

# High-End-BGA-Inspektion

## Mit mikroendoskopischer Inspektion Lötverbindungen im Detail prüfen

Miniaturendoskope gelangen noch dichter und direkter an Bereiche, zu denen bisher konstruktiv bedingt kaum Zugang bestand. Die Systeme erschließen neuartige Perspektiven für die optische Inspektion elektronischer Baugruppen und bieten eine Alternative zu den teuren Röntgeninspektionssystemen.

*Autor: Kris Karbinski*

Immer mehr Einzelkomponenten, wie Ventileinsätze in der Mechanik oder Miniatorschalter in der Elektronik, werden durch den Druck zu fortschreitender Miniaturisierung in ihren Dimensionen erheblich verkleinert. Dies verlangt vor allem in Hinblick auf die Komponenten mit beweglichen Teilen, oder in denen pneumatische/hydraulische Funktionen integriert sind, ein immer höheres Qualitätsniveau. Im Beispiel Ventileinsatz ist die Oberflächenbeschaffenheit im Innenbereich von besonderer Bedeutung. Schließlich können Partikel, die früher in großen Bohrungsdurchmessern keine Hindernisse fanden, in heutigen Applikationen durch Behinderungen oder Verschleißungen in den Hydraulikkanälen zu Ausfällen oder unzuverlässiger Funktion führen.

Gerade in sicherheitsrelevanten Baugruppen dürfen Partikel oder Grate nicht auftreten. Ein großes Problem bei der Entwicklung oder Herstellung solcher miniaturisierter Komponenten ist die Inspektion im Rahmen qualitätssichernder Maßnahmen. Durch den Einsatz von Verbundwerkstoffen ist es in vielen Fällen nicht möglich, mittels der bekannten Röntgendurchstrahlung ins Innere zu schauen, insbesondere wenn Metall und Kunststoff zusammen eine komplexe Einheit bilden. Hier bietet die Mikroendoskopie oft eine Lösung, da sich mit faseroptischen Endoskopen wie jene von Technolab mit Durchmessern bis hinunter zu 300 µm auch kleinste Bohrungen inspizieren lassen.

Zudem erlaubt das endoskopische Verfahren auch Farbbilder. Sie ermöglichen eine differenziertere Bildinformation als die Röntgenanalyse, da kein physikalischer „Umweg“ wie das Sichtbarmachen der kurzwelligen Röntgenstrahlung nötig ist. Dies ist von besonderer Bedeutung, wenn beispielsweise bei Rissuntersuchungen nach dem Waschen Farbpigmente in Risserscheinungen verbleiben, die sich dann mittels der optischen, endoskopischen Inspektion aufspüren lassen. Auch ist es möglich, Partikel von 1/100 mm Größe zu entdecken.

