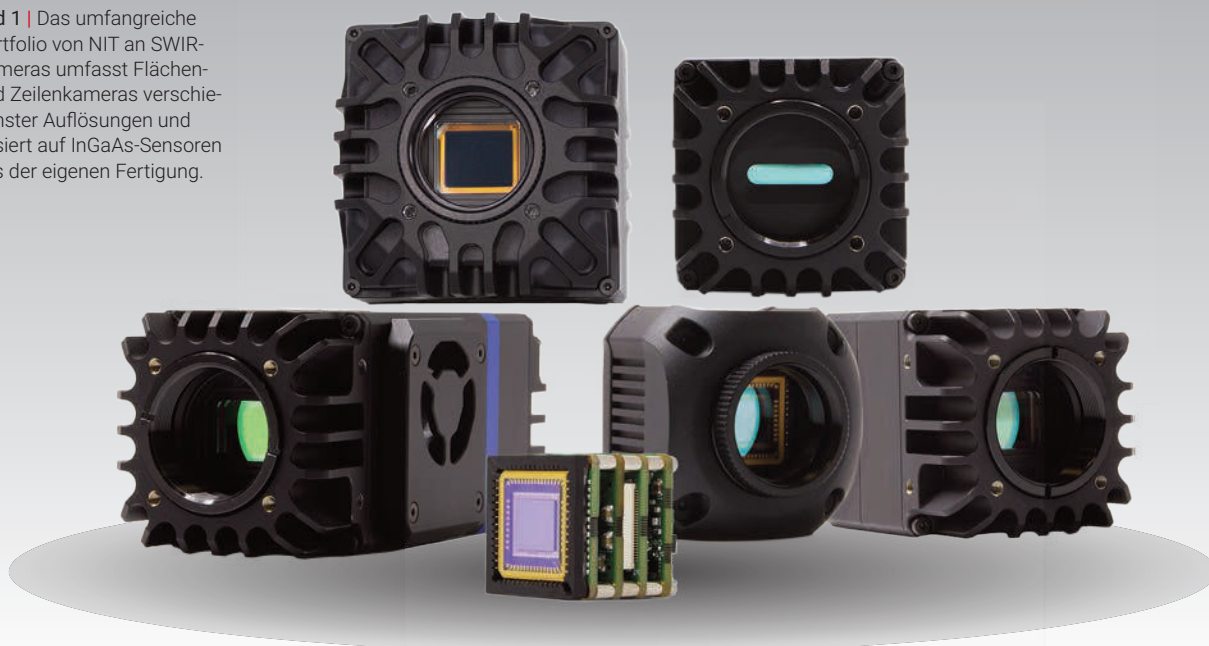


**Bild 1** | Das umfangreiche Portfolio von NIT an SWIR-Kameras umfasst Flächen- und Zeilenkameras verschiedenster Auflösungen und basiert auf InGaAs-Sensoren aus der eigenen Fertigung.



# SWIR-Erfolgswelle

**TITELSTORY: Industrielle SWIR-Kameras mit optimierten InGaAs-Sensoren**

Autor: Peter Stiefenhöfer, PS Marcom Services | Bilder: New Imaging Technologies (NIT)

**New Imaging Technologies (NIT) wurde 2007 mit dem Ziel gegründet, Industriekameras auf Basis patentierter Sensoren mit hohem Dynamikbereich zu entwickeln und zu produzieren. Innerhalb weniger Jahre hat sich die Firma zu einem führenden Hersteller von SWIR-Kameras mit eigenem Sensordesign entwickelt.**

Die Anfänge von NIT lagen bei CMOS-Bildsensoren und -Kameras für den sichtbaren Bereich (400 bis 750nm). Das Unternehmen wandte sich jedoch

