

Sondermessverfahren für die Leistungselektronik

Dr. Lars Rebenklau, Dr. Henry Barth, Dipl.-Ing. Johannes Drechsel, Dipl.-Ing. Mirko Kirchhoff

Die Anwendungsbreite für leistungselektronische Module wird in den kommenden Jahren weiter stark wachsen. Treiber für diese Entwicklung ist die hohe Nachfrage im Bereich der E-Mobilität und der regenerativen Energien. Der Einsatz von keramischen Substraten in leistungselektronischen Modulen ist Stand der Technik. Ausschlaggebend hierfür ist die hohe elektrische Isolationsfestigkeit technischer Keramiken bei gleichzeitig guter Wärmeleitfähigkeit. Mit dem Einsatz schnell schaltender Leistungshalbleiter mit großem Bandabstand, wie z. B. Siliciumcarbid (SiC) und Galliumnitrid (GaN), steigen die Anforderungen an die elektrische Isolationsfestigkeit, die mechanische Stabilität und die Entwärmung von keramischen Schaltungsträgern in leistungselektronischen Modulen. Zur Charakterisierung der verschiedenen Aufbaustufen und Bestandteile leistungselektronischer Schaltkreise werden am Fraunhofer IKTS anwendungsspezifische Messverfahren weiterentwickelt.

Teilentladungsmessung

Die Teilentladungsmessung bietet sich als zerstörungsfreies Messverfahren zur Charakterisierung des Metall-Keramik-Verbunds an. Dabei zeigen sich interne Defekte wie Delamination, Muschelbrüche oder Hohlräume in Form von lokalen Teildurchschlägen und damit als messbare Stromspitzen in der Versorgungsleitung. Da sowohl die Aufnahme als auch die Auswertung der stochastischen Messdaten erheblichen Zeit- und Rechenaufwand verursacht, wird mit einem hochautomatisierten Messsystem gearbeitet. Aktuell wird die Datenauswertung mit Methoden des maschinellen Lernens von der momentan angewandten Visualisierungsebene ausgehend weiterentwickelt. Ziel ist es, die gewonnene Erfahrung in einem Datenmodell allgemein anwendbar zu machen.

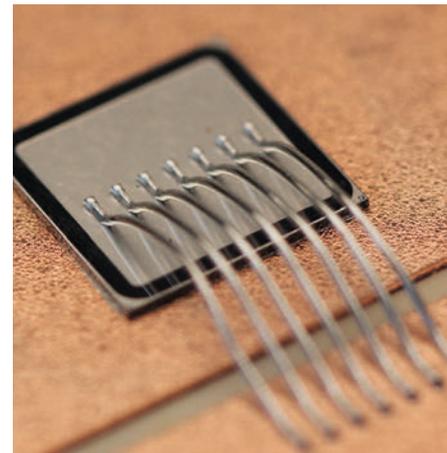
Neben Metall-Keramik- oder Polymersubstraten werden zukünftige Messungen auch Vergussmassen und komplexere Aufbauten fokussieren.

Infrarot-Thermografie

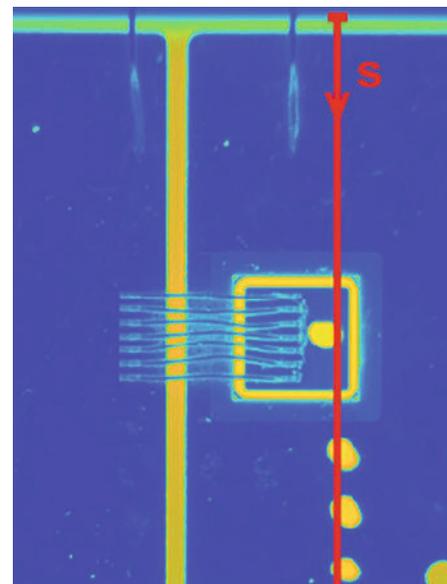
Ein effektives zerstörungs- und kontaktfreies Messverfahren stellt die Infrarot-Thermografie (IR-Thermografie) dar. Mit ihr ist es möglich, Wärmeverteilungen dynamisch zu erfassen. So können zum Beispiel lokal besonders temperaturbelastete Stellen erkannt und Temperaturgradienten an mit Nacktchips bestückten keramischen Schaltungsträgern erfasst werden. Es bestehen umfassende Erfahrungen zu keramischen Schaltungsträgern auf der Basis von:

- DCBs (Direct Copper Bonding)
- AMBs (Active Metal Brazing)
- Kupfer- und Silber-Dickschichtsubstraten

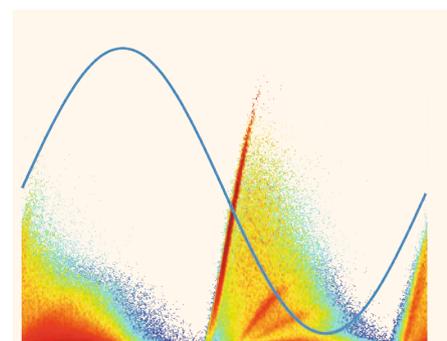
Im Fokus der Messungen stehen die Wärmeleitfähigkeit, der Wirkungsgrad und die thermische Kapazität. Das gesamte Messsystem ist flexibel erweiterbar. Zusätzliche Temperatursensoren können weitere Informationen zum Wärmefluss liefern und ermöglichen so eine umfangreiche Klassifizierung des thermischen Verhaltens. Zur Einprägung von elektrischer Leistung steht ein breites Spektrum an Stromquellen zur Verfügung. Diese sind anwenderspezifisch nach Messanforderung anpassbar. Die Wärmeleistung kann sowohl passiv an die Umgebungsluft als auch aktiv über einen Kühlkreislauf mit Thermostat abgeführt oder, je nach Anforderung, zugeführt werden.



Gebundene Leistungsdiode auf einem DCB-Substrat.



Falschfarbendarstellung der Infrarot-Aufnahme einer drahtgebundenen Leistungsdiode auf einem DCB-Substrat.



Phasenaufgelöstes Teilentladungsmuster an DCB-Substraten.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

