

Neues Infrarot-Prüfverfahren zur Detektion von Mikrorissen in Silizium-Wafern



O. Gräff, Institut für Angewandte Physik, TU Darmstadt & SCHOTT AG Mainz
A. Ortnner, SCHOTT AG Mainz

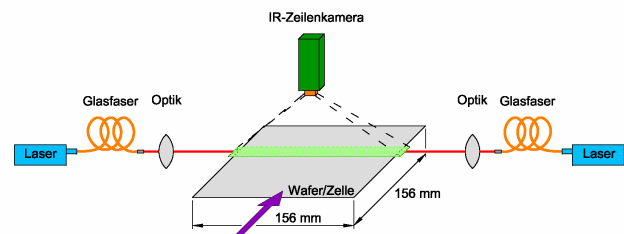
Abstract

Beim Prozessieren eines polykristallinen Si-Wafer zur Solarzelle können während diverser Handlings- und Prozessschritte im Wafer Initialbeschädigungen entstehen, die sich im weiteren Verlauf zu Rissen ausweiten und zum Bruch des Wafers führen.

Wir stellen mit dem „EdgeLight“-Verfahren ein neues Prüfverfahren vor, das sowohl bei Wafern, bei fertigen Zellen als auch bei jedem Produktionszwischenstadium einsetzbar ist, Risse eindeutig abbildet und gleichzeitig inline-fähig ist.

Messprinzip

- Beleuchtung der Kante mit einem Telekommunikationslaser (@ 1,55 μm) mit einer maximalen Leistung von 10mW
- Licht wird im Innern durch Totalreflektion geführt
- Riss im Strahlengang wirkt als Streuzentrum
- Gestreutes Licht unterliegt nicht mehr der Totalreflektion
- InGaAs-Zeilenkamera bildet das Streulicht ab
- Untersuchung der gesamten Probe durch Transport am Laser vorbei

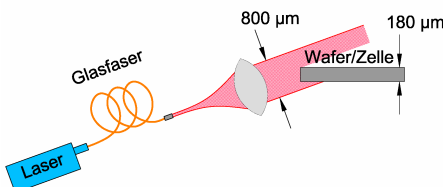


Vorteile:

- Eindeutige Rissdarstellung aufgrund starker Kontraste im Dunkelfeld
- Einsatz sowohl bei Wafern als auch Solarzellen möglich

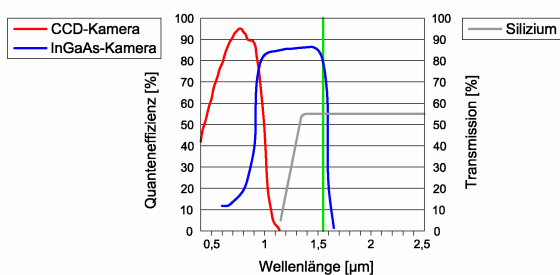
- Hohe Messgeschwindigkeiten erlauben Einsatz in der Produktionslinie, Proben können im Sekundentakt gemessen werden

Beleuchtung



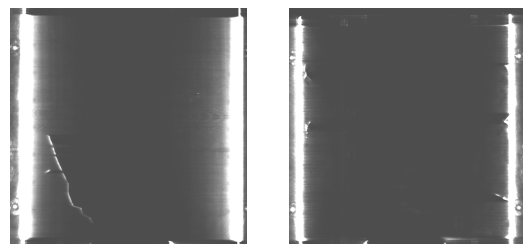
- Schräge Beleuchtung \Rightarrow kein Licht trifft auf die Oberfläche, also keine störenden Reflexe
- Hoher Brechungsindex von Silizium ($n = 3,48$) resultiert in Akzeptanzwinkel von 180°
- Aber: größerer Einstrahlwinkel bedeutet größerer Lichtweg in der Probe \Rightarrow stärkere Absorption \Rightarrow flacher Einstrahlwinkel minimiert Absorption
- Strahldurchmesser deutlich größer als Wafer-/Zelldicke \Rightarrow sehr robust gegen Positionsschwankungen

Wellenlänge des Lasers



- Früher: Verwendung von preisgünstigen CCD-Kameras
- Aber: Empfindlichkeit der InGaAs-Kamera liegt deutlich besser im Transmissions-Peak von Silizium
- Wellenlänge des Lasers bei 1,55 μm (im Diagramm grün)

Erste Ergebnisse



- Risse bilden sich hell und deutlich ab
- Ursache der hellen Bereiche an den beleuchteten Kanten bisher nicht vollständig geklärt. Dieser Effekt wird weiter untersucht.
- Im überstrahlten Bereich keine eindeutige Rissdetektion möglich. Aber: Abschattungen lassen auf Risse schließen

Fazit

- „EdgeLight“-Verfahren bildet Risse in Wafern und Solarzellen klar ab
- Bisher keine eindeutige Detektion im Randbereich möglich
- „EdgeLight“-Verfahren erlaubt detaillierte Bruchursachenanalyse in der Produktion (offline)
- Hohe Messgeschwindigkeiten erlauben direkten Einsatz in der Produktionslinie (inline)

Ausblick

- Synchronisation der Kamera mit alternierend getakteten Lasern erlaubt separate Untersuchung der Randbereiche
- Untersuchungen zur Minimierung des überblendeten Bereichs
- Vergleichsmessungen mit marktverfügbaren Prüfsystemen
- Abschätzung der Streulichtverteilung auf Basis eines Rissmodells