

AXI-Systeme als fester Bestandteil in der Elektronikfertigung



Abb.1: Röntgensysteme verschaffen einen Blick ins Verborgene

„Man sieht nur, was man weiß“ sagte einst Johann Wolfgang von Goethe. In der Qualitätssicherung von Elektronikbaugruppen herrscht das Gegenteil – man weiß nur, was man sieht. Schon heute liegt der Anteil verdeckter Lötstellen auf komplexen Baugruppen weit über 30 Prozent, zukünftig wird dieser Wert vermutlich steigen. Doch wer sich allein auf AOI verlässt, hat unter Umständen nur eine 70-prozentige optische Prüfabdeckung. Deutsche Elektronikfertiger, gerade im Bereich der hochwertigen Baugruppen, können sich diese Lücke im Zeichen des globalen Wettbewerbsdrucks nicht leisten.

Manuelle (MXI) und automatische Röntgeninspektion (AXI)

AOI-Systeme sind heutzutage fester Bestandteil in jeder modernen SMT-Fertigungslinie. Dabei werden sie als Pre- und Post-Reflow Inspektionssysteme eingesetzt um die Qualität der gefertigten Baugruppe zu sichern. Röntgensysteme hingegen sind bis dato noch weniger weit verbreitet als AOI-Geräte. Die letzten Jahre zeigen jedoch einen massiven Anstieg in den Verkaufszahlen der Röntgensysteme. Zu großen Teilen werden manuelle Röntgensysteme, sogenannte MXIs, eingesetzt, um verdeckte Lötstellen stichprobenartig zu inspizieren. Sie bieten einen vergleichsweise günstigen Einstieg in die

Pressekontakt / Press Contact:

GOPEL electronic GmbH
Matthias Müller
Göschwitzer Straße 58/60
07745 Jena

Tel.: +49 (0)3641-6896-739
Fax: +49 (0)3641-6896-944
E-Mail: presse@goepel.com
Internet: www.goepel.com

Welt des Röntgens und werden oft für Serienanläufe und die Analyse von Prototypen verwendet. MXI-Systeme sind in der Lage, hochauflösende Röntgenbilder mit hohem Detailgrad zu erzeugen. Ähnlich zu einem Mikroskop legt man eine Baugruppe per Hand in das System ein und kann über die freie Bewegung von Röntgenbildkette und Prüfling das „ideale Röntgenbild“ erzeugen. Die Nachteile dieser manuellen Systeme liegen klar in der händischen Beladung und Auswertung. Eine hundertprozentige Kontrolle aller gefertigten Baugruppen ist meist aus Gründen der Taktzeit nicht möglich. Auch die immer identische Auswertung der Bilder ist durch den Faktor Mensch nicht gegeben. Je nach Erfahrung und Wissensstand des Bedieners kann ein und dasselbe Bild durchaus unterschiedlich interpretiert werden. Zudem ist eine automatische Protokollierung und Archivierung der Ergebnis- und Messwerte meist nicht möglich. Hier spielen automatische Röntgensysteme, sogenannte AXI, ihre Vorteile aus. Mit etwas geringerer Auflösung und niedrigerem Detailgrad in den Röntgenbildern ermöglichen AXI Systeme eine vollautomatische Beladung, Inspektion, Auswertung und Ergebnisprotokollierung der Baugruppen. Ähnlich zu einem AOI-System arbeitet das AXI-System mit einem zuvor parametrisierten Prüfprogramm, um die Lötstellen mit Bildverarbeitungsalgorithmen zu inspizieren.

