

Untersuchungen zu Transportphänomenen an neuartigen oxidischen Funktionsmaterialien für die Energietechnik

Verfasser: Dipl.-Ing. Maximilian Streibl

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurden zwei verschiedene Oxidkeramiken hinsichtlich ihrer thermoelektrischen Eigenschaften untersucht, welche sich ihren Leitungsmechanismen und damit in ihren Transportphänomene unterscheiden. Bei den Materialien handelte es sich zum einen um sauerstoffionenleitende Bismutvanadate und zum anderen p-leitende Kupfer-Eisen-Delafossite. Es wurden Messungen der Thermokraft sowie der elektrischen Leitfähigkeit bei verschiedenen Temperaturen und Sauerstoffpartialdrücken durchgeführt, um Informationen über Phasenübergänge oder Änderungen im Leitungsmechanismus, wie p/n-Übergänge, zu gewinnen. Darüber hinaus wurden verschiedene Dotierungen der Keramiken untersucht. Neben klassischen Bulk-Proben wurden auch Schichten mit dem neuartigen Aerosol-Deposition-Verfahren hergestellt, mit welchem dichte keramische Schichten bei Raumtemperatur abgeschieden werden können. Außerdem wurde der Power Factor ermittelt, um eine Aussage über die Effizienz der Thermoelektrika treffen zu können.

Die Bulk-Probekörper der Bismutvanadate zeigten bei 600 °C eine deutliche Abhängigkeit des Seebeck-Koeffizienten vom Sauerstoffpartialdruck, während die Leitfähigkeit relativ konstant bleibt. Hieraus ergibt sich, dass die Bismutvanadate für den Aufbau eines Sauerstoffsensors grundsätzlich geeignet sind. Die ADM-Schichten zeigen allerdings keine oder keine monotone Abhängigkeit vom Sauerstoffpartialdruck. Dies liegt vermutlich an der veränderten Elektrodenkinetik aufgrund eines schlechten Dreiphasenkontakts, da die Elektroden von der Schicht bedeckt sind. Für die ADM-Schichten wurden in separaten Messungen die Leitfähigkeiten bestimmt, welche gut mit Literaturwerten übereinstimmten. Es zeigte sich, dass $\text{Bi}_4(\text{Cu}_{0,05}\text{Ti}_{0,05}\text{V}_{0,09})_2\text{O}_{11-8}$ das größte Potential für eine Sensoranwendung birgt, da dieses die stärkste Abhängigkeit vom Sauerstoffpartialdruck zeigte.

Die untersuchten Delafossite zeigten generell keine Abhängigkeit des Seebeck-Koeffizienten vom Sauerstoffpartialdruck. Allerdings zeigt sich im Fall der Bulk-Proben bei 900 °C und moderaten Sauerstoffpartialdrücken eine irreversible Spinellbildung, welche den Seebeck-Koeffizienten stark sinken lässt. Die Spinellbildung findet allerdings für die Schichten auch bei niedrigeren Temperaturen statt und ist reversibel. Bei ADM-Schichten ist die Spinellbildung nicht nur reversibel, sondern auch vollständig, d.h. das gesamte Material wird umgewandelt. Im Fall der Bulk-Körper liegen Cuprospinell und Delafossit nebeneinander vor, weshalb die sprunghafte Änderung des Seebeck-Koeffizienten nicht so stark ausgeprägt ist. Der aus Seebeck-Koeffizienten und Leitfähigkeit ermittelte Power Factor betrug für die untersuchten Delafossite knapp $100 \mu\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K}^2)^{-1}$. Dies lässt eine Anwendung des Materials als thermoelektrischen Generator (TEG) als möglich erscheinen. Die besten Ergebnisse lieferte hier die dotierte Variante $\text{CuFe}_{0,98}\text{Ni}_{0,02}\text{O}_2$.

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Ralf Moos

Telefon: +49 921 55 7400

E-Mail: Funktionsmaterialien@Uni-Bayreuth.de