



Herstellung homogener Polymer-Probekörper zur Charakterisierung von temperatur- und zeitabhängigen mechanischen Kennwerten als Basis für FEM-Simulation zur Steigerung der Zuverlässigkeit elektronischer Baugruppen

G. Lautenschläger, Dr. R. Schwerz, Dr. M. Röllig

Fraunhofer Institut für Keramische Technologien und Systeme, Maria-Reiche-Str.2, 01099 Dresden

In der Aufbau- und Verbindungstechnik der Elektronik finden polymere Werkstoffe stetig ihren Platz und werden permanent, teils auch als gefüllte Funktionswerkstoffe, weiterentwickelt und eingesetzt. Sie befinden sich u.a. im Basismaterial für die Leiterplattenherstellung, in Klebeverbindungen elektronischer Bauelemente oder im Verguss sowie im Schutzlack von elektronischen Schaltungen.

In elektronischen Mikrosystemen werden funktionsbedingt Materialien miteinander kombiniert, die aus Sicht der Zuverlässigkeit nicht ideal zusammengehören. Spezifische Werkstoffeigenschaften weichen zwischen den Materialien deutlich ab und schlecht angepasste Steifigkeiten und Temperaturausdehnungskoeffizienten (CTE) sind die Folge. Durch Einwirkung von Temperaturwechsel- oder Vibrationslasten, führen zu hohe Unterschiede dieser Kennwerte zu lokalen kritischen mechanischen Spannungen und Dehnungen, die nicht immer abgebaut werden können und somit zu Rissen, Delaminationen und letztlich dem Versagen der Baugruppe führen.

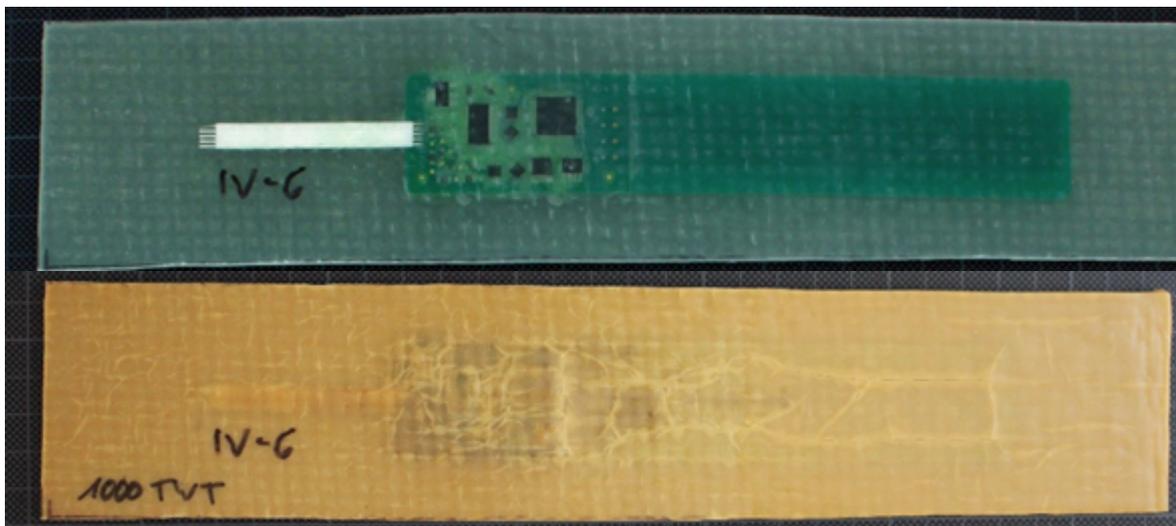


Abbildung 1: Risse in vergossener Elektronik vor (oben) / nach (unten) 1000 Zyklen TWT, Polymer per Hand gemischt und Materialauswahl nicht aneinander angepasst

Das Fraunhofer IKTS nutzt die FEM-Struktursimulation dazu, diese Sachverhalte aufzudecken, die Ursachen der Fehlerentstehung aufzuklären und anschließend abzustellen. Die Baugruppe wird aus Sicht der Zuverlässigkeit durch die Auswahl von geeigneten Werkstoffen und der Architektur auf die Anwendung hin optimiert.

