

Untersuchung von temperaturunabhängigen p-Halbleitern für den Einsatz als Sauerstoffsensor im Magerverbrennungsmotor

Verfasser: Dipl.-Ing. Jochen Straub

Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war eine weiterführende Untersuchung des LCF-Materialsystems. Die sauerstoff-sensitive Komponente der Mischkeramik ist das Lanthankuprat. Die Haftungsproblematik siebgedruckter LC-Schichten konnte mit den hier untersuchten Zwischenschichten nicht gelöst werden. Zwar hielten die Sensorschichten auf Strontiumaluminat und Kupferoxid dem Klebstreifentest stand, jedoch ging dabei die Sauerstoffsensitivität der LC-Schicht verloren.

Im Falle der Mischkeramiken konnte bis zu einem Kupfergehalt von 60 Atom% eine gute Haftung der gassensitiven Schicht auf Aluminiumoxidsubstraten erzielt werden. Es stellte sich heraus, dass es sich beim LCF um einen mehrphasigen Werkstoff handelt. Im Gegensatz zum eisendotierten Strontiumtitanat, konnte im Rahmen der Auflösungsgenauigkeit kein La-Cu-Fe-Mischkristall detektiert werden. Im Material liegen die Lanthankuprat La_2CuO_4 und Lanthanferritphase LaFeO_3 nebeneinander vor. Für die Einwaage der Ausgangsverbindungen wurde jedoch von einem Mischkristall der Form $\text{La}(\text{Cu}_x\text{Fe}_{1-x})\text{O}_3$ ausgegangen. Deswegen wird im Verhältnis zum Cu und Fe zu wenig La eingewogen. Dies führt dazu, dass sich eine dritte Phase ausbildet. Diese konnte durch EDX- und XRD-Analysen als CuO identifiziert werden. Weitere Werkstoffphasen konnten nicht nachgewiesen werden, können aber nicht ausgeschlossen werden. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass sich durch das LCF-Materialsystem Materialien mit einer temperaturunabhängigen Sensorkennlinie in einem Temperaturbereich zwischen 650°C und 850°C realisieren lassen. Dies ist schon für kleine Kupfergehalte (ab 20 Atom%) der Fall. Anders ausgedrückt: Bis zu Eisengehalten unter 80 Atom%, also bis LC20F ist der Widerstand der Materialien vom LC bestimmt und damit unabhängig von der Temperatur. Die Sauerstoffsensitivität m unterliegt dagegen keinem Schwellwert, sondern steigt kontinuierlich mit dem Anteil der Kupratphase.

Die siebgedruckten Dickschichtsensoren weisen im Vergleich zu den Sinterkörpern nahezu identisches Verhalten auf. Einzig die Temperaturunabhängigkeit stellt sich im Falle der Dickschichten aufgrund der größeren Porosität erst ab dem LC30F ein. Ansonsten konnten die Materialeigenschaften der Sinterkörper problemlos auf die Dickschichten übertragen werden. Wie eingangs bereits erwähnt, konnte bis zu Kupfergehalten von 60 Atom% auch eine gute Haftung der Sensorschichten erzielt werden. Demnach sind die Systeme LC60F bis LC30F als siebgedruckte Dickschichtsensoren geeignet.

Es konnte in dieser Arbeit gezeigt werden, dass siebgedruckte Dickschichten der Mischkeramiken des LCF-Systems für die Sauerstoffsensorenanwendung interessant sind. Es konnten Sensoren mit einer temperaturunabhängigen Sensorkennlinie und akzeptablen Sauerstoffsensitivitäten hergestellt werden. Für einen Einsatz im Abgasstrom eines Magerverbrennungsmotors sind allerdings weiterführende Untersuchungen notwendig. An dieser Stelle sei auf das Kapitel 8 „Ausblick“ verwiesen.

Die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte Modellierung der Materialeigenschaften nach dem Ansatz der allgemeinen Effektiv-Medien-Theorie lieferte sowohl für die Sinterkörper als auch mit Abstrichen für die Dickschichten gute Ergebnisse. Auch der Versuch die Sauerstoffsensitivitäten in Abhängigkeit des Substitutionsverhältnisses zu simulieren lässt sich mit der GEM-Theorie verwirklichen. Damit wurde eine Möglichkeit aufgezeigt die Sensoreigenschaften des LCF-Materialsystems durch eine numerische Simulation vorherzusagen.

Kontakt

E-Mail: Ralf.Moos@Uni-Bayreuth.de
Telefon: +49 921 55 7400