



Sonnige Aussichten

Hochauflösende GigE-Kameras prüfen Solar-Wafer

Steigende Energiepreise lassen den Ruf nach regenerativen Energiequellen lauter werden. Eines der am stärksten wachsenden Gebiete ist dabei die Photovoltaik, also die Erzeugung von Strom aus Sonnenenergie. Rascher technologischer Fortschritt trägt dazu bei, dass der breite Einsatz von Solaranlagen immer rentabler wird. Bundesweite Förderprojekte wie das „100.000 Dächer“-Programm kurbeln den Solarmarkt zusätzlich an.

Ausschlaggebendes Kriterium für den Einsatz von Solarmodulen ist deren Wirkungsgrad. Um ein Maximum an Leistung abgeben zu können, werden bei der Produktion der einzelnen Solarzellen hohe Anforderungen an die Qualität der gefertigten Wafer gestellt. Die Wiesbadener ECKELMANN AG tritt dieser Herausforderung mit einer neuentwickelten Anlage zur Prüfung von Solarwafern entgegen. Hochauflösende Gigabit Ethernet-Kameras von IDS und eine leistungsfähige Bildauswertung bilden das Rückgrat dieser Anlage.

Die auf der Erdoberfläche auftreffende Sonnenenergie kann bis zu 1.000 Watt pro Quadratmeter betragen. Auf den ganzen Erdball hochgerechnet entspricht diese Sonnenenergie dem mehr als 10.000-fachen Weltjahresbedarfs an Primärenergie – die Herausforderung ist, dieses Potenzial bestmöglich zu nutzen. Das in der Regel für Solarzellen verwendete polykristalline Silizium ist in der Herstellung aufwändig und damit teuer. Der Wirkungsgrad, das heißt der Anteil der in Strom umgewandelten Sonnenenergie, sollte also so groß wie möglich sein; das theoretische Maximum von 30% wird selbst im Labor noch lange nicht erreicht. Für die Fertigung der etwa 0,2 mm dünnen Siliziumscheiben im Rohstadium bedeutet das höchste Ansprüche an Reinheit und Fehlerfreiheit. Häufig auftretende Fertigungsfehler, die zum Stromverlust im Solarmodul führen würden, sind Risse, Abplatzungen (Chips) oder Kantenausbrüche an den Wafern. Als einzig praktikable Möglichkeit, um solche Fehler frühzeitig zu erkennen, hat sich hier die digitale Bildverarbeitung mit hochauflösenden Kameras erwiesen. Die schwierige Handhabung der zerbrechlichen Wafer sowie die notwendigen hohen Taktraten in der Produktion machen eine manuelle Qualitätskontrolle nahezu unmöglich.

Die Abteilung Bildverarbeitung & Intralogistik der Firma ECKELMANN entwickelt derzeit eine neue Prüfstation für einen Kunden, der mehrere Wafer-Fertigungslinien damit bestücken möchte. Auf den Fertigungslinien werden Wafer mit einer Taktrate von 3600 Stück in der Stunde produziert. Damit bleibt knapp eine Sekunde, um einen Wafer auf Risse, Chips und Kantenausbrüche zu prüfen. Zusätzlich muss jeder Wafer hinsichtlich seiner Fläche und des Winkels der abgeschrägten Ecken vermessen werden. Bei Fertigstellung der Prüfstation werden mehr als zwei Mannjahre Entwicklungsarbeit in die Kameraansteuerung und Bildauswertung geflossen sein. „Das kniffligste war, die geforderte Genauigkeit gepaart mit der kurzen Taktzeit zu erreichen“, resümiert Jan Helmerichs, einer der zuständigen Software-Entwickler. Die Arbeit hat sich gelohnt: Mit der Kombination aus großem Sichtfeld, hoher Messgenauigkeit und einer kurzen Taktzeit von 0,8 s liegen die Wiesbadener nach ihrer Einschätzung vor der Konkurrenz. Das System muss in der Lage sein, Vermessungen mit einer Genauigkeit von 50 µm durchzuführen. Um die gängige Wafergröße von etwa 150 x 150 mm² mit einer Aufnahme in der erforderlichen Auflösung erfassen zu können, entschieden sich die

