

Gute Qualität?

InGaAs-Bildsensor-Hybride für industrielle Anwendungen

Im Nah-Infrarot-Bild (900 nm ... 2.200 nm) lassen sich Objekte unterscheiden, die sich im Sichtbaren gleichen und so Qualitätsmerkmale erkennen, die ansonsten unsichtbar bleiben. Bisherige NIR-Bild-Aufnehmer waren jedoch teuer, das Auflösungsvermögen war gering, das Rauschen hoch und die Handhabung umständlich. Jetzt gibt es neue Entwicklungen: Sensoren, die auf dem Detektormaterial Indium-Gallium-Arsenid basieren und Daten mittels CMOS-Technologie auslesen.



Thüringer Impressionen – aufgenommen mit einer InGaAs-Kamera (Quelle: ABS GmbH, Jena)

Bei der Wahl des schönsten Apfels aus dem Korb geht der Griff meist zur makellosen Oberfläche. Doch ob sich darunter Druckstellen verbergen, sieht der Käufer nicht. Anders InGaAs-Sensoren (Indium-Gallium-Arsenid): Sie reagieren in dem Wellenlängen-Bereich sensitiv, in dem Wasser Absorptionsmaxima aufweist, bei 1.450 nm und 1.950 nm. Eine Druckstelle, oder auch ein alter Apfel, weisen deutlicher weniger Wasser auf, was neben weiteren Effekten die Absorptions- und Reflexionseigenschaften der Apfeloberfläche im Nahen Infrarot stark beeinflusst und so vom InGaAs-Sensor gut detektiert werden kann. Doch nicht nur die Qualität von Lebensmitteln kann auf diese Weise geprüft werden, auch die Analyse von Prozessgasen, von Papier und Kartonagen, oder die Überwachung des Pflanzenwachstums sind möglich. Andere Beispiele für den Einsatz sind die Analyse der Hautfeuchtigkeit und der Hautalterung oder die Begutachtung von Flugzeugaußenflächen während des Enteisungsprozesses im Winter. In vielen Stoffen hat das NIR-Licht auch eine höhere Eindringtiefe als das sichtbare Licht, wodurch sich tieferliegende oberflächennahe Schichten besser inspizieren las-

sen. Durch bestimmte Stoffe, z. B. Silizium, geht die Strahlung gleich ganz hindurch, was die InGaAs-Technik für Halbleiter-Anwendungen wie Si-Waferinspektion, Solarzelleninspektion, MEMS-Gehäuse-Analyse, und vieles mehr nutzbar macht.

Erscheint die Liste der Anwendungen zunächst als sehr lang, so verhindert bisher der Preis der InGaAs-Technik eine größere Verbreitung und Nutzung derselben in industriellen Anwendungen. Zwar bewegen sich die Preise der InGaAs-Bildsensoren ebenfalls stetig nach unten, werden aber in absehbarer Zukunft nicht mit denen eines Si-CMOS-Sensors vergleichbar sein. Deshalb muss die InGaAs-Technik einen entscheidenden Inspektionsvorteil für die Anwendung bieten, um vom industriellen Anwender akzeptiert zu werden. Für viele der eingangs erwähnten Anwendungen ist dies durchaus der Fall.

InGaAs-Hybridtechnik

Das Halbleitermaterial InGaAs ist als ternärer AIII-BV-Halbleiter im Spektralbereich von 900 nm bis 1.700 nm empfindlich und eignet sich für alle Nachweisaufgaben von Licht in diesem Spektralbereich. Um den Kamera-Herstellern die Einbindung der InGaAs-Bildsensoren in die Kameraelektronik zu erleichtern, bietet Andanta seine Sensoren gekoppelt mit einem CMOS-Ausleseschaltkreis an. Dieser ist mittels Indiumperlen-Kontaktbondung fest mit dem InGaAs-Fotodiodenfeld verbunden. Am Ausgang des Sensors steht ein verstärktes Analogsignal zur Weiterverarbeitung in der Kameraelektronik zur Verfügung. In der integrierten Elektronik selbst sind zahlreiche Funktionen implementiert, wie die Wahl verschiedener Betriebs- und Integrationsmodi, die Wählbarkeit der Anzahl der



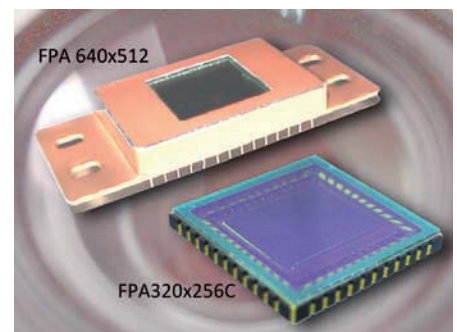
Ausgänge, eine einstellbare Integrationszeit und Bandbreite. Auch das schnelle Auslesen von Teilbildern, eine Offset-Unterdrückung und interne Testfunktionen sind einstellbar.