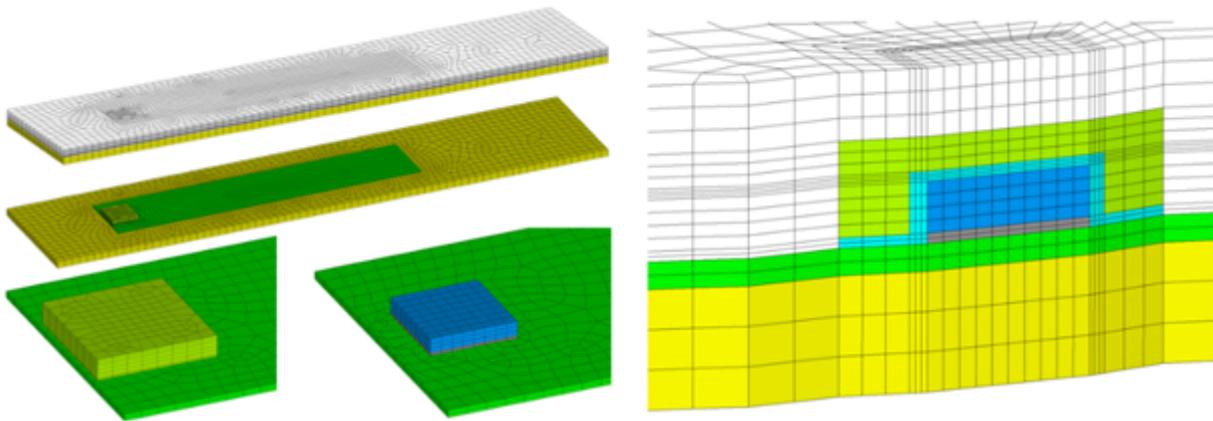


Abbildung 2: FEM-Modell der eingebetteten Elektronik

Als Basis dieser Simulationen werden lückenlos Messdatensätze von temperatur- und zeitabhängigen mikromechanischen Materialkennwerten ermittelt. Die Besonderheit dabei ist zudem, dass Herstellungsbedingungen und Prozessparameter Berücksichtigung finden, so dass die vom Materialhersteller bereitgestellten Angaben deutlich übertroffen werden und präziser sind. Aufgrund dessen wird am Fraunhofer IKTS eine ausführliche Materialcharakterisierung mittels Dynamisch-Mechanischer Analyse (DMA) und Thermomechanischer Analyse (TMA) vorgenommen, um die bereits genannten Kennwerte der temperatur- und zeitabhängigen Steifigkeit (Storage- und Loss-Modul), sowie dem CTE der Polymere in einem Temperaturbereich von bis zu -150°C und $+400^{\circ}\text{C}$ zu bestimmen.



Abbildung 3, v.l.n.r.: DMA-Messgerät; Nahaufnahme Probenklemmbereich; Unterschiede in der Probenherstellung bei manuellem Mischen und Mischen durch den THINKY-Mixer ARE-250; Verringerung der DMA-Messabweichungen durch bessere Probenqualität

Die Prüflingsqualität ist maßgebend für die Korrektheit der ermittelten Messgrößen. Zur Qualitätssicherung gehört eine zerstörungsfreie Analyse mittels Röntgen, optischer Verfahren und teilweise zerstörende Schlifffanalysen mit hochauflösender Bildverarbeitung. Für polymere Werkstoffe sind homogen und luftblasenfrei angemischte Polymerproben eine unumgehbare Voraussetzung. Durch die Verwendung eines Planeten-Zentrifugalmischers (ARE-250 der Firma Thinky) wird es möglich, diese Kriterien zu erfüllen.

Der Erfolg der Verwendung dieses Mixers kann sehr gut anhand der durchgeführten DMA-Messungen deutlich gemacht werden. Händisch angemischte Proben, zeigen eine deutlich höhere Abweichung der Messkurven untereinander, als jene die mit dem Zentrifugalmischer hergestellt wurden.

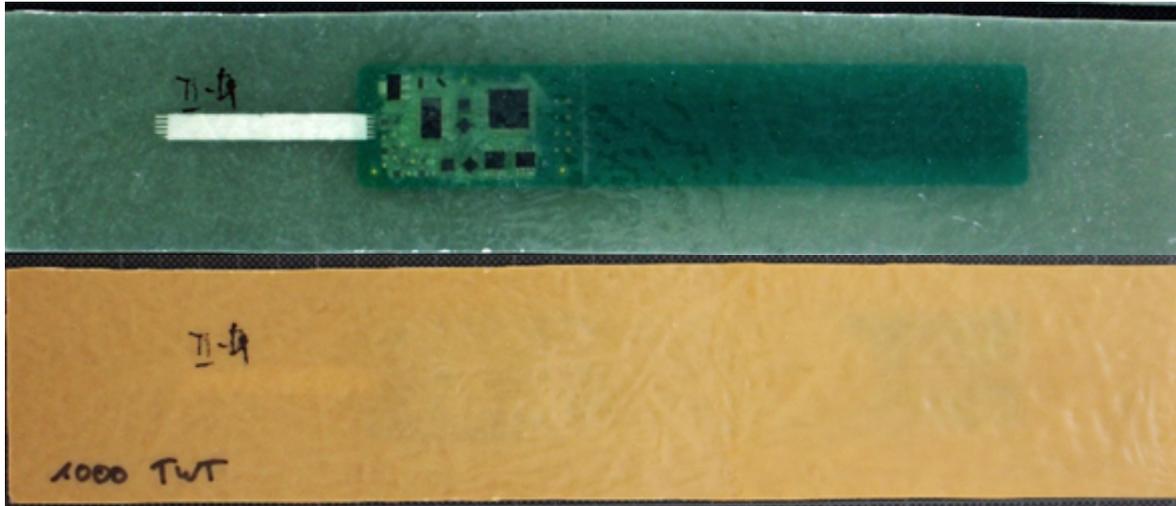


Abbildung 4: Vergessene Elektronik vor (oben) / nach (unten) 1000 Zyklen TWT (rissfrei) Polymer gemischt mit Planeten-Zentrifugalmischer (THINNKY ARE-250), Materialauswahl aneinander angepasst

Die Verwendung des Planeten-Zentrifugalmischers (ARE-250) trägt somit signifikant zur Steigerung der Genauigkeit der ermittelten Materialkennndaten, die als Basis der FEM-Struktursimulation dienen, bei.



Kontakt:

Georg Lautenschläger | E-Mail: georg.lautenschlaeger@ikts.fraunhofer.de

Dr. Mike Röllig | E-Mail: mike.roellig@ikts.fraunhofer.de

Dr. Robert Schwerz | E-Mail: robert.schwerz@ikts.fraunhofer.de,



C3 PROZESS- UND
ANALYSETECHNIK

www.c3-analysentechnik.de | info@c3-analysentechnik.de