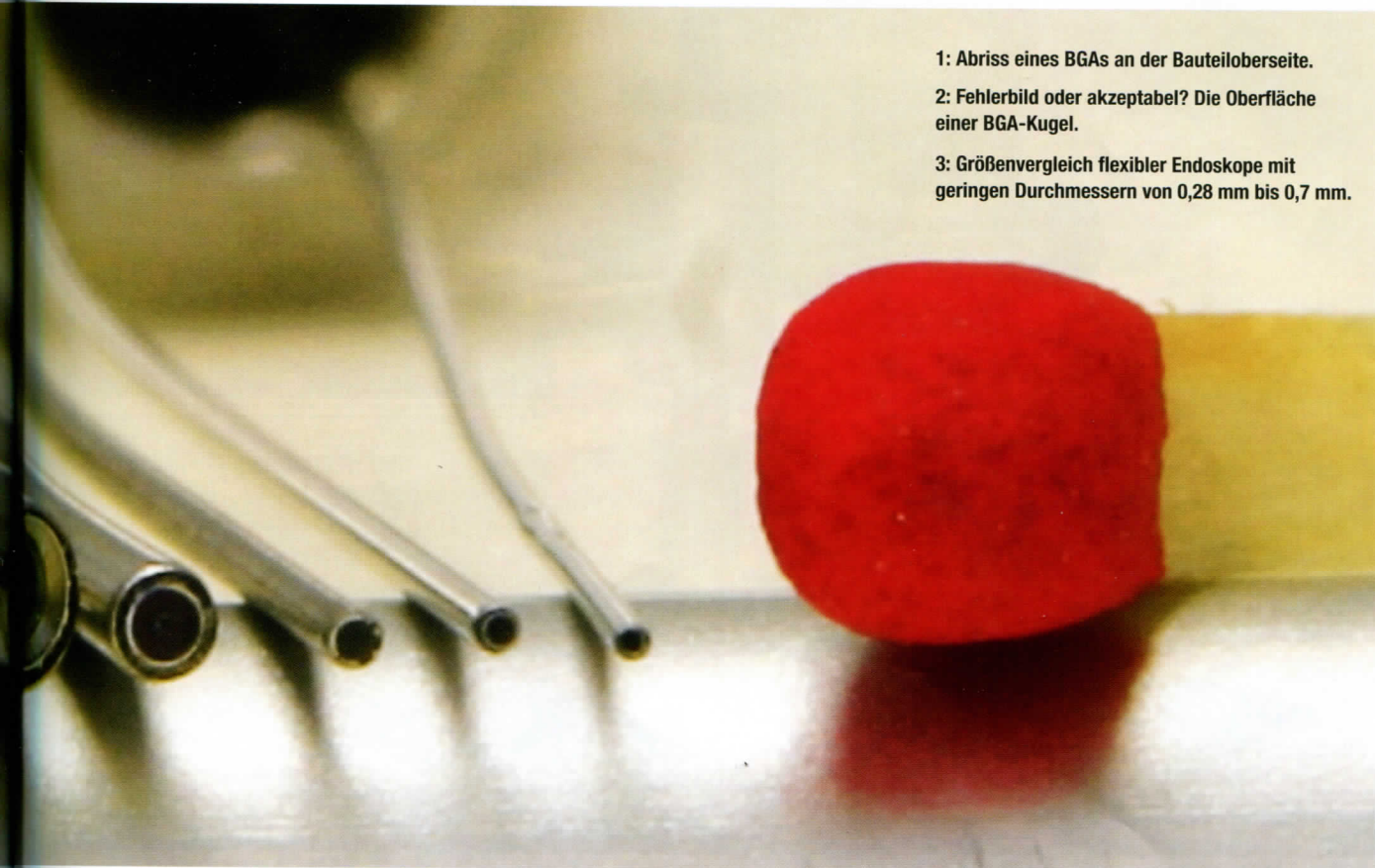
### Alternative zu AOI

Eine schnell durchführbare und effiziente optische Inspektion ist in den meisten Bereichen der Fertigung von elektronischen Baugruppen unerlässlich. Mit AOI-Systemen ist in solchen Anwendungen durch die Gut/Schlecht-Definition eine vollständige Fehlerlokalisierung sehr schwierig. Jene Systeme können zwar den Versatz von Bauelementen erfassen, aber ob die Rauheit einer Lötstellenoberfläche eine Abweichung darstellt, ist dem Anwender und seinen Qualitätsrichtlinien überlassen. Solche Erscheinungsbilder lassen sich aufgrund der unterschiedlichen Bilddaten kaum automatisch bewerten, da der Aufwand zur Datenaufnahme und die Anlernzeit des Systems (Teaching) für kleine Stückzahlen unrentabel sind.

Oft scheitert die AOI auch daran, dass die Bewertungskriterien bei manuellen Systemen von der Art der Beleuchtung (diffus, fokussiert) abhängig sind, dem Blickwinkel, dem Kontrastverhältnis, der elektronischen Auswertung durch das optische beziehungsweise elektronische System. In der Elektronikfertigung erlauben es applikationsspezifische Endoskope schon lange, Lötstellen zu inspizieren, die unter Bauteilen liegen und von oben betrachtet nicht sichtbar sind. Diese Endoskope müssen neben der guten optischen Auflösung auch eine Fokussierung in weiten Bereichen erlauben, um den größtmöglichen Inspektionsraum abzudecken.

### Lötfehler mittendrin

Dem Zentral- oder Mittenbereich von PBGA-Bauelementen kommt im Fertigungsprozess besondere Aufmerksamkeit zu. Das Gehäuse nimmt beispielsweise durch falsche Lagerung Feuchtigkeit auf (Hygroskopie der verwendeten Kunststoffe des Packages). Dadurch kommt es zu den so genannten Popcorn-Effekten, die den BGA zerstören und zu Lötfehlern im Zentralbereich unter dem BGA führen können. Dieser Effekt ist mit den relativ weit entfernt



- 1: Abriss eines BGAs an der Bauteiloberseite.
- 2: Fehlerbild oder akzeptabel? Die Oberfläche einer BGA-Kugel.
- 3: Größenvergleich flexibler Endoskope mit geringen Durchmessern von 0,28 mm bis 0,7 mm.

