

Ultraschall Mikroskope

Akustische Inspektion von Bauteilen

Der Beitrag schildert die Inspektion von Plastik-IC-Gehäusen mittels Akustischem Mikroskop. Es sendet sehr hohe Ultraschall-Impulse in die Bauteile, anschließend kann das Echo kann als akustisches Bild ausgewertet werden.

Der elektrische Ausfall einer Leiterplatte während der Entwicklung oder während der Prototypen Herstellung ist eine ernste Angelegenheit. Wenn es sich herausstellt, dass der elektrische Ausfall in Zusammenhang mit einem Packaging-Defekt eines Bauteils steht, beginnen die Ingenieure sofort den Fragen nachzugehen, die zu einer Prozessänderung führen und das Wiederauftreten dieses Packaging-Fehler verhindern. Diese Fragen sind vermutlich:

- ▶ Wurde ein Packaging-Defekt durch das Reflowlöten verursacht? (Diese Frage ist besonders wichtig, wenn die neue Produktionslinie bleifreies Löten und höhere Reflow Temperaturen einschließt.)
- ▶ Wurde ein Packaging-Defekt durch das Handling vor dem Reflowlöten verursacht?
- ▶ Hatte das Bauteil bereits bei der Anlieferung durch den Hersteller einen Packaging-Defekt?

Alle drei Fragen legen nahe, dass es hilfreich wäre, das ausgefallene Bauelement in seinem ursprünglichen Zustand, also vor der Montage und vor dem Reflowlöten zu untersuchen, um zu sehen, ob es zu diesem Zeitpunkt bereits einen Packaging-Fehler hatte. Es ist möglich, dass das Bauteil bereits im ursprünglichen Zustand Anzeichen für den Packaging-Fehler hatte, der zum Ausfall führte. Dieses Anzeichen könnte z. B. eine sehr kleine Die-Face-Delamination gewesen sein, die später zu einer größeren Die-Face-Delamination wuchs und die Drähte brach, die den elektrischen Ausfall verursachten.

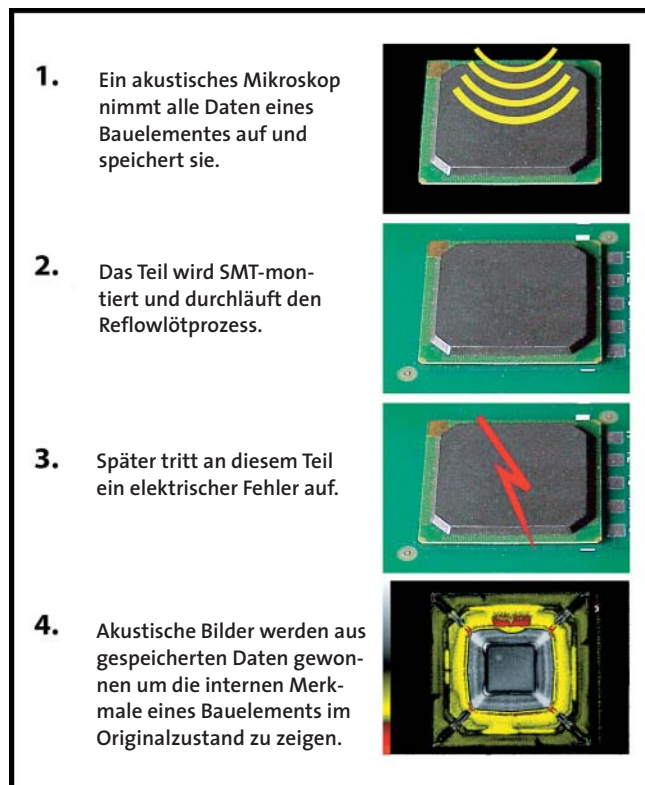
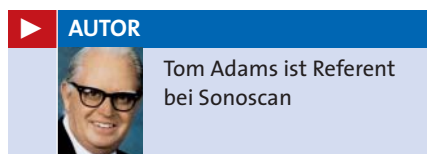


Bild 1: Der Ablauf der Ereignisse beim Erstellen und Verwenden eines akustischen Datensatzes der die Komponente im Originalzustand erhält. Hier wurde ein BGA abgebildet (1), der anschließend durch die SMT-Montage und das Reflowlöten ging (2). Nachdem ein Packaging-relevanter Ausfall auftritt, zeigt ein Bild, das aus einem akustischen Datensatz erstellt wurde (4), dass der BGA ursprünglich interne Defekte hatte.

