

Anwendungsoptimiertes Löten von Keramiken

Dr. Hans-Peter Martin

Das Einbinden keramischer Komponenten erfordert oft Fügeprozesse. Löten bietet hier Vorteile wie eine hohe Verbundfestigkeit, thermische Stabilität oder Vakuumdichtheit des Verbunds. Durch Aktivlöten können Keramik-Keramik- oder Keramik-Metall-Verbindungen in einem einstufigen Prozess in hoher Qualität bereitgestellt werden. Die praktischen Anforderungen an Keramikverbunde sind vielfältig. Soll die Keramik hochtemperaturstabil sein, ist eine hohe thermische Stabilität der Fugestelle wichtig. Hierfür werden Aktivlote mit hoher Temperaturstabilität benötigt. Geht es um hohe Festigkeiten bei moderaten Temperaturen, ist es kostengünstiger, den Lötprozess bei möglichst niedrigen Temperaturen zu führen. Je niedriger die Löttemperatur, desto niedriger sind die thermomechanischen Spannungen im Verbund und die Verbundfestigkeit steigt. Das Fraunhofer IKTS hat in den letzten Jahren Aktivlote für unterschiedliche Anforderungen im Hochtemperaturbereich sowie für den Temperaturbereich < 500 °C entwickelt.

Hochtemperaturlote

Bisher übliche Aktivlote für Keramikwerkstoffe auf Basis von Ag-Cu sind bis zu einem Temperaturbereich von 600–800 °C einsetzbar und erfordern Löttemperaturen von 900–1000 °C.

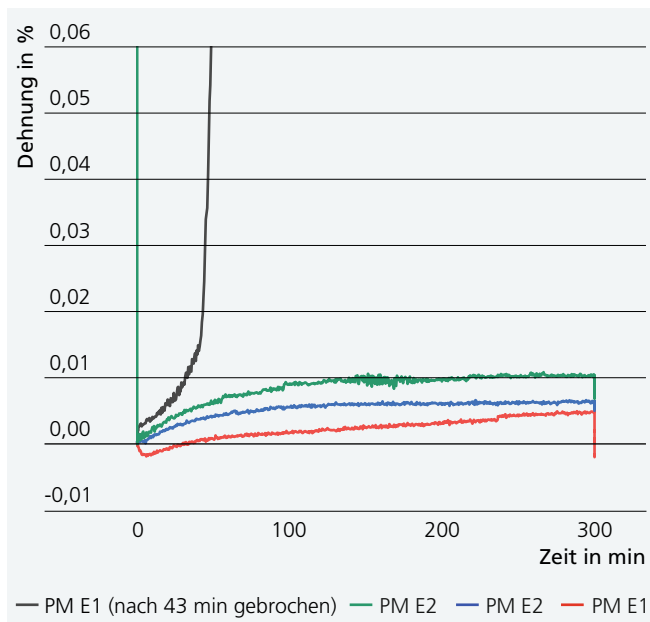


Abb. 1: S-SiC mit Fe-Si-Ti Lot, bei 900 °C, 30 MPa Last.

Billige kommerzielle Rohstoffe aus der Stahlindustrie konnten am Fraunhofer IKTS zu Fe-Si-Ti-Lotpasten aufbereitet werden – und das im 100 g bis kg-Bereich. Diese erfordern Löttemperaturen von 1300–1400 °C. Die thermische Stabilität von SiC-SiC-Verbunden mit den entwickelten Fe-Si-Ti-Loten ist herausragend, wie in Abb. 1 für Kriechversuche und in Tab.1 für Hochtemperaturfestigkeit gezeigt. Weitere Untersuchungen mit Temperaturen bis 1100 °C laufen zurzeit erfolgreich. Fe-Si-Ti Legierungen sind oxidationsstabil in Luft und ersetzen somit Edmetalllote. Kritische Rohstoffe wie Pt, Au, Ag werden dadurch substituiert.

Tab. 1: Biegebruchfestigkeit für S-SiC-Verbund

Lot	20 °C	1000 °C (Luft)
Fe-Si-Ti	43 MPa	100 MPa

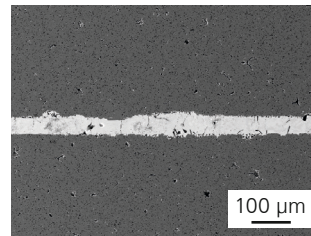


Abb. 2: S-SiC mit Fe-Si-Ti, Löttemperatur 1300 °C.

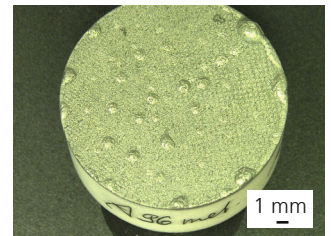


Abb. 3: Al-Cu-Si Lot auf Al₂O₃ (A96).

Niedrigtemperaturlote

Als Niedrigtemperaturlot für Keramikwerkstoffe befindet sich die Legierung Al-Cu-Si in der Entwicklung. Insbesondere Aluminium und Aluminiumoxid konnten erfolgreich verbunden werden. Erste Verbunde Keramik-Keramik und Keramik-Metall liegen bereits vor. Aktuell werden die erreichten Verbundeigenschaften wie Festigkeit, Dichtheit und chemische Stabilität geprüft. Die ersten Ergebnisse zeigen bereits, dass mit diesem Lot Al-Legierungen mit Keramikwerkstoffen mit deutlich höherer Festigkeit als mit Weichloten verbunden werden können.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Lotmodifizierung für konkrete Anwendungsbedingungen
- Herstellung von Keramik-Verbunden
- Konzeptionierung von Verbund-, Technologie- und Integrationskonzepten für Keramikkomponenten



Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf der Grundlage des vom Sächsischen Landtag beschlossenen Haushaltes.