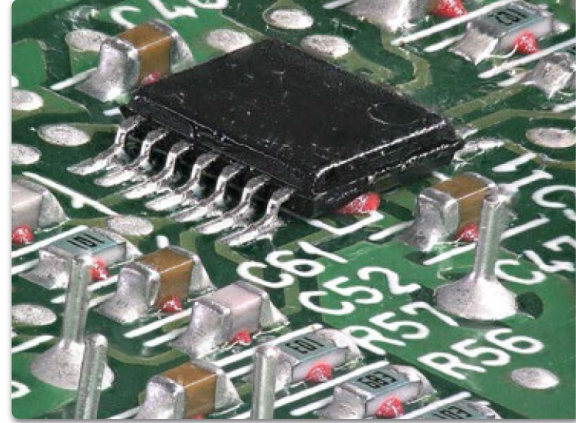
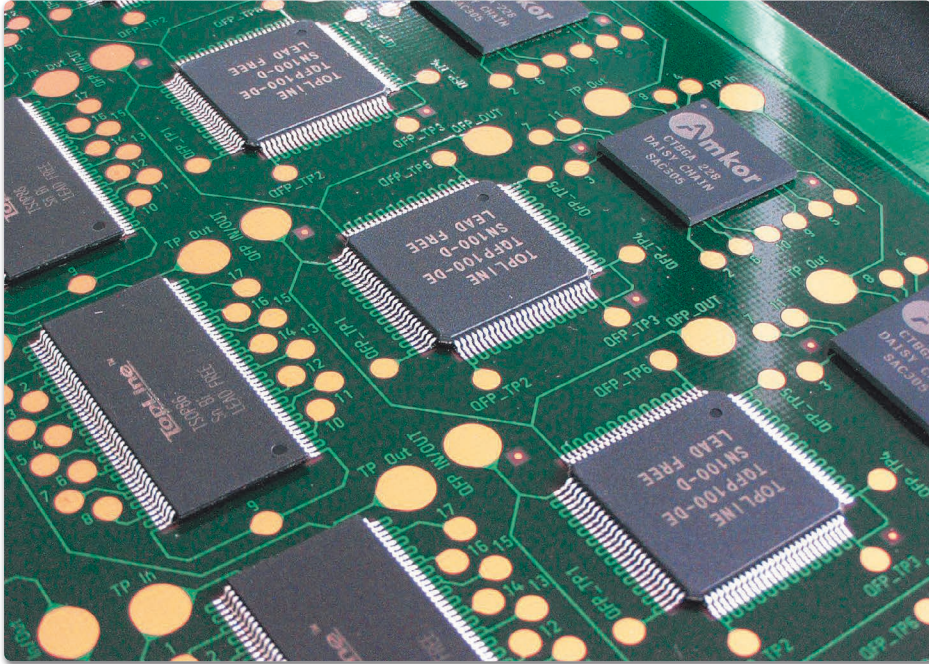


Qualitätssicherung von Leiterplatten:

Messtechnik und Bilddokumentation im Fokus

Der Beitrag will die Bedeutung messtechnischer Untersuchungen und digitaler Bilddokumentation für die Qualitätssicherung von Leiterplatten darstellen und konkrete Methoden aufzeigen, wie sichtbare und verdeckte Fehler zuverlässig identifiziert, quantifiziert und dokumentiert werden können.



Die Tiefenzusammensetzungsfunktion ermöglicht ein tiefenscharfes Bild des ausgewählten Bereichs. Betrachtung der Leiterplattenbestückung mit 5x (links) und 30x Ringbeleuchtung

Kurz zusammengefasst zeigen die dargestellten Ansätze, dass die Kombination aus hochauflösender Bildgebung, 3D-Messung und strukturierter Datenerfassung die Aussagekraft von Prüfungen deutlich erhöht und die Prozesssicherheit verbessert.

