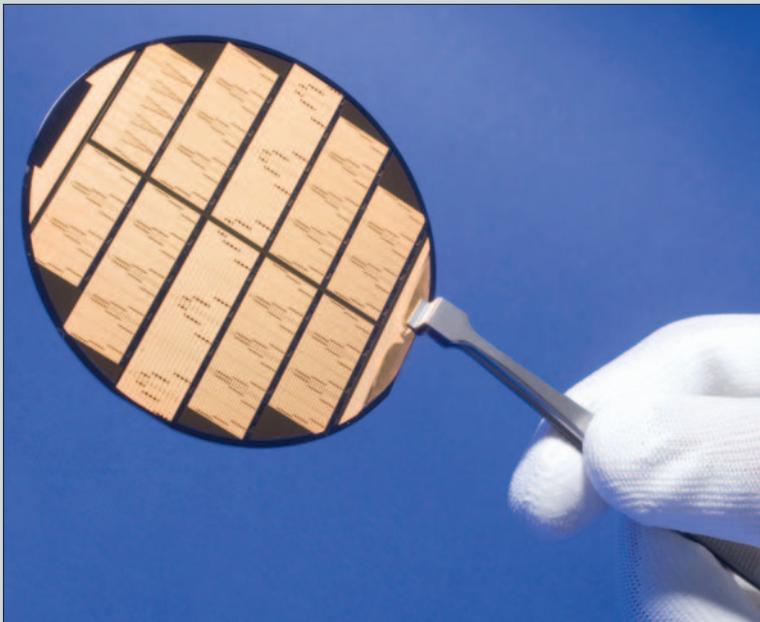


Anwenderreportage  
Ferdinand-Braun-Institut  
Leibnitz-Institut für Höchstfrequenztechnik

---

## Messen, was kaum messbar ist



Werth Messtechnik GmbH  
Siemensstr. 19  
35394 Gießen  
Telefon: +49-(0)641-7938-0  
Telefax: +49-(0)641-7938-719  
E-Mail: [mail@werth.de](mailto:mail@werth.de)  
Internet: [www.werth.de](http://www.werth.de)