Virtuelles akustisches Format

Fortschrittliche Ultraschall Mikroskope bieten die Möglichkeit zum 'Konservieren' des Bauteils in einem virtuellen akustischen Format, nach dem die reale Komponente in der Produktion genutzt werden kann. Diese virtuelle Methode, die von Sonoscan entwickelt wurde, nutzt ein C-SAM Ultraschall Mikroskop. Solche Mikroskope werden üblicherweise eingesetzt, um interne Merkmale in Plastik-ICs als Teil der Fehleranalyse abzubilden, jedoch arbeitet die virtuelle Methode anders. Anstatt Daten in einer bestimmten Tiefe, wie z. B. dem Die-Face, zu sammeln, wie es in der Fehleranalyse gemacht werden wür-

de, werden sämtliche akustische Daten in allen Ebenen innerhalb des Bauteils erfasst.

Um sicherzustellen, dass alle Daten erfasst werden, wird das Bauelement mittels eines Ultraschall Transducers mehrfach in zunehmender Tiefe gescannt. Die Grundanforderung ist, dass exakte akustische Daten vom gesamten Volumen des Bauteils gesammelt werden. Obwohl es möglich ist, die gesamte Dicke des Bauteils in einem einzigen Scan zu erfassen, würden diese Daten weniger genau sein und Verzeichnungen wären die Folge.

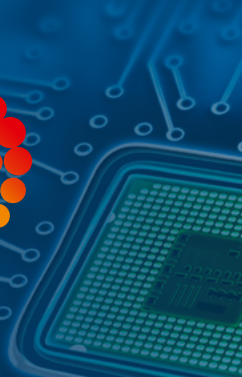
Einziges Datensatz

Die gesammelten akustischen Daten werden in einem einzigen Datensatz abgespeichert. Der Ultraschall Transducer erfasst nur die Echosignale von Materialgrenzschichten innerhalb des Bauteils – wie z. B. dem Übergang der Vergussmasse zum Die Face oder der Verbindung vom Die-Attach Material zum Die. Von homogenen Materialien wie der Plastikvergussmasse oder dem Silizium des Dies werden keine Echos reflektiert. Aber ein Defekt wie eine Delamination, ein Riss oder ein Lunker bedeutet, dass es eine Grenzschicht zwischen dem festen Material z. B. der Vergussmasse und dem ▶



all-electronics.de

ENTWICKLUNG. FERTIGUNG. AUTOMATISIERUNG



Entdecken Sie weitere interessante Artikel und News zum Thema auf [all-electronics.de](https://www.all-electronics.de)!

Hier klicken & informieren!



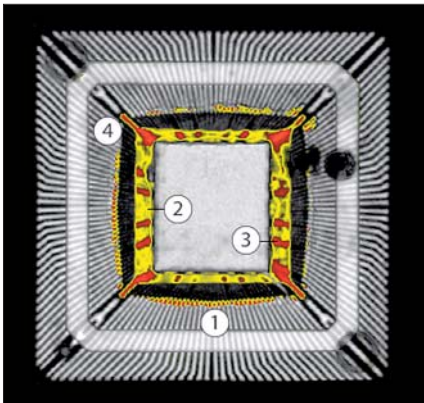


Bild 2: Dieses Bild, das aus einem gespeicherten akustischen Datensatz erstellt wurde, zeigt einen PQFP, der ursprünglich 4 innere Anomalitäten hatte. Die Lead-Finger Delaminationen (1) verursachten vermutlich den elektrischen Ausfall.