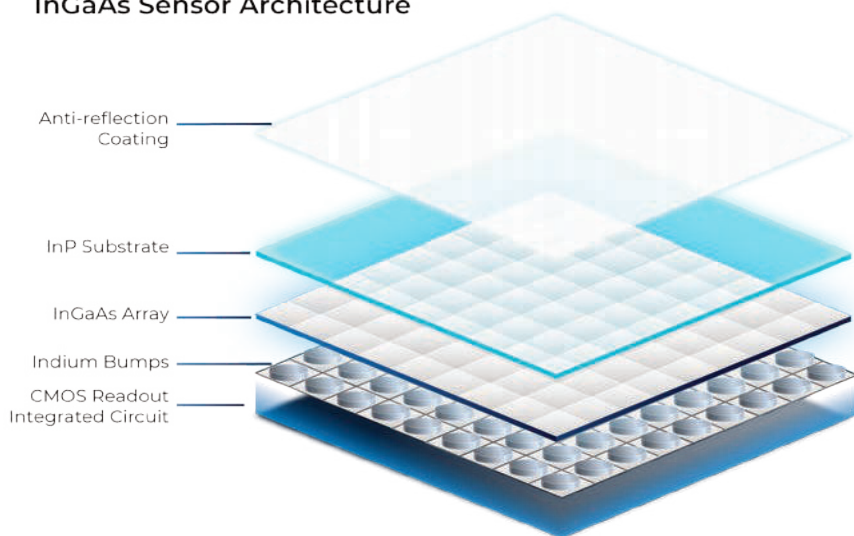
schon bald dem kurzwelligen Infrarotbereich (SWIR) zu. SWIR deckt je nach Definition Wellenlängen von 900 bis 2.500nm ab. Dieses Spektrum kann zum großen Teil mit InGaAs-Sensoren (Indium Gallium Arsenid) detektiert werden, die typischerweise eine Lichtempfindlichkeit für Wellenlängen zwischen 900 und 1.700nm aufweisen. Das Halbleitermaterial InGaAs besteht aus einer InAs/GaAs-Legierung, die als aktive Schicht in InGaAs-Sensoren dient und dabei auf einem Substrat aus Indiumphosphid (InP) aufsetzt. Eine dünne InP-Passivierungsschicht schließt den prinzipiellen Aufbau des Sensors ab. Das dotierte Substrat und die InGaAs-Schicht ergeben ein Photodiodenarray (PDA), das lichtempfind-

lich für SWIR-Wellenlängen zwischen 900 und 1.700nm ist. Über ein spezielles Indium-Bonding wird das PDA mit einem CMOS-ROIC (ReadOut Integrated Circuit) verbunden, um die detektierten Ladungen in Spannungen umzuwandeln, die A/D-Wandlung durchzuführen und die Übertragung der Sensordaten zu ermöglichen.

## Schwierige Randbedingungen

Der Herstellungsprozess von InGaAs-Bildsensoren ist komplex und begrenzt die Möglichkeiten des Designs. So liegen die produzierbaren Pixelgrößen im Bereich von rund 10µm und damit über denen typischer CCD- und CMOS-Sensoren, die heute im sichtbaren Wellen-

## InGaAs Sensor Architecture



**Bild 2** | InGaAs-Sensoren basieren auf einer Legierung aus Indiumarsenid (InAs) und Galliumarsenid (GaAs), die als aktive Schicht in InGaAs-Sensoren eingesetzt wird.

längenbereich eingesetzt werden. Zudem bedingt der für die Funktion erforderliche Einsatz eines CMOS-ROIC-Bausteins ein Fixed-Pattern-Rauschen (FPN) bei InGaAs-Sensoren, das sich negativ auf die Bildqualität auswirkt und nur über geeignete Korrektur-Algorithmen weitgehend ausgeglichen werden kann. Darüber hinaus weisen diese Sensoren systembedingt einen hohen Dunkelstrom auf, der die Bildqualität ebenfalls reduziert. Nur durch den Einsatz geeigneter Kühlelemente ist es möglich, diese Effekte bis auf ein Mindestmaß zu kompensieren. Auch die wirtschaftliche Sicht erscheint auf den ersten Blick ernüchternd: Aufgrund des anspruchsvollen Produktionsprozesses und der kleineren Stückzahlen liegen die Kosten für die Herstellung von InGaAs-Sensoren deutlich über denen vergleichbarer CCD- oder CMOS-Sensoren. Angesichts dieser Nachteile stellt sich die Frage, ob Kameras auf Basis von InGaAs-Sensoren überhaupt sinnvoll und wirtschaftlich einsetzbar sind. Die Antwort lautet eindeutig 'Ja', denn die InGaAs-Technologie eröffnet Anwendern Möglichkeiten, die mit herkömmlichen CCD- und CMOS-Sensoren unerreichbar sind.

