



# CHARAKTERISIERUNG SUPERHARTER WERKSTOFFE

Dr. Mathias Herrmann, Dipl.-Ing. Björn Matthey, Dipl.-Ing. Anne-Kathrin Wolfrum, Dr. Andre Clausner

Superharte Werkstoffe mit Härten > 45 GPa sind typischerweise verschleißfeste Werkstoffe auf Basis von Diamant und kubischem Bornitrid (cBN). Neben den am Markt verfügbaren PKD (Polykristalliner Diamant) und PCBN (Polykristallines kubisches Bornitrid) hat das Fraunhofer IKTS cBN und Diamantwerkstoffe mit keramischer Bindung entwickelt, die eine hohe Verschleißfestigkeit aufweisen und unter Normaldruck hergestellt werden. Damit sind vielfältige Geometrien realisierbar, die unter Hochdruckbedingungen nicht möglich sind. Insbesondere Siliciumcarbid gebundene Diamantwerkstoffe können in vielfältigen Geometrien z. B. als Dichtungen, Rohre und Lager hergestellt werden. Die Eigenschaften solcher Werkstoffe hängen stark von den Grenzflächen bzw. der Schädigung der metastabilen Hartstoffe während der Werkstoffherstellung ab. Im Fraunhofer IKTS wurden in den letzten Jahren Methoden zur Präparation und Charakterisierung von superharten Werkstoffen entwickelt und erprobt. Neben der Bestimmung von mechanischen Eigenschaften wurden schädigungsfreie Methoden der Präparation von superharten Pulvern, Werkstoffen und insbesondere von Grenzschichten zwischen Hartstoff und Matrix entwickelt. Sie bilden die Basis für gezielte Analysen von Gefüge-Eigenschaftskorrelationen. Mittels Rasterelektronenmikroskopie können dadurch z. B. die Verteilung von Defekten in Diamanten oder cBN-Körnern bestimmt werden (Bild 1). Die Nutzung eines EBSD-Detektors (Electron Back Scattered Diffraction) erlaubt zudem die Zwillingsbildung sowie die Korngrößenverteilung der Diamantkörner in PKD fehlerfrei zu bestimmen. Des Weiteren konnte mit diesen Methoden das epitaktische Wachstum von SiC auf Diamant in reaktiv hergestellten Diamant-SiC-Kompositen nachgewiesen werden. Die Umwandlung von cBN in die stabile hexagonale Modifikation (hBN) oder von Diamant in Graphit kann mittels Mikro-Raman-Spektroskopie verifiziert werden. Darüber hinaus werden lokale Eigen-

spannungen bestimmt. Durch die Weiterentwicklung von Nanoindentationstechniken, bei denen ein Indenter in-situ im Rasterelektronenmikroskop integriert werden kann, sind Verteilungen von elastischen Eigenschaften und Härte in Werkstoffen im sub-µm-Bereich detektierbar. Dadurch ist die gezielte Untersuchung von Korngrenzphasen in mehrphasigen Werkstoffen möglich. Bild 3 zeigt ein Mapping der Härte in einem Borsuboxid ( $B_2O_3$ )-Werkstoff. Deutlich sichtbar ist die hohe Härte der  $B_2O_3$ -Körner. Zudem kommt es an den Korngrenzen und in den Bereichen mit oxidischer Bindephase zu einem deutlichen Abfall der Härte. Dieser Abfall ist auch der Grund für die großen Härteunterschiede zwischen  $B_2O_3$ -Einkristallen und Sinterwerkstoffen (< 33–38 GPa).

## Leistungs- und Kooperationsangebot

- Gefügeanalyse von Werkstoffen und Bauteilen einschließlich Schadensfallanalysen
- Charakterisierung von Diamant- und cBN-Pulvern und Werkstoffen
- Hochaufgelöstes Mapping von elastischen Eigenschaften und der Härte

**1 Ionenstrahlpräparation zur Detektion von Defekten bzw. Einschlüssen innerhalb superharter Pulverpartikel.**

**2 EBSD-Analyse zur Detektion von Zwillingsbildung in cBN-Körnern.**

**3 Mapping der Härte von flüssigphasengesintertem  $B_2O_3$  (Härte in GPa).**