



IR-Sensoren von Micro-Epsilon sind in vielen verschiedenen Ausführungen erhältlich. Der passende Sensor für jede Messaufgabe.

Infrarot Messtechnik unter der Lupe

Die Existenz der Infrarot Strahlung wurde bereits um 1800 von dem Astronomen William Herschel entdeckt. Damals wurde die Strahlung eher zufällig mit einem Prisma nachgewiesen, welches das Licht der Sonne brechen sollte und im Bereich hinter dem »Roten« noch viel Energie messen konnte; daher Infrarot-Strahlung.

Heute ist die Nutzung der Infrarotstrahlung ein tragender Baustein der Messtechnik. Zahlreiche Unternehmen haben sich darauf spezialisiert. Dennoch gilt es, einige Besonderheiten bei den jeweiligen Anwendungen zu beachten.

Die Infrarot-Strahlung (kurz: IR) folgt den physikalischen Gesetzen der Optik und kann mit Linsen gebündelt oder gestreut bzw. durch einen Spiegel abgelenkt werden.

Das Spektrum der IR Strahlung erstreckt sich von 0,7 μm bis 1000 μm Wellenlänge. Für die IR-Temperaturmessung ist der Bereich zwischen 1 μm und 14 μm interessant, da in diesem Bereich das Verhalten der Strahlungsenergie linear mit der Temperatur verläuft.

IR-Thermometer ermitteln die von einem Körper abgestrahlte Energie, ohne diesen selbst zu berühren. Damit sind schnelle und sichere Temperaturmessungen von sich bewegen-

den, sehr heißen oder schwer zugänglichen Objekten möglich. Der Temperatursensor beeinflusst damit ein Messobjekt nicht. Das berührungslose Verfahren gewährleistet jederzeit präzise Messwerte.

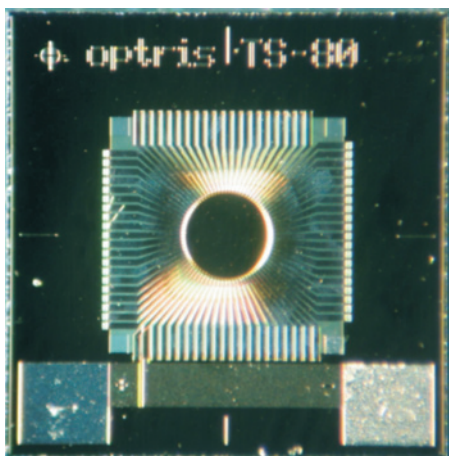
IR-Sensoren zur Prozessautomatisierung ermöglichen eine kontinuierliche Temperaturüberwachung. Intelligente, digitale Systeme erlauben dem Kunden die Fernprogrammierung der Sensoren sowie die online Messdatenübertragung und -aufzeichnung. Probleme bereiten nur Messungen bei niedrigen Temperaturen, da die abgestrahlte Energie mit der 4. Potenz der Temperatur ansteigt (Stefan-Boltzmann-Gesetz).

Als Temperaturuntergrenze für die Messung sind hier ca. $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ zu sehen.

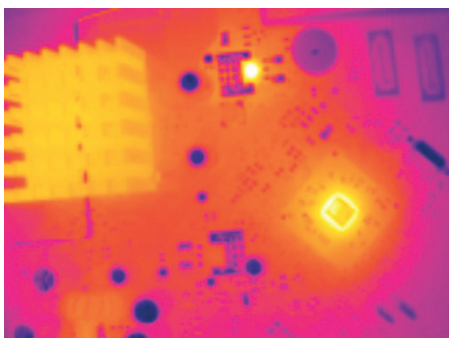
Prinzip der IR-Temperaturmessung

Infrarote Strahlung geht von jedem Körper aus, dessen Temperatur über dem absoluten Nullpunkt liegt. Der IR-Sensor erfasst die abgestrahlte Energie und lenkt diese auf einen oder mehrere Detektoren. Im Detektor wird die Energie der IR-Strahlung in elektrische Signale umgewandelt, die dann auf Grundlage der Kalibrierung des Sensors und des eingestellten Emissionsgrades in Temperaturwerte umgerechnet werden.