Die Elektronikbranche

befindet sich in einem andauernden Prozess der Miniaturisierung und Funktionserweiterung. Bauteile und Leiterplatten werden dünner, dichter bestückt und zunehmend mehrlagig ausgeführt. Diese Entwicklung erhöht die Anforderungen an die Qualitätssicherung: Fehler, die früher noch tolerierbar oder leicht zu erkennen waren, können heute schwerwiegende Funktionseinbußen oder Ausfälle zur Folge haben.

Fehleruntersuchungen auf Leiterplatten

belegen, dass mit zunehmender Packungsdichte und steigender Schaltungsintegration typische Mängel, wie Lötbrücken, unzureichende Lotfüllungen, kalte Lötstellen, Lotkugeln oder mechanisch bedingte Risse, häufiger auftreten bzw. schwerer zu erkennen sind. Ebenso gewinnt die Detektion von Whiskern (Haarkristallen) an Bedeutung, da diese in bleifreien Plattierungen wieder vermehrt beobachtet werden und Kurzschlussrisiken bergen.

Praxisbeispiele zeigen, dass rein visuelle Inspektionen ohne präzise Messdaten in vielen Fällen nicht ausreichen, um gangbare Entscheidungen über Wareneingang, Freigabe oder Rückweisung zu treffen. Messbare Kenngrößen, wie Lotvolumen, Lötöhe, Via-Durchmesser, Padüberdeckung und Risslänge, liefern stattdessen belastbare Kriterien für die Beurteilung der Funktionstüchtigkeit.

Zur Datenerhebung hat sich eine Kombination aus hochauflösender optischer Mikroskopie, hoher Tiefenschärfe für durchgängig scharfe Aufnahmen, HDR Bildgebung, für kontrastreiche, aussagekräftige Aufnahmen und 3D-Profilmesung bewährt. 2D-Messungen eignen sich zur schnellen Ermittlung von Abständen, Leiterbahnbreiten und Pad-Geometrien, 3D-Analysen sind hingegen notwendig, um Volumina von Lötkegeln, Höhenprofile, Neigungen und Rissausdehnungen zu quantifizieren.

Bei Durchkontaktierungen (DuKo) ermöglichen gezielte Durchlichtaufnahmen Einsichten in die Innenwand und die Erkennung von Fehlern, während ring- oder koaxiale Beleuchtungsvarianten Reflexionen minimieren und Konturen klar herausarbeiten. Für reproduzierbare Ergebnisse sind standardisierte Aufnahmeprotokolle, Kalibrierungen und eine definierte Prüfprobenvorbereitung unerlässlich. Ebenso wichtig ist die Integration der Messgeräte mit IT Systemen, damit Aufnahmen und Messdaten automatisch in Prüfberichte und zentrale Datenbanken fließen.

Die Auswertung der erhobenen Daten

erfolgt entlang definierter Akzeptanzkriterien. 3D Messergebnisse werden zur quantitativen Bewertung von Lotvolumina, Höhe und Neigung herangezogen, Abweichungen von Sollwerten werden statistisch erfasst und in Prozessfähigkeitskennzahlen überführt.

Bilddokumentationen erlauben die visuelle Verifizierung der Messergebnisse und dienen als Nachweis bei Reklamationen und Audits. In der Praxis hat sich gezeigt, dass regelmäßige Stichprobenprüfungen, ergänzt durch intensivere Analysen bei Auffälligkeiten, die beste Balance zwischen Prüftiefe und Prüfaufwand herstellen. Die Kombination aus automatisierter Datenerfassung und manueller Bewertung durch qualifiziertes Personal führt zu schnellen Entscheidungen ohne Verlust analytischer Tiefe.

