

Erhöhung der Bruchfestigkeit von Siliziumwafern



Institut für innovative Technologien,
Technologietransfer, Ausbildung und
berufsbegleitende Weiterbildung e. V.

Zielstellung

- Reduzierung der Bruchrate von Dünnwafnern im PV-Wertschöpfungsprozess durch Festigkeitssteigerung mittels Short-Time-Annealing

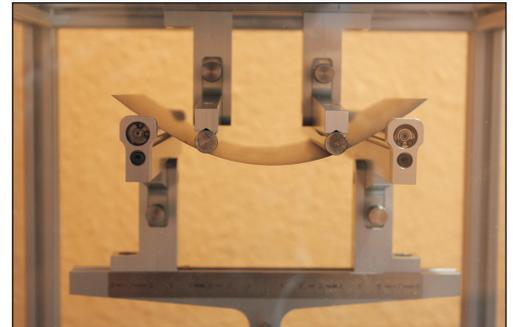
Lösungsweg

- Berechnungsmodelle zum Wärmeeintrag durch analytische Betrachtung der spezifischen Absorptions-, Reflexions- und Transmissioneigenschaften
- Testreihen zum Short-Time-Annealing mit Untersuchung von Festigkeits- und Rissänderungen
- Statistische Auswertung mit Berechnung der charakteristischen Bruchspannung σ_θ im Weibullverfahren

Versuchsbegleitung auf Zug-Druck-Prüfmaschine



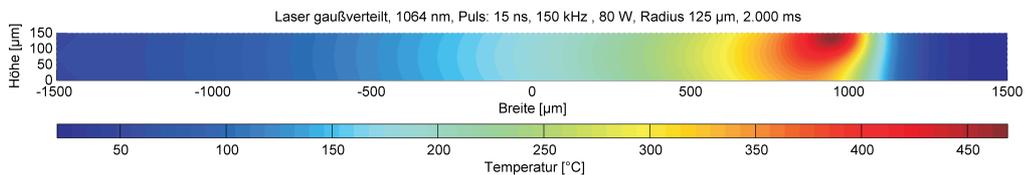
Vickers-Indentierung



quasistatischer Vierpunkt-Biegeversuch

Ergebnisse

- Ermittlung materialkompatibler Strahlungsquellen und Behandlungsstrategien zur durchgreifenden Erwärmung im Kurzzeitregime

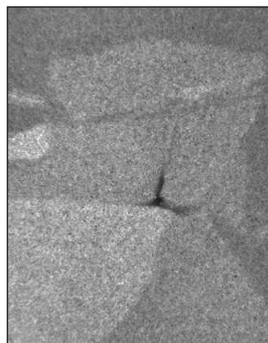
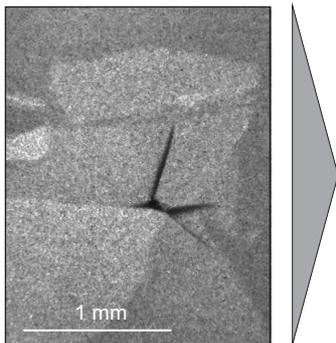


simulierte Wärmefront im Wafer bei instationärem Eintrag mit Laserwellenlänge $\lambda=1064$ nm (MATLAB)

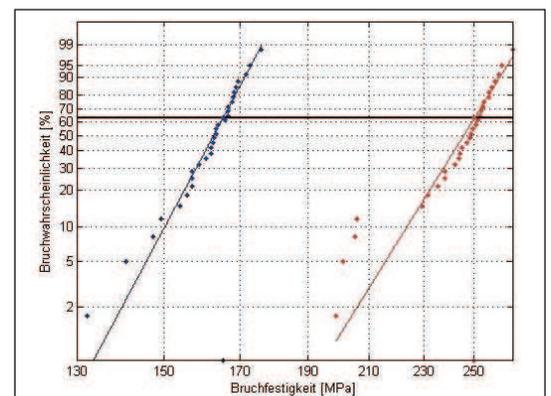
- Behandlungserfolge mit signifikanter Steigerung der Bruchfestigkeit von as-cut Wafern:

Short-Time-Annealing

- lokal mit cw-Dioden-Laser σ_θ +11,9%
- flächig mit Halogen-Array (RTA) σ_θ +54,8%



Rissausheilung durch RTA



Weibull-Diagramm

Detektion festigkeitsrelevanter Materialdefekte in Siliziumwafern



Institut für innovative Technologien,
Technologietransfer, Ausbildung und
berufsbegleitende Weiterbildung e. V.

