

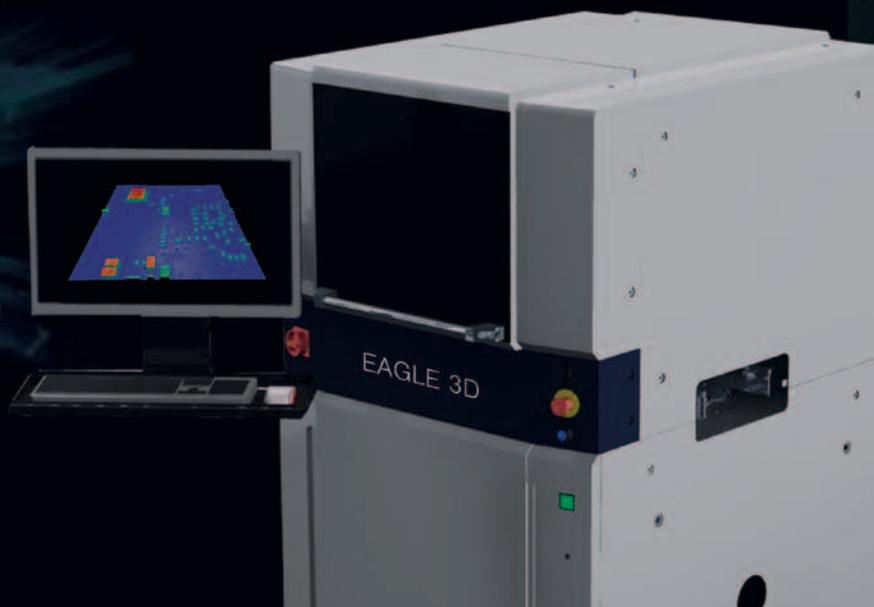
Auf einen Blick

Präzise Technik

Qualität wird nicht geprüft, sondern gefertigt. Für einen optimalen Prozesswirkungsgrad ist auch eine hohe Qualität notwendig, die sich durch effiziente Prüftechnik wie 3D-AOI realisieren lässt. Denn ein prozessoptimiertes und transparentes Qualitätsmanagement sind heute unerlässlich für eine kosteneffiziente Produktion und um im Wettbewerb zu bestehen.

i infoDIREKT www.all-electronics.de 500pr0614

Die fortschreitende Miniaturisierung treibt die weitere Entwicklung in der Inspektionstechnik voran. Darauf hat Pemtron mit seinem 3D-AOI Eagle reagiert.



Pseudofehler ade!

Optische 3D-Fehlersuche für sichere Leiterplatteninspektion

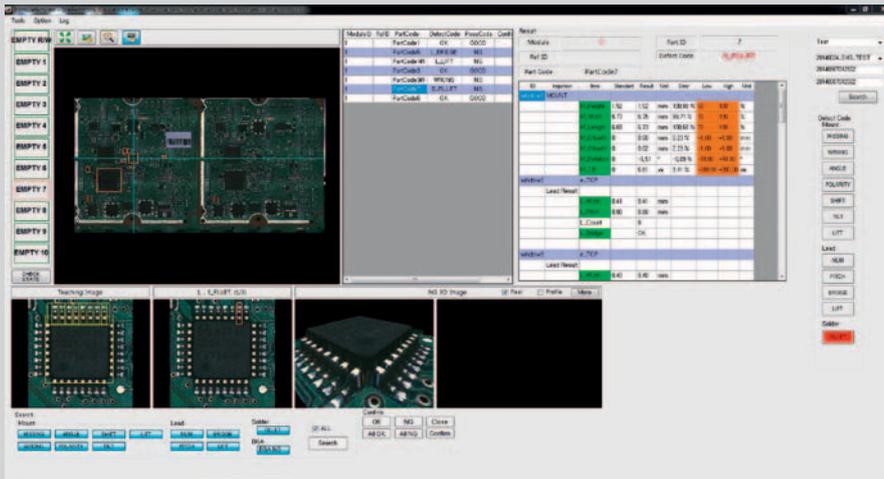
Die Welt im Bereich der automatischen optischen Inspektion ist einem steten Wandel unterzogen – keine andere Technologie in der Bestückungsautomation ist so schnelllebig wie diese. 3D-AOI ermöglichen bislang unerreicht zuverlässige Inspektionsmöglichkeiten mit sehr guter Prüftiefe. Dadurch reduzieren sich Pseudofehler und Schlupf signifikant.

