

Verdecktes sichtbar machen

Sichere Void-Erkennung mit schnellem Inline-Röntgen

Auch wenn die Technologien verschieden sind, kommt es bei Inline-Röntgensystemen (AXI) unter dem Strich genauso wie bei der automatischen optischen Inspektion (AOI) auf das schnelle Handling der Baugruppen und eine erstklassige 3D-Bildqualität an. Ein Beispiel für den gezielten Einsatz von Röntgen ist die sichere Erkennung von Voids, wie im Falle von elektronischen Produkten mit Ball Grid Arrays (BGAs) oder Licht emittierenden Dioden (LEDs).

Autor: Olaf Szarlan



Leistungsstarkes 3D-Röntgeninspektion-System.

Für die Bildung von Voids können unterschiedliche Faktoren verantwortlich sein und Röntgen ist die einzige zerstörungsfreie Methode, um diese kleineren und größeren Einschlüsse in Lötstellen exakt zu lokalisieren. Lotpasten unterscheiden sich je nach Zusammensetzung in ihrem Verhalten, welches zusätzlich auch von den Materialien abhängt, mit denen sie im Fertigungsprozess fest verbunden werden. Schadstoffe etwa, die auf der Leiterplatte nach einer Reinigung zurückgeblieben sind, gelten als eine der Ursachen für Voids. Wird Lotpaste zu lange gelagert, kann das unter Umständen ebenfalls zu entsprechenden Qualitätsverlusten führen. Als weitere Einflussgröße kommen die spezifischen Parameter hinzu, die im Rahmen der Fertigung am Reflow-Ofen gewählt werden. Wenn in der Lötstelle eingeschlossenes Flussmittel zu wenig Zeit hat, um während des Lötprozesses nach außen zu ent-

weichen, können sich solche Einschlüsse bilden. Als Handlungshilfe zur Prozessoptimierung dienen Richtlinien des Elektronik-Fachverbands IPC: Anforderungen an gelötete elektrische und elektronische Baugruppen sind in der IPC J-STD-001 und Abnahmekriterien für elektronische Baugruppen in der IPC-A-610 beschrieben. Speziell für BGAs findet man in der IPC-7095D hilfreiche Informationen zu Voids und zur Void-Vermessung.

Erfahrungsgrenzwerte

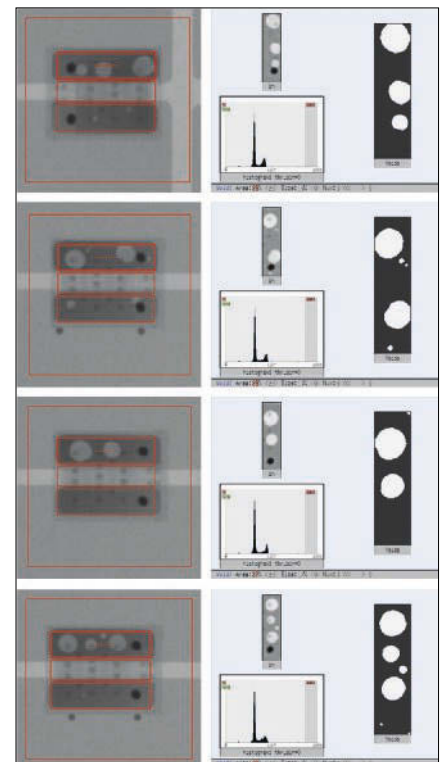
Eine Standardeinstellung in der Inspektionssoftware von Viscom für BGA-Lötstellen ist, dass die Summe der Fläche aller Voids nicht 25 Prozent der Lötfläche überschreiten darf. „Dieser voreingestellte Grenzwert beruht auf langjähriger Erfahrung bei Viscom, ist aber selbstverständlich je nach spezifischer Prüfaufgabe in der Fertigung individuell veränderbar“, erläutert Axel Klapproth, Leiter Applikation Geschäftsbereich Serienprodukte von Viscom. 3D-Inline-Röntgen ermöglicht die Gewinnung von horizontalen und vertikalen Schichten des Prüfobjekts, was im Bereich der Vermessung von Voids neue Möglichkeiten eröffnet. Interessant werden die Abstände vom Substrat oder vom Bauteil. Zum BGA ist in der IPC-7095D unter anderem nachzulesen, dass die Lage der Hohlräume in der Lötstelle ein weitaus kritischeres Thema sein kann als ihre Größe und Anzahl. Kleine Lücken an der Grenze der Lötstelle zur Kontaktfläche

können demnach entscheidenden Einfluss auf die Bruchstelle haben, sobald ein Riss erstmal beginnt. Im Rahmen einer Prozessqualifizierung lassen sich mit Hilfe der Void-Messergebnisse verschiedene Lotpasten, Reflow-Einstellungen oder auch diverse Oberflächen so lange testen und statistisch untermauern, bis festgelegte Ziele erreicht werden. Modernste Software ermöglicht es dabei, einzelne

