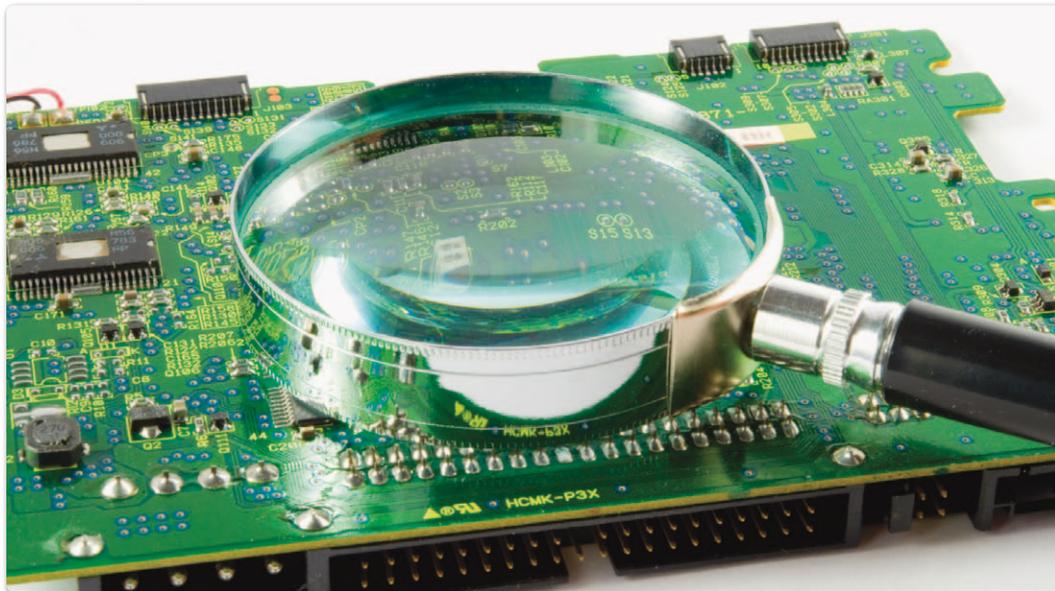


Alles im Lot?



Leiterplatten mit ihren Lötverbindungen als Herzstücke jedes elektronischen Geräts verlangen eine besondere Aufmerksamkeit in der Qualitätskontrolle. Unabhängig davon, ob im Laufe des Produktionsprozesses oder als Funktionskontrolle am Ende aller Herstellungsschritte: Die Fehleranalyse/Schadensanalytik als quasi „kriminaltechnische Untersuchung“ folgt bereits entstandenen Fehlern, um den Produktionsprozess zu verbessern und Lösungen zu finden, die künftige Versagensfälle vermeiden – und nicht zuletzt Garantie- und Kulanzkosten zu reduzieren.

Testlabore, die schadensanalytische Prüfungen anbieten, gehen in ihrer Planung und Anwendung unterschiedlichster Prüfverfahren und Zusammenfügung von einzelnen Ergebnissen bei der Aufklärung eines technischen Versagensfalls ähnlich vor wie Kriminologen, die die Ursache eines Verbrechens herausfinden müssen. Der technische Versagensfall steht fest, jetzt muss der Tester noch eine geeignete Methode finden, um die Ursache des Schadens aufzufindig zu

machen. Die Vorgaben der Richtlinie VDI/VDE 3822 Blatt 1 Schadensanalyse dient dabei als grobe Orientierung. Schwachstellen in der Leiterplattentechnik können beispielsweise durch optische Inspektion, metallografische Präparation sowie Materialanalytik erkannt und dokumentiert werden. Hierbei können elektronische Baugruppen, ihr Einsatz und ihre Prozesskette fokussiert werden. Ein qualifiziertes Prüf- und Testlabor dokumentiert die Ergebnisse der Untersuchung und vertritt dieses auch gutachterlich. Je nach technischer Ausstattung und Know-how des Dienstleisters kann die Untersuchung von fehlerbehafteten oder fehlerverdächtigen Objekten mit den geeigneten Mitteln erfolgen und entsprechend effizient und mit hoher Beweissicherheit durchgeführt werden. Zusätzlich sollte das Labor fähig sein, eine kritische Beweiskette durch eine Schadenssimulation abzusichern.

