

Nano-/Submikrokristalline Transparentkeramiken

Dr. Stefanie Hildebrandt, Dipl.-Ing. Thomas Hutzler, Prof. Astrid Holzheid¹, Dipl.-Ing. Elenora Kulik¹, Dr. Bernhard Durschang², Dr. Klaus-Dieter Schicke²
 (¹ Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, ² Fraunhofer ISC)

Transparente polykristalline Keramiken sind im Vergleich zu konventionellen optisch transparenten Materialien, wie Gläsern, Glaskeramiken und Polymeren härter, steifer und widerstandsfähiger, sowohl gegen thermische Beanspruchung als auch Korrosion. Zudem können sie bei extremen Umgebungsbedingungen eingesetzt werden. Im Forschungs- und Entwicklungszentrum für Transparentkeramik am IKTS-Standort in Hermsdorf ist die gesamte keramische Prozesskette zur Herstellung von Transparentkeramikbauteilen (Perlucor®) vom Labor- bis in den Pilot- und Serienmaßstab abgebildet. Ansprechpartner: Dr. Martin Drüe.

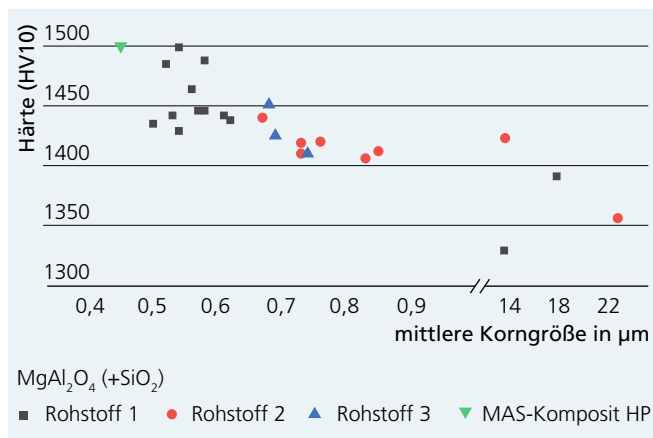
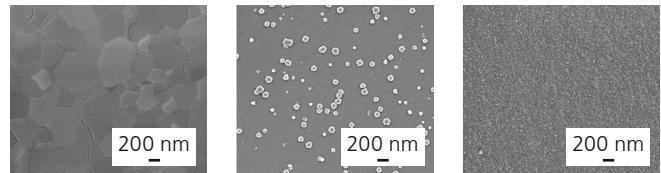


Abb. 1: Proben aus transparenter MgAl₂O₄-Keramik, hergestellt aus verschiedenen Rohstoffen über die Pulverroute im Vergleich zu einer nanoskaligen Hochdruckprobe (MAS-Komposit HP).

Im IGF-Projekt TransCeram (FKZ: Nr. 011F22506N) wurde die keramische Route mit zwei weiteren Verfahren zur Herstellung transparenter Werkstoffe verglichen, um den Einfluss der Korngröße im Gefüge zu untersuchen. Dabei handelte es sich um die Glaskeramikroute aus amorphem Pulver (Fraunhofer ISC) und die Hochdruck-unterstützte Kristallisation (Christian-Albrechts-Universität Kiel).

Mittels Pulverroute war es möglich, Transparentkeramiken mit Korngrößen von etwa 600 nm herzustellen, mit den Kristallisationsrouten (Glaskeramik und Hochdruckroute) entstand ein

nanoskaliges Gefüge und unter letzterer eine porenfreie Keramik. Zur Minimierung der Korngröße wurden neben den Ausgangsprodukten und dem Temperatur-(Druck)-Profil auch Dotierungen der Ausgangspulver (Metalloxide, z. B. SrO) betrachtet. In Abb. 2 sind die Gefüge der drei Prozessrouten dargestellt.



Pulverroute Glaskeramikroute Hochdruckroute
 Abb. 2: Unterschiedliche Mikrostrukturen von Proben aus transparenter MgAl₂O₄-Keramik.

Bis zu einer bestimmten Korngröße stieg die Härte an (Hall-Petch-Beziehung, Abb. 1). Das Ergebnis des Hochdruckexperiments (MAS-Komposit HP) mit Korngrößen < 0,45 µm ist noch nicht vollständig kristallin. Ein weiterer Härtesprung kann prognostiziert werden, wenn die amorphe Phase durch eine optimierte Prozessführung entfällt, was im Fokus der weiteren Entwicklung steht.

Die Transparenz dieser Proben war stark vom Temperatur-Druck-Profil abhängig, was Auswirkung auf die Korngröße, sowie auf den Phasenbestand des Materials hatte (Abb. 3). Die drei Verfahren ermöglichen die Herstellung von Transparentkeramiken für unterschiedliche Anforderungsprofile (z. B. Härte, Dichte, optische Güte, Größe, Kosten).



Abb. 3: Transparentkeramiken, hergestellt über die Hochdruckroute unter verschiedenen Drücken und Temperaturen, Durchmesser von ca. 3–5 mm.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Herstellung von Bauteilen aus Transparentkeramik
- Optische Charakterisierung (Transmission mit und ohne Streuung, Reflexion, Wellenlängen von UV/Vis bis IR, Fluoreszenz, Farbmessungen)
- Materialentwicklung für transluzente, transparente, farbige, fluoreszierende Keramiken