Eck-DATEN

Void

Einen blasenförmigen Einschluss in Lötstellen bezeichnet man als Void. Die Ursachen für Voids sind vielfältig und können organische Einschlüsse in Oberflächenmetallisierungen, Flussmittel- und sonstige Bestandteile der Lotpaste oder im Lot gelöste Oxide als mögliche Ursache haben. Diese blasenförmigen Einschlüsse entstehen durch Wechselwirkungen zwischen LP-Oberfläche, Bauteilmetallisierung, Lotpaste und Prozessführung.



Void-Analyse unterhalb von LEDs: Links sind die Original-Röntgenbilder zu sehen, rechts die Messergebnisse (Gesamtfläche der Voids in Prozent, Fläche des größten Voids in Prozent und Anzahl).

Voids zu vermessen und den gesamten prozentualen Void-Anteil zu berechnen sowie Ergebnisse übergreifend auszuwerten.

3D-AXI am Beispiel von LEDs

Um festgelegte Grenzwerte dann im laufenden Fertigungsprozess konstant einzuhalten, muss die Inspektion auch hier verlässlich und genau sein. Ziel ist es schließlich, sehr gute Lötstellen in jedem gefertigten Produkt zu gewährleisten. Dass Voids die Produktqualität beeinträchtigen können, ist auch bei LEDs bekannt. Für Licht emittierende Dioden gibt es heute von der Innenbeleuchtung bis hin zu Straßenlaternen und Displays unzählige Einsatzmöglichkeiten und für Industriedesigner bei der Umsetzung ihrer Lichtideen viel Spielraum. Schon vergleichsweise früh hat die Automotive-Branche auf diese Technologie gesetzt, sodass sie schon lange als Standard in Leuchten, Blinkern und Scheinwerfern von Fahrzeugen zu finden ist. Bekannte Vorteile sind die lange Lebensdauer, die hohe Lichtausbeute und der niedrige Energieverbrauch.

Qualitätsmerkmal Wärmeabführung

LEDs strahlen zum einen Licht und zum anderen Wärme aus. Entscheidend für ihre Qualität und Langlebigkeit ist die schnelle Abführung dieser Wärme. Wenn man dazu in der IPC-A-610, Ausgabe G, nach Standards sucht, findet man zu Bauteilen mit Unterseiten-Anschlüssen an Wärmesenken den Hinweis, dass Abnahmekriterien für den nicht sichtbaren Bereich der Lötstellen der thermischen Ebene dort nicht beschrieben sind und durch eine Vereinbarung zwischen Anwender und Hersteller festgelegt werden müssen. Für die Wärmeübergangsschicht sind diese demnach prozess- und designabhängig, wobei Anwendungshinweise der Bauteilhersteller (application notes), Lotabdeckung, Poren, Lötthöhe berücksichtigt werden. Beim Verlöten dieser Bauteiltypen lassen sich Poren und Blasen in der thermischen Ebene nicht vollständig vermeiden. Insbesondere Voids können aber verhindern, dass die Wärme vom Chip und der Sperrschicht des Halbleiterbauelements optimal abgeleitet werden kann. Stark abhängig von der Sperrschichttemperatur sind die Lebensdauer (Betriebsstunden), die Wellenlänge (Farbe) und auch die Lichtausbeute (Helligkeit) der LEDs.

Hohe Effizienz bei strengen Vorgaben

Gerade im Automotive-Bereich sind Fertigung und Kontrolle mit LEDs bestückter Leiterplatten oft bei EMS-Dienstleistern angesiedelt. Diese müssen strenge Vorgaben ihrer Auftraggeber erfüllen und gleichzeitig möglichst effizient sein, um konkurrenzfähig zu bleiben. „Es sind in diesem Fall die Markenhersteller, die in entsprechenden Datenblättern genau festlegen, wie groß der Void-Anteil in den Lötstellen prozentual sein darf. Dasselbe gilt beispielsweise auch für die Anzahl und Größe von Lotperlen, wo bei LEDs ebenfalls mit Hilfe des Inline-Röntgens Grenzwerte sicher eingehalten werden“, so Vertriebsingenieur Andreas Gladis, der für Viscom die Kundenbetreuung und den Ausbau des Kundenstamms in zahlreichen Ländern Süd- und Südosteuropas verantwortet. Zur Void-Vermeidung tragen unter anderem Prozessöfen mit Vakuumkammer bei. Sehr gut erkennen kann man sie mit modernstem 3D-Röntgen. Während für die Stichprobenprüfung