Wozu eine Fehleranalyse?

Jeder Konstrukteur oder Zulieferer, der an der Prozesskette komplexer wie einfacher Geräte und Bauteile beteiligt ist, kennt das Problem von Fehlerquoten. Die Frage ist, welche Quote tolerierbar ist und wie sie sich möglichst gering halten oder gar ganz eliminieren lässt. Eine 99,9-prozentige Fehlerfreiheit klingt im ersten Moment gut – ein entsprechender Fehlerquotient von

0,1% würde jedoch beispielweise bedeuten, dass jeden Monat eine Stunde lang verschmutztes Trinkwasser fließt, 500 fehlerhafte Operationen in der Woche durchgeführt werden oder jedes produzierte Auto 80 Fehler aufwies. Diese Zahlen sollen nur verdeutlichen, wie stark sich ein vermeintlich geringer Fehlerquotient in der Realität auswirken kann.

Ziel der Schadensanalytik ist das Schaffen von belastenden Beweismitteln

Ziel jeder Schadensfalluntersuchung sollte es daher sein, gemeinsam mit dem Auftraggeber Lösungen und Verbesserungen für den weiteren Produktionsprozess zu erarbeiten. Schließlich sollen künftige Versagensfälle vermieden und Kosten gespart wer-

den, die sonst durch Garantie- und Kulanzbelastungen anfallen. Denn mit gezielten Simulationen von Alterungsprozessen und Extrembelastungen und anschließender Analyse bereits im Entwicklungsprozess eines Produkts werden Konstruktions- und Fertigungsfehler rechtzeitig erkannt.

Der Anfang jeder Analyse

Die Beweisaufnahme (wo liegt der Schaden?) ist der erste Schritt. Hierbei werden die Faktoren bestimmt, die zum Entstehen eines Schadens führen können.

Ausfälle eines Bauteiles oder ganzen Gerätes können viele Ursachen haben. Konstruktionsfehler wie die Wahl eines ungeeigneten Materials oder Herstellungsverfahren können ebenso zu Defekten führen wie Mängel in der Prozesskette, den Zulieferteilen oder der Abstimmung von Parametern. Auch Lagerung und Transport bergen Gefahren für die Technik, nicht zuletzt sind Bedienungs- und Wartungsfehler oder Folgeschäden durch Verschleiß, Korrosion u.ä. zu nennen – neben menschlichem Versagen spielt auch der Faktor Natur und höhere Gewalt eine Rolle.

Daher muss jedem Testverfahren eine genaue Bestandsaufnahme aller Faktoren, die für den Schaden verantwortlich sein können, erfolgen. Ein systematischer Ablauf einer Schadensanalyse, wie ihn TechnoLab anbietet, ist hilfreich. Ist das Schadenobjekt und der entstandene Schaden so genau wie möglich beschrieben, ermittelt der Tester gemeinsam mit dem Auftrag-



Bild 2: Brandschaden an einer Platine

Autor

Tobias Wolf ist ausgebildeter Metallograf und Test Technician, Failure Analysis bei TechnoLab

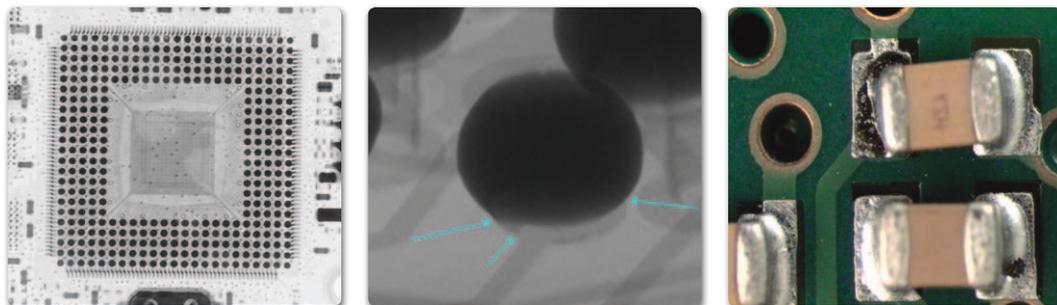


Bild 3–5: Links die BGA-Übersicht einer Röntgeninspektion, mittig ein BGA-Ball abgetrennt vom Pad und rechts die mangelhafte Padbenetzung (BlackPad)

