



KONFOKALES LASERSCANNINGMIKROSKOP FÜR OBERFLÄCHENANALYTIK

Winzige Strukturen vermessen

Das dreidimensionale Vermessen und reproduzierbare Abbilden von Nanostrukturen war bislang eine Herausforderung, der nur taktile Messsysteme wie Profilometer oder elektronenoptische Systeme gewachsen waren. Jetzt stellt Olympus, Hamburg, mit dem konfokalen Laserscanningmikroskop Lext ein System vor, das die Vorzüge der etablierten Methoden mit denen der optischen Mikroskopie vereint.

Die Stärken optischer Mikroskope sind universelle Handhabung, flexibler Einsatz an unterschiedlichen Prüfobjekten und die „offensichtliche“ Interpretierbarkeit der bildhaften Prüfergebnisse. Schwachpunkte waren lange Zeit die geringe Quantifizierbarkeit der Bildergebnisse durch den Betrachter und die eingeschränkte Bildschärfe durch die begrenzte Schärfentiefe, die Objektstrukturen mit hoher räumlicher Tiefe unscharf erscheinen lässt.

Lichtmikroskope wurden daher in der Messtechnik meist für das subjektive Begutachten von Proben, das Zählen von Objektstrukturen und das planimetrische Vermessen von Objekten eingesetzt.

Digitale Technik und analoge Optik vereint

Die Mikroelektronik und die Digitaltechnik gaben der optischen Lichtmikroskopie wesentliche Impulse. Der Schlüssel zum Erfolg ist die Entwicklung der konfokalen Laser-Scanning-Mikroskopie. Dazu gehört das Lext/OLS 3000 von Olympus, Hamburg, das die Vorzüge der etablierten Methoden mit der Flexibilität und Leistungsfähigkeit der Lichtmikroskopie vereint.

Hierbei wird das Prüfobjekt nicht in einer Gesamtansicht auf einen flächigen Detektor abgebildet, sondern in einem Punkt-für-Punkt- und Zeile-für-Zeile-Scanprozess mit einem durch das Mikroskopobjektiv abgebildeten Laserstrahl abgetastet. Das von der Objekt Oberfläche reflektierte Licht wird dann mit dem Ob-

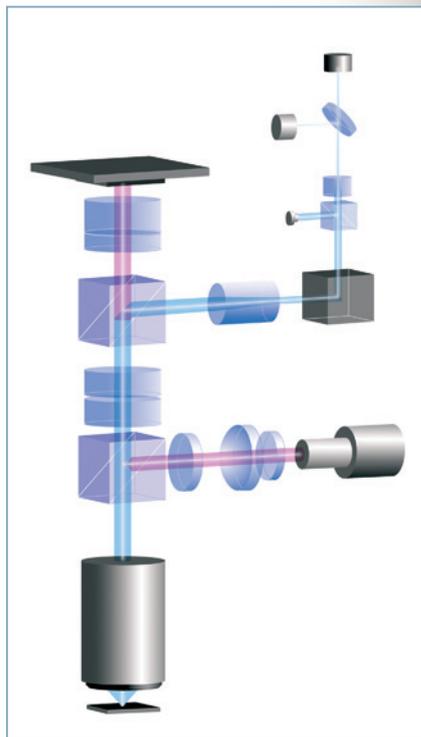
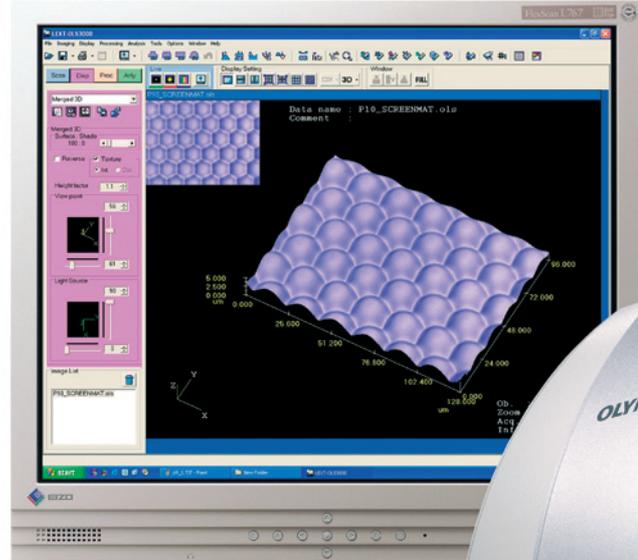


Bild 1. Prinzip der Bildgebung im Lext-Scanning-/Detektorsystem

ektiv über eine spezifische Blendenoptik konfokal auf ein Detektorsystem abgebil-

det (Bild 1). Das Ergebnis sind Bilder, die nur scharf abgebildete Strukturen aus einer einzigen Objektebene wiedergeben. Durch schrittweises Einstellen aller relevanten Fokusebenen wird das Objekt Ebene für Ebene abgetastet und digital aufgezeichnet. Per digitaler Datenverarbeitung wird aus allen Ebenen die jeweilige Bildinformation mit maximaler Schärfe extrahiert und zu einem Datensatz einer dreidimensionalen Bildstruktur kombiniert.