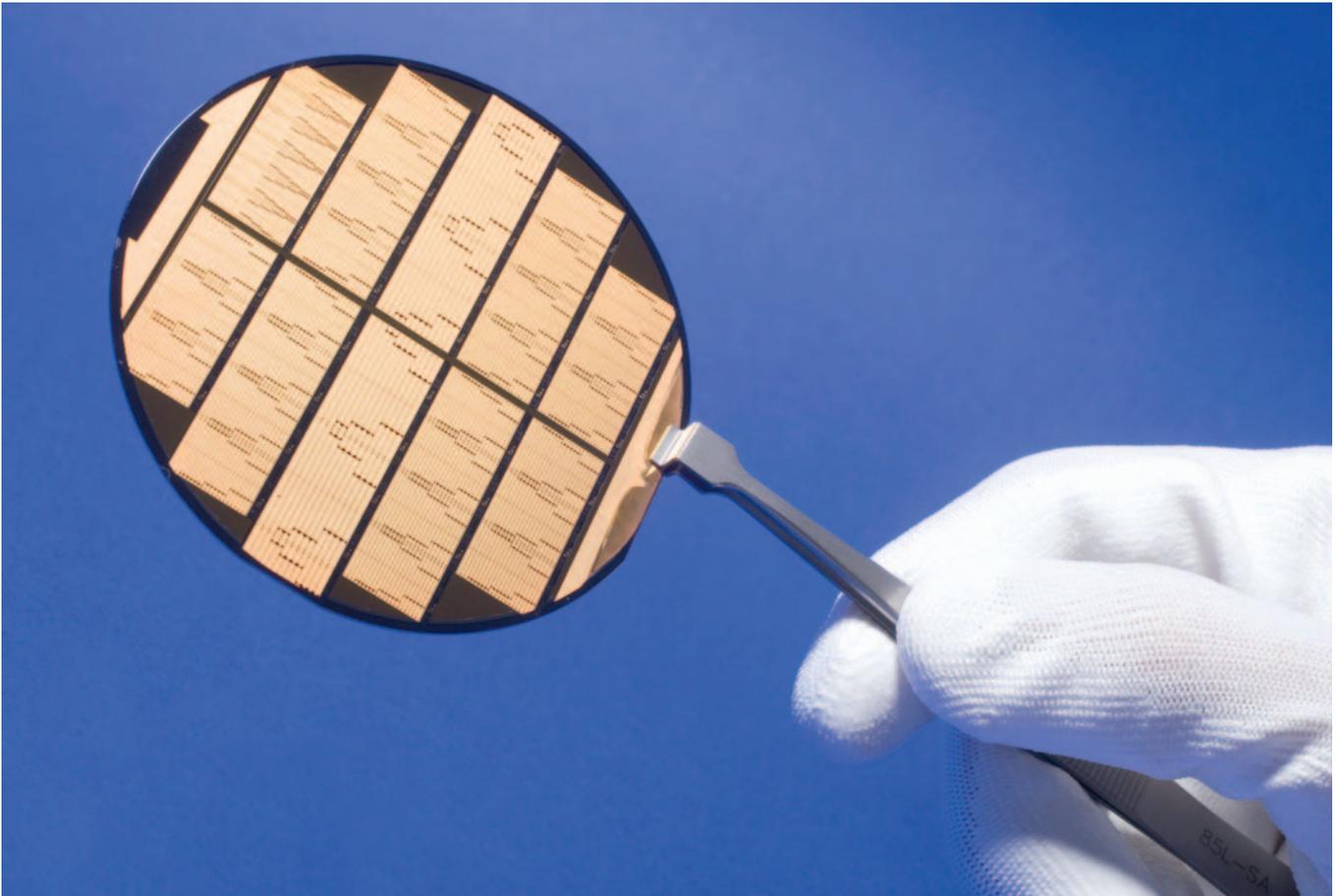


Foto: FBH/schurian.com

## MULTISENSOR-KMG ERMITTELT SCHICHTDICKE VON WAFERN

# Messen, was kaum messbar ist

Die am Berliner Ferdinand-Braun-Institut gefertigten Wafer für Diodenlaser und Hochfrequenzverstärker müssen exakt auf eine definierte Schichtdicke geläppt werden. Diesen Prozess überwachen die Mitarbeiter im Reinraum mit einem Multisensor-Koordinatenmessgerät von Werth Messtechnik, Gießen. Das Gerät ist mit einem chromatischen Sensor bestückt, der berührungslos und präzise die erforderlichen Messwerte ermittelt.

Besucher des Ferdinand-Braun-Instituts, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik in Berlin, kurz FBH genannt, treffen dort auf Hightech pur (siehe Kasten Seite 131). 220 Mitarbeiter, darunter 110 Wissenschaftler entwickeln und produzieren unter anderem Diodenlaser für die Materialbearbeitung, die Medizintechnik und die Präzisionsmesstechnik. Ein weiterer

Schwerpunkt liegt in der Fertigung von Hochfrequenz-Bauelementen für die Kommunikationstechnik, Leistungselektronik und Sensorik.

„Diodenlaser aus dem FBH zeichnen sich durch geringe Baugröße verbunden mit hoher Präzision, Brillanz und Leistung aus“ erläutert Dr. Andreas Thies, wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Prozeßtechnik. Obwohl ein solcher Laser nicht größer als ein Reiskorn ist, bringt er es auf eine Leistung von bis zu 20 Watt im Dauerstrichbetrieb beziehungsweise 100 Watt im Kurzpulsbetrieb. Zur Verdeutlichung: Das sind ungefähr die 5 000- bis 25 000-fachen Werte eines Lasers im CD-Player. Diese Eigenschaften in Verbindung mit der hohen Zuverlässigkeit unter extremen Bedingungen führen dazu, dass die FBH-Laser weltweit geschätzt werden und sich auch im Weltraum bewähren,

beispielsweise in Atomuhren von GPS-Satelliten der neuen Generation.

Die Einsatzgebiete der Lichtquellen sind vielfältig. In der Medizintechnik helfen sie bei der fotodynamischen Krebstherapie, indem sie bei einer exakt definierten Wellenlänge ein in Tumorzellen angereichertes Medikament aktivieren – die befallenen Zellen werden zerstört. Weitere Anwendungen liegen bei optischen Präzisionsmessungen, in der industriellen Messtechnik und der Materialbearbeitung (Schweißen, Löten, Beschriften).

