

## LAWAVE 2G – EIN NEUES PRÜFGERÄT FÜR OBERFLÄCHEN UND SCHICHTEN

### DIE AUFGABE

Die laserakustische Prüfmethode nimmt seit geraumer Zeit einen anerkannten Platz unter den Methoden der Schicht- und Oberflächencharakterisierung ein. LAWAVE-Geräte werden inzwischen weltweit erfolgreich angewendet, unter anderem in Japan, China, USA, Russland und Großbritannien. Das mittels Oberflächenwellen durchgeführte Messverfahren ist zerstörungsfrei, schnell und extrem sensibel gegenüber kleinen Änderungen der Oberflächeneigenschaften und dient z. B. zur Charakterisierung von Elastizitätsmodul, Dichte oder Schichtdicke (Abb. 2). Das breite Anwendungsspektrum reicht von Nanometer dicken Funktionsschichten über einige hundert Mikrometer dicke thermische Spritz- und Störschichten der Waferbearbeitung bis hin zu gehärteten Randschichten von Stahl.

Steigende Anforderungen an Leistung, Handhabung und flexible Integrationsmöglichkeit in die Prozesskontrolle sowie die Erschließung neuer Anwendungsgebiete waren die Motivation für eine konsequente Weiterentwicklung des bewährten Messverfahrens am Fraunhofer IWS Dresden.

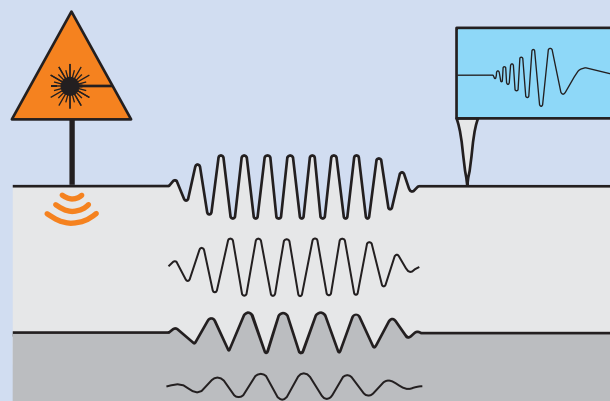
### UNSERE LÖSUNG

Die neue Gerätegeneration LAWAVE 2G zeichnet sich durch Verbesserungen hinsichtlich Handhabung, Größe, technischer Leistungsfähigkeit und erweiterter Auswertemöglichkeiten aus. Ein neues Gerätekonzept mit feststehendem Probenstisch und positionierbarem Laser minimiert den Einfluss unterschiedlicher Prüfkörpermassen, ermöglicht so eine flexible Anpassung an Prüfkörper und Bauteile beliebiger Größe und schafft damit die Grundlage für die Integrierbarkeit in automatische Prozesse (Abb. 1).

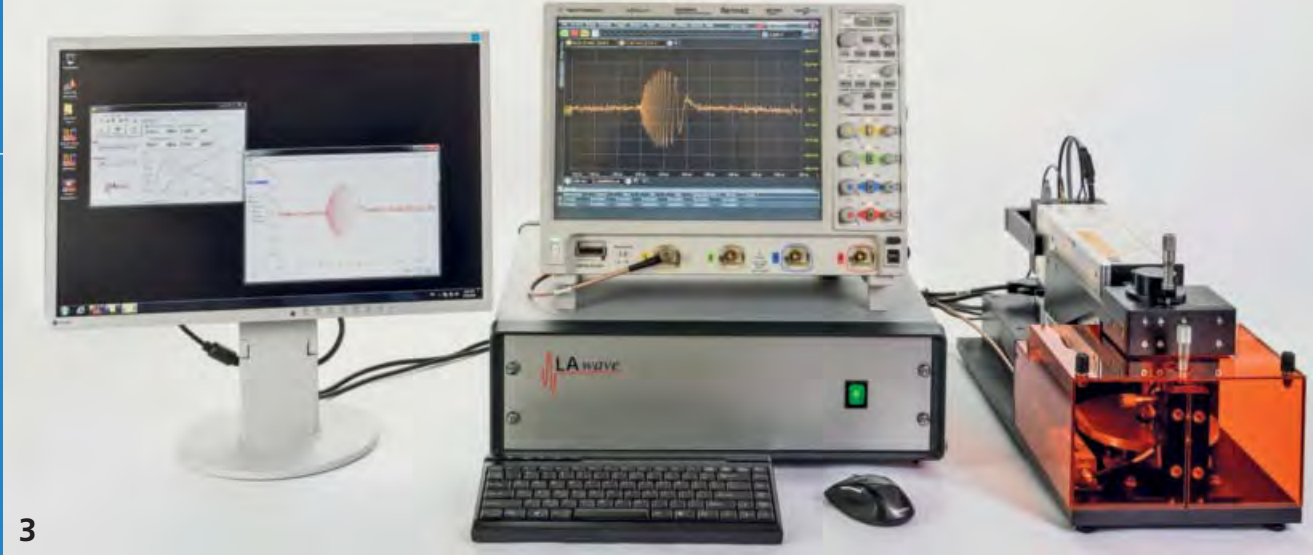
Neue platzsparende Komponenten erlauben bei verbesserter technischer Leistungsfähigkeit einen kompakten Aufbau. Gegenüber 160 kg des ursprünglichen Systems besitzt das neue LAWAVE 2G ein Gewicht von 40 kg. Auch der Platzbedarf hat sich auf ein Drittel reduziert, so dass es auf jedem Tisch Platz findet (Abb. 3). Transport und Installation vereinfachen sich dadurch erheblich.

