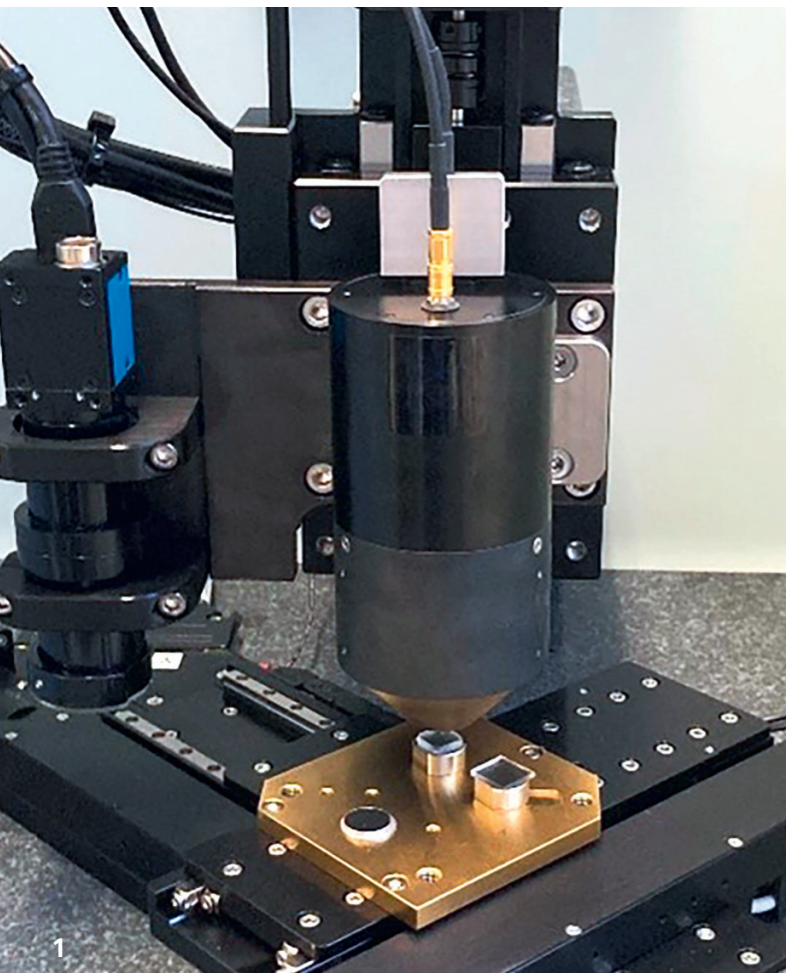


Aus der Forschung

Härteprüfung in kleinstem Maßstab: Neuer Mikro- und Nanoindentor am Fraunhofer IST

Die Anforderungen an Materialien und ihre Eigenschaften sind in den letzten Jahrzehnten enorm gestiegen: So müssen z. B. Härte und Elastizitätsmodul selbst bei ultradünnen Schichten eindeutig bestimmt werden können. Eine gängige Methode der Härteprüfung ist die Nanoindentierung, die auch am Fraunhofer IST angewandt wird. Seit Kurzem steht am Institut ein neuer Nanoindentor zur Verfügung, der die bisher schon vorhandenen Möglichkeiten deutlich erweitert.



Der neue Nanoindentor TS77 von der Firma Bruker.

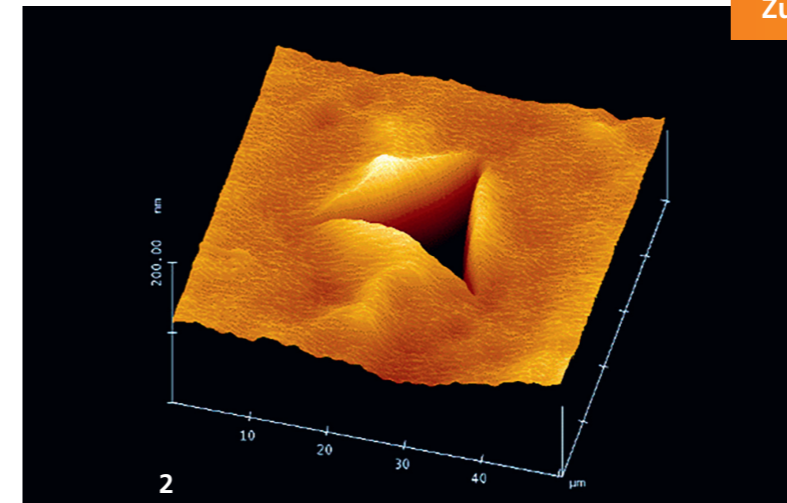
Ein Nanoindentor dient dazu, die Härte, den E-Modul und ggf. viskoelastische Eigenschaften von Materialien und dünnen Schichten zu bestimmen. Dies geschieht, indem eine dreiseitige Diamantspitze kontrolliert in die Oberfläche hineingedrückt und dabei die notwendige Kraft und die Eindringtiefe kontinuierlich und mit höchster Präzision aufgezeichnet wird. Aus den Messkurven lässt sich dann – teilweise tiefenabhängig – die Härte und der Elastizitätsmodul des Materials bestimmen.

