

## BaFe<sub>1-x</sub>Ta<sub>x</sub>O<sub>3-y</sub> - ein Werkstoff für temperaturunabhängige resistive Sauerstoffsensoren?

Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft



Zur Kontrolle von Verbrennungsprozessen und zur Atemluftanalyse werden Sauerstoffsensoren benötigt. Bei Sensoren, die dem resistivem Prinzip folgen, ändert sich die Leitfähigkeit des Sensormaterials mit dem Sauerstoffgehalt. Solche Sensoren lassen sich in keramischer Planartechnik gut miniaturisieren. Bislang war man vor allem an der Temperaturabhängigkeit des Sensorsignals in Kombination mit einer Instabilität gegenüber Sensorgiften und einer geringen Empfindlichkeit gescheitert. Zu Projektbeginn noch nahezu unbekannt war das Material BaFe<sub>1-x</sub>Ta<sub>x</sub>O<sub>3-y</sub> (BFT). Das Projekt verfolgte zwei übergeordnete Ziele. In einem Projektteil sollte grundlegend mehr über das Material BFT<sub>x</sub> (mit 0,1 ≤ x ≤ 0,5) in Erfahrung gebracht werden. Dies beinhaltete u.a. das Ermitteln erster defektchemischer Konstanten und elektronischer Transportparameter. Im eher anwendungsorientierten Teil sollte aus BFT ein temperaturunabhängiger resistiver Sauerstoffsensor hergestellt und hinsichtlich seiner Eigenschaften charakterisiert werden. Hierbei war auch das Verhalten gegenüber zu erwartenden Sensorgiften von Interesse. Aufgrund von Inkompatibilitäten beim Sintern sollten auch Schichten bei Raumtemperatur mit der neuartigen Methode der aerosolbasierten Kaltabscheidung hergestellt werden. Die o.a. Punkte wurden erfolgreich abgeschlossen. Da festgestellt wurde, dass bereits eine geringe Al-(Akzeptor)-Dotierung die Sinteraktivität und die mechanische Stabilität von Bulkproben erhöht, gleichzeitig sich aber die elektrischen und sauerstoffsensitiven Eigenschaften von BFT nicht verändern, wurde im Rahmen dieses Projektes durchgängig 1 mol% Al zugegeben (BFAT<sub>x</sub>). Weiterhin wurde festgestellt, dass BFAT sowohl in reduzierender als auch in oxidierender Atmosphäre stabil ist. Es wurden kaum Querempfindlichkeiten auf andere typische Abgasspezies zwischen 600 und 900 °C gefunden. Erstaunlicherweise wurde zusätzlich bei niedrigen Temperaturen um 350 °C eine sehr hohe NO-Abhängigkeit des spezifischen Widerstandes festgestellt, die eine selektive NO-Detektion ermöglichte. Wichtige Feststellungen:

- Es konnte für BFAT<sub>x</sub> ein defektchemisches Modell aufgestellt werden. Die dafür notwendigen Konstanten konnten bestimmt werden. Die gefundenen hohen Ladungsträgerkonzentrationen und ihre sehr kleinen Mobilitätswerte bestätigten den Transportmechanismus des kleinen Polaronen-Hüpfens (small polaron hopping).
- Es konnten zwei Typen von Sauerstoffgassensoren mit BFAT<sub>x</sub> hergestellt werden: temperaturunabhängige resistive Sauerstoffgassensoren und kombinierte resistive thermoelektrische Sauerstoffgassensoren.
- BFAT30 ist ein besonders geeignetes Material für kombinierte resistive-thermoelektrische Sauerstoffgassensoren aufgrund seiner nahezu temperaturunabhängigen ( $T = 700 - 800$  °C) und  $pO_2$ -abhängigen Seebeck-Koeffizienten. Damit konnten Sauerstoffgassensoren mit nahezu temperaturunabhängiger resistiver Kennlinie und gleichzeitig nahezu verschwindender Temperaturabhängigkeit bei gleichbleibender  $pO_2$ -Abhängigkeit des Seebeck-Koeffizienten aufgebaut werden.
- Mit Hilfe der Pulveraerosoldepositionsmethode abgeschiedene resistive BFAT<sub>x</sub>-Dickschichtsensoren zeigen bessere Eigenschaften als in klassischer Dickschichttechnik hergestellte Sensoren.
- Für BFAT<sub>x</sub> wurde eine hohe SO<sub>2</sub>-Beständigkeit zwischen 700 °C und 800 °C festgestellt. Die Kristallstruktur des Materials sowie der Widerstand ändern sich in Gegenwart von SO<sub>2</sub> aber zwischen 400 °C und 600 °C.

### Kontakt

E-Mail: [Ralf.Moos@uni-bayreuth.de](mailto:Ralf.Moos@uni-bayreuth.de)

Telefon: +49 921 55 7401

[www.funktionsmaterialien.de](http://www.funktionsmaterialien.de)

[www.funktionsmaterialien.de](http://www.funktionsmaterialien.de)