

1 Mit einer gewöhnlichen Kamera ist die eingebettete Elektronik eines Schlüsselchips kaum zu erkennen (links). Eine SWIR-Kamera macht den Chip sichtbar (rechts).

2 Das SWIR-Spektrum (»shortwave infrared«) schließt direkt an den sichtbaren Spektralbereich an.

SWIR-INSPEKTION BILDGEBENDE INLINE-ANALYTIK JENSEITS DES SICHTBAREN SPEKTRALBEREICHS

Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM

Heidenhofstraße 8
79110 Freiburg

Ansprechpartner

Dr. Benedikt Hauer
Optische Oberflächenanalytik
Telefon +49 761 8857-516
benedikt.hauer@ipm.fraunhofer.de

PD Dr.-Ing. Albrecht Brandenburg
Gruppenleiter
Optische Oberflächenanalytik
Telefon +49 761 8857-306
albrecht.brandenburg@ipm.fraunhofer.de

www.ipm.fraunhofer.de

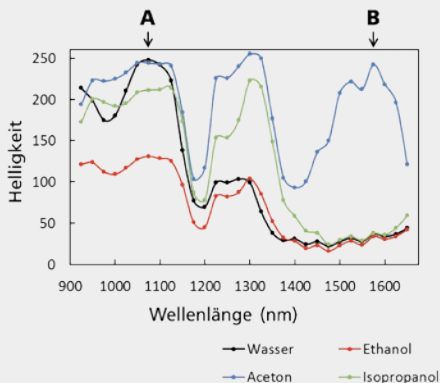
Unsichtbare Materialkontraste

Das menschliche Auge kann unterschiedliche Farben und Helligkeiten hervorragend erfassen – allerdings nur im sichtbaren Wellenlängenbereich zwischen rund 400 und 800 nm. Doch optische Kontraste sind nicht allein auf den sichtbaren Spektralbereich beschränkt. Für die Analytik wertvolle Kontrastunterschiede zeigen Substanzen häufig erst im kurzwelligen Infrarotbereich zwischen 900 und 1700 nm (Abb. 2). Im Gegensatz zum Auge oder zu gewöhnlichen Kameras sind sogenannte SWIR-Kameras mit InGaAs-Sensor in diesem Bereich sensitiv. SWIR-Kameras liefern im nahen Infrarot (SWIR – shortwave infrared) hervorragende Abbildungen. Mit ihnen lassen sich Werkstücke und Materialzusammensetzungen untersuchen, die für herkömmliche Kameras keinen Kontrast aufweisen.

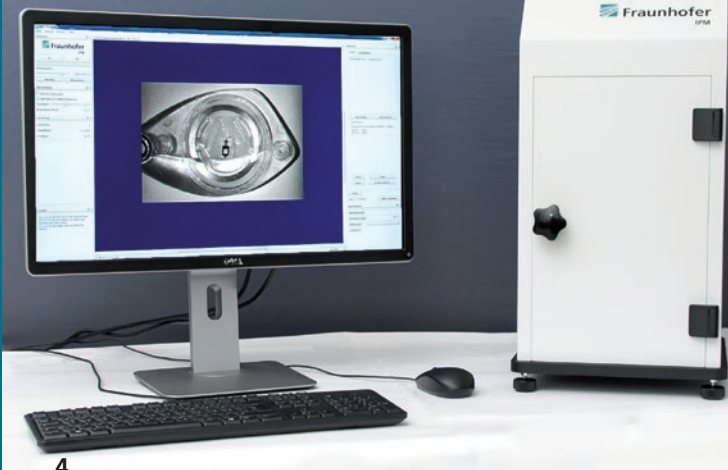
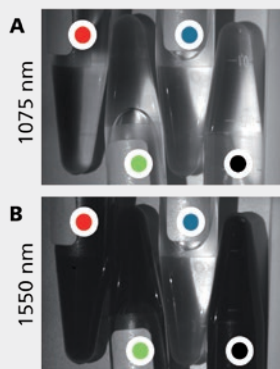
Voruntersuchungen und Systemintegration

Fraunhofer IPM hat das Know-how, um herausfordernde optische Messaufgaben zu lösen – beginnend mit einer Machbarkeitsstudie bis hin zur Auslieferung und Instandhaltung individueller Inline-Prüfsysteme für die Produktionskontrolle. Für die Untersuchung und Charakterisierung von Musterbauteilen stehen neben Standardverfahren auch speziell entwickelte Messplätze zur Verfügung.

