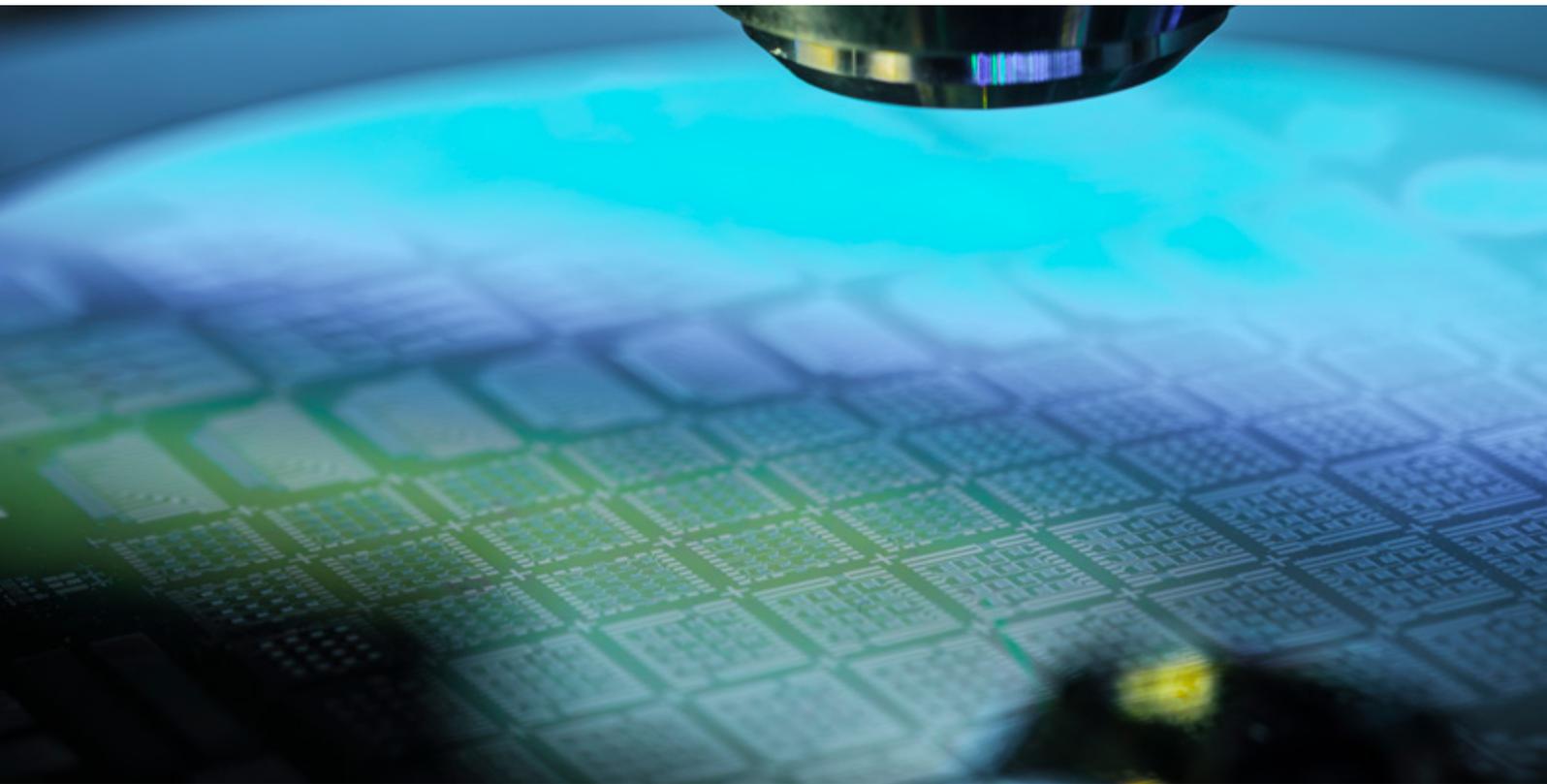


Fokus Sensorik zur Temperaturmessung

Miniaturisierte Thermopile-Arrays: Temperaturen hochempfindlich und berührungslos messen



Hochempfindliche Thermopile-Arrays – hier auf einem Siliziumwafer – messen Temperaturen im Bereich von 0 bis 80°C auf unter ein Zehntel Grad Celsius genau. Das macht sie interessant für viele neue Anwendungen.