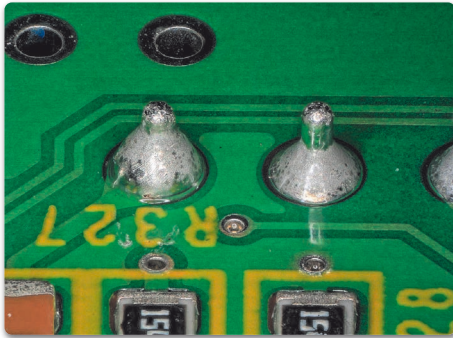
Autorin:

Daniela Eichner

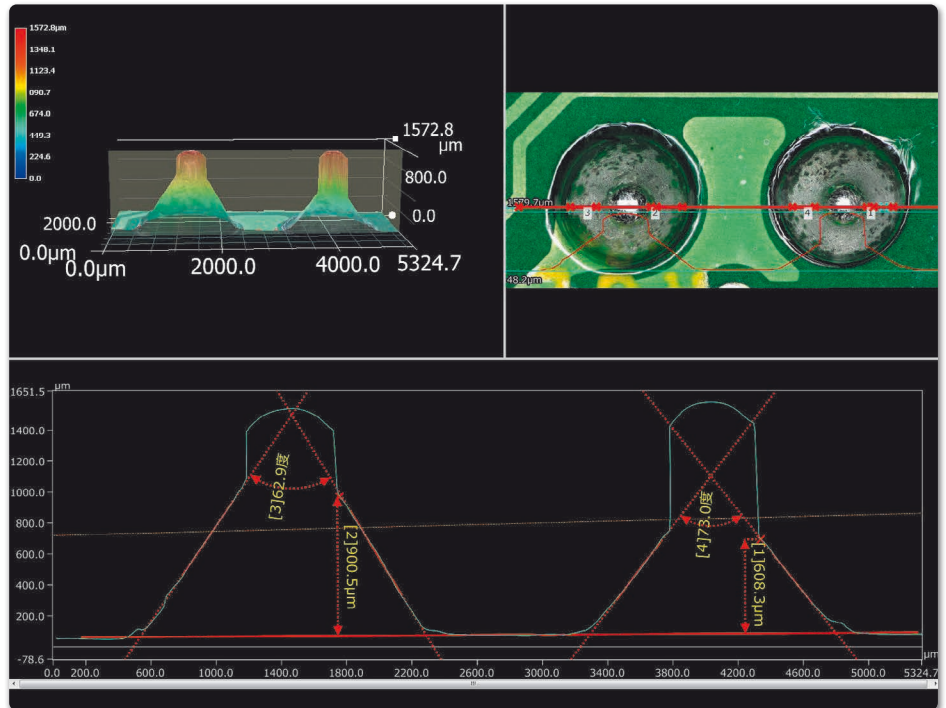
Produktmarketing Mikroskopie

KEYENCE Deutschland GmbH

www.keyence.de



Ein Lötkegel beschreibt die Form der Löt-füllung. Betrachtung von Lötkegeln mit 50x Ringbeleuchtung (links), Messung von Lötkegeln mit 150x Ringbeleuchtung (rechts)



Die Sicherstellung der Leiterplattenqualität

erfordert heutzutage eine Verbindung aus visueller Inspektion, quantitativer Messtechnik und strukturierter Dokumentation. 3D Messverfahren und verlässliche Bildaufnahmen erhöhen die Aussagekraft von Prüfungen und ermöglichen eine objektive Beurteilung von Lötstellen, Vias, Lötpaste und feinmechanischen Defekten.

Die vorgestellten Methoden erlauben eine deutliche Reduzierung nicht erkannter Fehler und verbessern die Nachweisführung gegenüber Kunden und Auditoren. Entscheidend für den Erfolg ist nicht allein die Messfähigkeit eines einzelnen Geräts, sondern das Zusammenspiel von standardisierten Prüfabläufen, Schulung der Bediener sowie der IT gestützten Verwaltung und Auswertung der erfassten Daten. Durch diese Maßnahmen lassen sich nicht nur Fehler vermeiden, sondern auch Vertrauen in die Qualitätssicherung steigern – ein klarer Wettbewerbsvorteil in globalen Beschaffungs- und Distributionsnetzen.

Für Hersteller und Distributoren

in der Elektronikbranche empfiehlt sich die Implementierung eines abgestuften Prüfkonzepts:

routinemäßige 2D-Stichproben, gekoppelt mit selektiven 3D-Analysen bei kritischen Bauteilen oder bei Auffälligkeiten.

