

AREA-ARRAY-BAUELEMENTE

Popcorn-Effekt inspizieren

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

Dafür eignen sich flexible Endoskope mit geringen Durchmessern, die die Bildinformationen direkt vor Ort aufnehmen. Die feinen, flexiblen Endoskope (Bild 1) haben einen Durchmesser von nur 300 µm, in dem 1600 Bildfasern (Bild 2) und die Beleuchtung integriert sind. Durch die verschiedenen Reflexionserscheinungen kann direkt an der Lötstelle

qualität erfordert nur einen geringen Schulungsaufwand.

Lokalisieren von Lötfehlern

Basierend auf der Bewertung der übertragenen Reflexionen in direkter Draufsicht auf den Lötball unter dem Bauelement (Endoskop beleuchtet die Lötstelle und überträgt das Reflexionsbild zurück) ist durch die Drei-Ebenen-Reflexion (von oben nach unten gesehen: 1. Ebene: Reflexion obere Lötstelle, 2. Ebene: Lötball, 3. Ebene: untere Lötstelle) die intakte Lötstelle gut zu bewerten. Fehlen diese Reflexionserscheinungen, ist es zu einer Nichtlötung gekommen. Brücken indes erzeugen eine Totalreflexion ohne Verlauf und sind ebenfalls sehr gut diagnostizierbar. Des Weiteren sind durch eine Trübung der Reflexion des Inspektionslichtes (gelbe, goldfarbende Reflexion) Flussmittelrückstände gut detektierbar. Geometrische Veränderungen der Lötstellen, etwa durch Abfließen von Lot in den Vias (über den Dogbones), verändern ebenfalls deutlich die Reflexionseigenschaften der Lötstellen. Das der Lötstelle fehlende Lotvolumen schwächt sie, die mechanischen Belastungen aufzunehmen, und verringert insgesamt die Zuverlässigkeit der Lötverbindung. Aufgrund der Bewertung der Reflexion des eingebrachten Lichts durch das flexible Endoskop können die Oberflächen der Lötballs ebenfalls bewertet werden. Krater und Ausbläser sowie unebene Strukturen auf der Lötballoberfläche erzeugen Abweichungen und Reflexionsminderungen in den Bildinformationen.

Eine ganzheitliche Inspektion erfordert die starre und die flexible Endoskopie, um die Vorteile beider Methoden wie Kosteneffizienz, schnelle Durchführbarkeit und einfaches Handling zu nutzen.

Die Endoskope sind entsprechend der Aufgabe auszuwählen. Starre und flexible Endoskope sind in verschiedenen Ausführungen, geometrischen Abmessungen und für spezielle Einsatzzwecke lieferbar

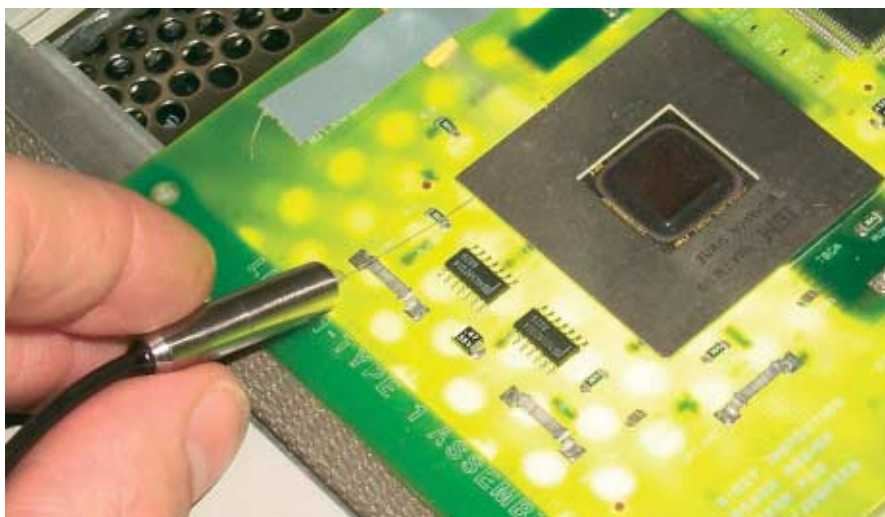


Bild 1. Flexibles Endoskop unter TBGA

Dem Zentral- oder Mittenbereich von PBGA-Bauelementen ist im Fertigungsprozess besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Sie nehmen beispielsweise durch falsche Lagerung Feuchtigkeit auf (Hydroskopie der verwendeten Kunststoffe des Package). 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 kann nur nach der Fertigung oder der Reparatur diagnostiziert werden. Er ist mit den relativ weit entfernt einsetzbaren, starren Endoskopen nicht inspizierbar, da selbst eine Fokussierung in diesem Bereich keine zufrieden stellenden Bildinformationen liefert. Deshalb muss eine Inspektion im Zentralbereich unter dem BGA mit speziellen Lösungen durchgeführt werden.