Basierend auf dieser Auswertung kann die gemessene Temperatur auf einem Display angezeigt, als analoges Signal ausgegeben oder über einen digitalen Ausgang auf einem Computer dargestellt werden. Jeder Körper gibt Infrarote Strahlung auf drei verschiedene Weisen ab. Er kann Strahlung emittieren, sie von der Umgebung reflektieren,



▲ Thermopile TS80. Rund um den runden Detektorpunkt sind die Thermoelemente aus Wismut/Antimon angeordnet.



▲ IR-Bild einer Rechner-Struktur. Die erwärmten Bauteile sind deutlich zu sehen.

ren oder durch ihn hindurch transmittieren. Wie die einzelnen Faktoren zusammenspielen ist vom Material des Messobjekts abhängig. Entscheidend für Messungen ist jedoch nur die emittierte Strahlung. In welchem Verhältnis die einzelnen Strahlungen zueinander stehen wird durch den Emissionsgrad beschrieben. Unterstellt man bei festen Körpern, dass sie vernachlässigbar wenig Strahlung durchlassen, so kann die Transmission mit 0 ersetzt werden. Der Emissionsgrad setzt sich also nur noch aus Emission und Reflexion zusammen. Damit ist nun leicht erkennbar, dass Objekte wie polierte und glänzende Metalle nur eine geringe Emission besitzen können, da an ihnen Strahlung aus der Umgebung stark reflektiert. Im Gegensatz dazu reflektieren Objekte, wie Kleidung oder matte Oberflächen sehr

wenig und sind deshalb gut für berührungslose Temperaturmessung geeignet.

Welche Intensität die Strahlung des gemessenen Körpers aufweist, ist demnach von dessen Temperatur und vom Emissionsgrad abhängig. Bei üblichen Temperatursensoren ist der Emissionsgrad zwischen 0,1 und 1,0 einstellbar, so dass die Temperatur an unterschiedlichen Objekten gemessen werden kann. Bei Micro-Epsilon wird der Emissionsgrad typischerweise auf 0,95 eingestellt, da dieser Wert für viele Oberflächen im Spektralbereich von 8-14 μm passend ist.

Aufbau von IR Sensoren

IR-Sensoren unterscheiden sich im grundlegenden Aufbau kaum. Bedeutender Bestandteil für Auflösung und Messfleckgröße bei einem bestimmten Abstand ist die IR-Linse, welche die Strahlen auf den IR Detektor bündelt. Sie legt auch fest, in welchem Verhältnis die Messfleckgröße zum Abstand zum Sensor steht. Das Detektorelement ist das Herzstück des Sensors. Dafür existieren drei physikalisch unterschiedliche Elemente. Für die Wandlung der Strahlung in elektrische Energie ist entweder ein Bolometer, ein Thermopile oder ein Quantendetektor verantwortlich. Anschließend folgen ein Verstärkermodul und ein AD-Wandler. Je nach Sensor folgt dann weitere Elektronik, um das Signal zu bearbeiten oder zu stabilisieren.

Ein Bolometer ist ein IR sensibles Element, das über eine Widerstandsänderung des Elements die Strahlungswärme feststellt. Thermopiles oder auch Thermoelemente basieren auf dem Seebeck-Effekt. Dabei werden zwei oder mehr unterschiedliche Metalle an einer Stelle miteinander verbunden. Trifft im Sensor IR-Strahlung auf den Verbindungspunkt, erwärmen sich die Metalle unterschiedlich stark und elektrische Spannung tritt auf. Quantendetektoren agieren mit den auftreffenden Photonen. Daraus ent-

stehen Elektronenpaare und damit ein Stromsignal.

