

# Thermopiles

## Genauere, orts aufgelöste Temperaturmessungen

---

Mit hocheffizienten Halbleitermaterialien

*Mithilfe von Thermopiles lassen sich Temperaturen berührungslos messen. Fraunhofer IPM entwickelt hochempfindliche Thermopiles auf Basis neuartiger thermoelektrischer Materialien in MEMS-Technologie.*

Thermopiles detektieren Infrarotstrahlung und werden unter anderem auch für berührungslose Fiebermessungen eingesetzt. In technischen Anlagen erkennen Thermopile-Arrays »Hot-Spots« an Motoren oder Leistungsschaltern und sorgen so für einen sicheren Betrieb. Fraunhofer IPM entwickelt neuartige Materialien für Thermopiles, die Temperaturen zuverlässiger und genauer detektieren als bisher verfügbare Thermopile-Arrays.

### Erkennung von Temperaturprofilen

Ein Thermopile oder eine Thermosäule ist ein elektrisches Bauelement, das thermische Energie über den sogenannten Seebeck-Effekt (auch thermoelektrischer Effekt) direkt in elektrische Energie wandelt. An der Verbindungsstelle zweier elektrisch leitender Materialien entsteht eine temperaturabhängige Spannung, sofern an der Stelle die Temperatur von der Umgebungstemperatur abweicht. Wird die Verbindungsstelle durch Absorption von Infrarotstrahlung erwärmt, wird aus dem Thermopile ein breitbandiger Strahlungsdetektor, der sich u. a. für berührungslose Temperaturmessungen einsetzen lässt.

### Fieber-Ferndetektion erfordert hohe Genauigkeit

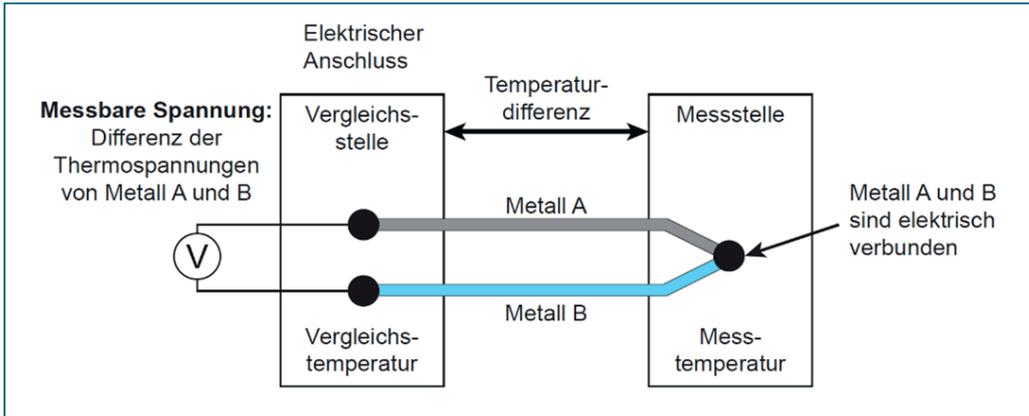
Thermopiles werden schon seit zirka hundert Jahren kommerziell vertrieben und vielfältig eingesetzt – zum Beispiel in industriellen Pyrometern, Bewegungsmeldern oder auch Ohrfieber-Thermometern. Stand der Technik sind Thermopile-Elemente, bei denen die Verbindungsstelle der zwei Metalle (z. B. Kupfer und Konstantan) und ein die Wärmestrahlung absorbierendes Material auf einer Silizium-Membran aufgebracht sind. Durch die rasante Entwicklung der Silizium-Mikromechanik ist es seit einigen Jahren möglich geworden, Thermopile-Arrays in MEMS-Technologie herzustellen.