auf deren Qualität geschlossen werden. Mit diesem optischen System lassen sich Lötstellen inspizieren, ohne den Umweg komplizierter, kostenintensiver, physikalischer Umrechnungsverfahren der erzielten Bildinformationen (z. B. bei der Röntgeninspektion) gehen zu müssen. Je nach Art des BGA oder CCGA können Fertigungsergebnisse bis zu einem Pitch von 0,8 mm kontrolliert werden. Die Bildinformationen entsprechen qualitativ nicht denen starrer Endoskope, jedoch erweitern flexible Endoskope ganz entscheidend die Möglichkeiten einer optischen Inspektion. Die wichtigsten Kriterien zur Bewertung einer Lötstelle wie Nichtlötungen, Brücken, Verschmutzungen durch Flussmittel und die Geometrie werden erfasst. Die durch die Anzahl der vorhandenen Bildfasern begrenzte Bild-

(A²IS Mikro-Inspektionssystem, TechnoLab GmbH, Berlin, oder System Examiner, Seho GmbH, Kreuzwertheim).

Innen liegende Lötstellen prüfen

Die unzugänglichen Lötstellen der beiden Area-Array-Bauelementetypen BGA und CCGA sind schwer optisch zu inspizieren. Im Vergleich zu BGA-Konfigurationen sind jedoch die Lötstellen der CCGA-Bauelemente leichter erreichbar, da die Platzverhältnisse weniger beengt sind. Aufgrund der größeren Außengeometrien der Bauelemente und der unter dem Bauelement flächig vorhandenen Anschlusskonfigurationen (Lötcolumns) ist eine Inspektion von der Seite nur unbefriedigend durchführbar. Hier bieten flexible Endoskope mit einem Außendurchmesser von bis zu 700 µm mit über 6000 Bildfasern eine gute Möglichkeit, die innen liegenden Lötstellen zu inspizieren.

Bild 3 zeigt den Einsatz eines starren Endoskops. Zu sehen ist die erste Reihe Columns unter einem CCGA-Bauelement. Die äußeren Lötverbindungen sind sehr gut erkennbar. Deutlich wird hier das Problem, die zentraler liegenden Lötverbindungen zu bewerten, da diese durch die davor stehenden Verbindungen teilweise verdeckt werden.

Bild 4 zeigt den Zentralbereich unter dem CCGA. Das flexible Endoskop mit ca. 700 µm Durchmesser gleitet zwischen den Lötkonfigurationen hindurch und inspiziert zwei Columnreihen gleichzeitig. Der optische Öffnungswinkel beträgt ca. 70 Grad und wird durch eine an der Spitze des flexiblen Endoskops angebrachte Linse realisiert. Die hohe Anzahl an Bildleitfasern von ca. 6000 Stück ergibt eine der Aufgabe entsprechende gute Bildqualität. Deutlich sind hier die oben und unten angeordneten Lötstellen zu erkennen, die auch durch deren Reflexionen gut erkennbar sind. Im Mittenbereich befinden sich die Columns, die aufgrund der veränderten Gefügezusammensetzung 90Pb10Sn eine gegenüber der eutektischen Legierung veränderte Oberflächenbeschaffenheit aufweisen und damit weniger reflektieren. Zwischen den Columns im unteren Mittenbereich befindet sich eine Durchkontaktierung, die durch kupferfarbene Reflexion erkennbar ist. Die Verbindung beider Inspektionsmethoden verdeutlicht den additiven Lösungsansatz bei der optischen Inspektion mit Endoskopen.

Im Bereich der BGA-Bauelemente ist diese Art der optischen Inspektion ebenfalls sehr gut anwendbar. In Bild 5 wurde ein Eckbereich eines CBGA optisch inspiziert. Im Bereich der oberen Anbindung zeigen die Lötverbindungen im Vergleich zu den unteren Lötstellen eine deutlich erhöhte Oberflächenrauheit. Gezeigt wird hier ein Fertigungsfehler im Bumpingprozess des CBGA, in dem die Lotpaste nicht vollständig durchgeschmolzen wurde. Dieser schnell diagnostizierbare Fehler ist ebenfalls in Bild 6 gut zu erkennen, einer Aufnahme direkt unter dem CBGA. Zu erkennen sind die inneren Reihen in Richtung des Randbereiches kurz vor dem kompletten Untertunneln des gesamten CBGA. Die fehlende bzw. stark gedämpfte Reflexion an den oberen Lötverbindungen zeigt ebenfalls eine Abweichung im Vergleich zu den unteren Lötverbindungen. Der CBGA ist auch im Zentralbereich von diesem Effekt betroffen. Durch die konsequente Anwendung der flexiblen Endoskope ist es möglich, jede einzelne Lötverbindung unter dem Bauelement zu inspizieren.