2D, 2.5D, 3D-Röntgentechnologie

Zur Röntgenbildaufnahme werden in der Praxis drei Technologien verwendet. Die senkrechte Durchstrahlung wird als 2D-Röntgen bezeichnet. Wird schräg durch die Leiterplatte gestrahlt, nennt man dies 2.5D-Röntgen oder schräge Projektion. Neben 2D- und 2.5D-Röntgen gibt es diverse Verfahren zur 3D-Röntgenbildberechnung. Die 3D-Technik ermöglicht eine Darstellung digitaler Schlicfbilder. So sind beispielsweise waagerechte und senkrechte Schnitte durch die Baugruppe und deren Lötstellen möglich. 3D-Röntgenbilder sind stets synthetisch generierte Bilder und werden aus einer Vielzahl schräger 2.5D-Bilder berechnet. Bei AXI-Systemen mit digitalen Flächendetektoren („Flat-Panel-Detektoren“) werden zur 3D-Bildberechnung im Inline-Betrieb meist 8-16 solcher schrägen Aufnahmen verwendet. Aus diesem Grund sind 3D-AXI-Systeme stets langsamer als konventionelle 2D/2.5D-Geräte, die nur mit einer Bildaufnahme arbeiten. Bei beidseitig bestückten Baugruppen ist jedoch die 3D-Bildaufnahme das einzige verlässliche Mittel, um ein hohes Maß an optischer Prüfdeckung zu erhalten. Mit dieser Technologie können die Lötstellen der oberen Bestückseite von den Lötstellen der unteren Bestückseite getrennt und unabhängig voneinander geprüft und bewertet werden.

Pressekontakt / Press Contact:

GÖPEL electronic GmbH
Matthias Müller
Göschwitzer Straße 58/60
07745 Jena

Tel.: +49 (0)3641-6896-739
Fax: +49 (0)3641-6896-944
E-Mail: presse@goepel.com
Internet: www.goepel.com

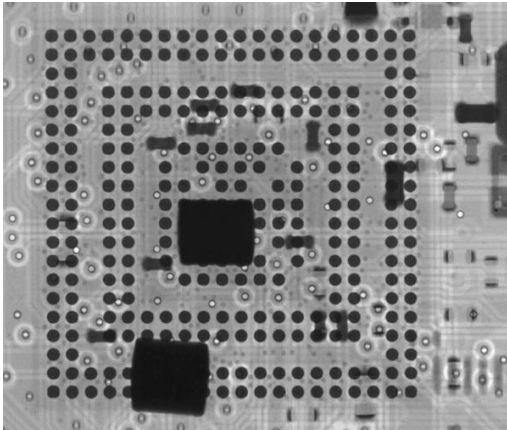


Abb2.: 2- Röntgenbild mit Überlagerung der beiden Bestückseiten

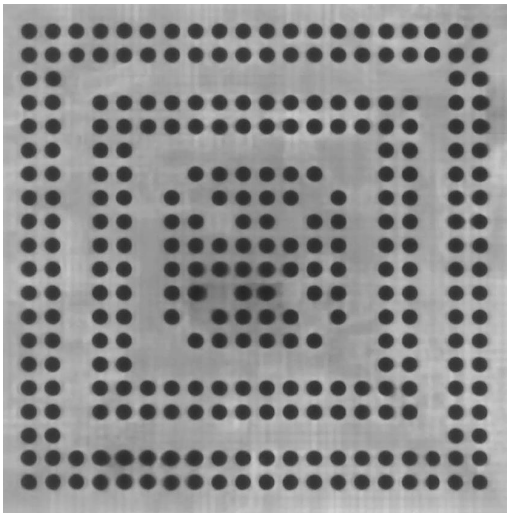


Abb3.: 3D-Schichtbild des BGA (obere Bestückseite)

