

Ansicht der Beleuchtungseinheit.

Dickenmessung mit nur einem AOI-Scanlauf

Optische Inspektion von Schutzbeschichtungen

Eine der größten Herausforderungen bei der Leiterplattenbaugruppen-Produktion in der Elektronikbranche ist der Schutz vor rauen Umgebungen mit hoher Luftfeuchtigkeit, starken Temperaturschwankungen und Staub oder chemischer Verunreinigung. Seit den 60er Jahren wird das Konzept der Schutzbeschichtung (Conformal Coating) als Lösung für diese Probleme eingesetzt.

Ein plastischer, transparenter Schutzlack, der perfekt auf der bestückten Leiterplatte haftet, wird mit variierender Dicke auf die Baugruppe aufgetragen, wobei die resultierende Dicke auch vom verwendeten Material abhängt (Quelle: www.primeletronica.com). Ursprünglich nur bei militärischen und luftfahrttechnischen Anwendungen verwendet, besteht heute ein Bedarf an Schutzbeschichtungen für vielfältige Anwendungen in unterschiedlichsten Be-

triebsumgebungen. Der Auftrag von Schutzbeschichtungen wird so zu einem integralen Bestandteil von Elektronik-Produktionsprozessen.

Zuverlässigkeit der Schutzbeschichtungen gewährleisten

Eine wirksame Qualitätskontrolle für dieses Schutzverfahren ist unerlässlich, um den korrekten Lackauftrag und die Einhaltung der geforderten Normen zu gewährleisten und Ausfälle der Baugruppen zu vermeiden. Das wichtigste Kriterium für die Zuverlässigkeit der Schutzbeschichtung ist die Dicke des Schutzlacks. Die Messung dieser Dicke ist eine Herausforderung, da deren Wert von 30 bis 300 µm reichen kann.

Die genaueste, verfügbare Technologie für die Dickenmessung der Schutzbeschichtung ist die Betrachtung von Schlibbildern der Baugruppe unter einem Lichtmikroskop. Dieses Verfahren ist jedoch zerstörend und daher in der Serienproduktion nicht anwendbar.



Foto: Seica

Der Autor **Francesco Argentiero** hat sich auf optische Inspektion und selektives Lötenspezialisiert und arbeitet seit 2016 als Applikationstechniker bei Seica S.p.A. in Strambino, Italien.

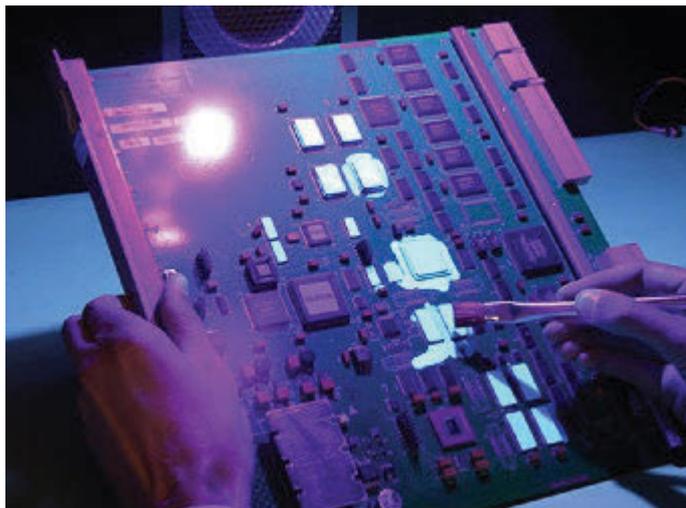


Foto: Seica

Beispiel für einen manuellen Auftrag einer Schutzbeschichtung.

Die meisten zerstörungsfreien Verfahren basieren auf der Inspektion sehr kleiner Oberflächenbereiche. Beispiele hierfür sind Weißlicht-Interferometrie, Drucksonden und Wirbelstromprüfungen. Um die gesamte Oberfläche der Baugruppe zu überprüfen, muss der Test mehrmals wiederholt werden, was einen zeitaufwändigen Prozess bedeutet, der nicht mit den Durchsatz-Anforderungen in der Produktion vereinbar ist.

Automatische, optische Inspektion von Schutzbeschichtungen

Eine Möglichkeit, große Leiterplatten-Bereiche zeitnah zu vermessen, ist die automatische optische Inspektion (AOI) bzw. die Schutzbeschichtungs-Inspektion, englisch Conformal Coating Inspection (CCI). Leider eignen sich klassische Ansätze mit sichtbarem Licht und klassischen 3D-Kamerasystemen nicht optimal für Dickenmessungen, da die Schicht meist transparent ist und nur sehr wenig Struktur aufweist, die zur Lösung des Korrespondenzproblems der Stereo-Rekonstruktion benötigt wird. Die Lasertriangulation leidet unter einer zu geringen Höhenauflösung. Um dieses Problem zu umgehen, enthalten viele Schutzlacke ultraviolett fluoreszierende Marker, die von Kameras leicht gemessen werden können. Da die Intensität dieser Fluoreszenzstrahlung von der Menge der Markermoleküle an jeder Position abhängt, kann man von ihr auf die Dicke der Schutzbeschichtung an jeder Position schließen.

