. Daher sind neue laminografische 3D Verfahren zu entwickeln, die den deutlich gestiegenen modernen Anforderungen gerecht werden. Diese Verfahren und ihre Adaption an eine Inline Prüfung, sowie die technischen Herausforderungen bei der Realisierung entsprechender Inline Prüfanlagen werden beschrieben.

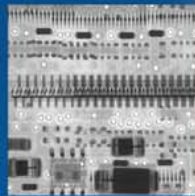
X-RAY TECHNOLOGIES

Moderne 3D Inline-Röntgenprüfverfahren für die Baugruppenproduktion

Dr. S. Gondrom, J. Krause, B. Becker, MacroScience Technology GmbH (MST), 82008 Unterhaching

Situation

- zunehmende Miniaturisierung
 - Verlust von Zugang zu Testpunkten für elektrische Tests
 - mehr und mehr verdeckte Lötstellen (BGA, CSP, Flip Chips, ...)
 - doppelseitig bestückte Baugruppen
- dramatisch abnehmende Testabdeckung
 → reine AOI und elektrische Tests nicht mehr ausreichend
 → schnelle Inline 3D Röntgenprüfung erforderlich (typische Taktzeit ca. 30s pro Board)



Beidseitig bestückte Baugruppe mit Überdeckung im 2D Röntgenbild

Anforderungen:

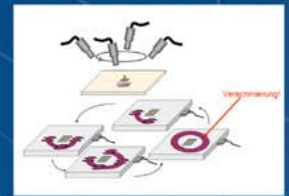
- 100% Testabdeckung gewünscht
 - geringe Pseudofehlerrate < 500 ppm
- Höchste geometrische und Kontrastauflösung bei hoher Prüfgeschwindigkeit (physikalisch gegenläufige Einflüsse)



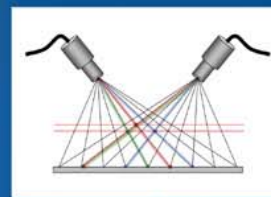
Stand der Technik



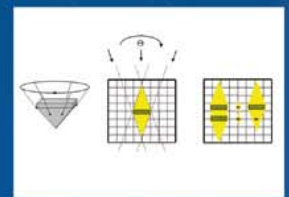
Prinzip einer Laminografiemessung



Prinzip der klassischen Tomosynthese mit nur einer Fokusebene und geringem Kontrast



Prinzip der digitalen Tomosynthese mit Extraktion mehrerer Ebenen, aber reduzierter Kontrastauflösung (hohe Pseudofehlerrate)



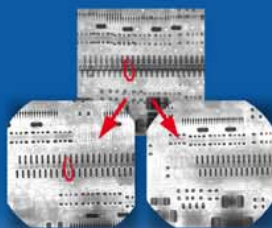
Abhängigkeit der Tiefenauflösung einer Laminografie vom Nutzwinkel:
 $2 \cdot \cot(\Theta / 2)$

Inline Planare Computer Tomografie (IPCT)

- keine herkömmliche Tomosynthese oder Laminografie
 - mathematische Rekonstruktion mittels gefilterter Rückprojektion binnen weniger Sekunden
 - IPCT Technologie von MST in Zusammenarbeit mit FhG EZRT entwickelt
 - kompletter 3D Datensatz möglich
 - höchste Kontrastauflösung
- höchster Durchsatz bei bester Bildqualität
 → sehr hohe Testabdeckung
 → beste Fehlererkennung bei geringster Pseudofehlerrate
- manuelle, automatische Offline als auch Inline Systemlösungen
 - bis zu +/- 45° Nutzwinkel liefert beste Tiefenauflösung
 - Multi-Shutter System für hohe Prüfstabilität und lange Röhrenlebenszeit



MSX 3000 A



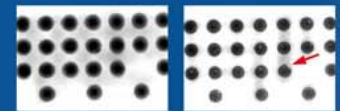
Exzellente Trennung von Vorder- und Rückseite der Baugruppe in den 3D Daten durch Anwendung der IPCT

Ergebnis

Vergleich zwischen IPCT und digitaler Tomosynthese:

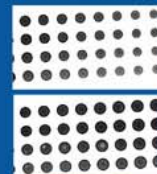


Vergleich der Bildqualität einer digitalen Tomosynthese (oben) und IPCT (unten)

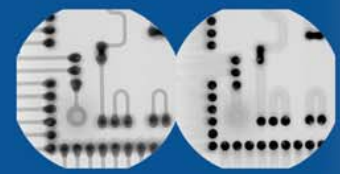


Untersuchung der gleichen Schnittebene eines CSP mit digitaler Tomosynthese (links) und IPCT mit deutlich besserer Fehlererkennung (rechts)

Beispiele von IPCT Messungen:



Schnittebenen durch BGA mit deutlich sichtbaren Voids und Pads



Schnittebenen durch Flip Chip (2,5 µm Pixelgröße, 4µm Schnittebenenabstand)

