

THT-Qualität effizient sichern

Technologien und Konzepte für den optimalen Einsatz von AOI und AXI in der THT-Fertigung

Leistungselektronik nimmt im Zuge von Green Energy und Elektromobilität einen immer höheren Stellenwert in unserem Umfeld ein. Nicht in jedem Fall kommt dabei aber die integrierte Version in Form von IGBTs zur Anwendung – vielfach ist noch die konventionelle THT-Technologie im Einsatz und eine Ablösung dieser Art ist aktuell nicht in Sicht. Die Fertigung solcher Baugruppen ist im Vergleich zum SMD-Prozess wesentlich vielschichtiger und bietet damit auch einen großen Gestaltungsspielraum für Montage, Handling und Prüfung.

Im folgenden Artikel werden ausgehend von den verschiedenen Fehlertypen an THT-Baugruppen die Inspektionstechnologien dargestellt sowie deren effiziente Platzierung im Fertigungsprozess erläutert.

Betrachtet man eine Baugruppe mit THT-Leistungselektronik, so lassen sich ihre Qualitätskriterien in 3 Kategorien einteilen: die Bauteile auf der Oberseite, die Pins mit Lötstellen auf der Unterseite und der Lotdurchstieg durch die Leiterplatte. Auch hier ist ein gravierender Unterschied zum SMD-Prozess erkennbar: Die zu prüfenden Merkmale prägen sich an verschiedenen Arbeitsschritten des Fertigungsprozesses aus und für ihre sichere Erkennung ist zudem der Einsatz unterschiedlicher Inspektionstechnologien gefordert. Das Resultat ist die Integration von verschiedenartig konzipierten Prüfsystemen, welche auf den jeweiligen Fertigungsschritt sowie die dabei zu erkennenden Fehlerarten zugeschnitten sein müssen.

Typischerweise beginnt der Herstellungsprozess von THT-Leistungselektronik an Bestückungsplätzen, an denen die THT-Bauteile manuell auf der Leiterplatte montiert werden. Eine automatische Inspektion bereits in diesem Prozessschritt bietet höchste Effizienz durch eine kurze Qualitätsregelschleife, da erkannte Fehler, z.B. ein verpolter Elektrolytkondensator, ohne Zuhilfenahme eines LötKolbens sofort durch Umstecken korrigiert werden können. Für diese Inspektionsaufgabe stehen Kameramodule zur Verfügung, deren Montage direkt über dem Bestückungsplatz erfolgen kann (Bild 1) und welche nahezu unmerklich für den Werker die Inspektion vornehmen. Ein weiterer Vorteil der Qualitätskontrolle in diesem Fertigungsschritt besteht darin, dass bei verwendeten Niederhaltern für die Baugruppe an diesem Arbeitsplatz noch eine freie Sicht auf die Bauelemente besteht, wogegen in den nachfolgenden Schritten die Prüfobjekte verdeckt sein können.

Typische Prüfaufgaben für die Bauteilinspektion in diesem Fertigungsschritt sind: Vorhandensein, Polarität, Beschriftung (OCR), Farbe sowie das Lesen der Seriennummer der einzelnen Baugruppe.

Pressekontakt:

GÖPEL electronic GmbH
Christina Schellbach
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



Bild 1: AOI-Modul zur Bauteilinspektion am Bestückarbeitsplatz

Nachdem die fehlerfreie Baugruppe diesen kombinierten Bestück- und Inspektionsarbeitsplatz verlassen hat, kann diese dem Lötprozess zugeführt werden. Um Fehler in diesem Fertigungsschritt zu erkennen, kommen typischerweise AOI-Systeme zum Einsatz, welche die THT-Lötstellen auf der Unterseite der Baugruppe inspizieren. Die dabei zu erkennenden Fehler sind in Bild 2 dargestellt: nicht gelötet, Pin nicht vollständig umflossen, Pin zu kurz, fehlendes Pin (Legende: 1.=Leiterplatte, 2.=Pin, 3.=Lötzinn)

