

Untersuchungen zur Elektrodenkonfiguration eines Mischpotential-Umsatzsensors für Anwendungen im automobilen Abgas

Josef Sanarov, M. Sc.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde ein bestehendes Konzept für einen Sensor zur direkten Bestimmung des Umsatzes von Fahrzeugkatalysatoren untersucht. Das Sensorsignal ließ sich dabei anhand der Mischpotential-Theorie beschreiben, bei der mehrere konkurrierende Redox-Reaktionen im Gleichgewicht stehen. Theoretisch ist eine logarithmische Abhängigkeit des Sensorsignals vom Katalysator-Umsatz zu erwarten. Bei Katalysator-Umsätzen von größer 90 % kam es aber bisher zu einer Abweichung des Sensorsignals vom theoretischen Modell.

Hierauf aufbauend war es Ziel der Arbeit, anhand elektrochemischer Untersuchungsmethoden ein Verständnis über den Einfluss der Elektrodenkonfiguration auf die Signalbildung bei der Propen-Detektion zu entwickeln. Hierzu wurden mehrere Sensor-Substrate hergestellt, welche mit unterschiedlich aufgebauten Elektroden versehen wurden. Neben Vollkreisen verschiedenen Durchmessers, kam eine Gitter-Geometrie mit 4 mm Durchmesser für die Elektroden zum Einsatz. Leitender Gedanke hierbei war, dass bei dieser Geometrie die analythaltige Atmosphäre mehr oder weniger direkt an die Dreiphasengrenze (TPB) gelangen kann, ohne durch die poröse Platin-Schicht diffundieren zu müssen. Als Elektrodenmaterialien kamen neben Platin auch Gold, Nickeloxid mit 5 % Massenanteil an Gold-Partikeln und Zinkchromit zum Einsatz.

Es stellte sich heraus, dass die Haftung der Elektrode zum Substrat einen großen Einfluss auf das Signal hatte. Durch Verwendung einer zusätzlichen Haftschiicht aus YSZ konnten aber Sensoren hergestellt werden, die ein langzeitstabiles Signalverhalten aufwiesen. Während bei den Vollkreis-Elektroden oben genannte Abweichungen bei Umsätzen größer 90 % beobachtet wurden, folgte das Signal der Sensoren mit Gitter-Elektroden dem theoretischen Modell bis über 99 % Umsatz. Darüber hinaus zeichnete sich die Gitter- gegenüber der Vollkreis-Geometrie i.A. durch höhere Empfindlichkeiten aus, was die vorgeschlagene These für die Abweichungen bei hohen Umsätzen stützte. Versuche an Gitter-Elektroden aus Gold zeigten außerdem, dass die Wahl eines im Vergleich zu Platin katalytisch weniger aktiven Materials einen positiven Einfluss auf das Sensorsignal haben kann. Impedanzspektroskopische Untersuchungen zeigten, dass die Erhöhung der Propenkonzentration auf 500 ppm im untersuchten Frequenzbereich von 4 MHz bis 100 mHz einen vernachlässigbaren Einfluss auf die Spektren hatte. Des Weiteren stellte sich heraus, dass die Gitter-Geometrie im Allgemeinen mit einem höheren Durchtrittswiderstand assoziiert war. Aufgrund der günstigeren Oxidations-Kinetik an der Gitter-Elektrode konnten hierbei modifizierte Polarisationskurven für den anodischen Anteil bei verschiedenen Propen-Konzentrationen erstellt werden, deren Schnittpunkte mit der kathodischen Kurve das Mischpotential relativ genau vorhersagen konnten.

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Ralf Moos

Telefon: +49 921 55 7400

E-Mail: Funktionsmaterialien@Uni-Bayreuth.de