www.analytik-news.de

Publikationsdatum: 01.02.2013

Infrarot-Mikroskopie – Fehlstellenanalyse an einer Leiterplatte

Marion Egelkraut-Holtus

Shimadzu Europa GmbH

Mit der ATR-Mikroskopie lässt sich eine Materialprüfung zerstörungsfrei durchführen. ATR bedeutet abgeschwächte Totalreflexion (Attenuated Total Reflection). Die Messung identifiziert nicht nur das Material, sondern auch dessen physikalische Gegebenheiten. Was verursacht zum Beispiel Fehlstellen bei Leiterplatten, etwa Kavernen, Blasen oder Fehlen einer Substanz? Das ist wichtig zu wissen für die Herstellung der Platte oder ihren Gebrauch. Wie kann man die Störung identifizieren? – Die Infrarotspektroskopie gibt hierauf Antworten.

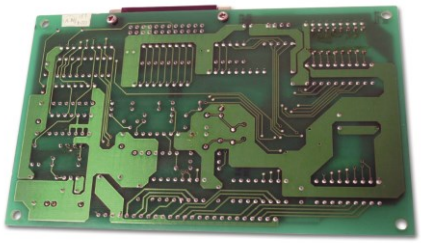

Abbildung 1: Ansicht einer typischen Leiterplatte mit sauberen Leiterabbildungen

Für die hier diskutierten Messergebnisse wurde das FTIR-Spektrophotometer IRPrestige-21 eingesetzt kombiniert mit dem Infrarot-Mikroskop AIM-8800 und dem ATR-Objektiv ATR-8800M.

Das ATR-Objektiv ist mit einem Germanium-Kristall ausgerüstet. Der Objektivkopf wird auf die Probenoberfläche aufgesetzt, ein Infrarotstrahl hindurch geschickt, im 30-Grad-Winkel auf die Probe geschickt und von dieser reflektiert. Der Strahl dringt ca. 1µm in die Probenoberfläche ein und nimmt die spektralen Informationen des Materials auf. Die Auflagefläche des Objektivs liegt bei 50µm im Durchmesser.

In der Darstellung sind alle drei Infrarot-Spektren übereinander gelegt und der Teilbereich bei 1.700cm^{-1} vergrößert worden. Deutlich sind die unterschiedlichen Bandenlagen der CO-Signale zu erkennen. Bei 1.720cm^{-1} ist dies das Signal des Grundmaterials und bei 1.690cm^{-1} die Signale der Störungen.

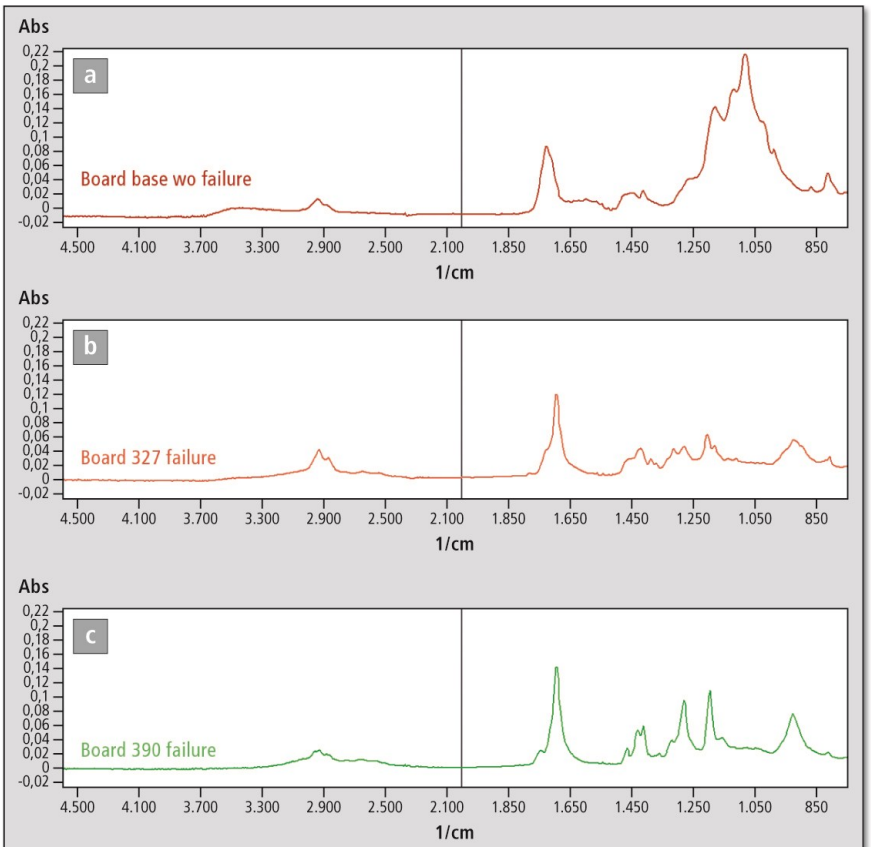

Abbildung 2: Drei Infrarotspektren als Messergebnis einer Mikro-ATR-Messung von der Messung einer Leiterplatte. (a) Spektrum mit dunkelroter Linienfarbe als Ergebnis der Leiterplattenoberfläche, (b) Spektrum mit roter Linienfarbe als Ergebnis der Oberfläche von einer Fehlstelle, (c) Spektrum mit grüner Linienfarbe als Ergebnis einer zweiten Fehlstelle