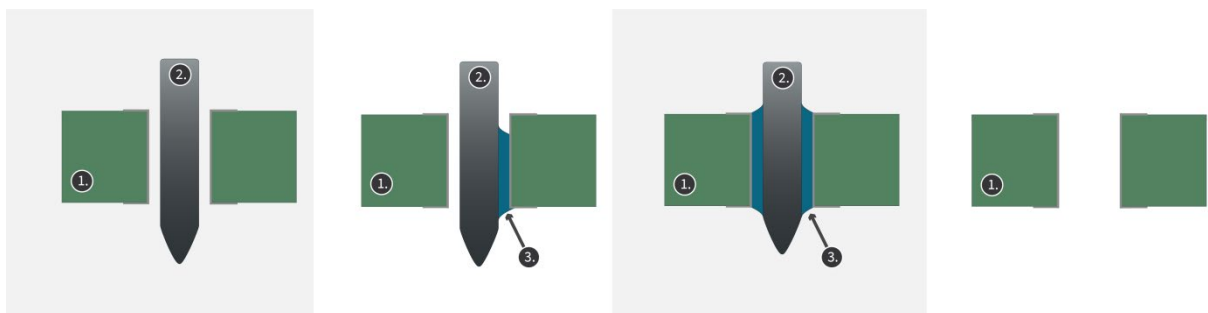


Bild 2: THT-Lötstellenfehler

Aus diesen Gegebenheiten heraus lassen sich zwei Hauptanforderungen an das AOI-System erkennen: Zum einen muss es die Baugruppe von unten inspizieren, da das Wenden einen enormen Zusatzaufwand bedeuten würde, und zum anderen ist ein 3D-System notwendig, um auch Messungen von Lotvolumen und Pinlänge durchführen zu können.

Pressekontakt:

GÖPEL electronic GmbH
Christina Schellbach
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

In Abhängigkeit vom Prozessablauf, der Produktvielfalt und dem geplanten Budget lässt sich die eingangs erwähnte Bauteilinspektion natürlich auch unabhängig vom Bestückungsplatz direkt in die Fertigungslinie integrieren. Dies kann z.B. in Form eines doppelseitigen AOI-Systems nach dem Lötöfen erfolgen. Die Integrationsvariante eines solchen Systems ist in Bild 3 dargestellt. Mögliche Nachteile sind jedoch an dieser Stelle die aufwändigere Reparatur von Bauteilfehlern sowie die mögliche Verdeckung von Teilen der Baugruppe durch Niederhalter.

