

## QUANTITATIVE BESTIMMUNG DER HAFTUNG DÜNNER SCHICHTEN PER MIKRO-VIERPUNKTBIEGUNG

Funktionale Schichten sind in modernen Produkten unerlässlich: Beispielsweise können Flugzeugturbinen durch thermische Schutzschichten bei immer höheren Temperaturen effizienter betrieben werden. Auch in Elektronikkomponenten, zum Beispiel für Automobile oder Mobiltelefone, werden Schlüsselfunktionen wie Touchscreens, elektrische Verbindungen, mechanischer Schutz und optische Eigenschaften unter Nutzung zahlloser Schichtsysteme umgesetzt. Diese Schichten sind häufig nur einige Nanometer bis wenige hundert Mikrometer dick, ihr Versagen kann jedoch zum Ausfall des gesamten Produkts führen. Ein typisches Versagensbild ist die Schichtablösung. Sowohl für die Entwicklung der Schichten als auch für die Überwachung der Produktion sind daher qualitative und quantitative Methoden zur Messung der Schichthaftung von essenzieller Bedeutung.

Wir untersuchten beispielsweise die Haftung von Chrom und Titan auf Silizium. Mittels Scratchtest und Nanoindentierung ermittelten wir qualitative Haftungsunterschiede in verschiedenen Waverbereichen. Eine quantitative Aussage zu den Haftungsunterschieden konnten wir mittels Mikro-Vierpunktbiegung treffen.

### Probenherstellung und -belastung

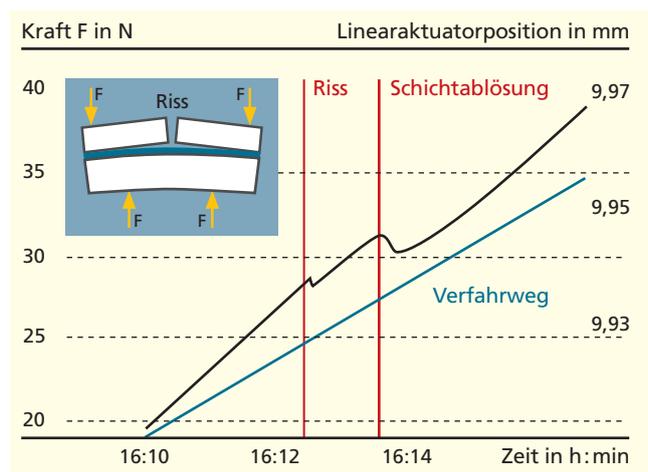
Aus 100 bis 600  $\mu\text{m}$  dicken Siliziumsubstraten mit Metallbeschichtungen von 100 bis 2000 nm Dicke präparierten wir Biegebalken mit einer Kantenlänge von 5 mal 15 mm. Auf die Seite mit der Metallisierung wurde ein zweites Substrat gleicher Abmessung geklebt und eine Kerbe als definierter Anriss eingebracht.

Wird die Probe wie in Abbildung 1 oben links belastet, läuft der Anriss bis zur Grenzfläche zwischen Substrat und Schicht. Sobald der Riss die schwächste Grenzfläche erreicht hat,

ändert er seine Richtung und läuft entlang dieser weiter (Abbildung 1). Die hierzu benötigte Kraft kann verwendet werden, um die Risszähigkeit der Grenzfläche zu bestimmen, die als Maß für die Haftung der Schicht dient.

Der Vorteil dieser Methode: Der Anteil einer plastischen Verformung an der Risszähigkeit ist im Vergleich zu anderen Methoden sehr gering. Zudem wird die Risszähigkeit über die Tiefe der Probe gemittelt, wodurch das Ergebnis nicht von sehr lokalen Effekten dominiert wird und auch die Haftung von Schichten auf rauen Oberflächen gemessen werden kann.

Dr. Tobias Kennerknecht, Felix Schiebel



1 Schematische Seitenansicht auf eine Vierpunkt-Biegeprobe (oben links): Der Anriss lief durch das Siliziumsubstrat (weiß) zur Grenzfläche und führte ab dort zur Ablösung der Metallschicht (blau); Lastverlauf bei konstant zunehmendem Verfahrweg (Grafik).