

Langzeit-Zuverlässigkeit rasch geprüft

Neue, beschleunigte, mechanische Methode für die Qualitätsprüfung von Materialverbindungen im Bereich von nm bis cm – sehr rasch, effizient, verlässlich, bewährt

Viele industrielle Bauteile bestehen aus unterschiedlichsten Materialien und Schichten, elektrisch leitenden und isolierenden, duktilen und spröden, aus Metall, Keramik, Glas oder Polymeren. Sie alle werden für bestimmte Funktionen gebraucht, passen aus materialwissenschaftlicher Sicht aber nicht ideal zueinander: Sie sind oft schlecht miteinander zu verbinden oder dehnen sich bei Erhitzung unterschiedlich stark aus. Dadurch entstehen etwa bei elektrischen Schaltvorgängen oder thermischer Belastung auch hohe innere mechanische Belastungen, die im Laufe der Zeit zu Defekten, Bruch und Delamination führen. Wie lange ein Bauteil seinen Betriebsbelastungen standhält, ist für den Kunden ein maßgebliches Qualitätsmerkmal des Produktes.

Beispielsweise werden für die Qualitätsbewertung von elektrischen Geräten und elektronischen Komponenten derzeit Temperatur- oder Stromwechsellasts eingesetzt. Sie benötigen oft hohen apparativen Aufwand und vor allem großen Zeitbedarf: selbst bei einem kurzen Zyklus von nur 5 Sekunden dauert der Test bis zu einem Versagen nach beispielsweise 100.000 Zyklen fast 6 Tage lang.

Die Problematik der Haftfestigkeit im Langzeitbetrieb ist aber in vielen Produktsegmenten und Industrien die gleiche. Wer über schnelle und gleichzeitig zuverlässige Tests verfügt, hat sowohl in der Entwicklung seiner Produkte als auch bei der Zufriedenheit seiner Kunden klare Vorteile.

Ziel

Die Forschungsgruppe Mechanische Eigenschaften und Zuverlässigkeit an der TU Wien hat ein hochfrequentes Prüfsystem für Chip- und Elektronikfertigung entwickelt, das bereits erfolgreich bei Infineon im Einsatz ist. Die zugrundeliegende Methodik kann auch die Prüfung anderer Verbindungen und beliebiger Mehrmaterialkomponenten erheblich beschleunigen. Sie ist für punktuelle und flächige Verbindungen in Größenbereichen von nm bis cm anwendbar und soll nun auch anderen Industrien zugänglich gemacht werden.



Lösungsansatz

Die Grundidee besteht darin, die während des Betriebs auftretenden thermomechanisch induzierten Spannungen in einer Materialverbindung durch äquivalente zyklische mechanische Belastungen zu ersetzen und die benötigte Zeit für den Test durch die drastische Erhöhung der Belastungsfrequenz erheblich zu verkürzen.

Das neuartige hochfrequente Prüfsystem wird speziell an den jeweiligen Anwendungsfall so angepasst, dass die real im Laufe des Einsatzes auftretenden Schadensbilder exakt jenen entsprechen, welche durch den hochfrequenten Test hervorgerufen werden. FEM-Simulationen und sorgfältige qualitative und quantitative Analysen werden zum besseren Verständnis der vorherrschenden Versagensmechanismen während des Betriebs und damit zur schnellen, aber realistischen Nachbildung der Degradationsprozesse eingesetzt.

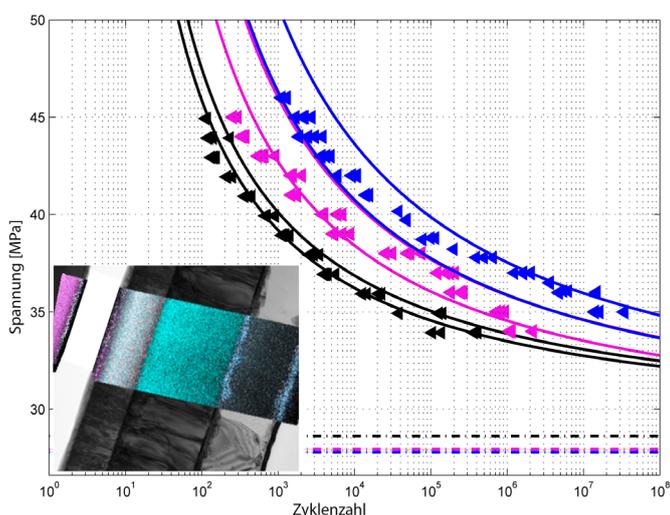
Das Prüfsystem

Eine Anlage für die hochdynamische Prüfung – etwa der Langzeit-Zuverlässigkeit von Materialverbindungen, Chip-Kontakten oder von Mehrschichtstrukturen

