06.04.11

Forschungsvorhaben: DVS-Nr.: 10.052/ IGF-Nr.: 15.912 N

Forschungsthema: Wärme- und eigenspannungsarmes Fügen für die Mikrotechnik

Laufzeit: 01.04.2009 – 30.09.2011

1 Forschungsziel

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung einer reaktiven Nanotechnologie zum Fügen von mikrotechnischen Komponenten und Produkten. Als vorteilhaft werden bei diesem technologischen Ansatz die minimale Wärmebelastung der Bauteile und die minimierten Eigenspannungen eingeschätzt. Die Untersuchungen stellen die Basis für das metallurgische Fügen von Werkstoffen bzw. Werkstoffkombinationen bei „Raumtemperatur“ dar. Bei einer erfolgreichen Umsetzung der angestrebten Entwicklungsergebnisse kann es gelingen die Fertigungsprozesskette mikrotechnischer Systeme zu verkürzen und auf Grund der einfachen Handhabbarkeit sowie hohen Prozessgeschwindigkeit die Produktivität zu erhöhen. Das Forschungsvorhaben ist methodisch so angelegt, dass die experimentellen Untersuchungen durch begleitende Simulationsstudien ergänzt werden. Die Ergebnisse werden zur Nutzung im industriellen Umfeld in Form von Prozessdatenblättern für die untersuchten Grundwerkstoffe zusammengestellt, aus denen die notwendigen Folienparameter entsprechend der Anwendung entnommen werden können.

2 Bisherige Arbeiten und Ergebnisse

Für die in Absprache mit dem pbA beschlossenen Funktionsmuster, Verbindungen von DCB-Keramik mit Siliziumhalbleiterelementen (IGBT), wurde der Wärmefluss in den Bauteilen während des reaktiven Fügeprozesses berechnet (Abb. 1).

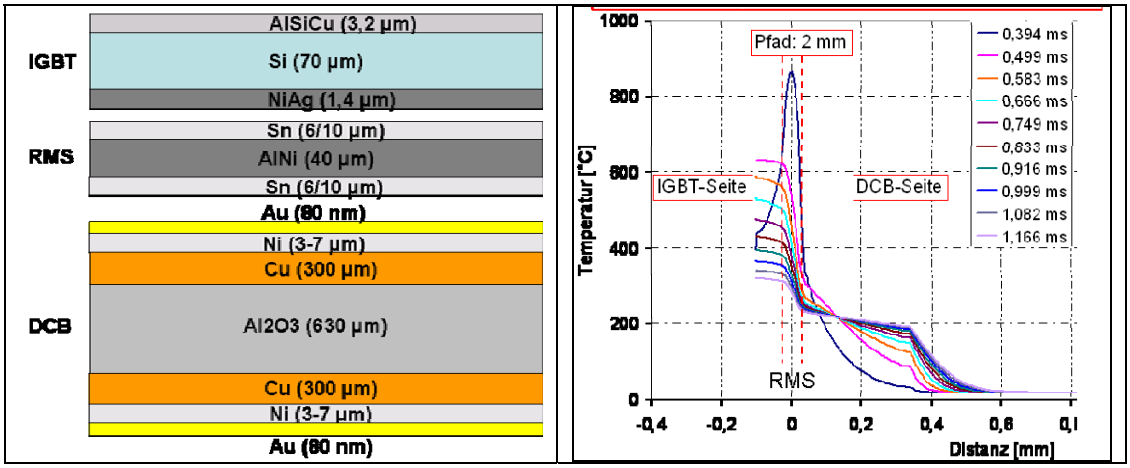

Abb. 1: Modellaufbau des Funktionsmusters (li.), Wärmefluss im Aufbau zu verschiedenen Zeitpunkten

Auffällig ist dabei die hohe und schnelle thermische Belastung des dünnen (70 µm) Si-Bauteils. Die Erkenntnisse der theoretischen Betrachtungen und der Fügeversuche mit einem neuen Fügestand lassen auf eine Schädigung des IGBTs durch eine Kombination von Thermoschock und Druck schließen. Für Vorversuche wurden zunächst Dioden und goldbeschichtete Keramiksubstrate verwendet. Die Bruch-/ Rissinitiierung erfolgt an der Krafteinleitungsfläche (Abb. 2). Der konstruktive Aufbau des Fügestands ermöglicht es, den zum Fügen notwenigen Druck direkt oder über eine Feder aufzubringen und Kraftverläufe während des Prozesses aufzuzeichnen. Die Auswertung der Fügedruckkurven lassen eine bisher angenommene reaktionsbedingten Expansion der Folie wenig wahrscheinlich erscheinen. Infolge des Aufschmelzen des Lotes kommt es zu einem Nachgeben des gesamten Aufbaus. Bei einer direkten Kraftaufbringung geht dies mit einem Fügedruckverlust bzw. einer schlagartigen Entlastung des Verbundes einher, während bei der Krafteinleitung über eine Feder der Fügedruck konstant gehalten werden kann. Dieser Effekt scheint sich positiv auf die Qualität der Fügezone auszuwirken und verringert die Schädigung der Si-Bauteile. Gleiche Auswirkungen werden durch die Verwendung sehr geringer Fügekräfte erzielt (Abb. 2).