Die engen Platzverhältnisse unter den BGA-Bauele- ▷

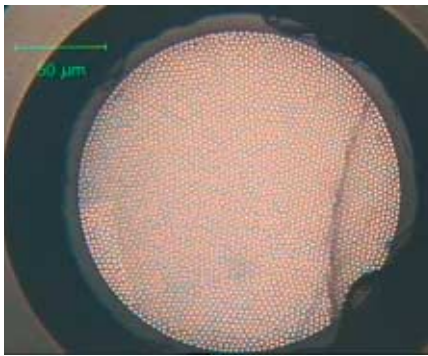


Bild 2. Flexendoskop, Faseraufbau, Durchmesser 300 µm

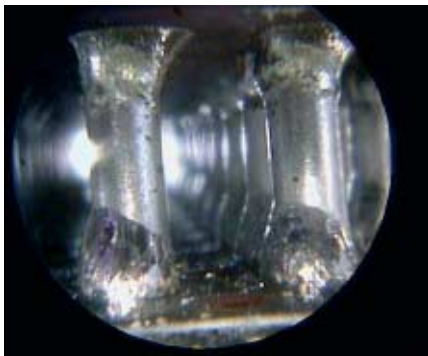


Bild 3. Inspektion mit starrem Endoskop, CCGA



Bild 4. Inspektion mit flexiblem Endoskop, CCGA

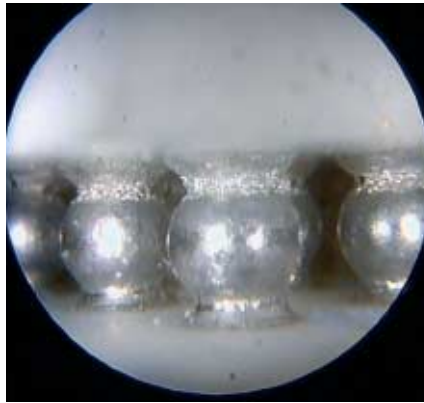


Bild 5. Inspektion mit starrem Endoskop, CBGA, Prozessfehler Lötstelle oben

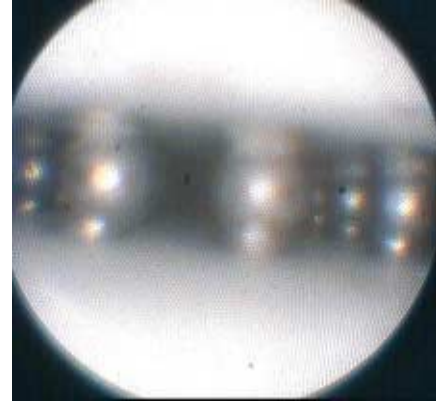


Bild 6. Inspektion mit flexiblem Endoskop unter CBGA, Prozessfehler Lötstelle oben, geringe/keine Reflexion durch raue Oberfläche

menten erfordern kleinere, flexible Endoskope. Der damit verbundene geringe Qualitätsverlust behindert das Durchführen der Inspektion selbst durch einen kurz eingewiesenen Mitarbeiter nicht. CCGA-Bauelemente, wie auch deren Verwandte PGA oder vergleichbare Bauelemente, können ebenso effizient inspiziert werden.

Inspektionssysteme ergänzen sich

Eine schnell durchführbare und effiziente optische Inspektion ist in den meisten Bereichen der Fertigung von elektronischen Baugruppen unerlässlich. Die Investitionskosten für ein solches Equipment können sehr hoch sein, trotzdem ist das beschaffte System für die Inspektionaufgaben oft nicht geeignet oder überqualifiziert. Röntgeninspektionssysteme sind im Vergleich zu optischen Inspektionssystemen um den geschätzten Faktor 8 bis 10 teurer, zudem erzielen sie in der Fehlerdiagnose bei der Inspektion oft nur gleiche oder geringere Leistungen. Geübte Mitarbeiter, die mit einem endoskopischen Mikroinspektionssystem arbeiten, zeigten durch ihre Erfahrung eine wesentlich effizientere Fehlerdiagnose. Der Vorteil, ein Bild wirklich zu sehen und die Bildinformationen zu interpretieren, wirkt sich schnell positiv auf die Arbeitsgeschwindigkeit aus, da kein physikalischer Umweg mit einem nicht der Realität entsprechenden Bild gegangen werden muss. Oft sind die Bildinformationen, die Röntgeninspektionssysteme darstellen, von der verwendeten Datentechnik abhängig, so dass je nach Programmierung

unterschiedliche Bildinformationen abgeleitet werden. In Zusammenspiel mit AOI-Systemen kann dies zu empfindlichen Störungen führen und Inspektionsvorgänge beträchtlich behindern. Röntgeninspektionssysteme heutiger Generation zählen zu den leistungsfähigsten Systemen, wenn es darum geht, innerhalb geschlossener Bereiche (Innenbereiche von integrierten Schaltungen) zu inspizieren. In diesem Bereich sind derartige Messsysteme unschlagbar. Im Bereich der Inline-Inspektion leisten diese Systeme ebenfalls sehr gute Unterstützung bei der Absicherung der geforderten Qualitätsansprüche. Optische Inspektionssysteme hingegen sind für eine Serieninspektion eher ungeeignet. Sie stehen daher nicht im direkten Wettbewerb mit Röntgensystemen, sondern können diese ergänzen. □

► **TechnoLab GmbH**
Marco Kämpfert
T 0 30/43 03-3160
marco.kaempfert@technolab.de
www.technolab.de