

**ASSIC**  
**Austrian Smart Systems**  
**Integration research Center**

COMET – Competence Centers for  
 Excellent Technologies

COMET-Centre (K1)

**Project Smart Sensor Systems for**  
**Micro- and Nano-sized**  
**Contaminants**

Focus *MINAS – Non-destructive*  
*spectroscopic micro- and nano-*  
*analysis of semiconductor materials*  
*and structures, 1.1.2019-*  
*31.12.2022, multi-firm*



## SILIZIUM-SCHERBEN BRINGEN KEIN GLÜCK

### MIKRO-RAMAN SPEKTROSKOPIE ALS „GRÜNES“ WERKZEUG ZUR ZERSTÖRUNGS- UND ABFALL-FREIEN CHARAKTERISIERUNG VON SILIZIUM-CHIPS

Neben steigenden Waferdurchmessern fokussiert sich F&E im Bereich Leistungshalbleiter-Fertigung auf sinkende Dicken von wenigen 10 µm. Dadurch werden mechanische Belastungen, die während der Verarbeitung eingebracht werden, immer mehr zum Problem, sowohl in Bezug auf die Handhabung verbogener Dünnwafers wie auch ein mögliches vorzeitiges Versagen der Bauelemente selbst. Spannungen resultieren aus einer Vielzahl von Faktoren entlang der Verarbeitungskette, von der Schichtabscheidung und Strukturierung bis hin zum Waferdünnen und der Chip-Vereinzelung. Dies macht es unabdingbar, die konkreten Ursachen zu verstehen und die die relativen Beiträge der einzelnen Schritte zur Gesamtspannung zu quantifizieren.

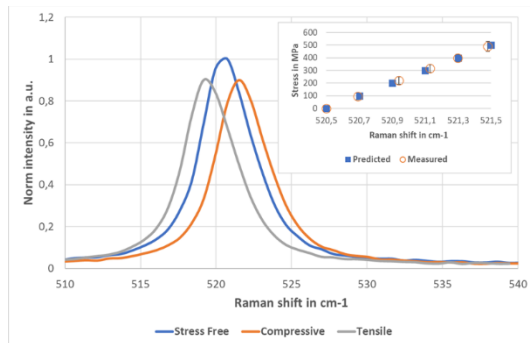
In der Qualitätskontrolle wird derzeit standardmäßig nur jene Kraft gemessen, welche (bei einer statistisch

aus sagekräftigen Anzahl an Chips) zum Bruch führt. Dies gibt nur eine Auskunft darüber wann ein Chip zerbricht, aber nicht warum. Steigende Anforderungen an die Produktionsqualität und den Ertrag in Kombination mit einer Forderung nach umweltfreundlicherer Herstellung, um vermeidbare Abfälle zu eliminieren, erfordern eine Alternative, welche die mechanischen Spannungen im Silizium direkt und schnell messen und diese direkt zur Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls setzen kann.

**Raman-Spektroskopie (RS)** ist bekannt als Methode zur direkten Stressmessung in verschiedenen Materialien, unter anderem in monokristallinem Silizium (sc-Si). Durch die Messung der relativen Bandenverschiebung einer Raman-aktiven Si Phonon-Bande können mechanische Spannungen in Silizium quantifiziert werden, wobei Zugspannungen die Bande zu niedrigeren Frequenzen

## SUCCESS STORY

verschiebt, Druckspannungen zu höheren (Abb. 1). Die Herausforderung bestand darin, ein Instrument zur Ermittlung der Chip-Belastung und des daraus resultierenden frühen Versagens für alle spezifischen Prozesse und Prozessschritte zu etablieren.



**Abb. 1** Versatz der sc-Si Ramanbande durch mechanische Spannung

In gemeinsamer Arbeit mit Infineon Technologies wurden Proben aus den verschiedenen Phasen eines bestehenden Herstellungsprozesses entnommen und mit einem Forschungs-Raman-Instrument (Renishaw Qontor) analysiert. Zusätzlich zur direkten Analyse wurden die Daten einer Korrelationsanalyse unterzogen, um sie gegen Chip-Bruch-Resultate abzugleichen.

Für das Beispiel der Chip-Vereinzelung (Abb. 2). ergab mechanisches Sägen die geringste Spannungsbelastung, und somit die höchsten Bruchfestigkeiten; Laser-Schneiden schnitt deutlich schlechter ab, mit einem reproduzierbaren Einfluss des Wärmebudgets auf die inneren Spannungen und Gesamtbruchfestigkeiten.

### Projektkoordination (Story)

Martin De Biasio, M.Sc.

Senior Scientist

Silicon Austria Labs GmbH

T +43 (0)664 88200133

[Martin.Debiasio@silicon-austria.com](mailto:Martin.Debiasio@silicon-austria.com)

### COMET-Centre K1 ASSIC

Austrian Smart Systems Integration Research Center

Silicon Austria Labs GmbH, Sensor Systems

Europastraße 12, 9500 Villach

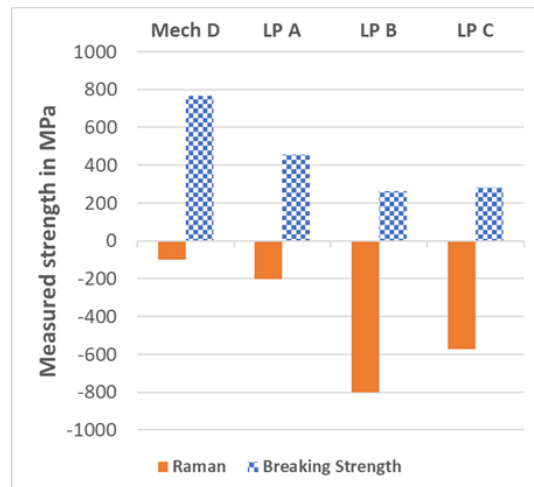
[contact@silicon-austria.com](mailto:contact@silicon-austria.com)

<https://www.assic.eu/>

### Projekt Partner

- Infineon Technologies, Austria & Germany

Diese Success Story wurde vom Center Management und den genannten Projektpartnern zur Veröffentlichung auf der FFG-Website zur Verfügung gestellt. ASSIC ist ein COMET-Zentrum im Rahmen des Programms COMET - Kompetenzzentren für hervorragende Technologien, das von BMK, BMDW und den Bundesländern Kärnten und Steiermark finanziert wird. Das COMET-Programm wird von der FFG verwaltet. Weitere Informationen zu COMET: [www.ffg.at/comet](http://www.ffg.at/comet)



**Abb. 2** Vergleich der von Raman-Daten abgeleiteten Spannungen in den Seitenwänden von Silizium-Chips mit den Bruchfestigkeiten

### Wirkungen und Effekte

Mit Einführung von Raman-Spektroskopie als zerstörungsfreie, schnelle und berührungslose Methode für Forschung und Entwicklung in der Halbleiterverarbeitung wurde ein Messinstrument etabliert, mit dem mechanische Spannungen direkt zuverlässig und reproduzierbar gemessen werden können, ohne die Proben zu beschädigen oder auch nur zu berühren. Zukünftige Arbeiten werden sich nun auf ein Inline-Messsystem konzentrieren, das die Spannung at-line oder in-line während der Verarbeitung messen kann, um dem Bediener sofortiges Feedback zu geben und Prozessparameter und Ausbeute zu optimieren.