Incircuit-Funktionstestsysteme und Adaptionen für Flachbaugruppen, Hybride, Module und Geräte

- ▷ seit 1979 Testsysteme im Einsatz, u.a. bei Automotive, Avionik, Medizintechnik, Maschinensteuerungen, Sensorik u.v.m.
- ▷ Stand-alone und Inline Testsysteme
- ▷ schnelle, praxisnahe und anwenderfreundliche Testprogrammerstellung
- ▷ grafische Fehlerortdarstellung, auch im Boundary Scan-Test
- ▷ breites Spektrum an Stimulierungs- und Messmodulen aus eigener Entwicklung und Produktion
- ▷ Feldbussysteme (CAN-Bus, Profibus, I²C, USB, ...), Flash-Programmierung, Einbindung externer Programme
- ▷ Auswertung von Analog-/Digitalanzeigen, Dotmatrix, LCD/LED, OLED, ...
- ▷ CAD-Schnittstelle, ODBC-Schnittstelle, Statistik, Qualitätsmanagement
- ▷ manuelle und pneumatische Prüfadapter
- ▷ Prüfadaptererstellung in einem halben Tag mit Adapterkonstruktions- und Erstellungspaket
- ▷ höchste Zuverlässigkeit und geringe Folgekosten



REINHARDT

System- und Messelectronic GmbH

Bergstr. 33 D-86911 Diessen Tel. 08196 934100 Fax 08196 7005

E-Mail: info@reinhardt-testsystem.de <http://www.reinhardt-testsystem.de>

DAS GANZE SPEKTRUM DES TESTENS



Semiconductor

Boardtester

Flying Probe

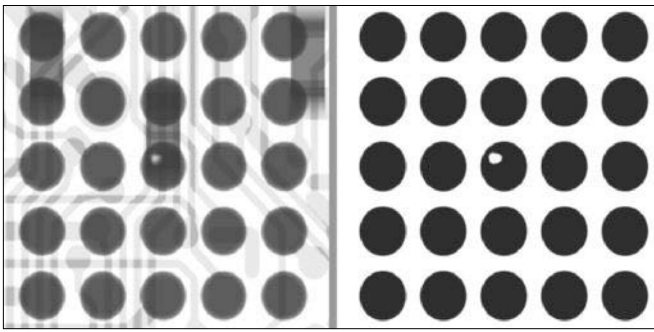
Treffericher und flexibel

SPEA-Testsysteme stehen für Präzision und Flexibilität. Sie produzieren - wir liefern das Testequipment für jeden Bereich Ihrer Elektronikfertigung.

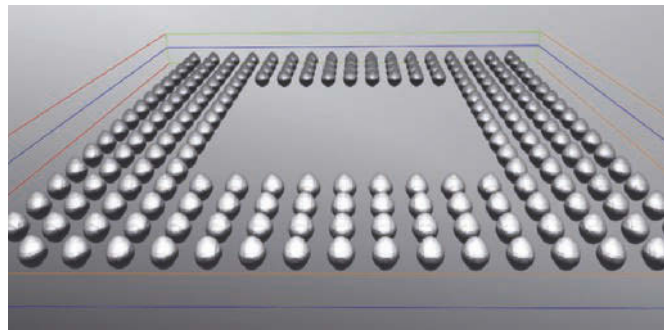
smtconnect

07. - 09. Mai 2019
Halle 4a Stand 124





Röntgenaufnahmen wie diese (links) von einem BGA lassen sich für eine exakte Void-Vermessung aufbereiten (rechts).



Balls eines BGA: Mit einem 3D-AXI-System ist es möglich, sie aus frei wählbaren Perspektiven präzise darzustellen.

ein vielseitig einsetzbares manuelles System ausreicht, erfolgt die hundertprozentige vollautomatische Inspektion mit einem System in der Fertigungslinie. Die von außen verborgenen Voids kann man so vollständig erfassen und analysieren.