Bild: Technolab

einsetzbaren, starren Endoskopen nicht inspizierbar, da selbst eine Fokussierung in diesem Bereich keine zufriedenstellenden Bildinformationen liefert. Deshalb ist eine Inspektion im Zentralbereich unter dem BGA auf spezielle Art und Weise durchzuführen.

Dafür eignen sich flexible Endoskope mit geringen Durchmessern, welche die Bildinformationen direkt vor Ort aufnehmen. Die feinen, flexiblen Endoskope haben einen Durchmesser von nur 300 µm und verfügen über bis zu 1600 Bildfasern nebst Beleuchtung. Diese faseroptischen Endoskope werden durch die Reihen der Lötstellen geführt und dringen somit in den zentralen Bereich unter den Bauelementen vor. Durch die verschiedenen Reflexionserscheinungen ist es möglich, direkt an der Lötverbindung deren Qualität zu ermitteln.

Je nach Art des BGA oder CCGA lassen sich Fertigungsergebnisse bis zu einem Pitch von 0,8 mm kontrollieren. Die Bildinformationen entsprechen qualitativ nicht denen starrer Endoskope, jedoch erweitern flexible Endoskope ganz entscheidend die Möglichkeiten einer optischen Inspektion. Dabei werden die wichtigsten Kriterien zur Bewertung einer Lötverbindung wie Nichtlötungen, Brücken, Verschmutzungen durch Flussmittel und die Geometrie erfasst. Die durch die Anzahl der vorhandenen Bildfasern begrenzte Bildqualität erfordert nur einen geringen Schulungsaufwand.

### Lokalisieren von Lötfehlern

Typischerweise werden bei einem flexiblen Endoskop Bild und Licht über Glasfaserbündel übertragen. Dabei beleuchtet das Endoskop die Lötverbindung und überträgt das Reflexionsbild. Basierend auf der Bewertung der übertragenen Reflexionen in direkter Draufsicht auf den Lötball unter dem Bauelement ist durch eine Drei-Ebenen-Reflexion die intakte Lötstelle gut zu bewerten. Die drei Ebenen setzen sich von oben nach unten gesehen wie folgt zusammen: Die erste Ebene ist die Reflexion der oberen Lötverbin-

dung, die zweite Ebene der Lötball und die dritte Ebene die untere Lötverbindung. Fehlen diese Reflexionserscheinungen, ist es zu einer Nichtlötung gekommen. Brücken erzeugen eine Totalreflexion ohne Verlauf und sind ebenfalls sehr gut zu diagnostizieren.

Zudem lassen sich durch eine Trübung der Reflexionen des Inspektionslichts (gelbe, goldfarbene Reflexion) Flussmittelrückstände gut detektieren. Geometrische Veränderungen der Lötverbindung, etwa durch Abfließen von Lot in den Vias (über den Dogbones), verändern die Reflexionseigenschaften der Lötverbindung ebenfalls deutlich. Das der Lötverbindung fehlende Lötvolument schwächt ihre Fähigkeit, mechanische Belastungen aufzunehmen, und verringert insgesamt die Zuverlässigkeit der Lötverbindung. Aufgrund der Bewertung der Reflexion des eingebrachten Lichts durch das flexible Endoskop ist es möglich, die Oberfläche des Lötballs ebenfalls zu bewerten. Kratzer und Ausbläser sowie unebene Strukturen auf der Lötballoberfläche erzeugen Abweichungen und Reflexionsminderungen in den Bildinformationen. (mrc) ■

Der Autor: Kris Karbinski, Sales und Marketing bei Technolab.

### Auf einen Blick

#### Vorteile moderner mikroendoskopischer Inspektion

Miniaturendoskope gelangen noch dichter und direkter an Bereiche, zu denen bisher konstruktiv bedingt kaum Zugang bestand. Die engen Platzverhältnisse unter den BGA-Bauelementen erfordern kleinere, flexible Endoskope. Diese Endoskope müssen neben der guten optischen Auflösung auch eine Fokussierung in weiten Bereichen erlauben, um den größtmöglichen Inspektionsraum abzudecken.

**i** infoDIREKT [www.all-electronics.de](http://www.all-electronics.de)

451pr0213