Modular gestaltete Messköpfe erlauben zur Abdeckung verschiedener Anwendungsbereiche die Anpassung an unterschiedlich erforderliche Frequenzbereiche. Dank der Integration eines neuen Auswertemodells in die Software wurde außerdem die Grundlage zur Auswertung von mehrlagigen Schichtsystemen geschaffen.

*Prinzip des LAWAVE-Messverfahrens: Ein Laser erzeugt akustische Oberflächenwellen (links), die ein Sensor (rechts) erfasst. Das Wellenpaket enthält tiefenabhängige Informationen, die einen Rückschluss auf Werkstoffkennwerte von Kompaktkörper und Oberfläche ermöglichen.*



2



3

## ERGEBNISSE

Ein Schichtsystem mit einer tetraedrisch amorphen Kohlenstoffschicht (ta-C) und Chrom-Zwischenschicht auf einem Siliziumwafer wurde in verschiedenen Varianten mit dem LAwave-Verfahren gemessen. Die Kurvenformen der frequenzabhängigen Phasengeschwindigkeiten unterscheiden sich bereits bei minimalen Unterschieden im Aufbau des Schichtsystems deutlich (Abb. 4). Die aus den sogenannten Dispersionskurven mithilfe der Auswertesoftware ermittelten Materialparameter E-Modul E, Dichte r und Schichtdicke d sind neben den Kurven angegeben.

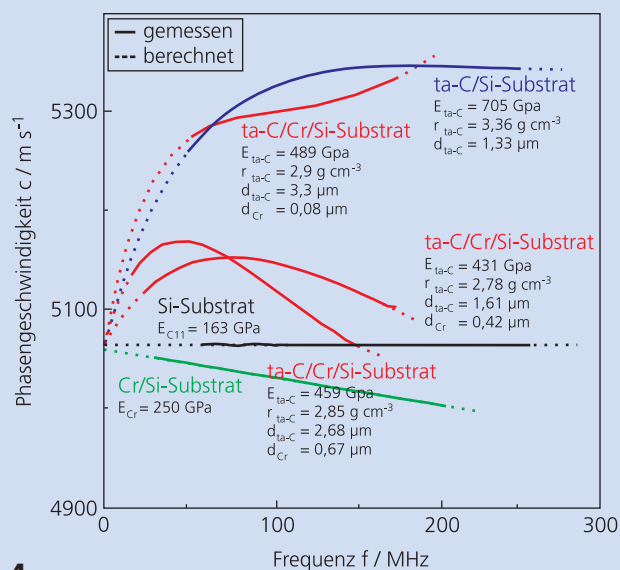
Für das unbeschichtete Silizium ist die Phasengeschwindigkeit konstant und hängt deshalb nicht von der Frequenz ab. Scheidet man eine Chromschicht auf dem Silizium ab (Cr/Si), kommt es aufgrund des Dichteunterschieds von Chrom gegenüber Silizium zu einem Abfall der Kurve gegenüber dem Substrat. Daraus lässt sich der Elastizitätsmodul berechnen.

Scheidet man statt des Chroms eine harte ta-C-Schicht auf dem Silizium ab (ta-C/Si), steigt die Kurve aufgrund der Unterschiede der E-Moduli deutlich an. Aus der mehrfach gekrümmten Kurve lassen sich dann E-Modul, Schichtdicke und Dichte der ta-C-Schicht gleichzeitig bestimmen. Kombiniert man eine ta-C-Schicht mit einer Chrom-Zwischenschicht (ta-C/Cr/Si), mischen sich die Einflüsse beider Schichten zu einer stark, teilweise mehrfach gekrümmten Kurve. Es können vier Materialparameter aus dem Kurvenverlauf berechnet werden, in diesem Beispiel sogar die Dicke der verschieden stark ausgeprägten Zwischenschichten aus Chrom.

Dank der zahlreichen Neuerungen und zeitgemäßen Überarbeitung in Konstruktion, Komponentenauswahl und Auswertesoftware präsentiert sich das LAwave-Verfahren vielfältig und flexibel für neue Anwendungen in Forschung, Entwicklung und Produktionskontrolle.

1,3 LAwave 2G in der Ausführung als kompaktes Tischgerät für Forschung und Entwicklung. Das Prinzip des feststehenden Probenstisches erlaubt nun auch eine Anpassung an große Bauteile und Prüfkörper.

Gemessene und berechnete Dispersionskurven für die Materialsysteme Si (schwarz), Cr/Si (grün), ta-C/Si (blau) und verschiedene Varianten für ta-C/Cr/Si (rot) sowie die daraus ermittelten Materialkennwerte.



4

## KONTAKT

Dipl.-Ing. Martin Zawischa

+49 351 83391-3096

[martin.zawischa@iws.fraunhofer.de](mailto:martin.zawischa@iws.fraunhofer.de)