Stop-and-go vs. Scan

Damit das 3D-AXI-System nicht zum Flaschenhals der SMT-Linie wird bedarf es einer schnellen Röntgenbildaufnahme. Hier haben konventionelle Flat-Panel-Detektorsysteme einen klaren Nachteil: Um die einzelnen 2.5D-Bilder für die 3D-Bildberechnung aufnehmen zu können werden in den meisten Fällen der Flat-Panel-Detektor und die Leiterplatte auf einer Kreisbahn bewegt. Werden beispielsweise Acht 2.5D-Bilder für die 3D-Bildberechnung benötigt, so wird auf der Kreisbahn alle 45° ein Bild aufgenommen. Jede Bewegung und Bildaufnahme kostet jedoch Zeit. Vergleicht man den aktuellen Stand der Technik in Sachen AXI-Systeme, so liegen die 3D-Bildaufnahmezeiten mit Flat-Panel-Detektoren bei ca. 3-5 Sekunden pro 3D-Bildfeld. Dies klingt zunächst nicht kritisch, jedoch multipliziert sich die 3D-Bildaufnahmezeit entsprechend mit der Anzahl Bildfelder (FOVs), die zur Prüfung benötigt werden. Ist die zu prüfende Baugruppe hinzukommend als Mehrfachnutzen ausgeführt, so steigt die Bildaufnahmezeit rapide an.

Pressekontakt / Press Contact:

GÖPEL electronic GmbH
Matthias Müller
Göschwitzer Straße 58/60
07745 Jena

Tel.: +49 (0)3641-6896-739
Fax: +49 (0)3641-6896-944
E-Mail: presse@goepel.com
Internet: www.goepel.com

Die Bildfeldgröße ist entscheidend

Ein gutes Preis-Leistungsverhältnis bieten aktuell 6 Megapixel CMOS Flat-Panel-Detektoren. Diese haben beispielsweise eine Pixelanzahl von 2.900 x 2.300 Pixel. Bei einer Pixelauflösung von 10µm/Pixel erhält man mit diesem recht großen Detektor gerade einmal ein Bildfeld von 29mm x 23mm. Dies ist kleiner als die Fläche einer Standardbriefmarke. 3D-AXI-Systeme mit Flat-Panel-Detektoren sind deshalb oft zu langsam und für den Linieneinsatz ungeeignet. Das verdeutlicht auch folgendes Beispiel: Die Baugruppe enthält 20 Teilschaltungen und ist beidseitig bestückt. Pro Teilschaltung sind ein BGA mit Pitch 0,5mm und drei QFNs mit Pitch 0,4mm zu prüfen. Es wird eine Auflösung von 10µm/Pixel verwendet. Zur Inspektion werden ca. zwei 3D-Röntgenbildfelder pro Teilschaltung benötigt. Unter Annahme von ca. 4 Sekunden pro 3D-FOV berechnet sich die Bildaufnahme wie folgt: 20 Teilschaltungen * 2 3D-FOVs pro Teilschaltung x 4 Sekunden = 160 Sekunden. Dies ist die reine Bildaufnahmezeit. Dazu kommt die Zeit für das Leiterplattenhandling, die Bildberechnungs- und Auswertzeit sowie die Zeit für die Übertragung der Mess- und Ergebniswerte.

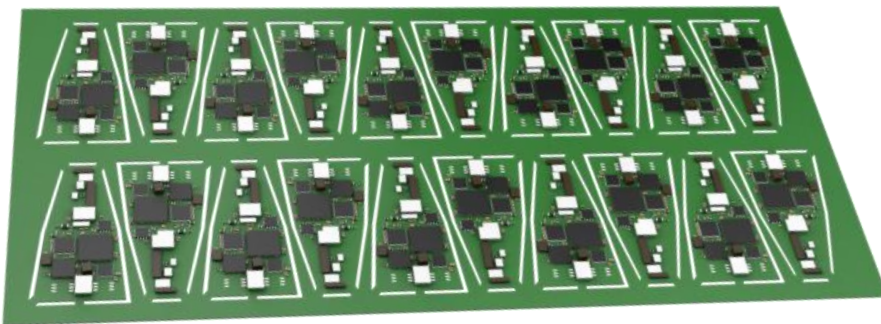


Abb.4: Baugruppen-Nutzen mit beidseitig bestückten Baugruppen; Bildaufnahmezeit mit konventionellen Flat-Panel-Detektoren: ca. 160 Sekunden

