

Optimierung einer IR-Quelle für einen photoakustischen CO₂-Sensor

Diplomandin



Marijke Meier

Ausgangslage: Zur Messung von CO₂ über den photoakustischen Effekt wird Infrarot-Strahlung benötigt. Diese wird durch das Erhitzen eines metallischen Heizers erzeugt. Für diese Bachelorarbeit wurde ein CO₂-Sensor des Industriepartners Sensirion verwendet. Ziel ist es, die elektrische Heizleistung, welche benötigt wird um den Heizer auf die gewünschte Temperatur zu bringen, auf die Hälfte zu reduzieren.

Vorgehen: Mithilfe einer FEM Simulation in Comsol Multiphysics wurden verschiedene Lösungsansätze getestet und bewertet. Dabei wird bezweckt, den Heizer thermisch zu isolieren und dadurch die Verluste zu verringern. Eine gute thermische Isolation kann erreicht werden, indem die Materialien in der Umgebung des Heizers eine möglichst tiefe Wärmeleitfähigkeit aufweisen, ohne dabei die Funktion des Bauteils zu beeinträchtigen. Dies gelingt beispielsweise wenn anstelle der Luftumgebung Argon verwendet wird oder auch bei Verringerung des Gasdrucks. Zur Überprüfung dieser Simulation wurden Experimente bei kontrollierten Umgebungsbedingungen in einer Vakuumkammer durchgeführt. Der Sensor wurde verschiedenen Gasdrücken zwischen 1 bar und 0.003 mbar sowie einer Argonumgebung ausgesetzt. Gleichzeitig wurde ein Sensorparameter aufgezeichnet, welcher proportional zur benötigten Heizleistung ist. In einem weiterführenden Experiment wurde versucht, auf der Unterseite des Heizers die erwünschte Vakuumbedingung durch eine hermetisch dichte Verbindung zu erhalten. Dabei kamen die zwei Verfahren anodisches Bonden und eutektisches Bonden zur Anwendung. Die Dichtheit der Verbindung wurde über den zeitlichen Verlauf der Durchbiegung der Membran mittels Weisslichtinterferometrie gemessen.

Ergebnis: Die Simulation zeigt auf, dass es möglich ist, die elektrische Leistung des Heizers auf die Hälfte zu reduzieren, wenn das Bauteil in Vakuum anstatt in Umgebungsluft betrieben wird. Dieses Simulationsergebnis konnte mit den Ergebnissen aus dem Experiment in der Vakuumkammer bestätigt werden. Die Realisierung eines Vakuums auf der Unterseite des Heizers ist gelungen, wenn auch nur kurzzeitig. Die drei Messungen des zeitlichen Verlaufs der Membrandurchbiegung nach 1 h, 7 h und 24 h zeigten einen exponentiellen Verlauf des Diffusionsvorgangs. Zum Zeitpunkt der dritten Messung war keine Durchbiegung mehr erkennbar. Daraus ist zu schliessen, dass die Dichtheit der getesteten Bondingverfahren nicht genügend hoch ist für den vorgesehenen Verwendungszweck und die Lebensdauer des angestrebten Produkts. Auf der Grundlage der Bachelorarbeit konnten jedoch wertvolle Erkenntnisse gewonnen und Handlungsanweisungen für zukünftige Versuche abgeleitet werden.

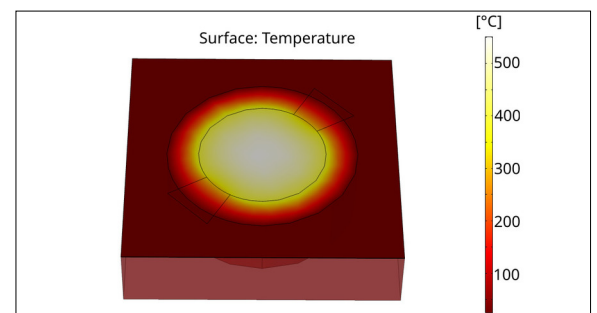
Referent
Prof. Dr. Samuel Huber
Lindenberger

Korreferent
Prof. Dr. Christoph
Würsch

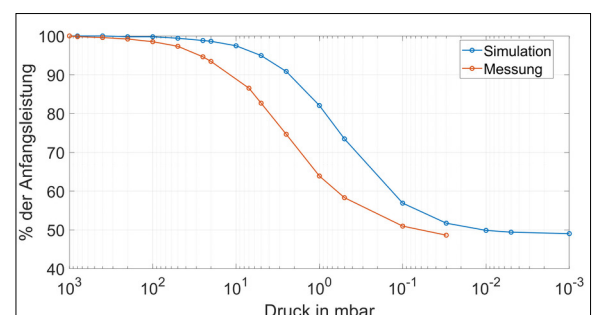
Themengebiet
Mikrotechnik

Projektpartner
Sensirion AG, Stäfa

Simulation der Wärmeleitung und Temperatur des IR-Strahlers.
IMP Institut für Mikrotechnik und Photonik



Vergleich der Simulation mit den Messwerten von Sensoren in einer Vakuumkammer.
IMP Institut für Mikrotechnik und Photonik



Zeitlicher Verlauf der Durchbiegung a) und Auswertung der Durchbiegung mit dem Weisslichtinterferometer b) nach 7 h.
IMP Institut für Mikrotechnik und Photonik

