

Olaf Nusche

# Endoskopische Inspektion in der Elektronikfertigung

Wird in hohen Stückzahlen produziert, sind zu Beginn hohe technologische Investitionen in den Fertigungsprozess nötig, um die Prüfkosten später gering zu halten. Bei kleinen Stückzahlen hingegen werden die QS-Maßnahmen meist so gestaltet, dass nahezu jede Baugruppe geprüft werden sollte, da Fertigungseinflüsse durch Rüst- und manuelle Lötvorgänge einen erhöhten Prüfaufwand durch visuelle Inspektionen erfordern. Sind Daten über Lötfehler, Platzierungsmängel oder andere optisch erkennbare Abweichungen gefordert, wird oft auf eine optische Inspektion zurückgegriffen, da der Kostenaufwand im Vergleich zu anderen Verfahren überschaubar bleibt.

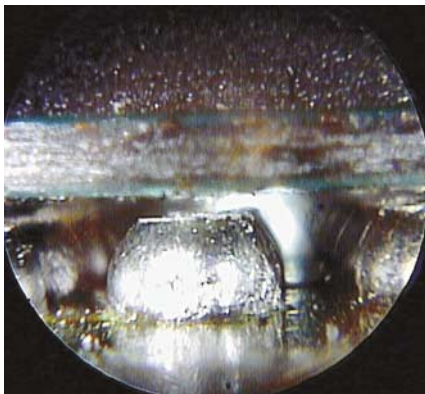


Bild 1: Abriss eines BGAs an Bauteiloberseite

Die Problematik bei optischen Inspektionsverfahren ist die Kategorisierung der verschiedenen Fehlerarten. Die Bewertung ist subjektiv, denn die Definition kann je nach Zuverlässigkeitsanforderung unterschiedlich sein. So muss beispielsweise die Beurteilung, ob die Lötstelle eines BGAs zuverlässig ist oder nicht, vielfach erfahrenen Technologieexperten überlassen bleiben, wenn nicht ganz gravierende Fehler wie der Abriss eines Lötballs (Bild 1) zu erkennen sind. Oft sind die Bewertungen hinsichtlich der Qualität und Zuverlässigkeit von Unternehmen zu Unternehmen oder von Produkt zu Produkt unterschiedlich. Eine Ausfallbewertung auf der Basis einer op-

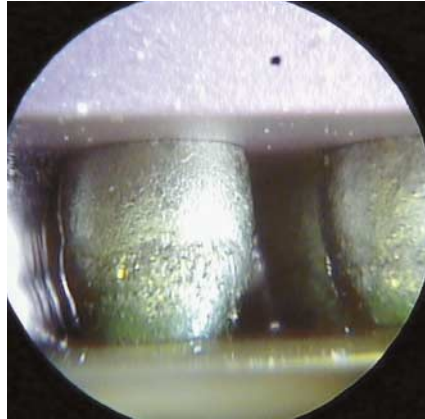


Bild 2: Oberfläche des BGA-Balls rau; Fehlerbild oder akzeptabel?

tischen Inspektion ist nur dann sinnvoll, wenn eine korrespondierende Fehlerdeklaration vorliegt.

## Problemstellung beim Einsatz von AOI

Wird ein AOI-System zur Fehlersuche herangezogen, wird durch die Gut/Schlecht-Definition eine 100%-ige Fehlerlokalisierung immer schwieriger. AOI-Systeme können zwar den Versatz von Bauelementen erfassen, aber ob die Rauheit einer Lötstellen-Oberfläche eine Abweichung darstellt, ist dem Anwender und seinen Qualitätsrichtlinien überlassen (Bild 2). Solche Erscheinungsbilder können aufgrund der unterschiedlichen Bilddaten auch kaum automatisch bewertet werden, da der Aufwand zur Datenaufnahme und die Anlernzeit des Systems (Teaching) für kleine Stückzahlen zu kostenintensiv wäre. Oft scheitert die AOI auch daran, dass die Bewertungskriterien bei manuellen Systemen abhängig sind von

- ▶ der Art der Beleuchtung (diffus, fokussiert),
- ▶ dem Blickwinkel,
- ▶ dem Kontrastverhältnis,
- ▶ der elektronischen Auswertung durch das optische bzw. elektronische System, usw.



Bild 4: Endoskop zur seitlichen Betrachtung (z. B. für BGA-Inspektionen). Wichtig ist hierbei, dass das optische System eine kleine Geometrie über einem hohen Arbeitsabstand beibehält

## Endoskopische Systeme

Oft scheitert die Inspektion schon daran, dass z.B. die seitliche, optische Inspektion mit 90°-Prismen wegen der benachbarten, hohen Bauelementen nicht möglich ist. Diese Inspektion wird allerdings durch endoskopische Systeme, die am Ende der Optik eine Bildumlenkung vornehmen, ermöglicht.