Autor: Sebastian Glitsch

Die Fertigungsqualität zu verbessern und die Fehlerrate in der elektronischen Baugruppenfertigung zu minimieren – darauf kommt es an. Um dieses Ziel zu erreichen, gab es in der Vergangenheit einige Meilensteine in der Baugruppeninspektion: So hielten die ersten AOI-Systeme zu Beginn der 1990er Jahre Einzug in die Elektronikfertigung – wenngleich in eher primitiver Form, als Scanner, die zum Bildvergleich eingesetzt wurden. Bald darauf kamen die ersten Kamerasysteme auf den Markt, die mit einer rudimentären Software ausgestattet jeden

Programmierer vor große Herausforderungen stellten. Parallel dazu wurden die Entwicklungen bei den Kameras und der Beleuchtung vorangetrieben: Neuartige Lichtringe wie etwa die RGB-LED-Beleuchtung kamen hinzu. Mit diesen zusätzlichen Leistungsmerkmalen vergrößerte sich der Spielraum für Anwender und Programmierer gleichermaßen. Ein weiterer Meilenstein folgte mit der Einführung der seitlichen Kameras.

Die fortschreitende Miniaturisierung treibt die weitere Entwicklung in der Inspektionstechnik voran: Lötverbindungen werden



Die 3D-SPIs und 3D-AOI-Systeme lassen sich miteinander verknüpfen, sodass Fehlerbilder aus beiden Systemen gebündelt auf der Reparaturstation darstellbar sind.



Acht Projektoren reduzieren Spiegelreflexionen, was eine schattenfreie 3D-Inspektion erlaubt.

Alle Bilder: ANS-Answer

nicht nur fortlaufend kleiner, sondern durch QFNs und BGAs zunehmend „unsichtbarer“. Wenngleich seitliche Kameras durchaus ihre Vorteile haben, stellt sich systemabhängig die Frage, wie viel mehr sich tatsächlich erkennen lässt, während gleichzeitig der Programmierer ein weiteres Interpretationstool erhält, das seine Arbeit nicht wirklich erleichtern hilft. Da half es bislang wenig, wenn Kameras mit Auflösungen im Megapixelbereich und Beleuchtung mit immer mehr LEDs ausgestattet wurden: An der Grundkonzeption der Baugruppeninspektion hat sich in den letzten beiden Jahren nichts wesentlich verändert.

3D-SPI-System: Messen statt interpretieren

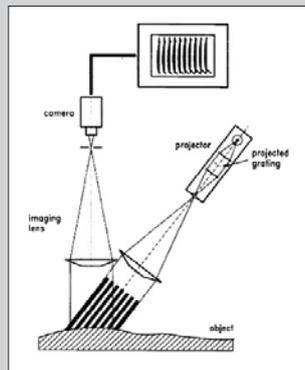
Mit dem Einzug der ersten 3D-SPI-Systeme vor gut sechs Jahren trat eine noch unbekannt Technologie ihren Siegeszug in die Bestückungsautomation an: die dreidimensionale Vermessung der Lotdepots anstelle von optischer Interpretation. Diese noch junge Technik hat die AOI-Systeme revolutioniert und wird dies auch weiterhin tun, vor allem hinsichtlich den Inspektionsmöglichkeiten, aber auch hinsichtlich der Programmierung. Zwischenzeitlich hat sich die 3D-Inspektion des Lotpastendruckes in der SMT-Fertigung von elektronischen Baugruppen als zusätzliches Prüftor neben der optischen und röntgentechnischen Inspektion der bestückten und verlöteten Baugruppen (AOI/AXI) etabliert. Die Kernaufgabe ist die Erkennung definitiv unzulässig bedruckter Lotpads im Sinne von Volumen, Form, Verschmierung, Pastenbrücken und Versatz. Neben der reinen Fehlererkennung bietet eine leistungsstarke SPI jedoch mehr Vorteile für die Elektronikfertigung.