## Vielfältige SWIR-Anwendungen

InGaAs-Detektoren mit hoher Empfindlichkeit im SWIR-Bereich bieten interessante Eigenschaften, die zahlreiche Anwendungen in der industriellen Prozesskontrolle sowie in der Verteidigungs- und Sicherheitstechnik und weiteren Feldern erlauben. So haben sich Kameras mit hoher Empfindlichkeit im SWIR-Wellenlängenbereich bei Produktionsprozessen in der Halbleiterindustrie als hervorragende Option etabliert, um Risse oder andere Defekte auf Wafern, Solarzellenpaneelen oder bei integrierten Schaltkreisen sicher zu erkennen. Wesentlicher Grund dafür ist die Fähigkeit von InGaAs-Kameras, die Silizium-Schichten der Bauteile aufgrund der höheren Wellenlängen sozusagen zu durchleuchten und Fehler dadurch einfacher zu identifizieren.

Bei der Überwachung von Schweißnähten stoßen herkömmliche Bildverarbeitungssysteme noch immer an ihre Grenzen. Der Dynamikumfang traditioneller Kameras reicht meist nicht aus, um in diesem anspruchsvollen Umfeld mit starkem Kontrast durch die hohe

Ausleuchtung sowie mit hoher Rauch- und Staubentwicklung alle wichtigen Details sichtbar zu machen. Geeignete InGaAs-Kameras verfügen über einen extrem breiten Dynamikbereich und schaffen dadurch die Möglichkeit, alle relevanten Parameter zu erfassen. Selbst ohne den Einsatz von Filtern oder andere Maßnahmen werden dadurch Einzelheiten am Schweißlichtbogen und gleichzeitig an bereits abgekühlten, dunkleren Stellen des geschweißten Materials sichtbar, was eine zuverlässige Qualitätskontrolle erlaubt.

Auch für die Überwachung von Temperaturen sind SWIR-Kameras ideal. Dies gilt unter anderem für Branchen wie die Stahl-, Glas-, Keramik- oder Zementindustrie, wo Temperaturen bis 1.500°C erzielt werden, die den Dynamikbereich herkömmlicher Bildsensoren überfordern und eine sichere Fehlererkennung somit verhindern. InGaAs-Sensoren mit High Dynamic Range und einem logarithmischen Ansprechverhalten sind hingegen in der Lage, Szenen mit einer großen Temperaturspanne von ca. 300 bis 3.000°C abzubilden und dafür SWIR-Wellenlängen zu nutzen. So ermöglicht eine einzige InGaAs-Kamera in der Glasindustrie die kontinuierliche Kontrolle von geschmolzenen Glastropfen mit knapp 1.000°C und gleichzeitig von auf fast 300°C abgekühltem Glas, ohne die Kameraeinstellungen zu verändern, und dennoch feinste Risse oder Sprünge im Glas zu erkennen. Auch bei der Herstellung von Lebensmitteln oder Kunststoffen leisten InGaAs-basierte Kameras einen wichtigen Beitrag, die vorgegebenen Temperaturkorridore einzuhalten.

Die Technologie ist in zahlreichen weiteren Bereichen zu erstaunlichen Leistungen fähig. So lassen sich damit Gemälde durchleuchten und die unter dem finalen Bild angefertigten ursprünglichen Skizzen des Künstlers erkennen. Bestimmte Sicherheitsmerkmale von Banknoten lassen sich nur mit SWIR-Kameras überprüfen. Mit geeigneten



Bild: ©SergeyVButorin/istockphoto.com

SWIR-Sensoren können Füllstände von Behältern durch die Behälterwand hindurch erfasst werden. In der Verkehrs- und Sicherheitstechnik detektieren InGaAs-Sensoren verdeckte Objekte auch durch Nebel und Rauch hindurch. Die Optionen für den Einsatz von SWIR-Kameras sind schier unbegrenzt.

### Breites InGaAs-Angebot

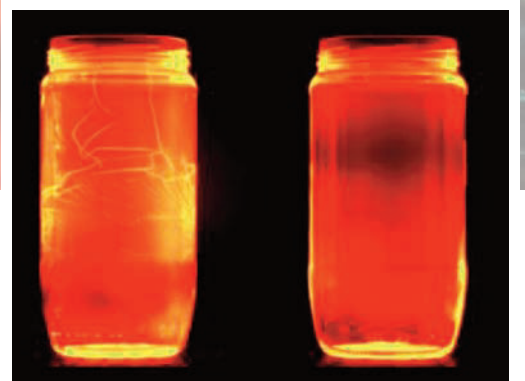
Ähnlich wie in der traditionellen Bildverarbeitung bestimmt auch bei SWIR-Anwendungen die Aufgabenstellung, welcher Sensor- und Kameratyp die optimale Lösung verspricht. NIT hat ein umfangreiches Portfolio an SWIR-Kameras, das Flächen- und Zeilenkameras verschiedenster Auflösungen umfasst und in Deutschland und Österreich über Rauscher vertrieben wird. Die besondere Stärke besteht darin, dass das Unternehmen die InGaAs-Sensoren für seine Kameras selbst entwickelt. Vor allem aufgrund des unvermeidlichen Dunkelstroms von InGaAs-Sensoren ist eine ausreichende Kühlung der Kameras erforderlich. Hier setzt NIT je nach Kameramodell auf eine passive Kühlung oder eine aktive Kühlung über Peltier-Elemente. Zusätzliche Merkmale wie ein Bad Pixel Replacement und eine Non Uniformity Correction zählen bei fast allen SWIR-Kameras von NIT zur festen Ausstattung.