### Wafer durchlaufen verschiedene Bearbeitungsprozesse

Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in der Mikrowellentechnik und Optoelektronik finden auf der Grundlage von Basistechnologien statt. Auf Wafern ent-



Foto: Werth Messtechnik



**Bild 1.** Im Reinraum: Die Mitarbeiter setzen ein 3D-CNC-Multisensor-Koordinatenmessgerät mit chromatischem Fokussensor zur Wafer-Dickenmessung ein.

stehen mittels Epitaxie (Abscheidung einkristalliner Halbleiterschichten auf einkristalliner Unterlage) hauchdünne Schichten mit den gewünschten Materialeigenschaften. Mit industriekompatiblen, modernen Anlagen werden die Wafer weiter verarbeitet. Die Prozesskette umfasst fotolithografische Verfahren, nass- und trockenchemische Ätzprozesse sowie Metallisierungsschritte. Auf einen 4-Zoll-Wafer passen etwa 2 000 Chips mit Mikrowellenschaltungen oder 10 000 Laserchips.

Bevor die Techniker die Chips aus dem Wafer trennen und sie zu optoelektronischen oder Hochfrequenz-Bauelementen montieren, muss der Wafer jedoch noch gedünnt werden. Dazu wird er auf ein Trägermaterial geklebt und anschließend auf ein definiertes Maß geläppt. Dr. Andreas Thies ist am FBH Spezialist für Prozess-technik und als solcher für die Arbeit im Reinraum zuständig. Er erklärt: „Die Dicke des Wafers ist ein wichtiges Kriterium für die Einsetzbarkeit des Bauteils. In der Regel wird der Wafer von einer Ausgangsdicke von 350 µm auf Maße bis zu 100 µm heruntergeschliffen, je nach späterer Anwendung.“ Bei 4-Zoll-Wafern aus Galliumarsenid (GaAs) oder Galliumnitrid (GaN) – für Hochfrequenzanwendungen die bevorzugten Materialien – dauert das etwa zwei Stunden für GaAs, für GaN deutlich länger.

Um die exakte Zieldicke zu erreichen, muss der Wafer wiederholt gemessen werden. Bis vor Kurzem fand dieser Vorgang ausschließlich taktil durch Differenzmessen statt.

Diese Methode funktioniert folgendermaßen: Man misst die Dicke des Wafers, bevor dieser auf einen Träger geklebt wird. Durch ein erneutes Messen nach dem Kleben ergibt die Differenz der beiden Werte die ungefähre Kleberschichtdicke. Mit deren Hilfe lässt sich die jeweilige Dicke des Wafers nach dem Materialabtrag durchs Läppen errechnen.

Da dieses Verfahren nicht besonders genau ist, beschlossen die Verantwortlichen, ein spezielles Messgerät anzuschaffen, das exaktere Ergebnisse liefert und möglichst berührungslos arbeiten sollte. Die Wahl fiel auf einen VideoCheck-IP 400 x 200 x 200 3D-CNC mit einem Chromatic-Focus-Probe (CFP)-Sensor (Bild 1). Dieses 3D-CNC-Multisensor-Koordinatenmessgerät von Werth Messtechnik, Gießen, ist laut Hersteller zum einen durch sein einzigartiges spannungskonstantes Führungssystem sehr genau, zum anderen erlaubt es das modulare Gerätekonzept der Video Check-Baureihe, verschiedene Sensoren anwendungsbezogen zu kombinieren (Bild 2). Neben der grundsätzlich vorhandenen Bildverarbeitungssensorik können verschiedene mechanisch berührende Tastersysteme, der patentierte 3D-Mikrotaster Werth Fiber Probe sowie diverse Abstandssensoren eingebunden werden.