### Unser Angebot

---

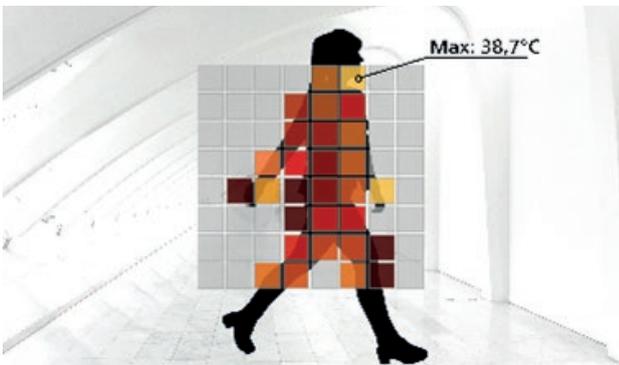
- Anwendungsspezifische Materialien und Beschichtungsverfahren
- Optimierte kundenspezifische Sensorlayouts
- Produktionskonzepte
- Technologische Beratung

## Funktionsprinzip eines Thermopiles



Für die Fieberdetektion aus der Ferne sind derzeit am Markt erhältliche siliziumbasierte Thermopile-Arrays zu ungenau. Fraunhofer IPM hat Thermopile-Arrays zur ortsaufgelösten Temperaturmessung entwickelt, die deutlich empfindlicher sind als bisher verfügbare Arrays. Dank neuartiger thermoelektrischer Materialkombinationen, die bei Raumtemperatur eingesetzt werden können, werden Temperaturen mit deutlich höherer Genauigkeit gemessen. Halbleitermaterialien basierend auf Bismutellurid-Legierungen ( $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ) besitzen einen höheren Seebeck-Koeffizienten, sodass bei gleicher Temperaturdifferenz eine doppelte Signalamplitude im Vergleich zu herkömmlich genutzten Materialkombinationen erzielt wird. So sind je nach kundenspezifischer Anforderung auch Arrays reduzierter Pixelgröße und Pixelanzahl ohne Einbußen bei der Auflösung realisierbar.

Die reine Anwesenheit von Personen kann grundsätzlich natürlich auch mit einer Kamera und Bildverarbeitung detektiert werden. Dies bringt jedoch Probleme beim Schutz der Privatsphäre mit sich. Hier ist die gröbere Auflösung eines Thermopile-Arrays von Vorteil: Kranke oder ältere Personen beispielsweise können mithilfe einer Thermosäule dauerhaft in der Wohnung überwacht werden, ohne die Privatsphäre zu verletzen.



*Fiebermessung aus der Ferne: Layout eines Thermopile-Arrays mit acht-mal-acht Pixeln für ortsaufgelöste Temperaturmessungen.*

## Beschichtungstechnologien – kundenspezifisch und skalierbar

Die am Fraunhofer IPM entwickelten neuartigen Thermopile-Materialien können in verschiedener Weise auch auf kundenspezifische Substrate aufgebracht werden. Im Reinraum des Fraunhofer IPM können Substrate bis zu 6-Zoll beschichtet werden. Mithilfe thermischer und mechanischer Simulationsmodelle werden die Sensoren nach individuellen Anforderungen zusätzlich optimiert. Die Sensoren können auch direkt am Fraunhofer IPM hergestellt werden.

## Individuell angepasste Ausleseschaltung – schnell und energiesparend

Um das volle Potenzial der Sensoren auszuschöpfen, ist neben hocheffizienten Materialien eine optimierte elektrische Ausleseschaltung der Thermopile-Arrays entscheidend. Fraunhofer IPM verfügt über langjährige Erfahrung im Auslegen elektrischer Schaltungen in Bezug auf geringes Rauschen, Geschwindigkeit und Energieeffizienz. Die Anforderungen werden optimal an die jeweilige Messaufgabe angepasst.

### Kontakt

Mike Benkendorf  
Projektleiter  
Telefon +49 761 8857-749  
mike.benkendorf@ipm.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM  
Georges-Köhler-Allee 301  
79110 Freiburg  
www.ipm.fraunhofer.de