

Optimierung und Erweiterung der Funktionalität eines neuartigen DSC-Chips

Finanzielle Förderung durch BMWi im Rahmen des ZIM-Programms



In Kooperation mit
wsk Mess- und Datentechnik GmbH, Hanau
VIA electronic GmbH, Hermsdorf



Zusammenfassung

Das Projekt befasste sich mit der Optimierung eines miniaturisierten keramischen Dynamischen Differenzkalorimeter-Chips (DSC-Chip, engl. Differential Scanning Calorimeter, DSC), welcher aufgrund seines Designs und der verwendeten Fertigungstechnologie so preisgünstig ist, dass er als Einwegsensor gebraucht werden kann. Hierdurch wird die Analyse potentiell aggressiver und korrosiver Materialien möglich, die bei der Analyse in einem konventionellen Gerät zu dessen Kontamination oder Zerstörung führen würde.

Der DSC-Chip an sich beinhaltet alle funktionalen Elemente eines herkömmlichen DSC-Gerätes (Abb. 1). Mit der bereits bestehenden Version des DSC-Chips konnten bereits thermische Charakterisierungen metallischer Proben durchgeführt werden. Die Ergebnisse zeigten, dass der Chip in den wichtigsten Messeigenschaften vergleichbar mit kommerziellen Geräten ist. Trotz der guten Ergebnisse zeigte sich jedoch Optimierungsbedarf hinsichtlich des Leistungsbedarfes und der Temperaturverteilung im Probeniegel.

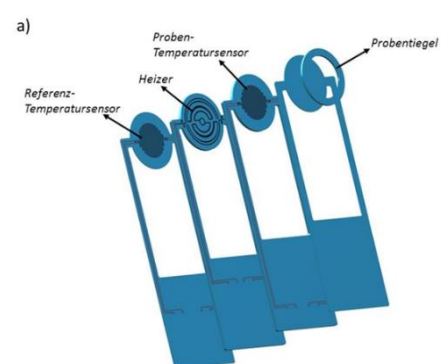


Abb. 1. Konstruktion des EDSC-Chips

Das erste Ziel dieses Projektes umfasste daher die Optimierung des Chips hinsichtlich der genannten Eigenschaften. Die Ergebnisse dieser Aufgabenstellung, die mit Hilfe der FEM-Simulation bearbeitet wurde, können folgendermaßen zusammengefasst werden:

- Durch eine Reduzierung des Messkopfvolumens konnte der Leistungsbedarf um mehr als 30 % gesenkt werden.

- Das Heizerdesign wurde mit Hilfe von FEM-Simulationen optimiert, indem Heizleiterbreiten und –abstände variiert wurden. Es wurden zusätzliche Heizmäander in die Verbindungsstelle zwischen Messkopf und Zuleitungsstegen integriert um dem Wärmestrom aus dem Messkopf entgegenzuwirken. Auf diese Weise konnte die mittlere Temperaturabweichung im Tiegelbereich von ca. 11,5 % auf 4 % reduziert werden.
- Der Trennschärfetest mit Dotriacontan zeigte eine um 58 % erhöhte Trennschärfe des optimierten DSC-Chips gegenüber der Ausgangsversion
- Durch eine Reduzierung des Sensorabstandes (der Substratstärke) und der Passivierungsschichtdicke konnte die Trennschärfe, bei gleichbleibender Empfindlichkeit, um weitere 26 % auf 84 % erhöht werden.

Das zweite Projektziel befasste sich mit ersten Ansätzen zu einer Integration einer Wägeeinrichtung, die die initiale Probenmasse sowie Probenmasseänderungen während der thermischen Analyse erfassen kann. Dadurch können nicht nur Phasenübergänge, sondern die dazugehörigen Enthalpien identifiziert werden. Die Ergebnisse dieser Aufgabe können wie folgt zusammengefasst werden:

Wägeeinrichtung auf Basis des Piezowiderstandseffektes

- Es wurden erfolgreich Teststrukturen mit integrierten Dehnmessstreifen, die zu einer Vollbrücke verschaltet waren, getestet. Hierbei konnten Probenmassen von 8 mg erfolgreich detektiert werden.
- In einem Messbereich von 8 – 550 mg wurden hierbei lineare Kennlinien gezeigt.

Veröffentlichungen:

A. Brandenburg, E. Wappler, J. Kita, R. Moos: Miniaturized ceramic DSC device with strain gauge-based mass detection - First steps to realize a fully integrated DSC/TGA device, *Sensors and Actuators A: Physical*, 241, 145-151 (2016), doi: 10.1016/j.sna.2016.02.011

Kontakt:

Prof. Dr.-Ing. Ralf Moos
E-Mail: Ralf.Moos@uni-bayreuth.de
Tel. 0921/55-7401