Default-Modus für schnelle Inbetriebnahme

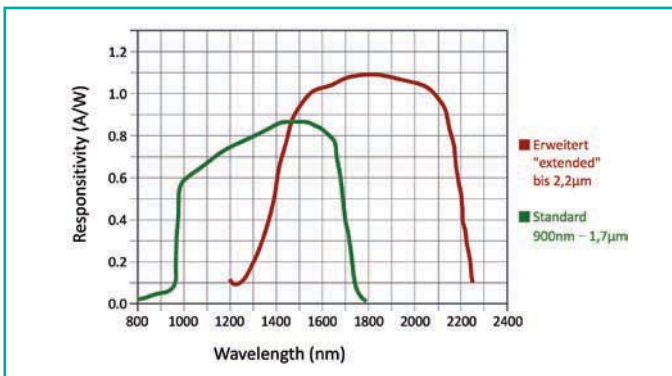
Im voreingestellten Default-Modus arbeitet der Anwender mit nur einem, statt mit vier Ausgängen. Verwendet werden vier digitale Eingangstakte (CLK, FSYNC, LSYNC, FIELD), während ein vorhandenes Kontrollregister ohne Signal bleibt. Es werden nur Vollbilder im Zeilensprung-Verfahren (interlaced) ausgelesen. Die Verstärkung und die Eingangsbandbreite des Sensors sind variabel einstellbar. Der Default-Modus erlaubt dem Kamerahersteller eine schnelle Inbetriebnahme des Sensors durch einen reduzierten Elektronik-Aufwand, eine verminderte Leistungsaufnahme und moderate Ausleserate.

Modi für Fortgeschrittene

Die volle Leistungsfähigkeit der Sensoren entfaltet sich erst unter Nutzung des Kontrollregisters. In diesem kontrollierten



InGaAs-Standardgehäuse – gekühlt und ungekühlt



InGaAs-Spektraler Empfindlichkeitsverlauf, Standard (900–1.700 nm) und erweitert (1.200–2.200 nm)

Modus können auch die Anzahl der Ausgänge (eins bis vier) variabel festgelegt und Teilbilder (ROI) mit verschiedener Fenstergröße und -lage ausgelesen werden. Darüber hinaus kann eine einmal integrierte Bildinformation öfter ausgelesen und die Auslese-reihenfolge der einzelnen Bildpunkte geändert werden. So erlaubt das Sensorkonzept dem Nutzer ein hohes Maß an Flexibilität, je nach Anwendung, einen für ihn passenden Sensor bzw. Betriebs- und Integrationsmodus zu wählen:

- Handelt es sich um eine **schnelle Anwendung**, verwendet man eine niedrige Sensorauflösung (320 x 256) und arbeitet im kontrollierten Modus mit vier Ausgängen unter Wahl des „Lesen während Integration“-Modus. Unter Umständen arbeitet man zusätzlich mit der Auslesung von Teilbildern (ROI), was eine Ausleserate von bis zu 14 kHz erlaubt.
- Für eine Anwendung mit **hoher Nachweisempfindlichkeit** wählt der Nutzer einen gekühlten Sensor, stellt die Verstärkung auf „Hoch“, um die Rauschgrenze auf bis 45 e- absenken zu können.
- Für eine **hochauflösende Anwendung** wählt man den Sensor mit der höchsten Standard-Auflösung, den FPA640x512. Noch höher auflösende Sensoren sind im Rahmen einer kundenspezifischen Sonderentwicklung ebenfalls realisierbar.

