



## TITANOXIDE – ELEKTRISCHE ALLESKÖNNER

Dr. Hans-Peter Martin

Am Fraunhofer IKTS werden Titanoxide für kundenspezifische Anwenderanforderungen angepasst, daraus Komponenten hergestellt und diese umfassend getestet. Titanoxide zeichnen sich durch eine außergewöhnliche Variabilität bei der Verbindung mit Sauerstoff aus. Neben dem in vielen Produkten wie Wandfarben, Kosmetika, Papier oder Katalysatorträgern genutztem Titandioxid ( $\text{TiO}_2$ ), gibt es zahlreiche weitere Oxide des Titans. Deren variable Zusammensetzung reicht von  $\text{Ti}_2\text{O}$  bis zum  $\text{TiO}_2$ . Hinsichtlich der elektrischen Eigenschaften senken bereits ein kaum messbares Sauerstoffdefizit des  $\text{TiO}_2$  oder minimale Dotierungen den Widerstand von  $10^{12} \Omega\text{cm}$  auf Werte von  $10^5$ – $10^3 \Omega\text{cm}$ . Der Wechsel zu strukturell anderen Titanoxiden wie  $\text{Ti}_4\text{O}_7$  führt zu elektrischen Widerständen von  $10^2$ – $10^3 \Omega\text{cm}$ . In Bild 1 wird der Rahmen von 15 Größenordnungen beim elektrischen Widerstand für die verschiedenen Titanoxide illustriert. Außerdem lassen sich mit Titanoxiden ebenso nichtlineare Verläufe beim Spannungs-Strom-Verlauf über Dotierungen einstellen. Die elektrische Permittivität ist frequenzabhängig und mit Werten von 60–800 herausragend hoch. Bereits bei Temperaturen über 500 °C kommt es zu einer signifikanten Sauerstoffionenleitung. Nicht zuletzt sind photokatalytische Effekte insbesondere mit der  $\text{TiO}_2$ -Modifikation Anatas technisch nutzbar.

### Elektrotechnische Anwendungen

Dieses außergewöhnlich vielfältige Variantenspektrum bietet die Chance für zahlreiche technische Anwendungen: Zu nennen sind spezielle Elektrodenwerkstoffe, thermoelektrisch aktive Werkstoffe, Varistorenwerkstoffe, katalytisch aktive Substanzen, elektrische Leiter, Halbleiter, Isolatoren oder Sauerstoffsensoren.

Für die verschiedenen Anwendungen gibt es neben der elektrisch-funktionalen Eigenschaft sehr unterschiedliche Anforderungen hinsichtlich Verdichtung, Festigkeit oder Oxidationsbeständigkeit. Durch gezielte Variation der Verfahrensparameter kann die Keramik als dichter, hochfester oder als poröser und gasdurchlässiger Werkstoff hergestellt werden. Die höchste Oxidationsstabilität erreicht  $\text{TiO}_2$ , dass bis ca. 1500 °C in Luft eingesetzt werden kann. Suboxide sind bis 400 °C oxidationsstabil. Zudem sind Titanoxide gegenüber nahezu allen anderen chemischen Verbindungen sehr beständig. Die elektrischen Eigenschaften können auf alle Anforderungen adaptiert werden. Beispielsweise lassen sich Verbunde aus Titandioxid und Suboxiden herstellen, die isolierende und leitende Bereiche in einem monolithischen Bauteil verbinden (Bild 2).

### Leistungs- und Kooperationsangebot

- Anpassung von Titanoxiden auf spezielle Anwenderanforderungen
- Herstellung von kundenspezifischen Titanoxidkomponenten
- Durchführung von werkstofflichen und anwendungsbezogenen Untersuchungen und Testung

1 Illustration der zahlreichen spezifisch elektrischen Widerstände von Titanoxiden bei Raumtemperatur.

2 Verbund aus  $\text{TiO}_2$  (außen) und  $\text{Ti}_4\text{O}_7$  (innen).