Dickenmessung durch Fluoreszenz

Auf welchem Prinzip beruht nun ein mit einer UV-Beleuchtung ausgestattetes AOI-System? Die Grundannahme bei der Dickenmessung mit UV-Fluoreszenz ist, dass die Fluoreszenz-Marker nahezu gleichmäßig verteilt sind und ein konstantes Fluoreszenzverhalten aufweisen. Gleich dicke Schichten emittieren Licht mit gleicher Intensität, wenn sie mit gleicher UV-Intensität angeregt werden. Das Licht wird von einer Kamera erfasst, die seine Intensität misst.

Es gilt die Gleichung **XXXX** mit den unten aufgelisteten Parametern:

$$S = \frac{C I_0}{\alpha} (1 - e^{-\alpha t})$$

- S = Intensität des reflektierten Lichts
- C = Konstante
- I₀ = Intensität des gesendeten UV-Lichts
- c = Marker-Konzentration
- α = Dämpfung
- t = Dicke der Schutzbeschichtung

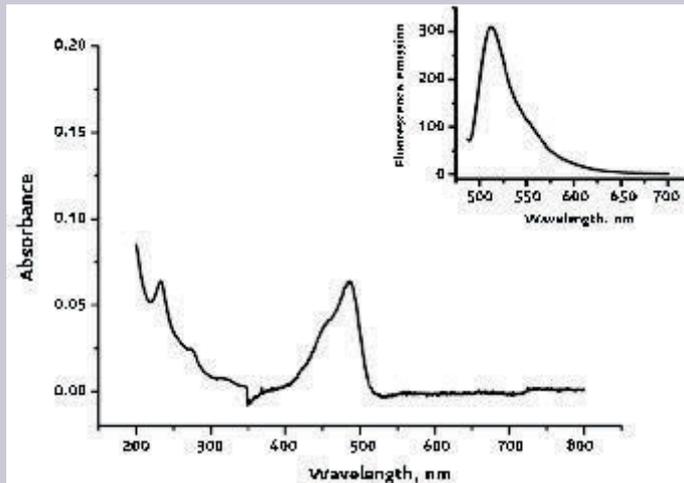


Foto: Seica

Absorption des Markers in Abhängigkeit von der Wellenlänge.

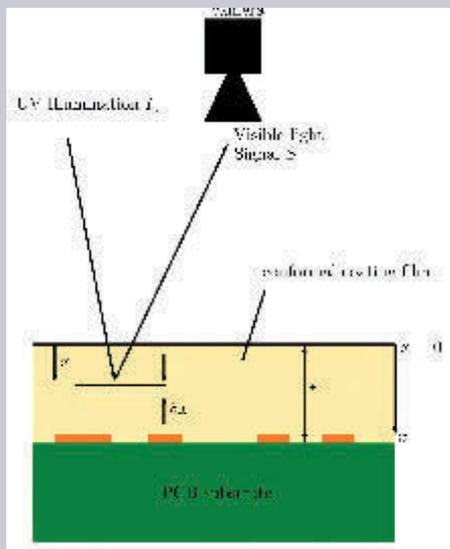
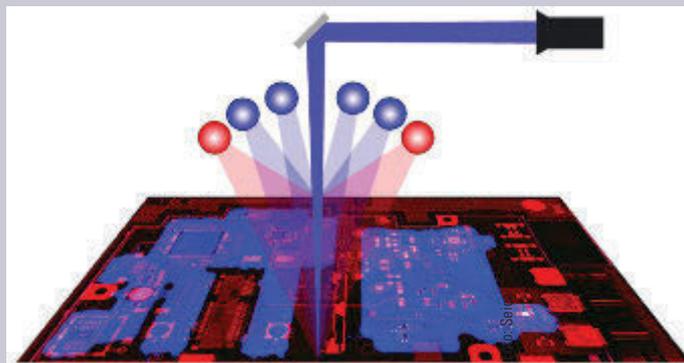


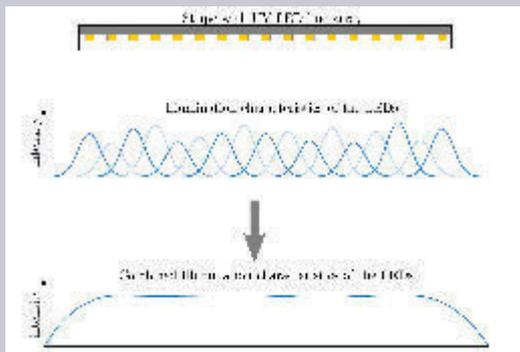
Foto: Seica

Principalskizze für die Dickenmessung an Schutzbeschichtungen.