geber den Schadensablauf und die Vorgeschichte. Mittels einer Schadenhypothese lassen sich bereits mögliche Ursachen festhalten. Als nächster Schritt erfolgt die Wahl geeigneter Untersuchungsmethoden, die abhängig sind von vielen Faktoren wie Einsatzgebiet und Funktion des Prüfobjekts. Dabei stammen Proben entweder direkt aus der Umweltsimulation zur Analyse des Ergebnisses. In diesem Fall wird der Zustand vor und nach dem Test dokumentiert und Verschleißmerkmale werden bewertet – oder die Proben kommen aus defekten Systemen aus dem Feldeinsatz. Dann erfordert die Analyse, dass die Tester ausfallrelevante Belastungen erkennen können.

Umfangreiche Prüfungen mit Schadensbericht

In den Untersuchungen werden Bauteil und Werkstoffe einer genauen Prüfung unterzogen und entsprechend bewertet, auch das Schadensumfeld wird in die Analyse einbezogen. Diese Prüfungen können zerstörungsfrei oder zerstörend durchgeführt werden. Als Beispiel für Ersteres ist die visuelle Inspektion mittels Röntgen oder elektrischer Parametermessung zu nennen. Metallografie und Elementanalyse (REM+EDX/WDX, SIMS) nehmen den Werkstoff aufs Korn. So sollen Schadensmechanismen aufgedeckt und Empfehlungen zur Prävention und zur allgemeinen Zuverlässigkeitsoptimierung gegeben werden. Anschließend wertet der Tester die Untersuchungsergebnisse in einem Soll-Ist-Vergleich aus und definiert Ursache und Art des Schadens. Im nächsten Schritt leitet das Testlabor aus den gewonnenen Ergebnissen Erkenntnisse ab, die den Schaden beheben und in Zukunft vermeiden lassen. Ingenieure gehen mit den

Kunden entsprechende konkrete Maßnahmen durch, je nach Auftragslage und Situation. Eine individuelle Beratung, die auf Sachkenntnis der Branche und aller jeweiligen Bedingungen bzw. relevanten Faktoren fußt, ist hierbei unabdingbar. Die Analyse schließt mit einem Schadensbericht und einer entsprechenden Dokumentation.

Spezialfall Leiterplatte

Die Bewertung von Lötverbindungen und Schichtsystemen der Leiterplatte zählt ebenfalls zu den typischen Fragestellungen der Analytik. Für Leiterplatten kommen eine Menge an relevanten Tests und entsprechenden Regeln infrage, wie die Konformität nach IPC-A-600, IEC 61288, z.B. für thermische Beständigkeit (Lotbad, Ölbad, Sandbad) oder Lötbarkeit nach J-STD-003.

Die Isolationsfestigkeit unter Klimaeinwirkung RIS sowie die Neigung zu Conductive Anodic Filament CAF wird bewertet. Ein Whiskertest nach DIN EN 60068-2-82/JEDEC-JESD 201 bietet sich bei entsprechendem Verdacht ebenso an wie eine Untersuchung, inwieweit das Basismaterial thermisch robust ist. Die innere Struktur (Inner Layer Separation, Barrel Crack, Corner Crack) spielt eine erhebliche Rolle und kann zerstörungsfrei mittels Röntgeninspektion (Bild 3–4) u.ä. oder zerstörend mittels eines metallografischen Schlibfbildes (Bild 7) untersucht werden. Optisch unauffällige, verdeckte Fehler von Bauelementen der Platine werden erst im metallografischen Befund oder nach mechanischer Belastung auffällig und beispielsweise mittels eines Pull-Tests (Bild 6) ausfindig gemacht. Der Pull-Test hat gegenüber dem Shear-Test die bessere Aussage, da die Kraft als Schälkraft in Z-Richtung auf die Oberfläche der Pads wirkt. Auch Hilfsstoffe

