

Zuverlässigkeit von Fügeverbindungen für diskrete Leistungsbaulemente auf organischen Schaltungsträgern

Dr. Mike Röllig, Dipl.-Ing. René Metasch

Ziel des Projekts SelfÜ war die erstmalige Zusammenführung von hochtemperaturtauglichen Verbindungstechnologien (u. a. Diffusionslötten und Silbersintern) mit einem Standard-SMT-Lötprozess auf einem hybriden organischen Schaltungsträger. Interessant ist dies für KMUs, die hochintegrierte Module der Leistungselektronik (ab 20 kW aufwärts) in Leiterplattentechnologie anbieten wollen.

Anhand einer Funktionsbaugruppe vom Projektpartner IMG Electronic & Power Systems GmbH, bestehend aus leistungselektronischen Wechselrichtern und einer Steuerelektronik, wurden folgende Ziele umgesetzt:

1. Selektive Montage von Leistungskomponenten auf einem hybriden organischen Schaltungsträger mittels temperaturfester Füge-technik
2. Integrale Lösung von Logik- und Leistungselektronik sowie hochstrom- und wärmeleitenden Strukturen auf und in einem organischen Schaltungsträger, als Single-Board Unit
3. Senkung der Gesamtfertigungskosten
4. Verringerung des Bauraums, Erhöhung der Leistungsdichte sowie weniger Gewicht und Materialeinsatz
5. Technologie- und Zuverlässigkeitsnachweis

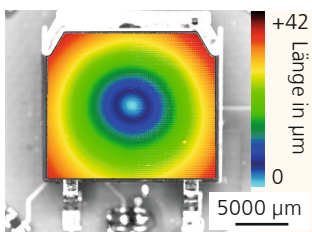


Abb. 1: Thermische Verformung eines Leistungsbaulements.

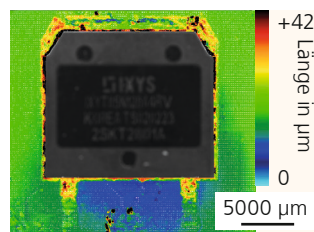


Abb. 2: Thermische Verformung des Schaltungsträgers.

Methoden und Aufgaben

Die Aufgaben des Fraunhofer IKTS fokussierten auf die Systemzuverlässigkeit, insbesondere ein beanspruchungsgerechtes

Design des organischen Schaltungsträgers und der Leistungsbaulemente mittels geeigneter Werkstoffkombinationen. Dafür kamen folgende Methoden zum Einsatz:

- Thermische Charakterisierung des kontaktierten Leistungsbaulements auf dem Schaltungsträger (Abb. 1, 2)
- Mechanische Charakterisierung von neuen Verbindungswerkstoffen und -technologien (Abb. 3, 4)
- Thermo-mechanische Zuverlässigkeitsbewertung im Temperaturwechsel
- Numerische Zuverlässigkeitsbewertung und -auslegung



Abb. 3: Zug-Druck-Probe mit Diffusionslotverbindung.

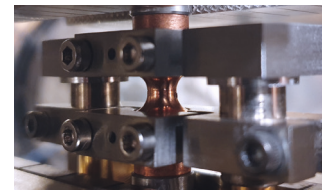


Abb. 4: Zug-Druck-Probe mit zwei kapazitiven Wegsensoren.

Ergebnisse

Schwerpunkt der Projektarbeit war die Verknüpfung von thermischen Lasten aus der Verlustleistung mit den thermo-mechanischen Verformungs- und Ausfallanalysen des elektronischen Leistungsbaulements. Der numerische Ansatz wurde überführt in Modelle der finiten Elemente, die den Schaltungsträger physikalisch abbilden. Basis dafür sind neben der Kenntnis der Geometrie und der thermo-mechanischen Werkstoffmodelle aller eingesetzten Materialien (u. a. CTE, E-Modul, Streckgrenze, Kriechen) auch thermische Kennwerte zur Wärmeübertragung. Aus diesem Grund wurden messtechnische Lösungen erarbeitet, die eine Bestimmung der Werkstoffkenngrößen, insbesondere der neuen Verbindungswerkstoffe, sowie auch die Validierung der Simulationen zulassen. Die simulatorische Verknüpfung thermischer und thermo-mechanischer Vorgänge wird zukünftig beim Schaltungsträgerdesign helfen, im Vorfeld Schwachstellen zu identifizieren und die geforderte Lebensdauer der Elektronik zu gewährleisten.

Das Projekt SelfÜ (FKZ: 16ME0397) wurde vom BMFTR gefördert. Dank gilt dem Projektträger VDI/VDE Innovation + Technik GmbH sowie den Projektpartnern IMG Electronic & Power Systems GmbH, budatec GmbH, PFARR Stanztechnik GmbH, G&W Leiterplatten Dresden GmbH & Co. KG und dem Institut für Aufbau- und Verbindungstechnik der Elektronik (IAVT) der TU Dresden.

Gefördert durch:

