

LWave®

Schnelle und zerstörungsfreie mechanische Prüfung von Schichten und Oberflächen

Das laserakustische Verfahren LWave® dient zur Bestimmung der effektiven mechanischen Eigenschaften von Schichten und Oberflächen. Sein breites Anwendungsspektrum erlaubt den Einsatz in Forschung und Qualitätskontrolle im industriellen Umfeld.

Die vom Fraunhofer IWS entwickelte LWave®-Technologie ist eine schnelle und zerstörungsfreie Methode zur mechanischen Charakterisierung von Oberflächen und Beschichtungen. Sie basiert auf der laserakustischen Oberflächenwellen-Spektroskopie. Durch die Bestimmung der effektiven E-Moduln der Schichten und des Substrats werden werkstoff- und herstellungsbedingte Charakteristika im Material präzise erfasst. Die Methode erlaubt es, Beschichtungen im Bereich von wenigen Nanometern bis zu einem Millimeter sowie Veränderungen an Oberflächen zu messen. Beispielsweise erkennt sie den Einfluss von Poren, Rissen, Delaminationen, Störschichten, Texturen und weiteren Prozessparametern auf die Schichtintegrität. Aufgrund dieser hohen Flexibilität ist der Einsatz für Oberflächen und Beschichtungstechnologien wie CVD- und PVD-Beschichtungen, thermisches Spritzen und Laserauftragschweißen, Randschichtbehandlungen und viele weitere

möglich. Als Entwicklungspartner erprobt das Fraunhofer IWS neue Anwendungsfälle, betreibt Systementwicklung, baut kundenspezifische Messsysteme, erstellt Qualitätssicherungskonzepte und unterstützt Forschungsprojekte zur Werkstoff- und Methodenentwicklung.

Methode und Stärken

Grundlage des Verfahrens sind breitbandige akustische Oberflächenwellen, die mithilfe eines kurzen niederenergetischen Laserpulses erzeugt werden und deren Geschwindigkeit mithilfe eines piezoelektrischen Sensors frequenz aufgelöst gemessen wird. Je nach Anwendungsbereich werden Frequenzen von 0,5 bis 300 MHz benutzt. Da die Eindringtiefe der Oberflächenwellen frequenzabhängig ist, sind aus den unterschiedlichen Ausbreitungsgeschwindigkeiten der Frequenzanteile Rückschlüsse auf die tiefenabhängigen

Hauptmerkmale

- Bestimmt mechanische Eigenschaften von Schichten und Oberflächen
- Zerstörungsfrei
- Messung in Sekunden
- Flexibler Schichtdickenbereich von wenigen Nanometern bis zu einem Millimeter
- In-situ-Messung von Raumtemperatur bis zu 600°C

Mehr Informationen



s.fhg.de/LAwave

Mapping von Brems-scheiben-Beschichtung



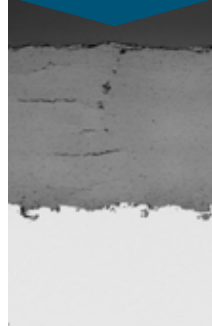
Oberflächen-schäden auf Wafern



Qualitäts-kontrolle von PVD-Schichten



Defekte in thermischen Spritzschichten



Porosität und Anisotropie in generierten Materialien



Forschung und Werkstoff-entwicklung



© jeibmann-photographie.de

Anwendungsbeispiele der LAwave®-Technologie.

Eigenschaften möglich. Die Verformung des Materials erfolgt dabei rein elastisch. Der Elastizitätsmodul, die Schichtdicke, die Dichte sowie kleine Fehlstellen wie Risse oder Poren beeinflussen die Wellenausbreitung, sodass die effektiven Eigenschaften des durchschallten Volumens gemessen werden. Die große Messfläche von ca. $5 \times 10 \text{ mm}^2$ erlaubt dabei eine integrale Aussage. Mit ihrer hohen Präzision stellt die Methode, die ihre Stärken unter anderem bei der Qualitätssicherung hoher Stückzahl sowie Untersuchung dünnster Schichten im Nanometerbereich ausspielt, eine wichtige Alternative zur Nanoindentation dar. Für dicke Schichten, die bislang nur zerstörend im Querschliff oder wegen Poren- und Risseinfluss unzutreffend mittels Indentationstechniken untersucht werden, stellt sie oft überhaupt erst eine zerstörungsfreie Charakterisierungsmöglichkeit zur Bewertung des realen mechanischen Schichtverhaltens oder der Schichtdicke dar.

System

Die Stärke der LAwave®-Technologie basiert auf umfassender und langjähriger Expertise in der Messphysik, System- und Softwareentwicklung sowie Werkstoffwissenschaft. Sie gestattet es, Messsysteme modular an kundenspezifische Anforderungen bezüglich Geometrie und Messaufgabe anzupassen. Die integrierte Steuer- und Auswertesoftware ermöglicht es, die Daten mittels Materialmodell intuitiv, auch ohne tiefere Expertise, auszuwerten und zu vergleichen. Eine Rezeptfunktion lässt zu, mit minimaler Interaktion der Nutzenden reproduzierbare und rückführbare Messungen vorzunehmen. Alternativ ist auch die volle Kontrolle der Mess- und Auswerteparameter möglich.

Anwendungen

Die hohe Flexibilität des Messsystems ermöglicht den Einsatz für zahlreiche Oberflächen und Beschichtungstechnologien:

- Dünnschichten aus PVD-, CVD- oder ALD-Prozessen
- Thermisches Spritzen und Laserauftragschweißen, z. B. Isolationsschichten oder Brems-scheibenbeschichtung
- Generierte Volumenmaterialien
- Gehärtete und nitrierte Oberflächen
- Kugelstrahlen, Präparationsschäden und Sägeschäden, z. B. von Halbleitermaterialien

Entwicklung

Die Erschließung neuer Anwendungen wird durch stetige Weiterentwicklung von Messtechnik und Software sichergestellt. Hierzu zählen die Entwicklung hochtemperaturbeständiger Sensoren und die Automatisierung des Mess- und Auswertevorgangs. Einsätze vor Ort sowie Messungen an sehr großen Bauteilen sollen zukünftig mit der Entwicklung eines mobilen Messkopfes erschlossen werden.



© jeibmann-photographie.de

LAwave®-Messsystem zur schnellen und zerstörungsfreien Charakterisierung von kleineren und mittelgroßen Komponenten.

Kontakt

Dr.-Ing. Stefan Makowski
Schichtcharakterisierung
Tel. +49 351 83391-3192
lawave@iws.fraunhofer.de
iws.fraunhofer.de

Fraunhofer IWS
Winterbergstraße 28
01277 Dresden
www.iws.fraunhofer.de