wie SMD-Kleber oder Gießharze werden getestet, z.B. auf Durchschlagfestigkeit nach IEC 243. Die Eigenschaften von Lotpasten, z.B. Slumping (Konturenstabilität) oder Korrosionsverhalten, werden gegebenenfalls unter die Lupe genommen, ebenso Flussmittel, bei denen das Testlabor die thermische Beständigkeit und Wechselwirkung mit Lötrest überprüft.

Oberflächen

Endoberflächen (chemisch Sn, ENIG, Stichwort Black Pad) spielen nicht zuletzt eine große Rolle für den geeigneten Einsatz, bergen aber auch eigene Schadensquellen. Für Leiterplatten mit höchsten Anforderungen ist das Finish chemisch Nickel Gold (ENIG) eine beliebte Endoberfläche. Diese bietet beste Voraussetzungen für langzeitstabile Lötverbindungen. Problematisch ist ENIG dann, wenn es Komplikationen bei der Abscheidung der Schichten gegeben hat. Nach der Benetzung durch den Lotwerkstoff kann das zu Effekten führen, die unter dem Stichwort Black Pad (Bild 5) bekannt sind.

Individualisierte, kundenspezifische Testlösungen sind gefragt

Oft liegen der Anspruch auf eine angepasste technische Prüfung und der tatsächliche Belastungshorizont des technischen Systems weit auseinander. Das hat häufig zur Folge, dass die Ergebnisse der angewendeten Prüfverfahren nicht der späteren Realität entsprechen. Ziel muss es also sein, genau die richtigen und dem Anwendungszweck entsprechenden Test- und Approbationsverfahren auszuwählen und anzuwenden, wenn nötig zu modifizieren oder erst zu entwickeln. Kombinierte Prüfungen wie etwa der Klima- und Klimawechseltest mit überlagerter elektrischer Last zur Bewertung der Korrosionsbeständigkeit und Kriechstromfestigkeit (z.B. CAF-Test nach IPC-9691) bieten sich daher auch für Leiterplatten an.

Fazit

Durch die Auswahl und Anpassung geeigneter Normen bzw. die Anwendung der entsprechenden Prüfverfahren geben qualifizierte Testlabore wie TechnoLab den Kunden technisch kompetente Hilfestellung. Das Hauptaugenmerk liegt dabei darin, die für den Auftraggeber schnellstmögliche und kostengünstigste Variante zu finden, Test- und Prüfverfahren bereitzustellen sowie parallel dazu die analytischen Werkzeuge zur Verfügung zu stellen, damit der Kunde die Ergebnisse Nutzen bringend umsetzen kann.

► TechnoLab
www.technolab.de

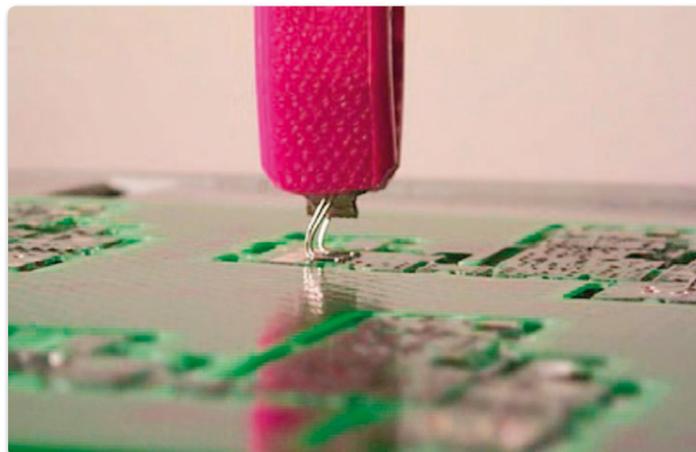


Bild 6: Pulltest