Für den SWIR-Bereich wurde zur Untersuchung von Kundenbauteilen ein Teststand mit spektral durchstimmbarer Lichtquelle und Kamera für den Wellenlängenbereich zwischen 900 und 1700 nm aufgebaut. Anhand der Ergebnisse können optimale Konfigurationen für Prüfaufgaben in



3



4

der Produktionslinie ermittelt und Algorithmen zur schnellen, automatisierten Defekterkennung entwickelt werden. Fraunhofer IPM verfügt darüber hinaus über langjährige Erfahrung in der Entwicklung und Integration von Inspektionsgeräten zur Produktionskontrolle, die auch unter rauen Umgebungsbedingungen zuverlässig arbeiten. Hierdurch ist es möglich, individuelle, schlüsselfertige Komplettlösungen aus einer Hand anzubieten.

Überraschende Materialeigenschaften

Die spektrale Abhängigkeit von Absorptions- und Streueigenschaften bewirkt, dass viele intransparente Materialien für eine SWIR-Kamera durchsichtig erscheinen.

Hierzu gehören einige Kunststoffe und auch Silizium. Diese Infrarot-Transparenz kann genutzt werden, um verdeckte Elemente wie beispielsweise eingegossene Elektronik sichtbar zu machen (Abb.1). In Silizium werden selbst mikroskopisch kleine Risse als deutliche Schatten erkennbar.

Darüber hinaus ermöglicht die reduzierte Lichtstreuung im Infrarot-Bereich beispielsweise Prozess-Überwachungen in dampf- oder rauchhaltigen Umgebungen. Umgekehrt zeigen viele transparente Stoffe im Infrarotspektrum charakteristische Absorptionsbanden, die es ermöglichen, solche Materialien zu unterscheiden. Beispiele hierfür sind transparente Kunststoffe und Lösungsmittel. Insbesondere Wasser zeigt eine starke Absorption von Licht um

die 1500 nm (Abb. 3). Diese Eigenschaft kann unter anderem zur Messung von Feuchtigkeit herangezogen werden. Weitere Anwendungen betreffen die Untersuchung von Sicherheitsmerkmalen, beispielsweise durch die Inspektion von Druckfarben im Infrarotspektrum.

SWIR-Kameras sind bei Raumtemperatur unempfindlich gegenüber Wärmestrahlung. Dies stellt einen erheblichen Vorteil gegenüber typischen Infrarotkameras dar, deren Empfindlichkeit bei sehr großen Wellenlängen jenseits von 8 µm liegt. Bei Temperaturen ab etwa 140°C können SWIR-Kameras jedoch auch zur Temperaturmessung und somit beispielsweise zur Prozessüberwachung eingesetzt werden.

Beleuchtungseigenschaften

- individuell ausgelegte LED-Beleuchtung
- Identifikation geeigneter Wellenlänge(n) mittels stufenlos durchstimmbarer Laborlichtquelle
- augensichere Auslegung

Kameraeigenschaften

Spektralbereich	900 – 1700 nm
Sensor-Typ	thermoelektrisch gekühlter InGaAs-Sensor
übliche Auflösung	640 × 512 Pixel
Belichtungszeiten	ab 30 ms

Angaben freibleibend, technische Änderungen vorbehalten.

3 Unterschiedliche Lösungsmittel, die für das Auge gleich transparent erscheinen, haben unterschiedliche Absorptionsbanden im SWIR-Spektrum. Dies führt dazu, dass z. B. Wasser im Gegensatz zu Aceton bei 1550 nm schwarz erscheint.

4 Eine industrietaugliche SWIR-Kamera in Kombination mit verschiedenen Beleuchtungsoptionen ermöglicht umfangreiche Untersuchungen, anhand derer Inspektionssysteme für spezielle Aufgaben in der Fertigung optimal ausgelegt werden können.