Forschungsvereinigung Schweißen
und verwandte Verfahren e. V.

Sitzung des FA 10 am 28.11.2007

AiF-Vorhaben-Nr.: 14.427 N
DVS- Nr.: 10.044

Universität Freiburg
IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik
Professur für Aufbau- und Verbindungstechnik
Georges-Köhler-Allee 103
79110 Freiburg im Breisgau
Telefon: 0761-203-7291, -7212,
Leiter: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Wilde
Projektleiter: Dipl.-Ing. J. Dalin

Kurzbericht zum Vorhaben

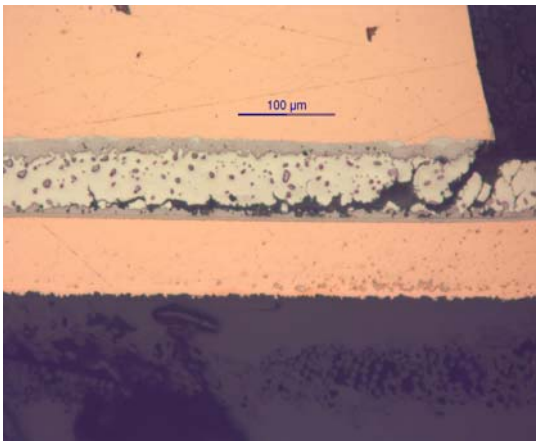
Zuverlässigkeit bleifrei gelöteter Leistungsbaugruppen

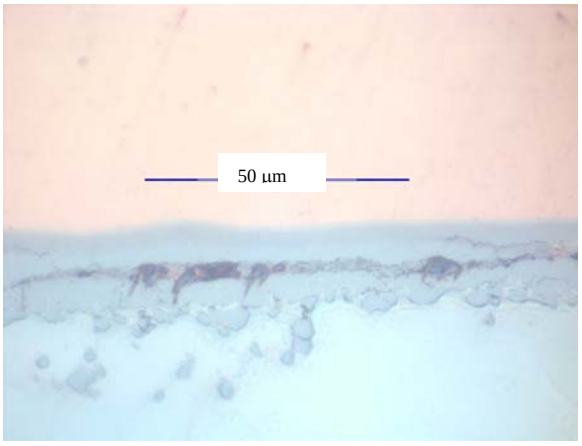
Ziel dieses Forschungsvorhabens ist die Darstellung eines robusten Auslegungs- und Designprozesses zur Montage von Leistungsbauelementen mit bleifreien Loten. Eine Voraussetzung hierfür ist die Identifikation alle relevanten Einflussgrößen, welche die Lebensdauer der Lotverbindung beeinflussen. Wichtige Einflussgrößen sind Geometrie und Materialeigenschaften der Bauelemente und Substrate. Die Ermüdung der Lotverbindungen tritt speziell bei thermo-mechanischen Belastungen im Betrieb auf. Insbesondere bei mechatronischen Systemen sind Belastungen durch Temperatur, Verlustleistung und Vibration sehr hoch. Durch diesen mechanischen Stress entstehen Mikrorisse im Lot, die durch die Verbindung fortschreiten und elektrischen Ausfall der Module verursachen können.

Die erprobten Leistungsbauelemente sind in gehäuster Ausführung (DPAK) und als Bare-Chips entweder mit einem SMT-Prozess auf Leiterplatten montiert oder direkt auf Keramik-Substrate gelötet und drahtgebondet worden. Das Löten der Module erfolgte auf Fertigungseinrichtungen der PbA-Mitglieder. Die Untersuchung der Zuverlässigkeit an gelöteten Baugruppen wurde mittels passiver und aktiver Temperaturwechseltests durchgeführt. Mit FE-basierten Belastungsanalysen in Kombination mit Schadensanalysen an experimentell geprüften Baugruppen wurden die relevanten Einflussgrößen auf die Zuverlässigkeit der Lotgefüge charakterisiert. Wichtige Ergebnisse sind:

Nach 1100 bis 1900 passiven Temperaturwechselzyklen liegt die Risslänge für aufgelötete DPAK-Bauformen auf FR4-Substraten im Bereich von 0 bis 100 μm. Nach 5000 passiven Temperaturwechselzyklen liegt die Risslänge im Bereich von 0 bis 1000 μm (SnAg3,8Cu0,7).

Das Keramikmaterial (Al_2O_3 / AlN) sowie die Größe des ICs für aufgelötete Bare-Chips auf DCB-Substraten haben signifikante Auswirkung auf das Risswachstum in den Lotverbindungen. Dabei ist ein niedrigerer Ausdehnungskoeffizient günstiger.





DPAK-Bauformen. Metallographischer Schliff nach 25.000 aktiven Zyklen.

Die erzielten Ergebnisse des vorliegenden Berichts sind notwendige Basisdaten für die Auslegung und Fertigung von zuverlässigen Leistungsbaugruppen. Sie sind damit sowohl für Hersteller von Materialien, Bauteilen und Loten als auch für Hersteller von Leistungsbaugruppen sowie für Endanwender von Interesse. Insbesondere werden Einflussgrößen wie Konstruktion und Technologien auf die Zuverlässigkeit von groß-flächigen Lotgefügen mit bleifreien Lotlegierungen beschrieben.

Zur Nutzung der durch im Projekt erzielten Ergebnisse kann das Ausfallverhalten von Lotgefügen an Leistungsbaugruppen schon in der Entwicklungsphase mit relativ wenig Aufwand qualifiziert werden.