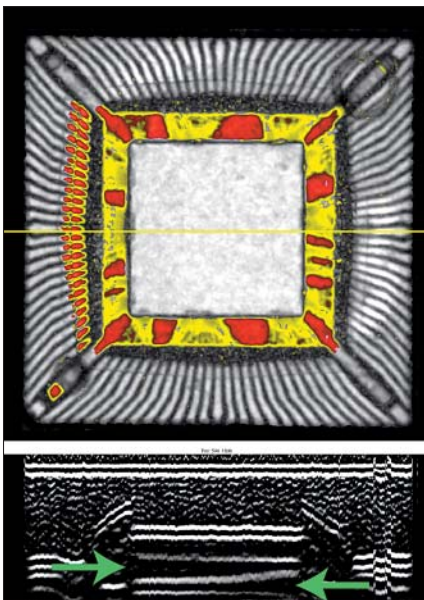


Bild 3: Dieser TQFP hat neben ähnlichen ursprünglichen Defekten zusätzlich noch ein geneigtes Die-Paddle, wie im akustischen Schnittbild (aus dem originalen akustischen Datensatz generiert) unten zu sehen ist.

Gas (Luft) innerhalb des Defekts gibt. Grenzschichten zwischen einem festen Material und Vakuum sind die besten Ultraschall-Reflektoren und erzeugen die Echosignale mit den höchsten Amplituden.

In der Entwicklung oder der Pilotserienfertigung werden die Daten, die das gesamte Volumen des Prüflings darstellen, schicht und einfach erfasst und elektronisch gespeichert. Dieser File selbst ist kein akustisches Bild, jedoch kann er genutzt werden um rund 20.000 unterschiedliche akustische Bilder des Bauteils zu generieren. Durchläuft das Bauteil die Fertigung

ohne Probleme, so kann der akustische Datensatz letztendlich wieder gelöscht werden. Falls es jedoch aufgrund eines internen Packaging Fehlers ausfällt, sind diese Daten von großem unmittelbarem Interesse, da sie das Teil im Originalzustand zeigen. Die Folge dieser Ereignisse ist in Bild 1 dargestellt.

Aus Datensatz wird Bild

Es dauert nicht lange um aus diesem akustischen Datensatz Bilder in den kritischen Ebenen des IC-Packages zu machen und um nach Anzeichen für ernstzunehmende Package Defekte zu sehen. Bilder von den akustischen Daten könnten beispielsweise eine sehr geringe Die-Face Delamination zeigen, ein Hinweis, der den Ingenieuren zeigt, dass das Die-Face der Ort im fehlerhaften IC-Package sein könnte, den man näher untersuchen sollte. Ein Bild, das in der Ebene der Lead-Finger gemacht wird, kann bestimmen ob dort Risse oder Delaminationen vorhanden waren, die die Bonddrähte auf den Lead-Fingern beeinträchtigen könnten. Die Tatsache, dass diese Hinweise in akustischen Bildern manchmal sehr klein sind, lässt die Genauigkeit der ursprünglichen akustischen Scan-Methode noch wichtiger erscheinen. Um kritische interne Strukturen im Ursprungszustand des Prüflings besser zu erkennen, können mit dem akustischen Datensatz nicht nur flächige akustische Bilder sondern auch drei-dimensionale Bilder sowie Querschnitte erzeugt werden.

Bild 2 zeigt das flächige akustische Bild eines PQFP (Plastic Quad Flat Pack), der nach dem Reflowlöten einen elektrischen Fehler gezeigt hatte. Dieses Bild wurde aus dem akustischen Datensatz generiert, der vor der SMT-Montage und dem Reflowlöten aufgenommen wurde. In diesem Fall wurden die akustischen Daten eigens dafür genutzt um ein Bild in der Ebene der Lead-Finger zu machen. Das akustische Bild zeigt vier Dinge, die von Interesse sind:

1) Die inneren Enden der Lead-Finger sind überwiegend rot und gelb – Farben, die eine Delamination oder einen Spalt zwischen Materialien anzeigen. In dem Farbschema, das bei diesem Bild Verwendung findet, zeigt rot die höchste Amplitude des

Echosignals an, und gelb ist die zweit-höchste Amplitude. Die Delaminationen an den Enden der Lead-Finger sind klein, aber sie reflektieren den Ultraschall so effizient, dass ihre Anwesenheit untrüglich ist. Die hohe Zahl von Delaminationen an den Lead-Fingern macht es sehr wahrscheinlich dass ein oder mehrere Drähte gebrochen sind und den elektrischen Ausfall verursacht haben.