Zielstellung

Detektion signifikanter Oberflächen- und Volumendefekte bei der Fertigung von Dünnwafeln in der PV und Verifizierung von Ausheilungseffekten projektbegleitend zur Entwicklung des Short-Time-Annealing

Lösungsweg

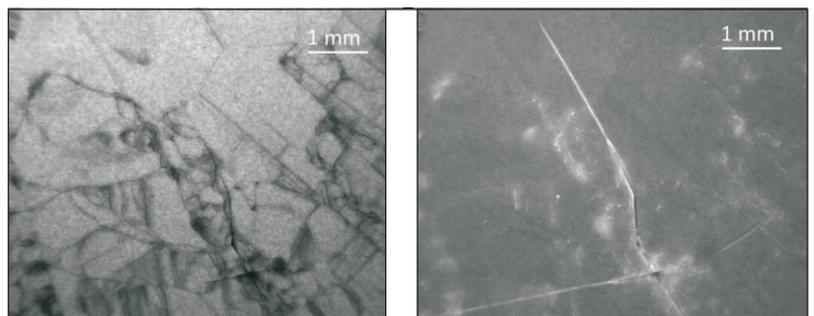
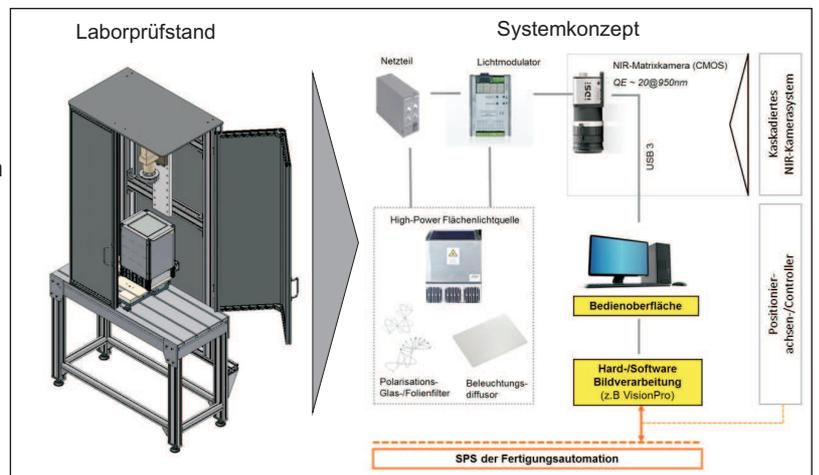
- Klassifizierung relevanter Waferschädigungen und Zuordnung adäquater Sensorprinzipien
- Verfahrenstests zur Evaluierung bildgebender Methoden der Fehlererkennung
 - Lock-in-Thermografie
 - Photolumineszenz
 - NIR-Transmission und andere
- Kamera- und Beleuchtungskonzept zur effizienten Inspektion mit polarisiertem NIR-Licht
- Algorithmen zur Bilddatenauswertung
- Inlinefähige Systemkonzepte für hohe Durchsatzraten



Rissarten im Wafervolumen

Ergebnisse

- BV-Laborprüfstand zur optisch-transmissiven Rissvisualisierung im Nahinfrarotbereich
 - Flächenlichtquelle mit leistungsstarkem LED-Array ($\lambda \sim 960 \text{ nm}$) und Kühlkörper
 - NIR-optimierte Kamera mit CMOS-Matrixdetektor
 - Polarisations-Filterkombination und Streuoptiken
 - optionaler LED-Lighting Controller zur Lichtmodulation
- Verfahrensweise zur Inspektion höherprozessierter Solarwafer
 - Visualisierung von Rissen gegenüber Umgebungsstrukturen
 - Segmentierung Rissflanken-generierter Polarisierungseffekte
 - Kontrastverstärkung mit Bildverarbeitungssoftware VisionPro®



Risskontrastierung an einem beschichteten Wafer