Hilfreich dabei ist die so genannte Moiré-Technik, die eine dreidimensionale Projektion über Gitterlinien erlaubt, wobei sich zwischenzeitlich zwei verschiedene Ansätze etabliert haben. In der einen Vorgehensweise werden die für die dreidimensionale Vermessung benötigten Gitterlinien in das Field-of-View der Kamera mittels eines feinmechanischen Shutter projiziert. Dies bedeutet, dass eine Schablone mit einem Streifenmuster feinmechanisch zu takten ist, um die unterschiedliche Position im Field-of-View mit Linien abzugleichen. Die andere Vorgehensweise nutzt einen LCD-Chip, der die Linien generiert und diese ebenfalls über das Field-of-View projiziert. Nachteil dieses technischen Ansatzes sind die durch das Pixelraster des

LCD-Chips bedingten groben Linienabstände. Dies hat Auswirkungen auf die Messgenauigkeit. Ein weiterer – eher zu vernachlässigender – Ansatz ist die 3D-Vermessung mittels Laser. Anders als bei den erst genannten Techniken lässt sich die Lasertechnik nicht in Verbindung mit einem 3D-AOI-System anwenden, da bei der Inspektion von Bauteilen nicht auf eine optische Kamera (2D-Inspektion) verzichtet werden kann.

AOI-Systeme im Vergleich

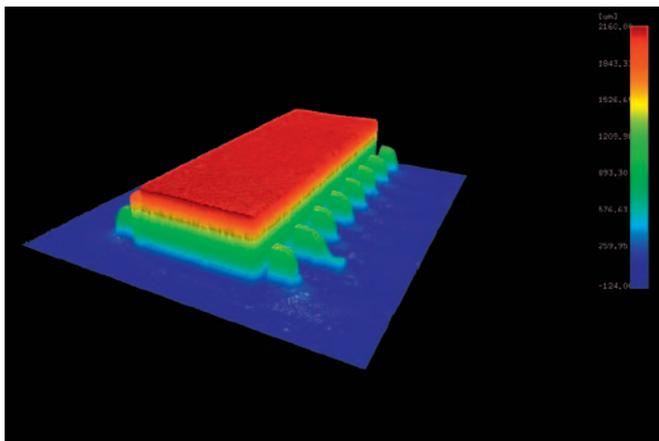
Die Gretchenfrage ist nun, welches System eine höhere Prüftiefe verspricht: entweder ein 2D-Mehrfachkamerasystem mit 3D-Option oder doch eher ein reines 3D-Inspektionssystem mit zusätzlicher 2D-Kamera? Bei den 2D-Mehrfachkamerasystemen kommt die 3D-Option nur bei wenigen Prüfungen zum Einsatz, weil der Fokus und die Taktung dieser Systeme klar auf dem 2D-Prozess liegen. Darüber hinaus findet eine 2D-Kamera nur dann Anwendung, wenn zusätzlich zur dreidimensionalen Vermessung auch optisch zu erkennende Merkmale wie Polaritätsprüfung und Schrifterkennungen als weitere Prüfschritte vorzunehmen sind. Ganz anders das reine 3D-AOI-System: Es erlaubt mit der Moiré-Analyse die dreidimensionale Geometrievermessung von Bauteilen und Lötstellen. Durch die Höheninformationen lassen sich auch bislang schwierig zu interpretierende Fehler sicher erkennen. Ein weiteres wichtiges Kriterium für Inspektionssysteme ist die in-