### **Chromatischer Fokussensor misst nur das Wafermaterial**

Der integrierte Werth Chromatic Focus Probe ist für die Dickenmessung der

### **Bauelemente im Reiskornformat**

Das Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH) ist eines der international führenden Institute für anwendungsorientierte und industriennahe Forschung in der Mikrowellentechnik und Optoelektronik. Es ist Teil des Forschungsverbunds Berlin e.V., gehört zur Leibniz-Gemeinschaft und ist in zahlreiche Netzwerke eingebunden. Auf der Basis von III/V-Verbindungshalbleitern realisiert das FBH Hochfrequenz-Bauelemente und Schaltungen für die Kommunikationstechnik, Leistungselektronik und Sensorik. Außerdem entwickelt das Institut leistungsstarke Diodenlaser für die Materialbearbeitung, Medizintechnik und Präzisionsmesstechnik. Die enge Zusammenarbeit des FBH mit Industriepartnern, Forschungseinrichtungen und Universitäten soll eine schnelle Umsetzung der Entwicklungen in die Praxis garantieren. Für seinen erfolgreichen Technologietransfer wurde das Institut mehrfach ausgezeichnet.

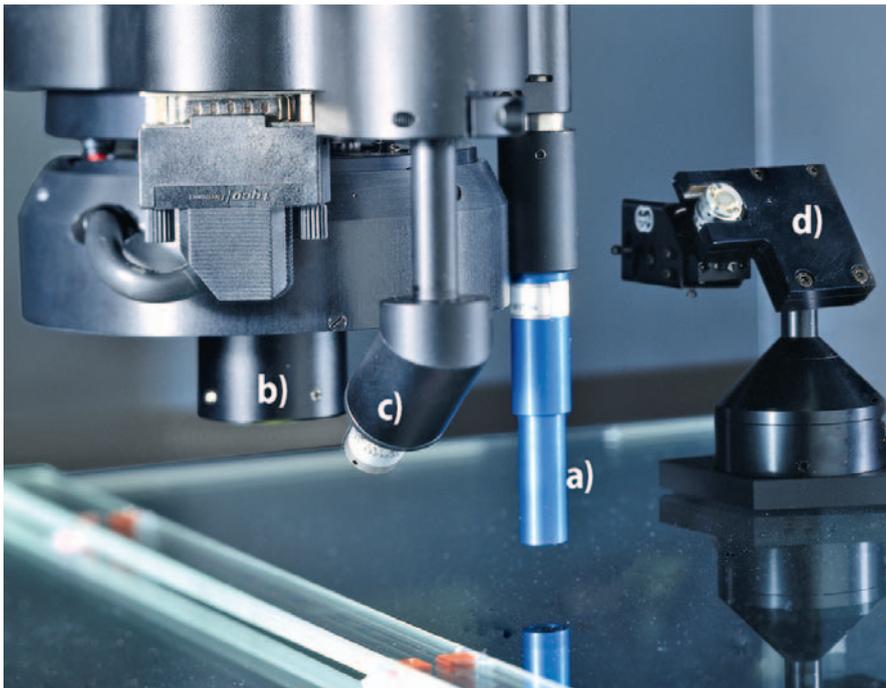
[www.qm-infocenter.de](http://www.qm-infocenter.de)

Diesen Beitrag finden Sie online unter der Dokumentennummer: **QZ110364**

Wafer zuständig. Er wurde speziell für die genaue, berührungslose Messung von glänzenden, spiegelnden und für sichtbares Licht transparenten Materialien entwickelt. Der Sensor eignet sich daher insbesondere für optische Bauelemente wie Spiegel und Linsen.

Um auch Halbleiter wie beispielsweise Wafer, die im Normalfall für weißes Licht nicht durchlässig sind, messen zu können, wurde eine spezielle Variante mit einem Strahlungsspektrum im Infrarotbereich eingesetzt, deren Licht das Halbleitermaterial durchdringen kann (Bild 3). Durch den physikalischen Effekt der Vorder- und Rückflächenreflexion an den jeweiligen Grenzflächen der Materialien entstehen Interferenzen, die zur Bestimmung der Schichtdicke ausgewertet werden. Der entscheidende Vorteil dieses Sensors ist, „dass er exakt das Wafermaterial misst und die Kleberschicht ignoriert ebenso wie etwaige Metallschichten sowie elektrische Strukturen auf der Vorderseite“, erklärt Andreas Thies.

