

Thermische Sensoren aus dem Institut für Photonische Technologien Jena IPHT

Keßler, E., Dillner, U., Baier, V., Ihring, A.

In der Arbeitsgruppe IR/THz-Sensorsysteme des IPHT werden thermische Mikrosensoren mit hoher Nachweisempfindlichkeit in enger Kooperation mit Industrie und Institutionen entwickelt und hergestellt.

Mit dem Einsatz dieser Sensoren in der Infrarot-Messtechnik (Pyrometrie), der Präzisionsmesstechnik (Absolutradiometrie, Thermokonverter für AC-DC-Transfer), der IR-Analysenmesstechnik (Mehrelement- und Zeilensensoren für Gasanalytik und Spektroskopie), der Strömungs- bzw. Massenflussmessung für Flüssigkeiten und Gase, der Wärmestromdichtemessung sowie in der Mikroflusskalorimetrie wird eine breite Palette von Applikationsfeldern aufgespannt.

Dabei startet die Entwicklung neuer Sensoranordnungen stets mit einer thermischen 2D- bzw. 3D-Modellierung (FEM), womit das thermische Design des Sensors hinsichtlich der relevanten Leistungsparameter Detektivität, Responsivität und Zeitkonstante optimiert wird. Diese Modellierung ist die Grundlage für die Entwicklung des Masken-Layouts für die fotolithografischen Prozesse. Die Herstellung der Sensorchips in Mehrlagentechnologie mit bis zu 12 Ebenen erfolgt mittels Dünnschicht- und Mikrotechniken auf Siliziumwafern als Basismaterial. Zur Fertigung von Kleinserien komplett gehauster Sensoren kommen entsprechende Aufbau- und Verbindungstechniken in Anwendung.

Für die thermoelektrischen Dünnschichtanordnungen werden typisch Materialkombinationen aus der Gruppe der V-VI-Verbindungshalbleiter (Sb, BiSb, BiSbTe) mit hoher thermoelektrischer Effektivität verwendet.

Für die IR-Sensoren werden, abhängig von den spezifischen Anforderungen, verschiedene Absorber mit spektral breitbandig sehr hohem (Ag-Ruß) bzw. spektral eingeschränktem Absorptionsvermögen (Interferenzabsorber 3-5 μm bzw. 8-14 μm) eingesetzt.

Die erreichten spezifischen Detektivitäten liegen typisch im Bereich größer 10^8 bis ca. $2 \cdot 10^9$ $\text{cm}(\text{Hz})^{1/2}/\text{W}$ und stellen damit Spitzenwerte für ungekühlte thermoelektrische Sensoren dar.

Die hohe Leistungsfähigkeit der IR-Sensoren war und ist auch der Grund für die Einbeziehung spezifischer Entwicklungen in verschiedene Raumfahrtmissionen, so in der Kometensonde „Rosetta“ der ESA und in geplanten Missionen zum Mars (ESA/NASA) und zum Merkur (ESA).

Mit beispielsweise den planaren Thermokonvertern für den AC-DC-Transfer mit einem Transferfehler von einigen 10^{-6} insbesondere im Niederfrequenzbereich (Kooperation mit PTB Braunschweig) und dem Mikroflusskalorimeter MFK 472 (Kooperation mit TU Bergakademie Freiberg und Eurotronics Leipzig) mit einer Nachweisgrenze von 20 nW bei Flussraten im Bereich 10...30 $\mu\text{l}/\text{min}$ besitzt das IPHT zur Zeit eine Alleinstellung.

Ein Zukunftsfeld speziell auf dem Gebiet der Strahlungssensorik wird gegenwärtig mit der Entwicklung zweidimensionaler Arrays für eine Bildgebung im IR-Bereich (8-14 μm) sowie auch im THz-Bereich (Wellenlänge hier bei ca. 350 μm) erschlossen. Eine Erweiterung des spektralen Ansprechverhaltens der Sensoren in den Bereich der THz-Wellen ist dabei sowohl für sicherheitstechnische als auch spektroskopische Anwendungen höchst interessant.