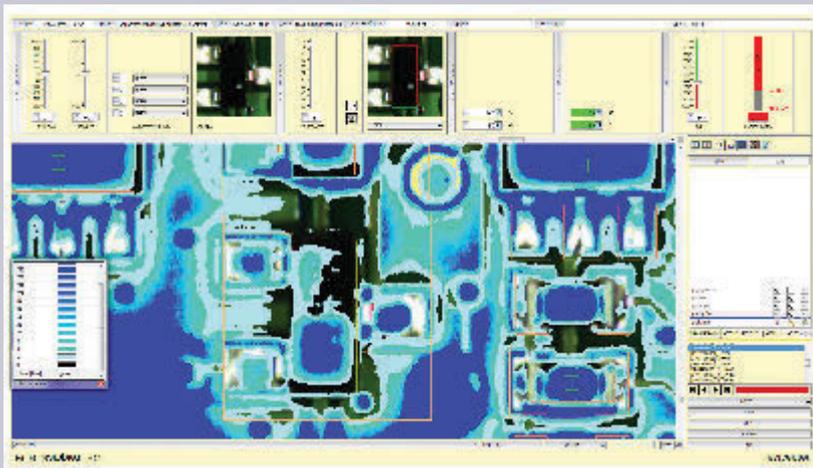
Funktionsprinzip des CCI-Inspektionssystems.

Da die meisten dieser Parameter unbekannt sind, müssen sie kalibriert werden. Die Idee ist, für die Kalibrierung eine bewertete Messmethode der Dicke zu verwenden, um eine Anpassungskurve für das Intensitäts-Dicken-Verhältnis zu erhalten. Die von Seica angebotenen Systeme der Dragonfly Next->-Serie nutzen diesen Ansatz und ermöglichen dank der Kombination aus >



Charakteristik des LED-Beleuchtungsstreifens.

Foto: Seica



Grafische Benutzeroberfläche.

Foto: Seica

Software und Scantechnologie mit erweiterten, dedizierten Funktionen eine effiziente und einfache Messung der Dicke der Schutzbeschichtung auf der gesamten Baugruppenoberfläche.

Die Scantechnologie verwendet ein spezielles optisches System, das eine telezentrische Bildaufnahme ermöglicht, bei der alle Komponenten der Baugruppe senkrecht abgebildet werden und nur ihre Oberseite zeigen.

Test im Produktionstakt

Das optische System ist auf einem Schlitten mit einer RGB-Zeilenkamera montiert. Die Beleuchtung aus LED-Streifen befindet sich ebenfalls auf dem Schlitten. Der Schlitten wird über die Baugruppe gefahren, die sich auf einem Transportriemen unter dem Scanner befindet. Der größte Vorteil dieses Systems ist die vergleichsweise geringe Erfassungszeit im Vergleich zu einem komplexen Flächenkamera-System, das über die Szenerie bewegt werden muss.

Um die Kalibrierung auf einen bestimmten Dickenwert zu erleichtern, bieten die Systeme der Dragonfly Next>-Serie eine Benutzeroberfläche, die es ermöglicht, verschiedene Modelle zur Messung

der Lackdicke (basierend auf dem Wirbelstromprinzip und der Weißlicht-Interferometrie) zu verwenden.

Für jede Beschichtungscharge kann der Anwender der Systeme der Dragonfly Next>-Serie die Standard-Testpositionen genau messen (Wirbelstrom/Weißlicht-Interferometrie), die automatisch analysiert und zur Anpassung des Fluoreszenzmodells der Produktions-Messung verwendet werden.

Das automatische, optische Inspektionssystem ist in der Lage, Schutzbeschichtungen auf elektronischen Baugruppen im Produktionsstakt zu überprüfen. Die Inspektionssysteme sorgen durch die Kombination von LED-Mehrfarbenbeleuchtung und UV-LED-Beleuchtung mit einer Zeilenkamera für eine schnelle und vollständige Messung des Beschichtungslacks. Diese Art der Abtastung gewährleistet die vollständige Erkennung von Fehlern und liefert objektive und wiederholbare Ergebnisse.

Die Testergebnisse werden in der Reparaturstation angezeigt, um die dokumentierte Reparatur der Baugruppe sicherzustellen. Das bedeutet Zeit- und Kostenersparnis sowie eine deutliche Qualitätsverbesserung.