Für die Temperaturmessung spielen miniaturisierte Thermopile-Array-Sensoren eine immer wichtigere Rolle. Dank ihrer hochempfindlichen und berührungslosen Messmethode haben sie das Potenzial, zahlreiche Anwendungsbereiche zu revolutionieren – von der Temperaturregelung über die Sicherheitstechnik bis hin zur Prozesskontrolle. Sie können z. B. Bewegungen melden, Personen erkennen, Kochfelder überwachen oder berührungslos Fieber messen. Viele dieser Aufgaben können zwar auch klassische Infrarot-Detektoren wie Photodetektoren, Bolometer oder pyroelektrische Sensoren erledigen, aber diese Detektoren sind teuer und komplexer oder nicht empfindlich genug. Geht es konkret um die Objekterfassung per

Temperaturmessung, haben pyroelektrische Sensoren den zusätzlichen Nachteil, dass sie keine statischen Objekte erfassen können.

Thermopile-Array-Sensoren – Aufbau und Entwicklung

Thermopile-Array-Sensoren bestehen im Wesentlichen aus drei Komponenten: einer Linse, einem IR-Bandpass-Filter und einem Infrarotdetektorarray aus Thermopiles. Thermopile-Arrays detektieren die IR-Strahlung eines Objektes abhängig von dessen Oberflächentemperatur. Sie sind kostengünstig, benötigen keine externe Stromquelle und

können dank ihrer Matrixanordnung sowohl statische als auch bewegte Objekte über eine größere Distanz und Fläche hinweg detektieren. Sie bestehen aus thermisch parallel und elektrisch in Reihe geschalteten p- und n- Halbleiterelementen. Diese Thermopile oder auch Thermoelement genannten Halbleiterelemente nutzen den Seebeck-Effekt und wandeln thermische Energie direkt in elektrische Energie um: In Abhängigkeit von der Temperatur entsteht an der Verbindungsstelle der beiden thermoelektrischen Materialien eine elektrische Spannung, die sich einfach und sehr empfindlich messen lässt.

Bereits heute schon lassen sich Thermopile-Array-Sensoren in puncto spektrale Empfindlichkeit für viele Anwendungen maßgeschneidert optimieren. Doch die üblichen CMOS-kompatiblen Silizium-Thermopile-Arrays haben auch eine große Einschränkung: Temperaturmessungen sind damit nur recht ungenau möglich.

Höhere Messgenauigkeit erweitert die Möglichkeiten

Aufgrund der begrenzten Messgenauigkeit sind marktübliche Thermopile-Array-Sensoren für viele ansonsten vielversprechende Anwendungen leider ungeeignet. Ein Team des Fraunhofer IPM hat deshalb im Rahmen des Fraunhofer-internen Projekts TAPIR besonders hochempfindliche, miniaturisierte Thermopile-Arrays entwickelt. Dazu setzten die Forscherinnen und Forscher auf das Material Bismut-Tellurid (Bi_2Te_3), das bei Raumtemperatur eine besonders hohe thermoelektrische Gütezahl besitzt.

Ein einzelnes Thermoelement besteht aus zwei halbleitenden Materialien: n-Bismut-Tellurid und aus p-Bismut-Antimonid-Tellurid. Die ursprüngliche Idee, die Thermopiles auf einem Polymersubstrat aufzubringen, wurde im Projekt verworfen. Stattdessen setzte das Team im Projektverlauf auf das bekannte Siliziumsubstrat, jedoch optimiert durch eine dünne Polymerschicht. Das gesamte Thermopile-Array der neuartigen Wärmebildkamera von Fraunhofer IPM setzt sich am Ende aus 8×8 dieser Thermoelemente zusammen und liefert somit eine Bildauflösung von

64 Pixeln. Das mag im Vergleich zu optischen Sensoren wenig klingen, für die hochgenaue Temperaturmessung ist diese Auflösung für viele Anwendungen jedoch ideal. Dem Team gelang es damit Temperaturen im Bereich von 0 bis 80 °C auf unter ein Zehntel Grad Celsius genau zu messen. Von diesen hochgenauen Thermopile-Array-Sensoren wird nicht nur die Industrie profitieren, sondern die Sensoren können z. B. auch das Leben älterer oder kranker Menschen in der eigenen Wohnung sicherer machen, weil kritische Situationen erkannt und automatisch Alarm ausgelöst werden kann. Und in der Objektüberwachung erlauben die 64-Bildpixel des Sensors beispielsweise eine sichere Unterscheidung von Mensch und Tier, ohne Verletzung der Privatsphäre. Zur Erschließung neuer Anwendungsgebiete mit hochempfindlichen Thermopile-Array-Sensoren werden bereits vielversprechende Gespräche vor allem mit kleinen und mittleren Unternehmen geführt.



Viele Applikationen, bei denen es um die Temperaturmessung geht, werden von unseren hochempfindlichen Thermopile-Arrays profitieren.«

*Prof. Jürgen Wöllenstein,
Abteilungsleiter*

Erster Prototyp mit Thermopile-Arrays, die zunächst auf Polymer-substrat prozessiert wurden.