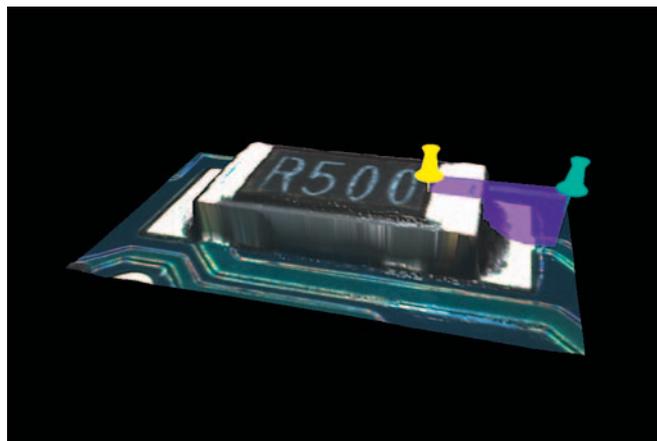
Die weitverbreitetste Technologie ist die 3D-Vermessung nach Moiré: darunter ist eine dreidimensionale



Die vielen Vorzüge der dreidimensionalen AOI-Technik hat Hersteller Pemtron mit seinem Inline-System Eagle 3D-AOI gebündelt. Im Bild: die Desktop-Version.



Durch 3D-Messalgorithmen lassen sich Höhe und Lotvolumen von Lötverbindungen in sehr hoher Qualität messen.



Bei den 3D-AOI-Systemen wird auch die Lötstelle dreidimensional vermessen, wobei lediglich die Bauteilhöhe festgelegt werden muss.

tuitive Softwareoberfläche, die eine schnelle Programmierung und leichte Bedienung erlaubt. Dadurch wird dem Anwender das leichte Erlernen der Fähigkeiten ohne Vorkenntnisse genauso ermöglicht wie die einfache Definition der Prüfschritte.

Ein Vergleich beider Inspektionsarten am Beispiel eines einfachen Widerstandes der Baugröße 0603 soll dies veranschaulichen: Bei der 2D-Inspektion besteht der erste Prüfschritt darin, die Position und die Anwesenheit zu überprüfen. Hier muss ein entsprechendes Licht inklusive einer Kamera gewählt werden, welche das Bauteil in einem guten Kontrast darstellt. Im zweiten Prüfschritt gilt es zu erkennen, ob das richtige Bauteil platziert wurde. Dies erfolgt entweder durch einen Bildvergleich oder OCR (Optical Character Recognition). Der dritte und vierte Prüfschritt ist der Inspektion der beiden Lötverbindungen gewidmet: Auch hierbei ist die richtige Beleuchtung ausschlaggebend, um die Lötverbindung richtig zu interpretieren. Üblicherweise kommen RGB-LED-Licht, Top-Licht, seitliche Kamera oder Top-Kameras zum Einsatz. Erfahrungsgemäß haben viele Parameter einen Einfluss auf ein gutes AOI-Ergebnis: Eine neue Bauteilcharge oder ein verändertes Reflow-Profil, das die Anschlusskappen dunkler werden lässt, oder auch Abweichungen im Pastendruck können die Messergebnisse genauso negativ beeinflussen wie hohe Bauteile, die neben dem Inspektionsbereich sitzen. Ebenso besteht die Frage, ob auch sehr flache Auflieger erkannt werden können.