Ursache der Fehlstellen identifiziert

Wie aus der Literatur bekannt, werden die Platten je nach Qualität aus Glasfasermatten im Verbund mit Harzen hergestellt – oder aus Papier, getränkt mit Harzen oder Phenolen. Das infrarote Spektrum (a) in der Abbildung 2 zeigt typische Merkmale von Silikonen (breite Banden bei 1.200 - 950cm^{-1}) und Harzen (~1.720cm^{-1}, -C=O zum Beispiel Acrylharz-Bandenlage). Bei der Bestimmung der Fehlstellen als Einzelmessung wurden weitere verschiedene Spektren detektiert. In den Spektren (b) und (c) ist dies zu erkennen. In allen Spektren der Fehlstellen ist das dominante Signal der Säure bei 1.690cm^{-1} (-[C=O]-OH Säuregruppe) zu finden.

In Spektrum (b) zeigt das Ergebnis der Messung einer der Fehlstellen eine hohe *Übereinstimmung* mit Succinic acid (Bernsteinsäure). Bernstein ist ein natürliches Harz.

Spektrum (c) und die Suche für die zweite Fehlstelle ergab Übereinstimmungen mit der Adipinsäure.

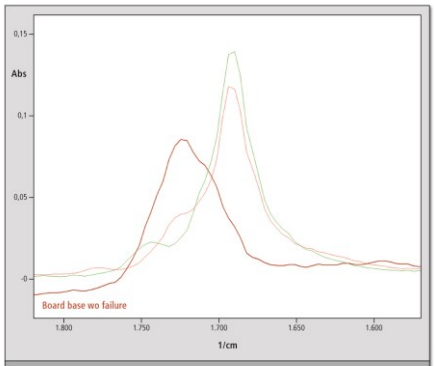

Abbildung 3: Teilbereich aus den Spektren der Abbildung 2, Darstellung der unterschiedlichen Bandenpositionen der Carbonylgruppen

Der Bereich der Fehlstellen

Mit diesem Wissen lassen sich auch größere Bereiche mit Hilfe der „Mapping“ Funktion analysieren. In den Abbildungen 6 und 7 ist ein Mapping der Fehlstelle auf der Leiterplatte wiedergegeben.

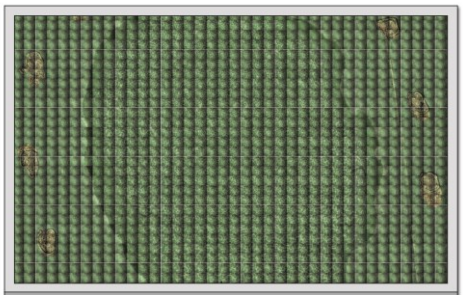

Abbildung 6: Darstellung des Mappings im Beobachtungsmodus über einen ausgesuchten sichtbaren Bereich der Probe, die Ansicht wurde aus ca. 400 x 300 µm großen Fenstern erstellt

Abbildung 6 zeigt die Ansicht der Leiterplatte aufgebaut aus einzelnen Aufnahmen in 400 x 300µm Fenstern. Der betrachtete Messbereich entspricht einer Fläche von 1,25 zu 1,65cm.

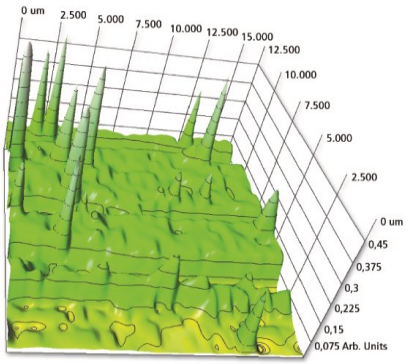

Abbildung 7: 3D-Ansicht der Analyse aus 800 gemessenen Infrarotspektren, wobei Fläche gegen Intensität bei einer analytischen Wellenlänge um 1.700 cm-1 wiedergegeben ist

Die 800 Spektren wurden in einem Abstand von 500µm gemessen. Die Analyse der Leiterplatte mit einem Mapping ist in Abbildung 7 zu sehen, wobei die Ansicht die Fläche gegen die Intensität einer ausgesuchten Wellenlänge wiedergibt. Die Maxima in der Abbildung weisen auf Veränderungen an der Oberfläche hin. Alle Maxima entsprechen dem Spektrum des Belags mit dem Signal der CO-Bande bei 1.690cm^{-1}. In den flachen Bereichen wird das Grundmaterial Spektrum (a) der Abbildung 2 gefunden. Diese Ansicht lässt auf eine ungleichmäßige Verteilung der Schicht und verschiedene Schichtdicken schließen.