Ingenieure für eine Kamera mit 5 Mpixel-Sensor. Projektleiter Johannes Stelter fasst die wesentlichen Kriterien knapp zusammen: „Hohe Auflösung, unkomplizierte und schnelle Bildübertragung, Farbe.“ Aufgrund der guten Erfahrungen mit der Kameraintegration, der Produktqualität und dem Service entschied er sich für ein Modell der uEye Serie aus dem Hause IDS. Die UI-5480-C besitzt einen schnellen CMOS-Farbsensor mit 2560 x 1920 Pixeln, der mittels der Area Of Interest (AOI)-Funktion auf einen quadratischen Bildteil beschnitten wird. Über den Gigabit Ethernet-Anschluss der UI-5480-C werden die Bilddaten in hoher Geschwindigkeit übertragen – so erreicht die Kamera 15 Bilder in der Sekunde bei voller Auflösung. Kabellängen von bis zu 100 m erlauben dabei eine flexible Positionierung der Kamera auch in großer Entfernung zum Host-Computer.

Für die Waferprüfung ist die Kamera in einem nach unten offenen Metallgehäuse mit integrierter Beleuchtung untergebracht. Im Fertigungsprozess positioniert ein Drehteller dort die geschnittenen Siliziumscheiben für die Prüfung. Nun werden hintereinander zwei Aufnahmen mit wechselnder Beleuchtung durchgeführt. Für die erste Prüfung durchleuchten rote LEDs den Wafer, so dass durchgehende Risse sichtbar werden. Während die Kamera ein weiteres Bild aufnimmt, segmentiert die auf MVTECs HALCON basierende Auswertungssoftware bereits das erste Bild mittels Grauwert-Operatoren. Durch die Verschachtelung von Aufnahmen und Auswertung wird wertvolle Zeit gewonnen. Die zweite Aufnahme findet bei weißem Auflicht statt. Verschmutzungen und Defekte auf der Oberfläche sowie nicht durchgehende Risse heben sich unter der diffusen LED-Beleuchtung kontrastreich ab. Gleichzeitig dient diese Aufnahme auch der Vermessung der Wafergröße und der Abschragung an den Ecken, der so genannten Fasen.

Über die von ECKELMANN entwickelte grafische Benutzeroberfläche E.SEE-Waferinspect wird das Messsystem direkt an der Anlage oder per Fernwartung bedient. Das modulare System lässt sich auf Kundenwunsch um Funktionen wie Dicken- und Korngrößenmessung der Wafer erweitern.

Es gehört zur Philosophie des Unternehmens, Standardkomponenten für jeden Kunden flexibel anzupassen. Daher müssen auch die verwendeten Kameras – neben den technischen Kriterien – einer wichtigen Anforderung genügen: der einfachen Einbindung und Erweiterbarkeit. In dieser Disziplin kann die uEye mit dem mitgelieferten Software Development Kit (SDK) punkten.



Die uEye mit 5 Mpixel-Sensor bildet im Durchlicht-Verfahren kleinste Risse im Wafer ab

Für die im Waferinspektionssystem verwendete Softwarebibliothek HALCON bringt das uEye SDK eine fertige Schnittstelle mit. Damit ist die Einbindung der Kamera in das Auswertungsprogramm denkbar einfach, und es stehen alle wichtigen Funktionen zur Verfügung. Darüber hinaus bietet das uEye SDK neben der Anbindung für ActiveX, DirectShow und verschiedene Bibliotheken eine direkte Programmierschnittstelle (API). Über diesen Weg kann der Treiber beispielsweise in C++, C# oder VB angesprochen werden. Mehr als 20 fertige Beispielanwendungen mit Quellcode erleichtern den Einstieg in die Kameraprogrammierung. Da alle Kameras der uEye Familie – gleich ob mit USB- oder mit GigE-Schnittstelle – dasselbe SDK benutzen, ist ein leichter Wechsel auf ein anderes Modell ohne Programmieraufwand möglich. Und gerade bei einer zukunftsweisenden Technologie wie der Photovoltaik ist es wichtig, für alle kommenden Anforderungen gewappnet zu sein.

Kontakt:

IDS Imaging Development Systems GmbH
Dimbacher Strasse 6-8
D-74182 Obersulm
info@ids-imaging.de
www.ids-imaging.de