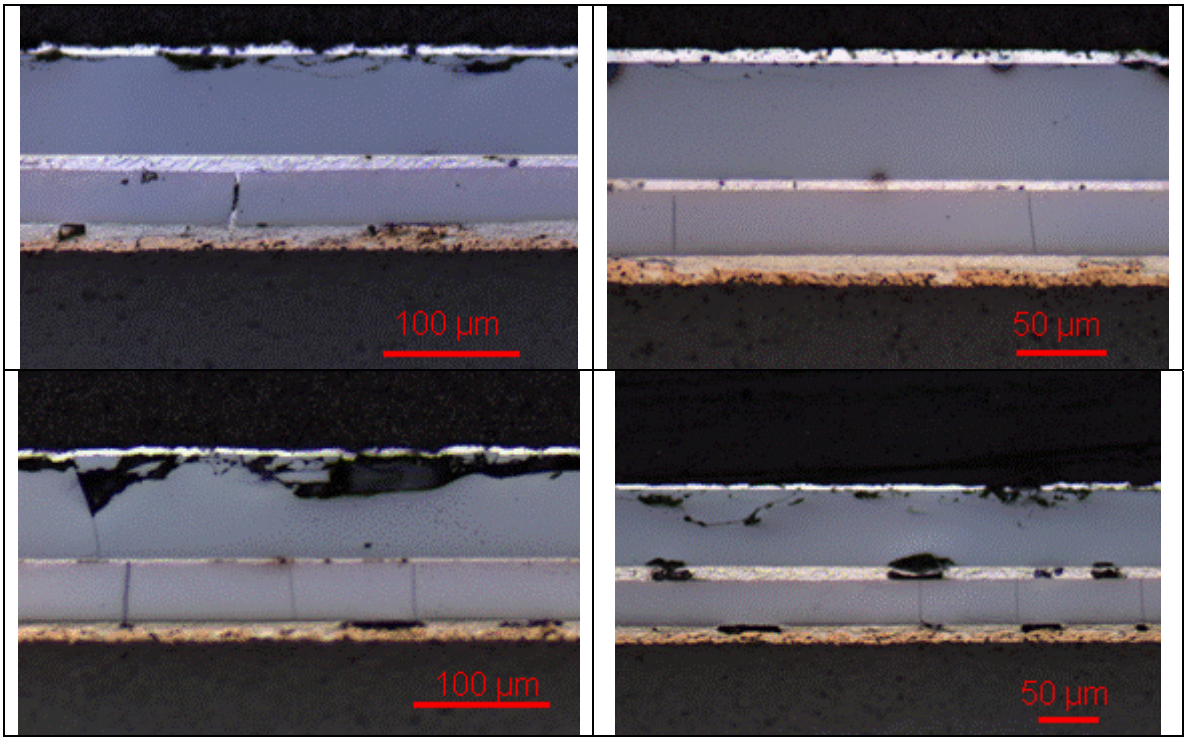

Abb. 2: Fügezonen Diode/ Au-beschichtete Keramik, Krafteinleitung direkt (li.) und über eine Feder (re.), Fügedrücke 0,2 MPa (o.) und 4,6 MPa (u.)

3 Weitere Untersuchungen

Über die Verwendung von Wärmesenken und zusätzlichen Lotschichten auf der IGBT-Seite und alternativ einer Vorwärmung des IGBTs wird eine qualitativ hochwertige Fügeverbindungen des Funktionsmusters, ohne Schädigung des Si-Bauteils, angestrebt. Untersucht werden diese hinsichtlich ihrer Temperaturwechselbeständigkeit zerstörungsfrei (Ultraschall, Röntgen) und zerstörend (Scherfestigkeit, Querschliff). Des Weiteren ist geplant, die substratabhängige Gefügeausbildung (Folie, Lot) bei Fügungen mittels reaktiver Multilayerfolien zu charakterisieren und dieses auf mechanischen Eigenschaften (Scherversuch, Nanoindentation) hin zu untersuchen.

4 PbA-Sitzungen

Nr.	Datum
1	07.10.2009
2	09.03.2010
3	05.10.2010

Nächste Sitzung: voraussichtlich Mai 2011

5 Durchführende Forschungsstelle

Technische Universität Berlin
Fachgebiet Füge- und Beschichtungstechnik
- Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Johannes Wilden -
Produktionstechnisches Zentrum PTZ
Pascalstraße 8-9
10587 Berlin