



^ Mikrostrukturierter, modulierbarer IR-Strahler: Die emittierende Fläche ist frei im Chip aufgehängt.

INFRAROT-STRAHLER FÜR DIE GASSENSORIK

Die Absorptionsspektroskopie gehört zu den Standardmessverfahren für die Analyse von Gasen und Flüssigkeiten. Besonders im mittleren Infrarot (MIR) mit Wellenlängen von 3–20 μm zeigen viele Gase und Flüssigkeiten starke und molekulspezifische Absorptionsstrukturen. Dies gilt insbesondere für den sogenannten »Fingerprint-Bereich« mit Wellenlängen von 8 bis 12 μm . Hier haben Gase wie Ammoniak (NH_3), Ethen (C_2H_4) und Ethanol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) starke molekulspezifische Absorptionsbanden. Dieser Spektralbereich bietet sich daher für einen empfindlichen Nachweis verschiedenster Gase und Flüssigkeiten an.

IR-Strahler ersetzt Glühstrahler

Entscheidend für die Nachweisempfindlichkeit eines optischen Gassensors ist die Leistungsfähigkeit der eingesetzten Lichtquelle. Fraunhofer IPM entwickelt Infrarot-Strahler (IR-Strahler), die leistungsfähiger

und kostengünstiger sind als die bisher üblicherweise für die Gasspektroskopie verwendeten Glühstrahler. Zu den am Fraunhofer IPM entwickelten neuartigen Lichtquellen gehören sowohl schnell modulierbare IR-Strahler als auch Festkörper-IR-Strahler, die im Fingerprint-Bereich erhöhte Wärmestrahlung aufweisen.

Festkörperstrahler

Beim Festkörperstrahler ist der Chip frei im Gehäuse aufgehängt. Eine auf der Rückseite aufgebrachte Heizung heizt den Chip auf eine Betriebstemperatur von über 800 $^{\circ}\text{C}$, sodass dieser Wärmestrahlung im MIR-Bereich emittiert. Die Emissivität und damit die Schwarzkörpereigenschaft kann durch den Einsatz funktionaler Oberflächen zusätzlich gesteigert werden. Dazu gehören Emissionsschichten aus Al_2O_3 oder MgO sowie mikrosystemtechnisch hergestellte Strukturierungen von Nanoporen (sog.

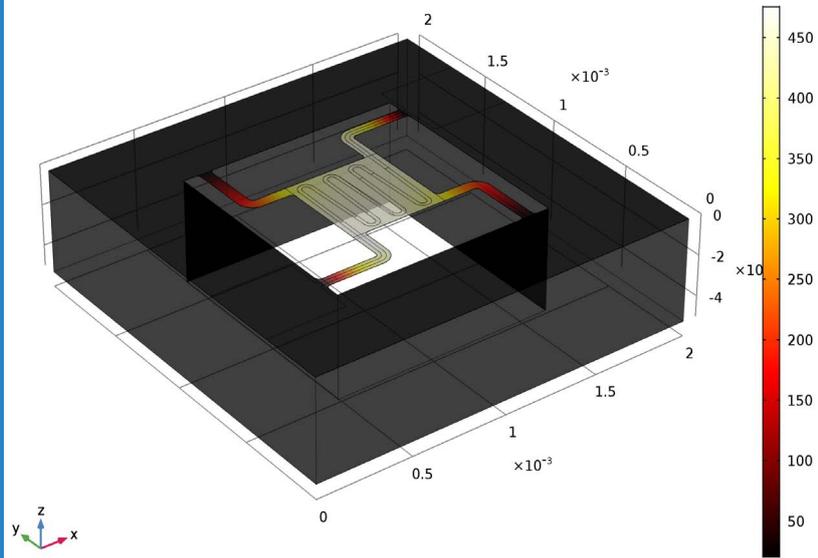
Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM

Heidenhofstraße 8
79110 Freiburg

Ansprechpartnerin

Dr. Marie-Luise Bauersfeld
Gruppenleiterin
Integrierte Sensorsysteme
Telefon +49 761 8857-290
marie-luise.bauersfeld@ipm.fraunhofer.de

www.ipm.fraunhofer.de



»micro cavities«). Die Strahler sind kompakt und robust. Allerdings ist ein schneller Temperaturwechselbetrieb aufgrund ihrer relativ großen thermischen Masse nicht möglich. Die thermischen Ansprechzeiten eines solchen Strahlers liegen im Bereich von mehreren Sekunden.

Modulierbare IR-Strahler

Für kostengünstigere Systeme werden derzeit beispielsweise in einem Filterphotometer Pyrodetektoren eingesetzt. Diese erfordern einen mechanischen Chopper, der periodisch den Strahlengang blockiert und öffnet. Nachteilig sind allerdings sein relativ hoher Preis und die Stabilität des Ge-

samtsystems bei mechanischer Belastung. Eine Lösung bieten die von Fraunhofer IPM entwickelten schnell modulierbaren thermischen Strahler.

Modulierbare IR-Strahler hingegen lassen einen schnellen Temperaturwechselbetrieb zu, da die thermische Masse des aktiven Bereichs um ein Vielfaches kleiner ist als bei Festkörper-MIR-Emittern. Die modulierbaren Strahler basieren auf sogenannten »micro hotplates«. Bei der Herstellung der »micro hotplates« wird eine wenige Mikrometer dicke dielektrische Schicht mit geringer thermischer Leitfähigkeit mikrosystemtechnisch strukturiert. Durch die thermische Entkopplung von der Chip-Peripherie wird die Heizleistungsaufnahme stark

▲ Die FEM-Simulation zeigt die *homogene Temperaturverteilung auf der Hotplate-Oberfläche.* Durch die freie Aufhängung ist der Chip thermisch entkoppelt, sodass die IR-Strahlung ausschließlich von der Hotplate emittiert wird.

reduziert. Der emittierende Bereich hat eine Fläche von $500 \times 500 \mu\text{m}^2$ und eine Dicke von $20 \mu\text{m}$. Die emittierende Fläche ist an $60 \mu\text{m}$ breiten Stegen frei im Substrat aufgehängt. Bei einer Modulationsfrequenz von 10 Hz wird die Hotplate um $40 \mu\text{m}$ ausgelenkt. Die plastische Verformung liegt bei maximal $4 \mu\text{m}$.

Technische Daten	Festkörperstrahler	modulierbarer Strahler
Eigenschaften	geringe thermische Masse ermöglicht Temperaturwechselbetrieb, kein mechanischer Chopper notwendig	große emittierende Fläche ermöglicht hohe optische Leistung, mechanischer Chopper notwendig
emittierende Fläche	$0,5 \times 0,5 \text{ mm}^2$	$3 \times 3 \text{ mm}^2$
Leistungsaufnahme für 750 °C	500 mW	2 bis 2,5 W
Ansprechzeiten (t90 bzw. t10)	40 bzw. 45 ms	konstanter Betrieb
Frequenz	1 bis 10 Hz (120 bis 750°C) (ab 30 Hz bis max. 600°C)	konstanter Betrieb
Gehäuse	TO5: Kontaktierung mittels Au-Bonden	TO8: Kontaktierung mittels Pt-Spaltschweißen

Angaben freibleibend, technische Änderungen vorbehalten.