Zu den aktuellsten SWIR-Kameras von NIT zählen die Kameraserien SenS 1280 und LiSa SWIR 2048. Die Flächenkamera SenS 1280 arbeitet mit einer Auflösung von 1.280x1.024 Pixeln, ermöglicht eine Aufnahme-geschwindigkeit von bis zu 60fps und besticht durch ihre sehr hohe Emp-

**Bild 3** | Fehlererkennung während der Glasproduktion an Vorder- und Rückseite mit nur einer Bildaufnahme mit einer WiDY SWIR 640-Kamera.

findlichkeit und ein geringes Rauschen von 30e-. Ausgestattet mit einer USB 3.0- oder CameraLink-Schnittstelle ist die Kamera ideal für Anwendungen, die mehr Details und Schärfe erfordern, wie z.B. die Inspektion von Halbleiter- oder Solarzellen sowie Verteidigungs- und Sicherheitsanwendungen. Für SWIR-Zeilenkameraanwendungen z.B. bei der Inspektion von Halbleitern, Wafern, Solarzellen, zur Lebensmittelsortierung und die Inspektion von Heißglas wurde die Zeilenkamera LiSa SWIR 2048 entwickelt. Sie verfügt über eine Auflösung von 2.048 Pixeln und eine Zeilenrate von bis zu 60kHz. Den Transfer der Bilddaten übernimmt eine CameraLink-Schnittstelle.

Die WiDY SenS-Kameraserie ist dagegen mit einem Dual-Mode InGaAs-Sensor ausgestattet, der in linearem oder logarithmischem Modus betrieben werden kann und damit einen hervorragenden Kompromiss zwischen hoher Empfindlichkeit und hohem Dynamikbereich ermöglicht. Ein hoher Dynamikumfang von 120dB und ein logarithmisches Ansprechverhalten sind die weiteren Merkmale der WiDY SWIR-Kameraserie. Mit der WiDY Nano zählt auch eine Board-Level-Variante zum Angebot von NIT. Speziell für Anwendungen, die lange Belichtungszeiten erfordern, hat NIT die aktiv gekühlte HiPe SenS SWIR-Kamera entwickelt. Durch ihre maximale Belichtungszeit von bis zu 112 Sekunden ist sie ideal für Anwendungen wie die SWIR-Fluo-



reszenzbildgebung bei schwachem Licht, medizinische Bildgebung, Astronomie oder SWIR-Mikroskopie.

### Spezialisiert auf SWIR

„Durch die Spezialisierung auf die SWIR-Technologie hat sich NIT in den vergangenen Jahren zu einem der international führenden Anbieter in diesem Bereich entwickelt“, betont Rauscher-Geschäftsführer Thomas Miller. „Insbesondere die eigene Sensorentwicklung hat dabei wesentlichen Anteil am Erfolg unseres Partners, der mittlerweile alle technischen Aspekte der SWIR-Technologie abdeckt und sich auch mit dem Design von Ausleseschaltungen, der Hybridisierungstechnologie, mit Photodiodenarrays sowie der Kameraelektronik und der nötigen Software beschäftigt.“ Anwender mit Aufgabenstellungen im SWIR-Bereich finden im NIT-Portfolio von Modellen mit kleinen, kostengünstigen SWIR-Sensoren über High-Speed-Zeilen-Arrays bis hin zu großformatigen Focal-Plane-Arrays mit VGA- und SXGA-Auflösung alle Optionen zur Lösung ihrer Applikation. In Kombination mit dem Hard- und Software-Angebot sowie der Expertise von Rauscher lassen sich somit leistungsfähige SWIR-Lösungen in zahlreichen Einsatzfeldern realisieren. ■

[www.rauscher.de](http://www.rauscher.de)