Konzept mit parallelem Leiterplatten-Handling

Inline-Röntgensysteme müssen für das menschliche Auge nicht sichtbare Fehler zuverlässig aufzeigen. Hier sind heute Handlingzeiten von bis zu vier Sekunden realisierbar, was dadurch erreicht wird, dass sich bis zu drei Leiterplatten gleichzeitig im 3D-AXI-System befinden. Schnellere 2D- und 2,5D-Prüfungen lassen sich beliebig mit Prüfungen in 3D kombinieren. Besonders bei beidseitig bestückten Leiterplatten gibt es sehr komplexe Überdeckungen. In diesem Fall können mithilfe einer 3D-Rückrechnung auch bei Abschattung durch Bauteile oder bei Multilayer-Boards alle wesentlichen Merkmale in klaren Schnittbildern sichtbar gemacht werden. Während in einem 2D-Röntgenbild immer auch Details der Rückseite zu sehen sind, gibt es im 3D-Schichtbild keine störenden Strukturen



Inline-Röntgeninspektion mit sehr schnellem Leiterplattentransport.

mehr. Dabei wird die Erstellung von Prüfprogrammen vereinfacht und man wirkt effektiv Pseudofehlern entgegen. Zur besseren Verifikation gehen die Möglichkeiten eines 3D-AXI-Systems heute je nach Software auch so weit, dass mit Hilfe der planaren Computertomografie Teil- oder Komplettvolumina der untersuchten Lötstellen erzeugt werden können, die man dann am Bildschirm flexibel kippen, drehen und zoomen kann.

Röntgen und optische Inspektion ergänzen sich

Damit wird die Wichtigkeit von 3D-AOI bei der Inspektion keinesfalls in den Schatten gestellt. Um beim Beispiel LEDs zu bleiben: Gerade im Einsatzfeld Automotive gibt es auch sehr genaue Vorgaben für Positionierung und Ausrichtung. Fehler wie minimale Nicht-Koplanarität und Versatz der immer kleiner werdenden LED-Bauteile müssen sicher erkannt werden. „Mit Inspektionssystemen von Viscom ist es heute zum Beispiel möglich, die Position der Licht emittierenden Fläche genau bezogen auf die Bohrungen zur Befestigung am Fahrzeug und die Referenzmarken, also Fiducials, zu bestimmen. Dabei wird das Leiterplattenkoordinatensystem in das Koordinatensystem der Befestigungsbohrungen überführt“, erläutert Andreas Gladis. Für die absolute Präzision und Wiederholgenauigkeit der 3D-AOI kann eine exakt gefertigte Höhenstufe als Target dienen, die von einem dafür spezialisierten Labor mit entsprechenden Geräten hochgenau vermessen und im Anschluss zertifiziert wird. Die automatische optische Inspektion trägt damit ebenfalls entscheidend zur Qualitätssicherung bei. Verdrehungen, x-/y-Offset und Verkippungen lassen sich mit 3D-AOI sehr gut detektieren.

Verschiedene Prüfmethoden im optimierten Prozess

3D-AOI und 3D-AXI sind seit vielen Jahren in optimierter Form innerhalb einer Maschine realisierbar. Leiterplatten bewegen sich schnell und nahezu gleichzeitig zwischen den beiden Inspektionsbereichen. Das Konzept ist darauf ausgelegt, die Anteile der verschiedenen Prüfmethoden je nach Bedarf flexibel kombinieren zu können. Eine vernetzte Auswertung zusammen mit Ergebnissen aus der Lotpasteninspektion (3D-SPI) dient zudem effektiv der Prozessverbesserung. Die Inspektion von Baugruppen in der Elektronikfertigung ist in ihrer Gesamtheit ein Vorzeigebispiel für erfolgreich umgesetzte Industrie 4.0. Intelligente 3D-SPI-Systeme kommunizieren mit Pastendruckern und Bestückern. Ergebnisinformationen und Bilddaten aus diversen Prüftoren sind an angebotenen Verifikationsplätzen auch für mehrere Fertigungslinien schnell abrufbar und die statistische Prozesskontrolle erlaubt die Übersicht über Fehlerverteilungen innerhalb gesetzter Toleranzgrenzen. Die Datenanalyse von erfassten Pseudo- und Echtfehlern liefert Erkenntnisse, ob Änderungen im Prozess notwendig sind oder z. B. ein Bauteiltyp besonders fehleranfällig ist. Anhand der großen Mengen an Informationen, die Inspektionssysteme für jede einzelne Baugruppe bereitstellen, lassen sich Querbezüge entlang der gesamten Fertigung herstellen. (hw) ■

Autor
Olaf Szarlan
Redaktion/PR, Viscom



all-electronics.de

infoDIREKT
► Halle 4A, Stand 120

350pr0419