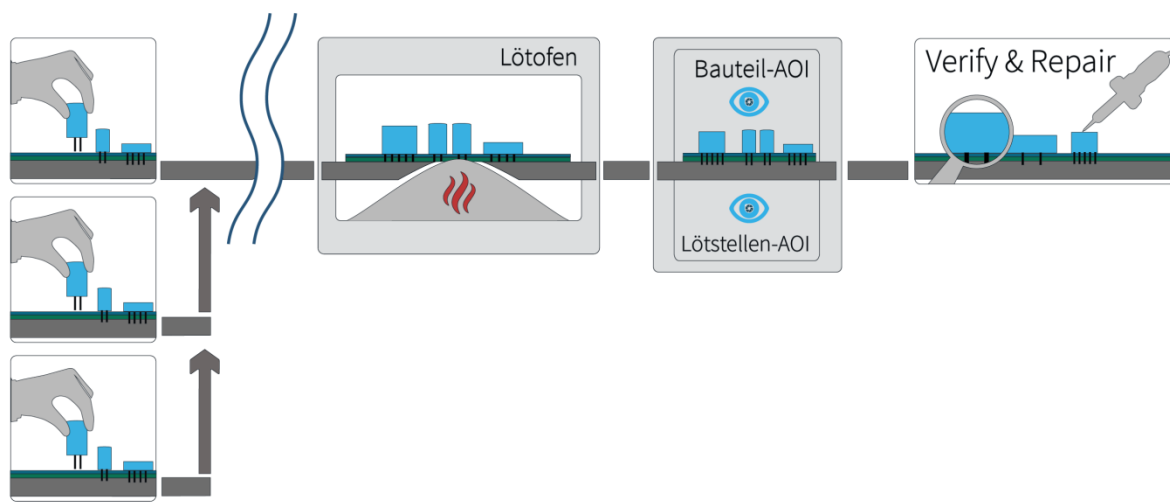


Bild 3: Bauteil- und Lötstelleninspektion nach dem Löten

Eine besonders hohe Effizienz für den Einsatz von AOI-Systemen im THT-Prozess lässt sich in Fertigungslinien erzielen, welche einen Rücktransport der Werkstückträger (inkl. Baugruppe) aufweisen. Neben dem dadurch optimierten Transportablauf der Produkte bieten sich auch zusätzliche Möglichkeiten für die Integration der optischen Prüftechnik. So lassen sich z.B. platzsparend in einem Gehäuse zwei AOI-Module vor dem Lötöfen in der Fertigungslinie integrieren. Erkannte Bauteil-Fehler können somit noch vor dem Löten „kalt“ repariert werden. Die Lötstelleninspektion erfolgt in diesem Fall im gleichen Grundsystem zeitlich versetzt im unteren Rücktransport der Baugruppe (Bild 4).

Pressekontakt:

GÖPEL electronic GmbH
Christina Schellbach
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

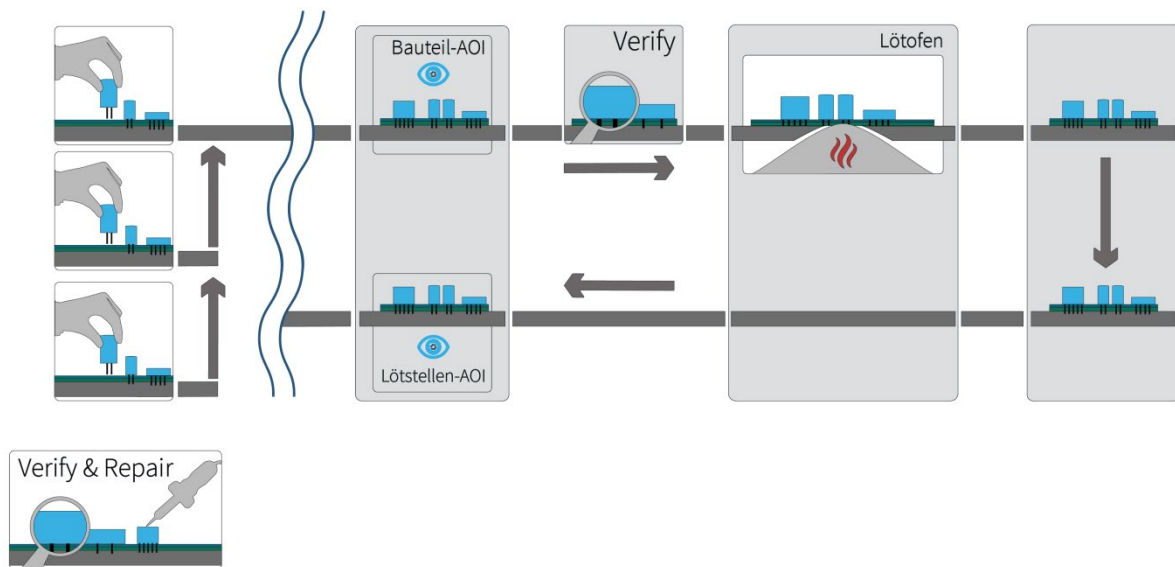


Bild 4: Bauteil- und Lötstelleninspektion in unterschiedlichen Transportebenen

Diese dargestellten Integrationsmöglichkeiten sind mit dem AOI-System THT Line 3D möglich (Bild 5), welches Konfigurationsmöglichkeiten für unterschiedliche AOI-Module sowohl im oberen als auch im unteren Rücktransport bietet. Somit können mit dem System zeitgleich unterschiedliche Inspektionsprogramme abgearbeitet werden. Je nach Anforderungen stehen dabei orthogonale Inspektionsmodule mit oder ohne Schrägblickkameras sowie 3D-Messmodule zur Verfügung.