2) Ein Teil des Bereichs um das Die erscheint bei dieser Tiefe gelb. Dies ist kein Defekt sondern ein Phänomen, das durch die Art und Weise, wie der Ultraschall an den runden Drähten, reflektiert wird, verursacht wird.

3) In Bereichen zwischen Gruppen von Drähten ist die Farbe jedoch rot. Dieses Rot hat nichts mit den Drähten zu tun, sondern ist eine akustische Sicht zwischen den Drähten hindurch auf die Verbindung von Vergussmasse und Die Paddle. In diesem Fall bedeutet rot, dass die Vergussmasse vom Die Paddle delaminiert ist, zumindest in den Bereichen, die man zwischen den Drähten sehen kann. (Die akustischen Daten könnten in der Die-Paddle Ebene noch einmal gescannt werden um einen umfassenderen Blick dieser Ebene zu erhalten.)

4) Alle vier Verbindungsstege sind auf einem Teil ihrer Länge delaminiert (rot). Die Delamination an jedem Steg weitet sich nach außen hin zu einem Punkt mit einer tiefen, U-förmigen Verformung im Steg aus. Der Grund für diese abrupte Verformung ist es, Delaminationen daran zu hindern, sich weiter am Steg entlang auszubreiten, und in diesem Fall hat das Design gut funktioniert.

Nachdem bekannt ist, dass diese internen Merkmale und Defekte bereits vor der SMT-Montage und dem Reflow-Prozess existierten, vereinfacht dies die Schritte, die unternommen werden müssen, um ein Wiederauftreten dieser elektrischen Ausfälle zu verhindern. In diesem Fall kann es nützlich sein, weitere Teile aus dem gleichen Los zu untersuchen, um herauszufinden ob das Lead-Finger Problem weiter verbreitet ist.

Akustische Bilder von gespeicherten Files können manchmal unerwartete

innere Eigenschaften aufzeigen. **Bild 3** wurde von einem gespeicherten File eines TQFP (Thin Quad Flat Pack) gemacht. Der obere Teil ist das ebene Bild, das in der Ebene der Lead-Finger gescannt wurde. Die Defekte sind ähnlich denen des PQFP in **Bild 2**, mit der Ausnahme dass die Lead-Finger-Delaminationen alle entlang der linken Seite des Dies liegen. Der untere Teil von **Bild 3** zeigt ein zerstörungsfreies akustisches Schliffbild durch den TQFP entlang der horizontalen Linie, die man im oberen Teil sieht. Dieser Schnitt, der ebenfalls aus den gespeicherten Daten erzeugt wurde, zeigt das was man erwarten würde, wenn man das Bauelement aufschneidet, nur dass Ultraschall anstelle von Licht oder Elektronenstrahlen verwendet wurde. Der linke grüne Pfeil zeigt auf die Die-Attach Ebene, die links viel dicker ist als

rechts. Das Die oberhalb der Die-Attach Ebene liegt eben oder zumindest nahezu eben. Der rechte grüne Pfeil zeigt auf die Vergussmasse unterhalb des Die-Paddles: die schräge weiße Struktur oberhalb der Vergussmasse ist das Die-Paddle. Offensichtlich ist hier Folgendes geschehen: Das Die-Paddle wurde beim Hersteller dieses Bauelementes nach unten verbogen. Später wurde das Die-Attach Material aufgetragen und als das Die horizontal aufgesetzt wurde, ist das Die-Attach Material nach links migriert um das geneigte Die-Paddle aufzunehmen.

Fazit

Diese Beispiele zeigen die detaillierte Information, die aus einem bereits ausgefallenen Bauelement gewonnen werden kann, wenn ein akustischer Datensatz

für diese Komponente verfügbar ist. Die Mehrzahl der akustischen Datensätze wird vermutlich niemals geöffnet, sie sind in der Tat eine anspruchsvolle Form einer Versicherung. Aber wenn ein Fehler auftritt, können die akustischen Daten die Schritte, die notwendig sind um das Problem zu beheben, wesentlich vereinfachen. (jj)

	infoDIRECT	510eio307
www.elektronik-industrie.de		
▶ Link zu Sonoscan		