An den Positionen, an denen nur das Spektrum (c) gefunden wurde ist die Schichtdicke mindestens 1µm stark, während die anderen Positionen Schichtdicken von unter 1µm repräsentieren.

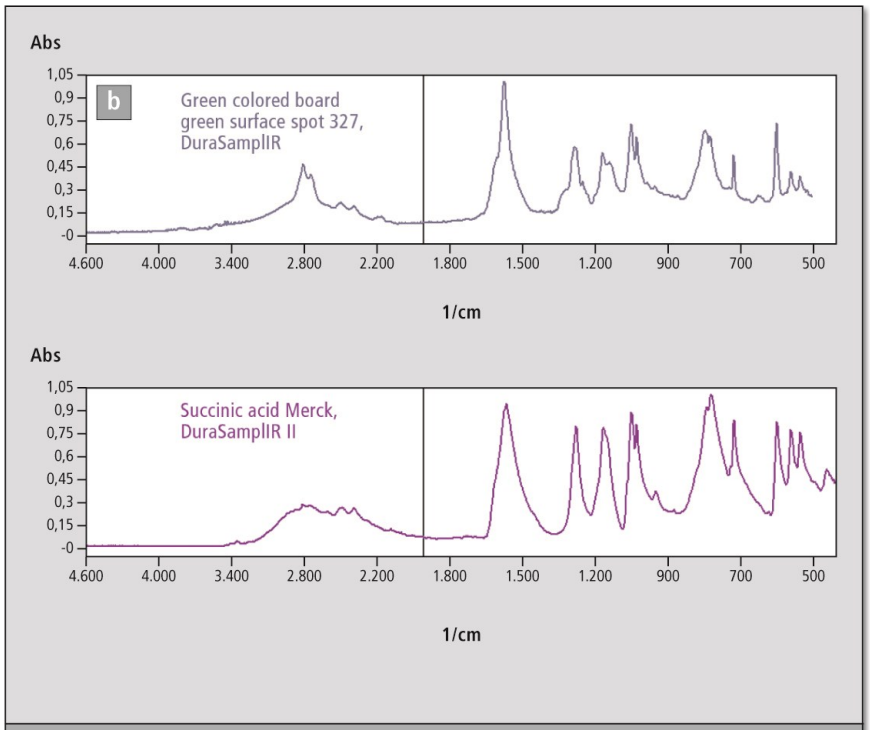

Abbildung 4: Die Spektrumsuche in der Bibliothek zeigte für das Spektrum (b) eine gute Übereinstimmung mit dem Spektrum der Bernsteinsäure

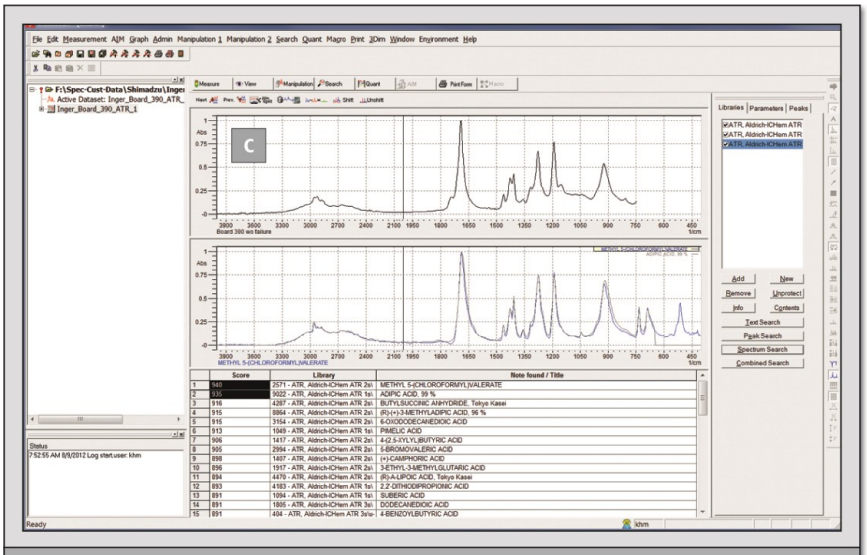

Abbildung 5: Spektrum (c) und Suchergebnis der Aldrich-Ichem Bibliothek von STJapan-Europe. Ein Treffer ist in der Adipinsäure zu finden.