Um die Bildaufnahmezeit zu reduzieren hat GÖPEL electronic den MultiAngle Detector 3 für das AXI-System X Line · 3D entwickelt. Er ermöglicht eine scannende Bildaufnahme und nimmt 3D-Bilder in der Bewegung auf. Die zeitraubenden Stop-and-Go - Bewegungen entfallen damit. Herzstück des vollständig digitalen Detektors sind mehrere Scanzeilen, die eine parallele Röntgenbildaufnahme aus verschiedenen Richtungen ermöglichen. Für eine Standard 3D-Bildaufnahme werden in der Regel 18 schräge Projektionen verwendet. Bei gängigen Flat-Panel-Systemen sind dies typischerweise nur 8-16. Hinzu kommt dass die Bildfeldbreite deutlich weiter als bei gängigen Flat-Panel-Detektoren ist. Sie beträgt bei einer Auflösung von 10µm ca. 45mm und ist somit deutlich breiter als bei einem vergleichbaren 6- Megapixel Flat-Panel-Detektor. Mit dem MultiAngle Detector 3 werden auf diese

Pressekontakt / Press Contact:

GÖPEL electronic GmbH
Matthias Müller
Göschwitzer Straße 58/60
07745 Jena

Tel.: +49 (0)3641-6896-739
Fax: +49 (0)3641-6896-944
E-Mail: presse@goepel.com
Internet: www.goepel.com

Weise kürzeste Taktzeiten erreicht. Das X Line · 3D ist somit bereit für den Linieneinsatz und der damit verbundenen 100% Röntgeninspektion. Positiver Nebeneffekt der schnellen Bildaufnahme ist eine deutliche Reduzierung der Strahlenbelastung für die Bauelemente. Je kürzer die Bestrahlungsdauer, desto geringer die Strahlendosis.



Abb.5: Programmiersoftware PILOT AXI zur Erstellung von AXI-Prüfprogrammen

Aus dem Röntgenalltag

Die Hauptaufgabe des X Line · 3D ist die Detektion von Lötfehlern in verdeckten und sichtbaren Lötstellen. Hierbei gehören offene, magere, fette und nicht gelötete Lötstellen genauso zum Prüfalltag wie Luft einschüsse, vagabundierende Lotkugeln und Kurzschlüsse. Das System verfügt über eine Vielzahl von Prüffunktionen zur automatischen Erkennung der Fehler. Ein Prüfprogramm wird ähnlich einem AOI-System auf Basis von CAD-Daten erstellt und parametrisiert. Lediglich die Bilder zur Auswertung der Lötstellen sind Röntgenbilder. Das X Line · 3D setzt auf ein Gesamtheitliches 3D-Konzept. Das heißt: Alle Bilddaten sind Grauwert- und Geometriekalibriert. Die typisch perspektivische Darstellung bekannt aus 2D- und 2.5D-Bildern wird nicht verwendet. Man arbeitet stets mit normierten Röntgenschnittbildern. Dies erleichtert die Prüfprogrammerstellung enorm und ermöglicht die Verwendung einer einheitlichen Bauteilbibliothek.

Pressekontakt / Press Contact:

GÖPEL electronic GmbH
Matthias Müller
Göschwitzer Straße 58/60
07745 Jena

Tel.: +49 (0)3641-6896-739
Fax: +49 (0)3641-6896-944
E-Mail: presse@goepel.com
Internet: www.goepel.com