Erweiterungen der Nanoindentierung

Mittels des AFM-Modus können die Oberflächen sowohl vor als auch nach der Indentierung mithilfe der Diamantspitze topographisch abgebildet werden, wodurch auch die nachträgliche Kontrolle z. B. der exakten Position eines Eindrucks möglich wird. Eine Besonderheit ist die Kalibrierung auf die Härte eines Referenzmaterials, die – im Gegensatz zur sonst üblichen Kalibrierung auf den E-Modul – folgende Vorteile hat:

- eine bessere Reproduzierbarkeit von Härtewerten
- eine bessere Unabhängigkeit der Messungen von der Eindringtiefe
- einen kleineren integralen Fehler von Härte und Elastizität, auch bei sukzessiver Abnutzung der Spitze über ihre Lebenszeit.

Darüber hinaus können mithilfe des Scratch-Moduls zusätzlich Nano-Scratch- und Verschleißtests durchgeführt werden.



AFM-Abbildung eines Indentor-Eindrucks.

Vorteile des neuen Geräts

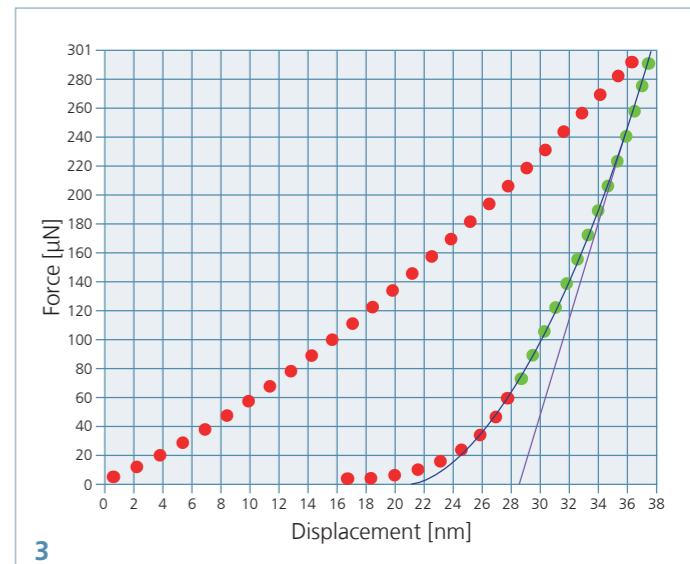
Im Vergleich zu den bisherigen Möglichkeiten zur Härtebestimmung am Fraunhofer IST bietet das neue Indentor-Gerät einige Vorteile:

- Mithilfe des neuen Nanoindentors können vollautomatisierte Messungen mehrerer Proben auch bei unterschiedlichen Höhen und Geometrien erfolgen.
- Das breite Messspektrum von hohen Lasten (1N) bis zu sehr kleinen Lasten (1 μ N) erlaubt sowohl die Untersuchung von Massivmaterialien und dicken Schichten als auch von sehr dünnen Schichten bis hinunter zu wenigen hundert Nanometern.
- Durch Kraftmodulationsverfahren können in einer einzigen Messung die Tiefenabhängigkeit der Härte oder Einflüsse des Substrats erfasst werden.
- Durch Frequenzmodulationsverfahren können zeitabhängige Phänomene z. B. in Polymeren bestimmt werden (Storage und Loss-Modulus).
- Ultraschnelle Messungen von bis zu 0,6 Sekunden je Messpunkt erlauben Härte- und E-Modul Mappings, d. h. die Darstellung der lateralen Verteilung inhomogener mechanischer Eigenschaften auf der Mikrometerskala. Das können z. B. Ausscheidungen in Stählen sein, verschiedene Phasen in Polymeren, mehrphasige Materialien, Nitrierhärteprofile, etc.

Die Anwendungsmöglichkeiten

Härte und Elastizitätsmodul sind wichtige Kenngrößen bei allen Arten von Oberflächen, die mechanischer Beanspruchung ausgesetzt sind. Das können z. B. tribologische Schutzschichten auf Fräsern, Werkzeugen, Automobilkomponenten oder Maschinenelementen sein, aber auch Lacke, galvanische Schichten, dekorative Schichten (Kratzfestigkeit) sowie nitrierte oder borierte Oberflächen, Displaygläser, usw.

Auszug aus dem Jahresbericht 2023
Zur aktuellen Website: www.ist.fraunhofer.de



Nanoindentor-Messkurve zur Bestimmung der Härte und des E-Moduls.

Kontakt

Dr. Kirsten Schiffmann
Telefon +49 531 2155-577
kirsten.schiffmann@ist.fraunhofer.de