Ein wichtiger Punkt, den es bei Messungen unbedingt zu beachten gilt, ist die Messobjektgröße. Um eine einwandfreie Messung zu ermöglichen, muss das Messobjekt mindestens so groß sein wie der Messfleck. Ist dies nicht der Fall, nimmt der Sensor auch Infrarot-Strahlung aus dem Hintergrund auf und die Messung wäre wertlos.

Unterschiedliche Geräte und Sensoren

Bei den Sensoren wird generell zwischen Handgeräten und stationär einsetzbaren Geräten unterschieden. Handgeräte eignen sich sehr gut für schnelle und sporadische Messungen. Sie können zu verschiedenen Objekten mitgenommen werden, Messwerte speichern und später für Dokumentationszwecke ausgeben. Sie werden häufig für Wartungs- und Kontrollarbeiten verwendet. In diesem Bereich gibt es verschiedene Leistungsklassen. Das einfachste Gerät von Micro-Epsilon hat einen Messbereich zwischen -32 °C und 420 °C . Es markiert den Messfleck durch einen einfachen Punkt laser und eignet sich für Standardmessungen. Hingegen arbeitet das thermoMETER LS mit einem vierstrahligen Laserkreuz, das die reale Messfleckgröße in jedem Abstand markiert. Besonders bei kleinen Messobjekten ein Vorteil.

Stationäre Sensoren existieren in unterschiedlichen Leistungsklassen und Größen. Für die Standardanwendung werden bei Micro-Epsilon die Sensoren thermoMETER CT empfohlen. Miniatursensoren mit integriertem Controller tragen den Namen thermoMETER CS oder CSmicro. Soll der Messfleck durch zwei Laserpunkte markiert werden, verwendet man die Sensoren thermoMETER CTlaser.

Generell werden die stationären Sensoren in verschiedene Anwendungsbereiche unterschieden.

So sind spezielle Modelle mit kurzer



▲ Beim Handmessgerät thermoMETER LS zeigt ein Laservisier die reale Messfleckgröße

Ansprechzeit für besonders schnelle Prozesse im Produktprogramm. Auch Modelle für heiße Umgebungsbedingungen bis 250 °C ohne Kühlung oder auch Modelle für Anwendungen in der Metallproduktion, die in einem besonderen Wellenlängenbereich arbeiten. In Sachen Thermographie bietet der Hersteller eine kleine Infrarotkamera, die für stationäre Einsätze gedacht ist. Temperaturmessung findet im industriellen Umfeld sehr häufig Anwendung. Überall, wo Temperatur als kritische Prozessgröße gilt, ist der Einsatz von IR-Sensoren sinnvoll. Sei es bei der Defekterkennung von Lagern, bei der Bauteilüberwachung in der Elektronikindustrie, dem Messen der Produkttemperatur in der Lebensmittelindustrie oder auch beim Warmwalzen von Blechen. Die berührungslosen Temperatursensoren überzeugen durch die schnelle Arbeitsweise und weil sie keinen Einfluss auf das Messobjekt ausüben.

► INFO

Autor:
Dipl.-Ing. Manfred Pfadt
Produktmanagement thermoMETER

Micro-Epsilon Messtechnik GmbH & Co. KG
Königbacher Str. 15
94496 Ortenburg
Tel.: 08542 168-279
Fax: 08542 168-90
E-Mail: manfred.pfadt@micro-epsilon.de
www.micro-epsilon.de

Dicke Luft und Sie wissen nicht warum?



ComfortSense

Geschwindigkeit und Temperatur an bis zu 96 Messstellen simultan und richtungsunabhängig messen
- Ist das ein Angebot!

- Kalibriert von 0,05-5 m/s (optional bis 30 m/s)
- Zeitliche Auflösung 2 Hz
- Upgrademöglichkeit für vorhandene Omnisensoren
- ComfortSense zur Messung gemäß ISO 7730 - der Behaglichkeitsnorm



DANTEC
DYNAMICS

Tel.: 0731 / 9332245
germany@dantecdynamics.com
www.dantecdynamics.com

Partners for progress