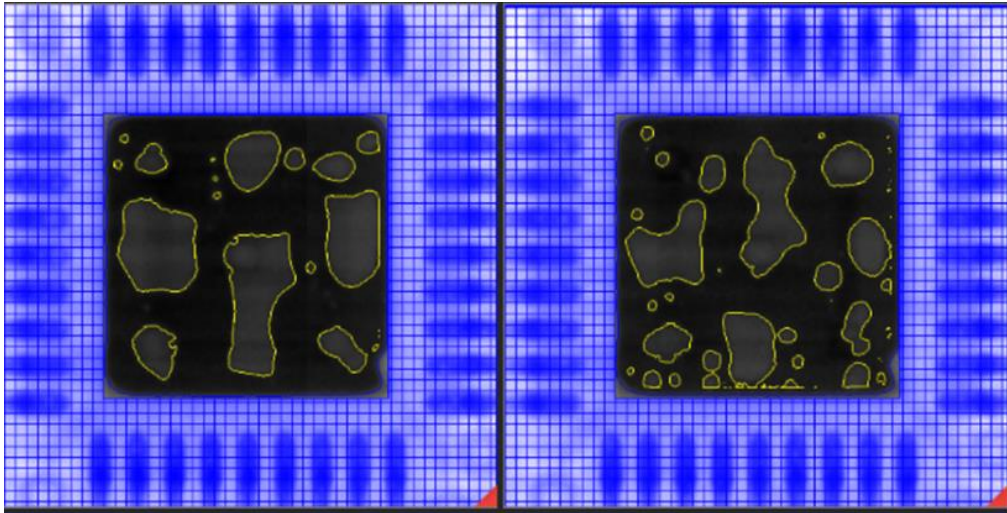


Abb.6: Vollautomatische Void-Erkennung in Heatsinks eines QFN

Smart Factory mit Mehrwert

Prüfergebnisse und Messwerte wie beispielsweise Lotfläche oder Void-Gehalt in Prozent werden in einer zentralen Datenbank abgelegt und können zur Klassifizierung des Fehlers durch den Menschen sowie zur Optimierung des gesamten Prozesses verwendet werden. Herzstück der zentralen Datenhaltung ist die PILOT Connect Software von GÖPEL electronic. Hier fließen Ergebnisdaten von SPI, AOI und AXI zusammen und können gemeinsam am Verifikationsplatz PILOT Verify dargestellt werden. Nicht nur GÖPEL-eigene Inspektionssysteme, sondern auch Geräte von Fremdherstellern können angebunden werden. Durch die gemeinsame Fehlerdarstellung wird die Beurteilung der automatisch detektierten Auffälligkeit deutlich erleichtert.

Pressekontakt / Press Contact:

GÖPEL electronic GmbH
Matthias Müller
Göschwitzer Straße 58/60
07745 Jena

Tel.: +49 (0)3641-6896-739
Fax: +49 (0)3641-6896-944
E-Mail: presse@goepel.com
Internet: www.goepel.com



Abb.7: Überwachung und Steuerung des Röntgensystems in der Smart Factory via Tablet

Fazit

AXI-Systeme erlauben eine 100-Prozent-Kontrolle verdeckter und sichtbarer Lötstellen. Automatische Beladung, Inspektion und Ergebnisprotokollierung ermöglichen eine lückenlose Nachverfolgbarkeit der Prüfergebnisse. Der Faktor Mensch wird durch das automatische Prüfprogramm weitestgehend eliminiert, die Prüfergebnisse sind somit vergleichbar. Durch eine schnelle, scannende 3D-Röntgenbildaufnahme wird das X Line · 3D nicht zum Flaschenhals der Produktionslinie. Neben einfacher Programmierung und Bedienung des Systems lässt es sich nahtlos in die Welt der Smart Factory einbetten.

Zwar übersteigen die Anschaffungskosten eines Röntgensystems die von AOI-Systemen, jedoch sind sie für eine 100% optische Prüfabdeckung unabdingbar und nicht mehr aus modernen Fertigungslinien wegzudenken.

Autor:

Andreas Türk, Produktmanager AXI bei der GÖPEL electronic GmbH

Pressekontakt / Press Contact:

GÖPEL electronic GmbH
Matthias Müller
Göschwitzer Straße 58/60
07745 Jena

Tel.: +49 (0)3641-6896-739
Fax: +49 (0)3641-6896-944
E-Mail: presse@goepel.com
Internet: www.goepel.com