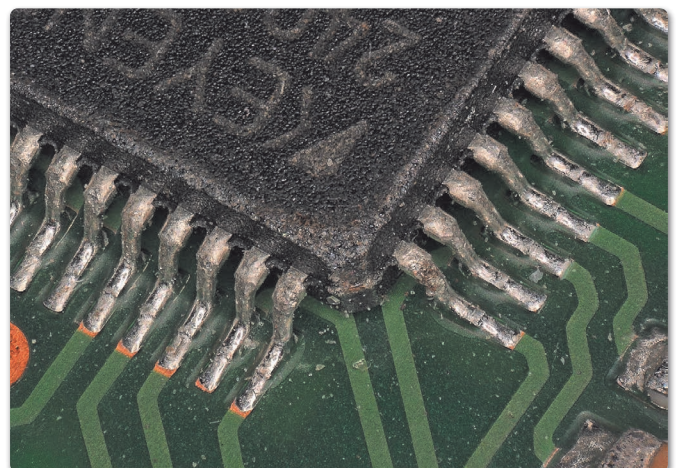
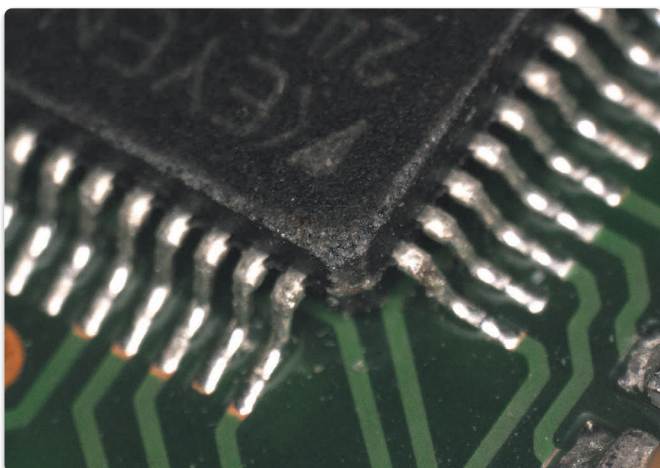
Prüfgeräte sollten eine große Bandbreite an Vergrößerungen, vielseitige Beleuchtungsmodi, Fokus Stacking und zuverlässige 3D-Messfunktionen bieten sowie eine einfache IT-Integration ermöglichen. Darüber hinaus sind klare Prüfprotokolle und regelmäßige Schulungen der Prüfer unverzichtbar, um die Reproduzierbarkeit und Vergleichbarkeit der Ergebnisse sicherzustellen. Langfristig führt diese Vorgehensweise zu geringeren Ausfallraten, transparenteren Lieferketten und größerer Kundenzufriedenheit.

Für die praxisorientierte Umsetzung

der beschriebenen Prüfstrategien sind Systeme empfehlenswert, die Beobachtung, präzise 2D- und 3D-Messungen sowie

vollständige Dokumentation in einem durchgängigen Arbeitsablauf vereinen. Ein modernes Digitalmikroskop wie das VHX X1 ermöglicht hochauflösende Bildaufnahmen, Tiefenzusammensetzung (Focus Stacking), diverse Beleuchtungsmodi, 3D-Vermessungen und die automatisierte Speicherung von Bildern und Messergebnissen in Datenbanken.

Besonders hervorzuheben ist die hohe Bedienerfreundlichkeit des Systems: Intuitive Benutzeroberflächen, automatisierte Messroutinen und vordefinierte Prüfprofile reduzieren die Komplexität der täglichen Prüfaufgaben deutlich. Dadurch können auch Bediener mit begrenzter Mikroskopie Erfahrung schnell reproduzierbare, prüfbare Ergebnisse erzielen – die Lösung verschiebt somit den Schwerpunkt von aufwändiger Bedienung hin zu effizienter Auswertung und Prozessoptimierung. ◀



Die HDR-Funktion ermöglicht ein kontrastreiches Bild. Betrachtung von IC-Anschlüssen aus der Schräge, links: 50x, Ringbeleuchtung, rechts: 50x, HDR-Aufnahme (Tiefenzusammensetzung)