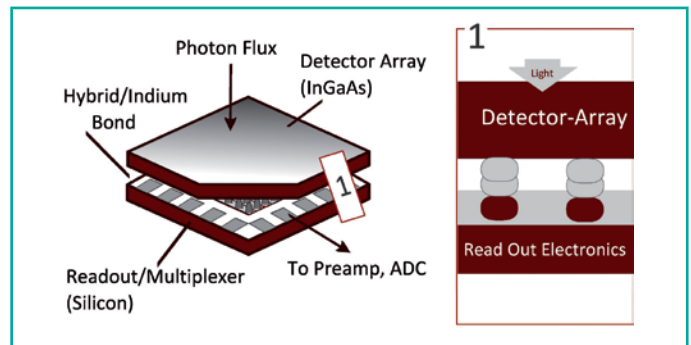


Wasserabsorption bei Lichtwellenlänge 1.300 nm (Laboraufnahme)
(Quelle: ABS GmbH, Jena)

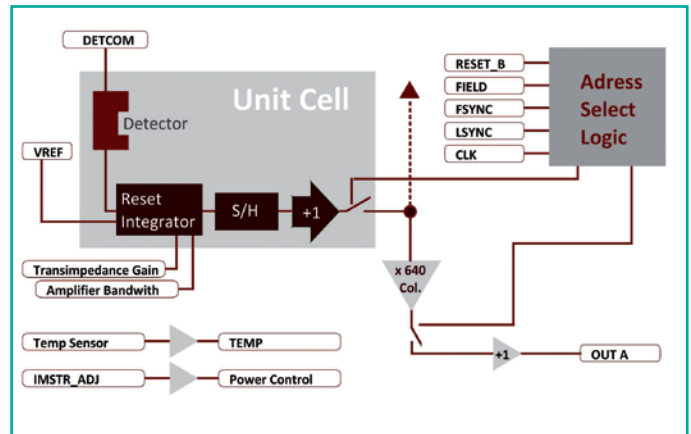
Alle Sensoren sind mittels handelsüblicher Sockel steckbar oder lötlbar und die meisten industriellen Anwendungen kommen mit herkömmlichen Objektiven aus.

Standardprodukte und neue Entwicklungen

Die Standard-Produktpalette umfasst InGaAs-Matrizen mit 320 x 256 sowie mit 640 x 512 Bildpunkten Auflösung für den Spektralbereich von 900 nm bis 1.700 nm. Die hochauflösende Matrix mit 640 x 512-Pixeln ist standardmäßig nur im hermetischen 28-pin Kovar-Metallgehäuse mit integrierter einstufiger thermoelektrischer Kühler und Saphir-Fenster erhältlich. Für die niedrigauflösende Matrix mit 320 x 256-Bildpunkten gibt es neben der gekühlten Variante im 28-pin Kovar-Gehäuse auch eine Version im hermetischen 44-pin Keramikgehäuse mit Saphir-Fenster ohne thermoelektrischen Kühler. Diese ungekühlte Type erlaubt den Betrieb bei Raumtemperatur und stellt für den Anwender einen



InGaAs-Hybridtechnik – prinzipieller Aufbau



Integrierte CMOS-Elektronik – Blockschaltbild für den voreingestellten Modus

guten Einstieg in die InGaAs-Technik dar. Das Bauelement ist kompakt und leicht zu integrieren. Durch die geringe Leistungsaufnahme und Masse eignet es sich auch für mobile Inspektions- und Nachtsichtgeräte.

Erweiterung des Spektralbereiches nach oben und unten

Die spektral erweiterten Sensoren mit einem Spektralbereich von 1.200 nm bis 2.200 nm werden für einen zuverlässigen Infrarot-Betrieb ausnahmslos im 28-pin-Kovar-Gehäuse mit einstufiger thermoelektrischer Kühlung geliefert.

An der Erweiterung des InGaAs-Spektralbereichs in das sichtbare Spektrum (Vis-GaAs), mit einer Wellenlänge von unter 900 nm, wird derzeit im Rahmen eines Entwicklungsprojektes gearbeitet. Über die Entwicklung höher auflösender Standard-Typen, z.B. mit 1.024 x 1.024 Bildpunkten, wird noch nachgedacht. Aus technologischer

Sicht wäre ein solcher Sensor realisierbar, aber die hohen Preise könnten industrielle Kunden abschrecken.

Die Andanta InGaAs-Matrizen zeichnen sich durch ein gutes Preis-/Leistungsverhältnis aus. Damit sind sie für Kamerahersteller genauso interessant, wie für Hersteller von Spektrometern, analytischen Messgeräten und weiteren optoelektronischen Geräten für die industrielle Inspektion. Der Geräteentwickler erhält bei der Ein-Entwicklung der Bildsensoren umfangreiche Unterstützung. Die Sensoren sind langfristig erhältlich und nicht von schneller Abkündigung bedroht.

► **Autor**
Dipl.-Phys.
Christian
Lochmann,
Geschäftsführer



► **Kontakt**
Andanta GmbH, Olching
Tel.: 08142/487658
Fax: 08142/487659
christian.lochmann@andanta.de
www.andanta.de