

# Großflächige Zielpräparation durch korrelatives Arbeiten mit Laser-FIB-Technik im FESEM

**Dipl.-Ing. Kerstin Gnauck, Dipl.-Ing. Lea Schmidtner, Dr. Sören Höhn, Dr. habil. Mathias Herrmann**

Hochleistungskeramiken für strukturelle und funktionelle Anwendungen haben speziell entwickelte Gefügestrukturen, um dedizierte Eigenschaften zu erreichen. Um diese zu realisieren, sind fehlerfreie Gefüge unabdingbar. Auftretende Fehler müssen deshalb schnell lokalisiert, freigelegt und charakterisiert werden.

Die neue korrelative Präparations- und Analysetechnik von Feldemissions-Rasterelektronenmikroskop (FESEM), Laserschneiden und Focused-Ion-Beam (FIB) am Fraunhofer IKTS ermöglicht eine schnelle und zielgenaue Präparation sowie eine artefaktfreie Gefügedarstellung und Charakterisierung des Werkstoffs. Die Elementanalyse mittels energiedispersiver Röntgenanalyse (EDX) liefert zusätzlich exakte Informationen über die chemische Zusammensetzung der Mikrostruktur. Weitere Analysemethoden, wie computertomographische (CT) Messungen, können in den Analyseprozess integriert werden.

Für die Präparation und die nachfolgenden Analyseschritte wird die Probe einmalig auf einen Halter aufgebracht. Sämtliche Analyseschritte erfolgen im FESEM korrelativ, kontaktionsfrei, ohne nochmaligen Kontakt mit Luftsauerstoff.

Die zu untersuchende Probenstelle wird im FESEM lokalisiert, dokumentiert und mit ihren Koordinaten abgespeichert. Das Lasermodul erzeugt an den abgespeicherten Koordinaten Querschnitte in das Gefüge. Dabei sind Schnittlängen bis zu einem Millimeter möglich. Mit der integrierten FIB-Technologie werden ausgewählte Gefügebereiche feinstpoliert und so für die hochauflösende Mikroanalyse zugänglich.

Das Potenzial der Methode wird anhand der Charakterisierung von elektrischen Durchschlägen in  $\text{Si}_3\text{N}_4$ -Substraten demonstriert.

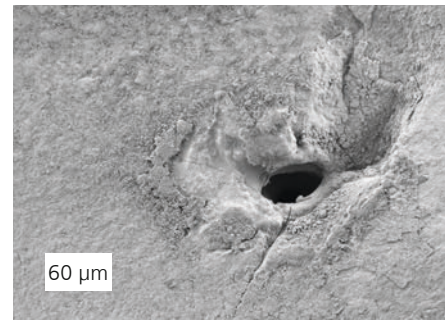
Im Rahmen des BMWK-Projekts CuSiN (siehe Zschippang et al., S. 27) wurde am Fraunhofer IKTS ein  $\text{Si}_3\text{N}_4$ -Werkstoff mit Wärmeleitfähigkeiten  $> 85 \text{ W/(mK)}$  für Anwendungen in der Leistungselektronik entwickelt. An den Substraten wurden elektrische Durchschlagfestigkeiten  $> 40 \text{ KV/mm}$  bestimmt. Die Durchschlagkanäle aus solchen Messungen wurden genauer mit CT und mittels der korrelativen FESEM/Laser-FIB-Technologie untersucht, um die ablaufenden Prozesse besser zu verstehen. Der Schnitt wurde durch den Durchschlagskanal gelegt (Bild 1–4). Mit dem Laser-Grob- und Feinschnitt wurde eine Querschnittsfläche von ca.  $1000 \mu\text{m} \times 300 \mu\text{m}$  präpariert und anschließend elektronenmikroskopisch charakterisiert. Die Analyse zeigt, dass um den Kanal nur in einer schmalen Zone ( $< 50 \mu\text{m}$ ) eine Zersetzung des Werkstoffs auftritt (Bild 5).

## Großes Potenzial für die Fehleranalyse

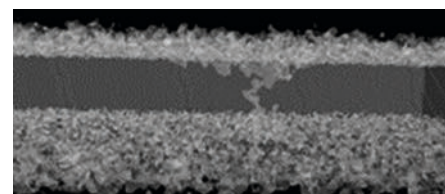
Die korrelative Zielpräparation mittels Laser und FIB zeichnet sich durch eine exzellente Zielgenauigkeit sowie eine effektive und schädigungsfreie Querschnittspräparation aus. In vielen Fällen kann damit die etablierte mechanische Zielpräparation ersetzt werden.

Wir danken dem Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) für die Förderung des CuSiN-Projekts (FKZ: 03ETE025A).

Colliert durch:  
  
 Bundesministerium  
 für Wirtschaft  
 und Klimaschutz  
 aufgrund eines Beschlusses  
 des Deutschen Bundestages



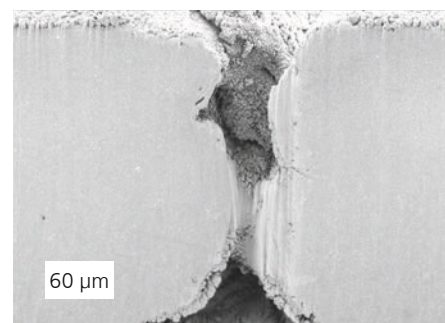
SE-Oberflächenabbildung des Durchschlags in einer  $\text{Si}_3\text{N}_4$ -Platte.



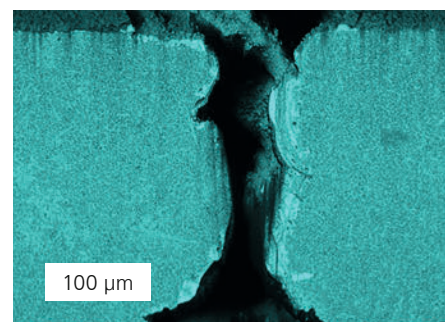
CT-Aufnahme des Durchschlags.



Laser-Feinschnitt, Draufsicht.



Laser-Querschnitt.



Si-Elementverteilung.