Leider sind einige Endoskope häufig geometrisch zu groß, um auch bei dicht bestückten Baugruppen eine einfache, seit-



Bild 3: Inspektion mittels Nadelendoskop in ein Loch mit 1,5 mm Durchmesser zur Beurteilung von Bauteilen, die sich unter einer gelöteten, nicht lösbaren Hf-Abschirmung befinden

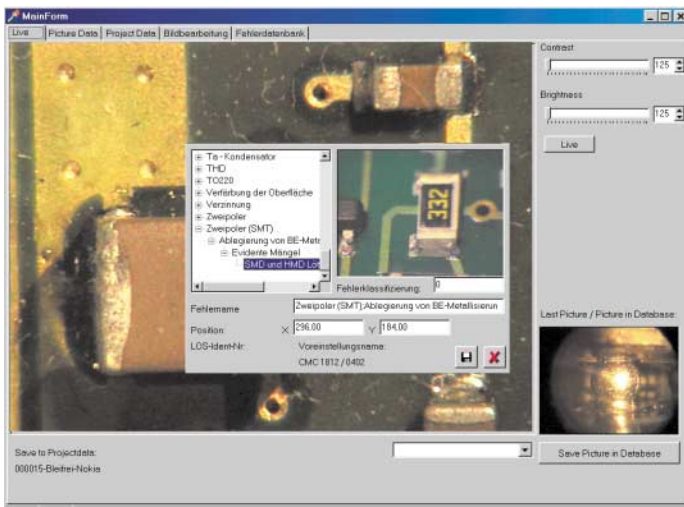


Bild 5:  
Software zur  
Fehlerprävention  
IMXPRO

liche Inspektion vornehmen zu können. Abhilfe schaffen hier so genannte „Nadelendoskope“, die im Durchmesserbereich bis unter 0,9 mm gefertigt werden können. Diese Endoskoptypen gewinnen in Zukunft immer größere Bedeutung (Bild 3 und Bild 4).

### Endoskope und Einsatzmöglichkeiten

Für die Dokumentation von Fertigungsergebnissen gemäß ISO 9001:2000 ist es erforderlich, eine Statistik über aufgetretene Fehler an der Hand zu haben, damit diese Fehler erfasst und abgestellt werden können. Für eine schnelle Fehlerbewertung ist die mit dem Mikroinspektionssystem ausgelieferte Software Examiner (im Lieferumfang des Systems Examiner enthalten) bestens geeignet (Bild 5). Damit ist es möglich, dem Live-Bild oder dem abgespeicherten Bild Fehlerarten und -orte zuzuordnen, die in einer Datenbank gespeichert und für statistische Zwecke ausgewertet werden können. Somit hat der Benutzer eine direkte Rückkopplung zum Prozess, um im Bedarfsfall schnell eingreifen zu können. Der Benutzer hat die Bewertung zwar selbst in der Hand, kann aber durch eine

eigene Fehlerdefinitionsdatenbank die Bewertung deutlich vereinfachen. Ist das System vorher kalibriert worden, kann hier eine schnelle und einfache Ortszuordnung vorgenommen werden.

Bei optischen Inspektionen können Fehlerbewertungen z. B. pro Los, pro Fertigungszeitraum oder nach Fehlerort ausgewertet werden. Die statistische Auswertung eines bestimmten Bereiches auf der Baugruppe kann Auffälligkeiten aufzeigen, die in nachhaltige Fehlerpräventionsmaßnahmen münden.

Die Möglichkeiten zur Inspektion der verschiedenen Auffälligkeiten (die im übrigen nicht immer Fehler sein müssen), können mit Hilfe eines modular aufgebauten Inspektionssystems wie dem Examiner erfolgen. Dieses Gerät gestattet die Inspektion von ganzen Baugruppen, Makroaufnahmen von Bauelementen bis hin zu Bonddrähten und ebenso die Verwendung spezieller Endoskope für z.B. die BGA-Begutachtung.

Als Besonderheit können mit diesem Inspektionsgerät auch Bereiche begutachtet werden, die an schwer zugänglichen Orten, z.B. direkt unter Bauelementen, liegen (z.B. Stützkondensatoren). Dies geschieht mit Hilfe von flexiblen Endoskopen, die mit ihren kleinsten Durchmessern von 0,32 mm direkt unter oder in das Bauelement plaziert werden können.

Das Examiner-System (Bild 6) ist nicht für eine Großserienprüfung vorgesehen, eignet sich aber für das Einfahren eines Prozesses oder die Inspektion nach einer Reparatur sowie die systematische Prüfung von Baugruppen.



Bild 6: Examiner-System mit Kreuztisch zur Baugruppenaufnahme

Fax +49/30/43 03 31 69  
www.technolab.de  
productronic 415

Dipl.-Ing. / Dipl.-Wi.-Ing. Olaf Nusche,  
TechnoLab GmbH, Berlin