

Mikrowellensintern von Keramik mit extremen Aufheizraten

Die Aufgabe

Die Brenndauer bestimmt den Durchsatz und damit die Herstellkosten keramischer Produkte. Längere Brenndauern führen häufig auch zu unerwünschten Veränderungen der Materialeigenschaften: z.B., Festigkeitseinbußen durch Gefügevergrößerung. Die Brenndauer kann in herkömmlichen Öfen jedoch nicht beliebig verkürzt werden. Bei hohen Aufheizraten erwärmt sich die Bauteiloberfläche schneller als der Innenbereich. Die Temperaturgradienten führen zu Spannungen und Rissen. Mit Mikrowellen wird dagegen Wärmeenergie in den Innenbereich der Bauteile eingebracht. Bei reiner Mikrowellenerwärmung sind deshalb die Temperaturen an der Bauteiloberfläche niedriger als innen, was bei hohen Aufheizraten zu ähnlichen Problemen wie bei der konventionellen Heizung führen kann. Benötigt wird ein Aufheizverfahren, das Bauteile innen und außen – auch bei hohen Aufheizraten – gleichmäßig erwärmt.



Bild 1.
Der Mikrowellenofen mit Dilatometer

Unsere Lösung

In einem Mikrowellenofen (Bild 1) werden hohe Mikrowellenfelder erzeugt (Monomode-Resonator). Der Ofen enthält Hilfsmaterialien, die sich durch die Mikrowelle ebenfalls erwärmen (Suszeptoren). Die Suszeptoren geben wie eine konventionelle Heizung Wärmeenergie an das Bauteil ab. Gleichzeitig wird es durch die Mikrowelle erwärmt. Sowohl die Suszeptortemperatur als auch die Bauteiltemperatur werden durch Pyrometer gemessen. Das Mikrowellenfeld wird so geregelt, daß der Temperaturunterschied minimiert wird.

Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC

Prof. Dr. Gerd Müller
Neunerplatz 2
D-97082 Würzburg

Ansprechpartner:

Dr. Friedrich Raether
Abteilung MAP
Telefon +49 (0) 931/4100-200
Fax: +49 (0) 931/4100-299
E-mail: raether@isc.fhg.de

Jens Baber
Abteilung MAP
Telefon +49 (0) 931/4100-603
Fax: +49 (0) 931/4100-299
E-mail: baber@isc.fhg.de

Auf diese Weise sind auch die Temperaturgradienten im Bauteil minimal. Feld- und Temperaturverteilung werden mit Finite-Differenz-Methoden simuliert. Der Brennprozeß kann durch ein optisches Dilatometer kontrolliert werden. So wird der Temperaturzyklus auf das Schwindungsverhalten abgestimmt. Bild 2 zeigt eine mit dem optischen Dilatometer gemessene Schwindungskurve einer Probe aus Aluminiumoxid. Die Sinterdauer liegt im Minutenbereich - im Vergleich zu einigen Stunden im konventionellen Ofen.

Ihr Vorteil

Die Sinterdauer wird entscheidend verkürzt und neuartige Materialeigenschaften sind erreichbar. Die Mikrowellensinterung ist gleichermaßen geeignet für technische Keramik und Hartmetalle. Der Sinterprozeß und die Anlagentechnik werden genau für Ihren Einsatzzweck entwickelt. Ein Up-Scaling der Ofengröße ist möglich. Das Funktionsprinzip läßt den kontinuierlichen Betrieb der Ofenanlage zu. Die Bauteilabmessungen dürfen allerdings einige Zentimeter nicht überschreiten. Das Dilatometer für die Prozeßkontrolle kann als Zubehör angeboten werden. Ihre Anforderungen erfüllen wir gemeinsam mit unseren Partnern (Bild 3).

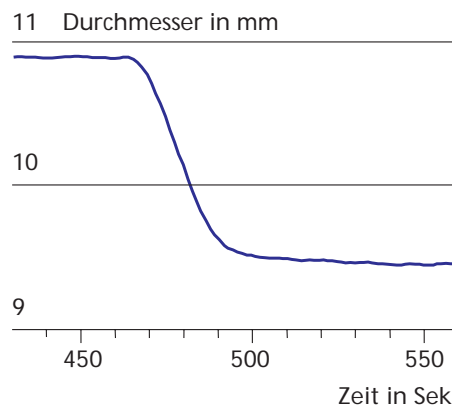


Bild 2. Schwindungskurve einer Aluminiumoxid-Probe beim Mikrowellensintern

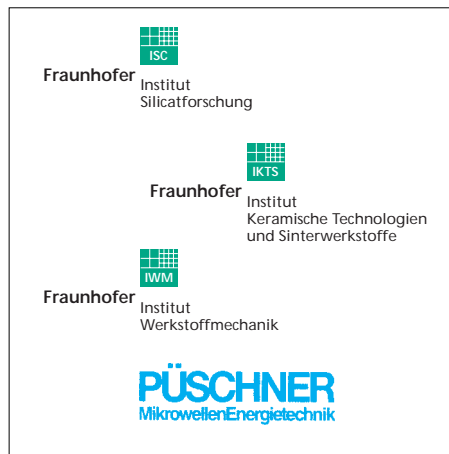


Bild 3. Die Partner beim Mikrowellensintern