Bild 5: 3D AOI-System zur Bauteil- und Lötstelleninspektion von THT-Baugruppen

Ein nicht zu verachtender Effizienzanteil am Gesamtprozess kommt der Integration von Verifizier- und Reparaturplätzen zu. In herkömmlichen Konzepten befinden sich diese oft unmittelbar hinter dem

Pressekontakt:

GÖPEL electronic GmbH
Christina Schellbach
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

jeweiligen Inspektionssystem. Auch wenn in einem solchen Fall die Bewertung bzw. weitere Bearbeitung der Baugruppe ohne Zeitverlust unmittelbar nach dem AOI-System erfolgt, so weist diese Herangehensweise jedoch auch einige Nachteile auf: Zum einen ist für die Verifikation an dieser zentralen Stelle eine zusätzliche Person notwendig oder es werden „Springer“ von den jeweiligen Bestückplätzen für diese Aufgabe festgelegt. Beide Fälle sind mit einem Ressourcenaufwand verbunden.

Abhilfe schafft an dieser Stelle eine dezentrale Verifikation der vom AOI-System erkannten Fehler von den jeweiligen Bestückplätzen aus. Möglich ist dies durch die Präsentation der Fehler von der momentan inspizierten Baugruppe am jeweiligen (u.U. entfernt gelegenen) Arbeitsplatz. Die Baugruppe bleibt dabei so lange im AOI-System bzw. auf einem nachfolgenden Bandmodul liegen, bis die vollständige Klassifikation aller Fehler „aus der Ferne“ erfolgt ist. Erst danach wird sie mit dem daraus resultierenden Ergebnis (Pass oder Fail) an den nächsten Prozessschritt übergeben. Diese Form der dezentralen Klassifikation vom Platz des jeweiligen Bearbeiters aus, bringt neben der Ressourceneinsparung auch einen nicht zu verachtenden Lerneffekt mit sich, da mit diesem Konzept jeder Werker seine „eigenen“ Fehler präsentiert bekommt (Bild 6). Das Kommunikationssystem PILOT Connect bietet eine solche komfortable Verifikation über eine Ethernet-Verbindung zu der jeweiligen Position in der Fertigungslinie. Je nach vorhandenem Linien-Leitsystem kann dann eine fehlerhafte Baugruppe auch direkt an den jeweiligen Arbeitsplatz zur Nacharbeit transportiert werden.

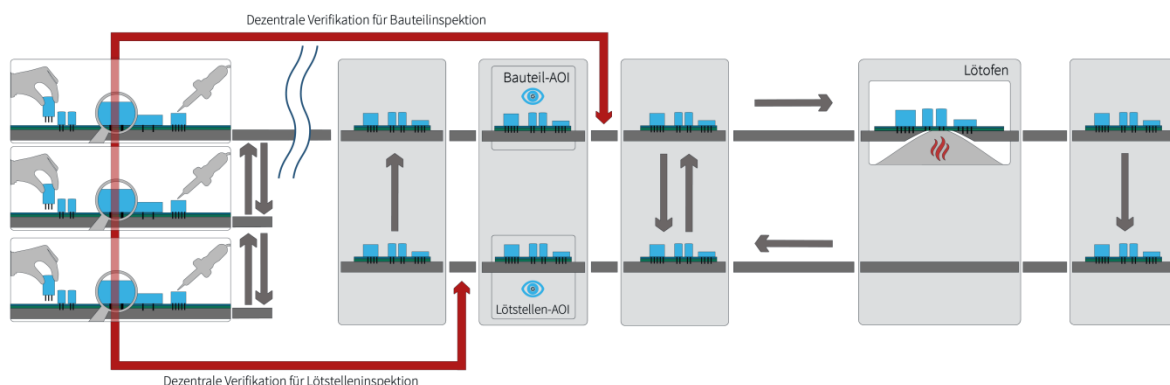


Bild 6: Dezentrale Verifikation von Bauteil- und Lötstellenfehlern

Bei den bisher beschriebenen Fehlertypen handelt es sich um Merkmale, welche an Bauteilen, Pins oder der Leiterplatte sichtbar sind. Kritisch wird es jedoch beim 3. Qualitätskriterium, welches den Lotdurchstieg von der Unterseite zur Oberseite der Leiterplatte bewertet. Insbesondere im Automotivebereich oder bei sicherheitsrelevanten Anwendungen ist diese Messung oftmals eine wichtige Qualitätsanforderung. In Bild 7 ist diese Fehlerform im Vergleich zu einem korrekten Beispiel dargestellt (Legende: 1.=Leiterplatte, 2.=Pin, 3.=Lötzinn, 4.=geforderter Lotdurchstieg).

