



FÜGETECHNOLOGIEN FÜR KERAMISCHE SENSOREN

Dr. Jochen Schilm, Dr. Mihails Kusnezoff, Dr. Uwe Partsch

In industriellen Abläufen und Anlagen müssen verschiedene Messgrößen bei hohen Temperaturen in korrosiven Umgebungen über Sensoren gemessen werden, um Prozesse optimal kontrollieren zu können. Sensoren auf Basis keramischer Materialien gewinnen hierbei zunehmend an Bedeutung, da sie bei sehr hohen Temperaturen in aggressiven flüssigen sowie gasförmigen Umgebungen eingesetzt werden können. Neben Temperatur und chemischen Parametern als typische Messgrößen, stellen Sensoren zur Erfassung von Druck, Kraft, Durchfluss und Position, mit etwa einem Drittel des Marktvolumens, ein zunehmend interessantes Marktfeld für keramische Materialien dar.

Eine Herausforderung bei der Integration keramischer Sensoren besteht darin, die Metall-Keramik-Verbunde hermetisch dicht, thermisch beständig, korrosionsstabil und thermomechanisch spannungsarm auszuführen, um für Endanwender nutzbare, genormte Gehäuse und Anschlüsse zu realisieren. Um diesen anspruchsvollen Fügeaufgaben gerecht zu werden, können am Fraunhofer IKTS Glaslote in ihrer Zusammensetzung hinsichtlich multipler Eigenschaften wie Erweichungsverhalten, Ausdehnungskoeffizient, Korrosionsstabilität, Kompatibilität mit keramischen und metallischen Fügepartnern entwickelt und angepasst werden. Weiterhin bietet das Fraunhofer IKTS die Aufbereitung der Glasfritten zu definierten Pulvern sowie ihre Überführung in anwendungsfähige Schlicker, Pasten und Lotfolien für flexible technologische Lösungen an.

Auf metallischen Legierungen basierende Aktivlote ermöglichen zuverlässige und temperaturstabile Metall-Keramik-Verbunde. Fügeprozesse unter Verwendung von Aktivloten sind im

Fraunhofer IKTS nicht nur für sensorische Anwendungen, sondern auch für thermoelektrische Module, Brennstoffzellen (SOFC), Hochtemperaturbatterien (ZEBRA) und strukturkeramische Komponenten entwickelt worden. Die simulationsgestützte Auslegung der Komponenten ermöglicht keramikgerechte Fügeanordnungen. Die Kombination dieser Fügetechnologien ermöglicht abgestimmte, mehrstufige Fügeprozesse in Hinblick auf Prozessfähigkeit, zuverlässige thermische Belastungen der Komponenten und eine thermomechanisch spannungsarme Integration keramischer Sensorelemente in keramische und metallische Gehäuse und Anschlüsse. Ausgewählte Beispiele verdeutlichen die Möglichkeiten für unterschiedliche Sensortypen: Glaskeramische Lote aus der SOFC-Technologie wurden zur Fügung von auf ZrO_2 -basierenden Sauerstoffsensoren (400–800 °C) übertragen (Bild 2). Mit Glasloten gefügte Verbunde von miniaturisierten MEMS-Sensoren auf Silizium-Technologie mit keramischen Grundkörpern ermöglichen die Messung von Druck und Beschleunigung in Lagesensoren bis 160 °C. LTCC-Drucksensoren wurden über eine dreistufige Fügekette mittels Hart-, Aktiv- und Glasloten in standardisierte Verschraubungs- und Bajonettanschlüsse aus Stahl für Messungen bis 250 bar bei 300 °C integriert (Bild 1). Hinsichtlich ihrer Korrosionsstabilität optimierte Glaslote ermöglichen erweiterte Einsatzbereiche von aus Al_2O_3 -Keramiken gefertigten kapazitiven Drucksensoren in extrem korrosiven flüssigen Medien bis 150 °C und 180 bar.

1 LTCC-Drucksensor mehrstufig in Stahladapter gefügt.

2 Mit glaskeramischem Lot an keramischen Grundkörper gefügter O_2 -Sensor.