Die Messung ist schnell vorbereitet und durchgeführt. Zunächst posi- ▷



Fotos: Werth Messtechnik

**Bild 2.** Im Sensorverbund: Anwendungsbezogen können verschiedene Sensoren kombiniert werden. a) Chromatischer Sensor, b) Bildverarbeitungssensor mit telezentrischer Optik, c) Fasertaster, d) Fasertaster-Parkstation



**Bild 3.** Beim Scannen: Mit dem Bildverarbeitungssensor werden Wafer auf Verunreinigungen mit Partikeln inspiziert.

tioniert der Anwender den zu messenden Wafer in einer der vorbereiteten Aufnahmen auf dem XY-Tisch. Am PC ruft er die WinWerth-Messsoftware auf, wählt dort die entsprechende Position an und fügt die benötigten Basisinformationen zu Größe und Material des Wafers ein. Andreas Thies präzisiert: „Wir können Galliumarsenid, Galliumnitrid, Saphir, Silicium und Siliciumcarbid messen, das sind unsere hauptsächlichen Werkstoffe. Für andere Materialien lässt sich der Brechungsindex eingeben. Die Eingabe einer ungefähren Dicke des Prüflings (geschätztes Maß  $\pm 50 \mu\text{m}$ ) beschleunigt die nachfolgende Messung.“

Jetzt muss der Anwender nur noch auf Start drücken, und das Gerät beginnt mit dem Messvorgang. Dazu scannt der Sensor den Wafer in zwei Spuren über die Mitte, einmal in X- und einmal in Y-Richtung. Die jeweils gemessene Schichtdicke wird am Bildschirm angezeigt. Als ausgesprochen praktisch empfinden es die Mitarbeiter, dass die Auswertung der Daten direkt im Geräte-PC möglich ist. Über eine selbst geschriebene Routine wird dort die Schichtdickenverteilung errechnet und grafisch dargestellt. Die Messung dauert bei einem 70-mm-Wafer etwa zwei Minuten. Dann kann sich der Anwender ein exaktes Bild von der Dickeverteilung seines Wafers

machen und diesen gegebenenfalls auf der Läppmaschine weiterbearbeiten.

### **Berührungsloses Messen verhindert Beschädigungen**

Bei den empfindlichen Wafern kommt es immer wieder vor, dass während der Bearbeitung ein kleiner mechanischer Schaden auftritt, zum Beispiel ein feiner Riss. Taktiles Messen würde dem Wafer dann durch den entstehenden Druck weiteren Schaden zufügen und ihn gänzlich unbrauchbar machen. Wenn die Messung jedoch berührungslos vorgenommen wird, lässt sich der Prozess trotz des kleinen Schadens fortsetzen. In den meisten Fällen ist dann zumindest ein großer Teil der auf dem Wafer befindlichen Chips noch brauchbar.

Im FBH-Abdünnlabor wird nicht nur der CFP-Sensor genutzt. Der Video Check-IP verfügt standardmäßig über einen Mikroskopstrahlengang, mit dem sich die Wafer in hoher Auflösung und Genauigkeit inspizieren lassen. Das Zoomobjektiv kann dazu sowohl CNC-gesteuert als auch von Hand per Joystick positioniert und fokussiert werden. Zur Einstellung der gewünschten Vergrößerung stehen entsprechende Zoomstufen zur Verfügung. Durch unterschiedliches Ausleuchten des Prüflings lassen sich verschiedene Aufgaben

lösen. Schräges Beleuchten mit dem Dunkelfeld-Auflicht MultiRing betont zum Beispiel die Kanten, sodass man auch deren Rauheit beurteilen kann. Durch senkrechtes Beleuchten mit dem Hellfeld-Auflicht prüft man beispielsweise, ob die Oberfläche mit Partikeln verschmutzt ist.

Andreas Thies hat das flexible Tool auch schon zum „Fotografieren“ genutzt: „In wenigen Minuten habe ich mit der Funktion Rasterscanning vollautomatisch ein extrem hoch aufgelöstes Bild des zu inspizierenden Wafers erzeugt. Dazu werden in einem definierbaren Raster sehr viele Einzelaufnahmen gemacht und anschließend zu einem großen Bild zusammengefügt. Auf diesem Weg lassen sich Bilder erzeugen, auf denen der Wafer bis ins kleinste Detail zu sehen ist. Dies ist eine hervorragende Grundlage für wissenschaftliche Diskussionen.“ □

► **Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik**  
**Telefon: +49-(0)30-6392-2600**  
**fbh@fbh-berlin.de**  
**www.fbh-berlin.de**

**Werth Messtechnik GmbH**  
**Telefon: +49-(0)641-7938-0**  
**mail@werth.de**  
**www.werth.de**