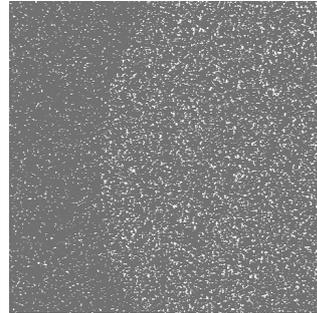


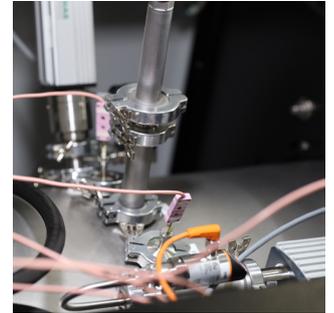
Halbzeuge ( $B_4C$ ) zur Herstellung keramischer Thermoelementen.



Thermoelement Aufbau mit Sensor, Referenzstelle und elektrischen Anschlüssen.



Fügung der Messstelle ( $B_4C$ ).



Einbau des Thermoelements in eine Wärmebehandlungs-anlage.

## Motivation, Stand der Entwicklung

Gegenwärtig gibt es für den Temperaturbereich  $T > 1800\text{ °C}$  keine ausgereifte technische Lösung. W/Re-Thermoelemente degradieren bereits innerhalb kurzer Betriebszeiten. Pyrometer sind kostenintensiv sowie unzuverlässig bei Änderung der Emissionskoeffizienten der Messobjekte durch Oberflächenreaktionen oder Auftreten visueller Hindernisse, wie Abdampfungen oder Abscheidungen am optischen Fenster der Messstelle.

Keramische Halbleiter können bis zu sehr hohen Temperaturen elektrisch zuverlässige und stabile Funktionen realisieren. Dotierte Werkstoffe auf Basis von Borcarbid- oder Siliciumcarbidkompositen verfügen über eine deutlich höhere Thermokraft als metallische Werkstoffe und können somit stärkere und genauere thermoelektrische Effekte zur Detektion von Temperaturen bis  $> 2400\text{ °C}$  liefern.

Die Grafik zeigt die Seebeck-Koeffizienten verschieden dotierter Borcarbid-Keramiken. Diese zeigt die Möglichkeit, bis zu 100-fach stärkere Temperatursignale als bei bisherigen Thermoelementen zu generieren.

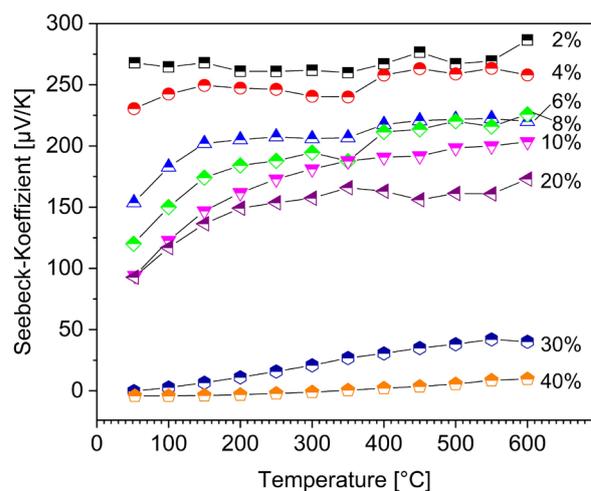
Zusätzlich bietet sich die Möglichkeit mit einer temperierbaren Referenzstelle auf der Kaltseite eine interne Kalibrierung des Temperatursensors durchzuführen.

## Vorteile

1. Hochpräzise Temperaturmessungen bis  $2400\text{ °C}$ .
2. Verlängerung der Standzeiten von Thermoelementen in korrosiven, thermisch anspruchsvoller oder mechanisch herausfordernder Messumgebung.
3. Fehlerkorrektur und In-situ-Eigenkalibration möglich.

## Leistungs- und Kooperationsangebot

Entwicklung, Herstellung und Charakterisierung von thermoelektrischen Keramiktemperatursensoren.



## Dr. Bing Feng

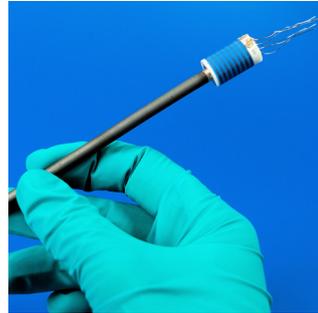
Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS  
 Winterbergstraße 28, 01277 Dresden  
 Telefon +49 351 2553-7991  
 bing.feng@ikts.fraunhofer.de

621-W-23-6-8

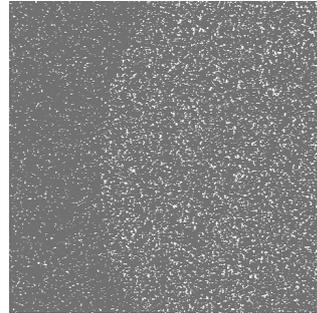




Semi-finished products ( $B_4C$ ) for ceramic thermocouples.



Thermocouple assembly with sensor part, reference point and electrical contacts.



Joining the measurement point ( $B_4C$ ).



Assembly of a thermocouple in an industrial furnace.

## Motivation, state of the development

Existent temperature measurement technologies are not sufficient for temperatures above 1800 °C. W/Re thermocouples can only be used for a short time at such high temperatures due to their rapid aging. Pyrometers are cost-intensive and unreliable when the emission coefficient of the measuring object changes by chemical reactions on the surface or visual obstacles by evaporation processes occur during measurement.

Ceramic semiconductors are able to operate with reliable and stable electrical functions up to very high temperatures. Doped materials based on boron carbide or silicon carbide have a significant higher thermo power than metallic materials. Consequently, their thermoelectrical effect is stronger and much more precise for the detection of temperatures up to > 2400 °C.

The graph demonstrates the Seebeck-coefficients of differently doped boron carbide ceramics. This illustrates the option for 100 times stronger signals for temperature measurement compared to state of the art metallic thermocouples.

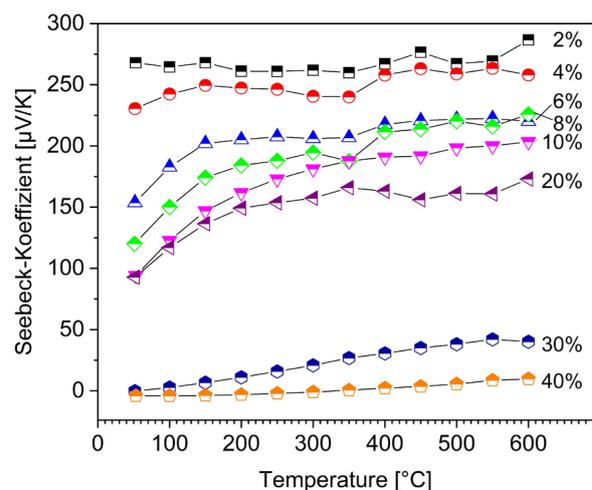
The temperature control of the reference point of the thermocouple additionally enables internal calibration of the temperature data and detection of functional errors.

## Advantages

1. High-precision temperature data up to 2400 °C.
2. Longer operation time of thermocouples in corrosive and thermally challenging environment or applications with high mechanical load.
3. Correction of errors and self calibration option.

## Services and cooperation offered

Development, manufacture and characterization of thermoelectric ceramic sensors.



## Dr. Bing Feng

Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems IKTS  
 Winterbergstrasse 28, 01277 Dresden, Germany  
 Phone +49 351 2553-7991  
 bing.feng@ikts.fraunhofer.de

621-W-23-6-8