Die Dragonfly Next>-Serie kann nicht nur zur Schichtdicken-Messung der Schutzbeschichtung, sondern auch zur Überwachung des Produktionsprozesses eingesetzt werden. In der Tat können diese Systeme bestehende Probleme im Fertigungsprozess, wie z. B. eine verstopfte Düse oder Materialveränderungen aufzeigen.

Die Hauptmerkmale der Systeme schließen das Folgende mit ein:

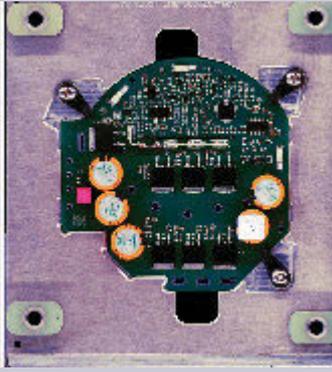
- Möglichkeit der Anpassung an verschiedene Produktionslinien sowie der Implementierung kundenspezifischer Konfigurationen.
- Möglichkeit der gleichzeitigen Inspektion auf beiden Seiten der Baugruppe.
- Möglichkeit, die Inspektionsergebnisse per Barcode den einzelnen Baugruppen anzupassen.
- Höhere Prüfgeschwindigkeit als bei Flächenkamera-basierten Standardsystemen.
- Die Programmerstellung erfolgt innerhalb weniger Minuten.
- Das Programm kann auch offline über den Programmierplatz erstellt werden, sodass die Produktion nicht unterbrochen werden muss.
- Das Debugging des Prüfprogramms ist intuitiv und erfordert kein tiefes Verständnis der Prozesse.



System Dragonfly Next>-Serie.

Foto: Seica

Foto: Seica



Baugruppe mit Durchsteck- und SMD-Bauteilen.

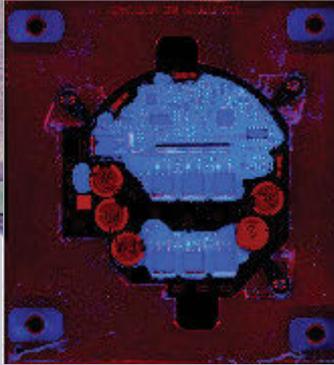


Foto: Seica

#####

- Dank des motorisierten Systems ist es möglich, die „Bauteilseite“ zu inspizieren, um das Vorhandensein einer Schutzbeschichtung auch in Bereichen sicherzustellen, die normalerweise nicht mit Standard-AOI-Systemen inspiziert werden.
- Einfachste Regelwartung: Halten Sie einfach die äußere Glasplatte des Scanners sauber.

Nachfolgend werden zwei konkrete Beispiele für die Inspektion von Schutzbeschichtungen aufgeführt, die mit Weißlicht-LED-Beleuchtung und mit UV-LED-Beleuchtung unter Verwendung des Systems Dragonfly Next>-Serie realisiert wurden.

In dem Bereich, der die SMD-Bauteile aufweist, wurde ein Lack für die Schutzbeschichtung aufgebracht. Die Schutzschicht enthält einen deutlich sichtbaren UV-Marker, der mit hellblauer Fluoreszenzstrahlung erscheint. Die Baugruppe wurde mit ultraviolett und rot leuchtenden LEDs beleuchtet. Erstere aktivieren den im Lack enthaltenen, auf UV-Licht reagierenden Marker für die Schutzbeschichtung, während die roten LEDs die Strukturen der Baugruppe verdeutlichen, um dem Anwender die Orientierung im Bild zu erleichtern. Die beobachteten Intensitätsabweichungen korrelieren direkt mit den Schichtdickenabweichungen auf der Baugruppe. Außerdem sind einige Bereiche zu erkennen, die nicht perfekt abgedeckt sind, sowie einige „Spritzer“ außerhalb der angegebenen Bereiche und einige Spritzer in Bereichen, die nicht beschichtet werden sollten.

So zeigt sich, dass die CCI (Conformal Coating Inspection) eine effektive, zuverlässige und schnelle Methode zur Messung der Qualität und Konsistenz der Schutzbeschichtung realisiert. Sie basiert auf einem Modell zur Analyse der Fluoreszenzintensität von ultraviolettem Licht, das (in Verbindung mit geeigneten Kalibrierverfahren) auf die Baugruppen projiziert wird.

www.seica.com

kurz & bündig

Um die Zuverlässigkeit von Baugruppen in rauen Umgebungen zu gewährleisten, ist eine Schutzbeschichtung notwendig. Die Conformal Coating Inspection ist eine effektive und schnelle Methode zur Messung der Qualität und Konsistenz der Schutzbeschichtung.