Pressekontakt:

GÖPEL electronic GmbH
Christina Schellbach
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

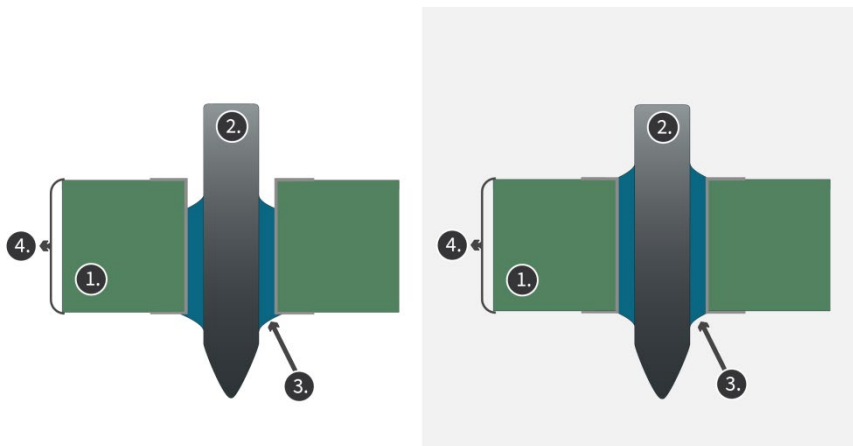


Bild 7: Lotdurchstieg an einer THT-Lötstelle

Von Seiten AOI ist hierbei weder mit 2D- noch mit 3D-Technologien eine sichere Vermessung des Zinndurchstiegs möglich. Abhilfe schafft hierbei nur der Einsatz von Röntgentechnik. Aber auch bei diesem Verfahren ist zu unterscheiden, ob eine Messung mit der gewählten Technologie möglich ist und welche Einschränkungen es dabei gibt. Ein reines 2D-Röntgensystem schafft es hierbei nicht, die Füllung des Lötzinns so genau zu ermitteln, dass eine Angabe entsprechend der Forderungen (z.B. min. 75%) sicher getroffen werden kann. X-Ray-Systeme mit Schrägdurchstrahlung bieten hierbei zwar die Möglichkeit, einen Blick auf den Füllstand der Lötstelle zu bekommen; allerdings kann sich dies insbesondere bei vielpoligen Steckverbindern als schwierig erweisen, da Überdeckungen mit benachbarten Pins zu erwarten sind. Zudem ergibt sich durch dieses Verfahren ein erhöhter Aufwand bei der Prüfprogrammerstellung, da durch das Bildaufnahmeverfahren eine perspektivische Verzeichnung erfolgt und somit CAD-Daten der Baugruppe für die automatisierte Programmerstellung nicht verwendet werden können. Optimale Ergebnisse für die Messung des Zinndurchstiegs lassen sich hingegen mit einem 3D-AXI-System erzielen (Bild 8). Durch die normierte Ansicht der Lötstellen im Röntgenbild können einheitliche Prüffunktionen verwendet werden, wodurch sich der Programmieraufwand stark reduziert. Die Auswertung des Zinndurchstiegs in einzelnen Schichten garantiert zudem eine exakte Messung des Füllstandes sowie die Erkennung von Luft einschüssen.

Pressekontakt:

GÖPEL electronic GmbH
Christina Schellbach
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



Bild 8: AXI-System zur Messung des Zinndurchstiegs an THT-Lötstellen

Abschließend lässt sich zusammenfassen, dass eine sichere und effiziente Qualitätssicherung von THT-Leistungselektronik komplexe Anforderungen an die Inspektionssysteme hinsichtlich Technologie und Flexibilität stellt. Dabei kommt neben dieser Prüftechnik auch der Integration von Verifizier- und Reparaturplätzen eine bedeutende Rolle zu. Für die Prozessplanung sollten zudem die Lieferanten für Handling und Prüftechnik frühzeitig mit hinzugezogen werden, um gemeinsam das optimale Linienkonzept zu entwickeln.

Autor:



Jens Kokott, Produktmanager Automatische Optische Inspektion bei GÖPEL electronic GmbH

Pressekontakt:

GÖPEL electronic GmbH
Christina Schellbach
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