(Kontakt- bzw. Delaminationsprüfung) – besteht aus einer Anregungsquelle, die in einem breiten Frequenzbereich zwischen 100 Hz und 60 kHz das zu prüfende Bauteil einer bestimmten Schwingungsbelastung unterwirft.

Unterschiedliche Konfigurationen eines Aufbaus ermöglichen die Prüfung sowohl von Modellversuchsstrukturen als auch von realen Bauteilen. Damit ist die einheitliche Bewertung verschiedener Materialgrenzflächen und Verbindungstechniken in einem gegebenen Anwendungsbereich möglich – sei es in der Produktion von Elektronik, dünnen Schichten oder Verbundwerkstoffen.

Wie Erfahrungen mit der Anwendung dieses einzigartigen Prüfverfahrens in der Elektronikindustrie gezeigt haben, ist es um den Faktor 1.000 schneller als bisherige Testverfahren. Das Verfahren ermöglicht ein hocheffizientes Screening, um rasch Schwachstellen von Bauteilen sowie die Ursachen eines Versagens zu erkennen, wodurch die optimale Materialauswahl und Prozessauslegung für Mehrschichtsysteme erheblich beschleunigt werden. Diese Prüfmethode ist auch für eine effiziente Qualitätskontrolle in Wareneingang und Warenausgang prädestiniert.



Bestimmung der Lebensdauer von Mehrschichtmaterialien in sehr kurzer Zeit – mittels sehr hoher Zyklenzahlen – und chemische Analyse der Schadensfläche

Lebensdauerkurven für höchste Lastwechselzahlen können in sehr kurzer Zeit ermittelt werden. Je nach Anwendung kann der Schädigungsgrad mit optischen Methoden, Vibrometrie oder akustischen Sensoren über die Zeit verfolgt und in situ bestimmt werden. Diese Daten werden für die Erstellung von validierten Modellen zur verlässlichen Prognose der Lebensdauer eines Bauteiles verwendet.

Zielgruppen und Anwendungen

- Automobil-, Luft- und Raumfahrtindustrie, Medizintechnik, Maschinen-, Werkzeug-, Anlagenbau
- Hersteller von Mess- und Prüfgeräten für die genannten Industrien
- Produktion und Entwicklung von bzw. Labore für:
 - Löt-, Sinter-, Schweiß-, Klebeverbindungen
 - funktionale Beschichtungen, Dünnschichtfilme, Lacke
 - Lamine, Verbundwerkstoffe
 - Halbleitermaterialien, elektronische Bauteile

Ihre Vorteile

- extreme Zeitersparnis im Vergleich zu herkömmlichen Testverfahren (Faktor 1.000 und mehr)
- für breites Spektrum an Materialkombinationen mit Verbindungsflächen oder Schichtdicken von nm bis zu cm
- realistische Fehlerbilder von zu erwartenden Langzeitschäden in kürzester Zeit
- präzise Darstellung zeitabhängiger Schädigungsvorgänge im Zusammenhang mit Material- und Produktionsparametern
- dadurch effiziente Substitution von umweltschädigenden Materialien und Hilfsstoffen
- erhebliche Verkürzung der „time to market“
- rasche Verbesserung von Nachhaltigkeit, Kundenvertrauen und Wirtschaftlichkeit durch Senkung von Ausschuss- und Abfallraten bzw. durch Vermeidung von Reklamationen
- bereits praxisbewährt – erfolgreich im Einsatz für die Chipprüfung bei Infineon

Kontakt

Frau Prof. Dr. Golta Khatibi
 TU Wien – Forschungsgruppe Mechanische Eigenschaften und Zuverlässigkeit
www.cta.tuwien.ac.at/mrm
 +43 1 58801 17114
golta.khatibi@tuwien.ac.at, foma@tuwien.ac.at