Und worauf muss sich der Anwender beim 3D-AOI-System gegenüber der klassischen 2D-Inspektionstechnologie einstellen? Beim ersten Prüfschritt wird ein Prüfenster über das Bauteil gelegt. Das Inspektionssystem erkennt das Maß des Bauteils automatisch und speichert zuverlässig die maximale Höhe des Bauteils. Anschließend prüft das System die Position, die Anwesenheit, die Rotation und den Tilt (Koplanarität) des 0603-Widerstands. Zusätzlich ist es möglich, im System automatisch noch ein Bild zu hinterlegen, um zu prüfen, ob zweifelsfrei das richtige Bauteil bestückt wurde. Als zweiter Prüfschritt lässt sich auf Wunsch ein OCR-Prüfschritt hinzufügen. Auch bei den 3D-AOI-Systemen sind zwei Prüfschritte für je eine Lötverbindung nötig. Doch bei den 3D-AOI-Systemen wird auch die Lötverbindung dreidimensional vermessen. Hier muss lediglich die Bauteilhöhe festgelegt werden, wodurch das System in die Lage versetzt wird, ab der Bauteilkante den Verlauf der Lötverbindung zu errechnen. Dabei spielen die Kameraeinstellungen und Beleuchtungen keine Rolle. Um abschließend auf die eingangs erwähnte Gretchenfrage zurückzu-

kommen lässt sich festhalten, dass ein 3D-AOI mit 2D-Kamera-System die meisten Vorzüge aufweist.

3D-AOI-System im Inline-Betrieb

Die vielen Vorzüge der dreidimensionalen AOI-Technik hat Hersteller Pemtron mit seinem Inline-System Eagle 3D-AOI gebündelt. Vertriebspartner ANS Answer Elektronik hat das vielseitig einsetzbare Inspektionssystem in sein Portfolio aufgenommen. Dabei handelt es sich um ein echtes Farb-3D-AOI-System, das eine achtfache Projektion basierend auf der Moiré-Technologie verwendet. Ein mechanischer Shutter sorgt für hohe Messgenauigkeit. Das heißt, dass Bauteile und Lötstellen vermessen werden und somit keine optische Interpretation mehr nötig ist, wodurch sich Pseudofehler auf ein Minimum reduzieren lassen. Auch überzeugt das 3D-AOI durch eine bedienerfreundliche Programmierung.

Mit dem System ist nun möglich, Offsets, Rotationen, Polaritäten, Koplanarität, Auflieger, Schriften mittels OCR zu inspizieren und Grabsteine zügig aufzuspüren. Durch das Zusammenführen von 2D- und 3D-Daten mit unterschiedlichen Beleuchtungsarten und -richtungen lassen sich die Lötverbindungen, Pitch-Abstände, Kurzschlüsse und hochstehende Pins sehr leicht erkennen und auswerten. Wahlweise steht eine Kamera mit 4 oder 12 MPixel mit Auflösungen von 10 µm, 15 µm und 20 µm zur Verfügung. Die Inspektionszeit beträgt maximal 28 cm² bei einer maximalen Field-of-View-Größe von 61 mm x 46 mm. Die Systeme sind in X- und Y-Richtung mit Linearmotoren ausgestattet, was eine hohe Messgenauigkeit von ± 3 µm erst ermöglicht. Parallel dazu beträgt die Höhengenaugigkeit 2 µm. Die Systeme können Boards mit einem Format von bis zu 510 mm x 460 mm problemlos aufnehmen.

Des Weiteren realisiert das AOI-System eine umfangreiche SPC-Auswertung sowie die Vernetzung mehrerer Systeme mittels iNet. Bereits die 3D-SPI-Systeme von Pemtron verfügen über diese Funktionen. Ebenfalls werden 3D-SPIs und 3D-AOI-Systeme miteinander verknüpft und Fehlerbilder aus beiden Systemen gebündelt auf der Reparaturstation dargestellt. Die Programmierung kann komplett in 3D auch von einem Offline-Programmierplatz erfolgen. Somit kann das Inspektionssystem während der Programmierung ein anderes Produkt inspizieren. (mrc) ■



Der Autor: Sebastian Glitsch ist Produktmanager von ANS Answer Elektronik.