Die Genauigkeit der optischen Erfassung der Oberfläche ist dabei von den typischen Kenngrößen optischer Bildgebung abhängig. Wesentlich sind dabei die numerische Apertur des verwendeten Objektivs, die Wellenlänge des Lasers, mit dem die Oberfläche abgetastet wird, und

© 2005 Carl Hanser Verlag, München www.qm-infocenter.de/QZ-Archiv Nicht zur Verwendung in Intranet- und Internet-Angeboten sowie elektronischen Verteilern



die mechanische Präzision des Scanning-Prozesses – sowohl in X- und Y- wie auch in der Z-Koordinate.

Hinsichtlich dieser Kriterien stellt das Lext für Messsysteme mit optischer Abtasttechnologie laut Hersteller neue Rekorde auf: mit einem Auflösungsvermögen für Linienstrukturen mit Ortsfrequenzen von einem Linienpaar auf 240 nm und einer Bestimmung der Z-Koordinate der Oberfläche mit einer Genauigkeit von 10 nm. Dafür werden hochwertige Optik, eine Laserdiode mit 408 nm Wellenlänge und hochpräzise Scannertechnologie eingesetzt (Bild 2).

Bauteilgeometrien genau veranschaulichen

Mit diesen Eigenschaften erschließt das Lext verschiedene Anwendungsbereiche, die bisher den elektronenoptischen Messsystemen (REM) vorbehalten waren. Dabei zeigen sich laut Hersteller wesentliche Vorteile für das lichtmikroskopische System. So entfällt das Präparieren von nichtleitenden Oberflächen durch metallische Bedampfung. Die Nutzung ist um ein Vielfaches flexibler, da die lichtmikrosko-

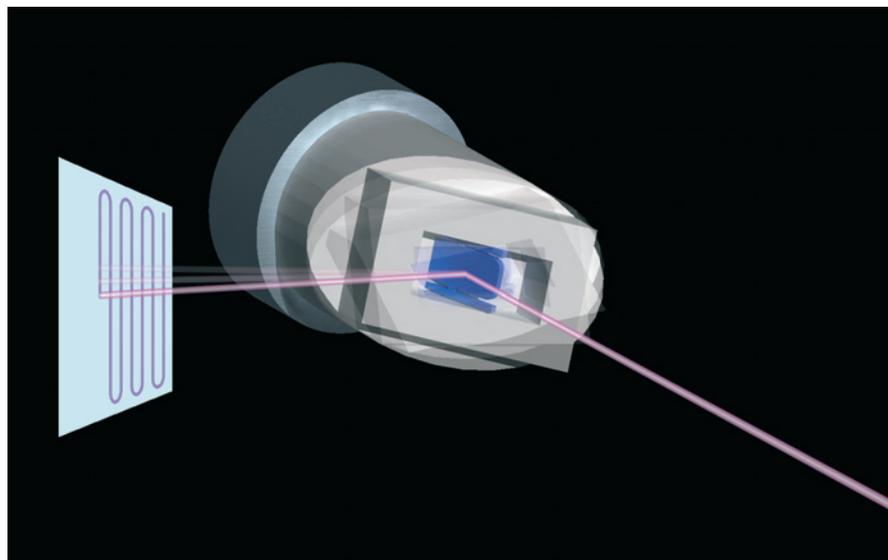


Bild 2. Schematischer Aufbau des Lext-Scannermoduls

pische Abbildung kein Vakuum erfordert. Die Handhabung ist vergleichsweise einfach und spart Zeit. Das zeigt sich beispielsweise im Vermessen eines MEMS-Bauelementes (Micro Electro Mechanical System). Die Bilder 3 bis 6 zeigen die vergleichende Darstellung des Bauteils mit einem REM und dem Lext

sowie eine Detailvergrößerung mit beispielhafter Vermessung des Höhenprofils der dargestellten Struktur. Messungen dieser Art lassen sich mit dem konfokalen Laserscanningmikroskop innerhalb weniger Minuten durchführen.

Aufgrund dieser Spezifikationen kann das Mikroskop in Bereichen einge- ▷

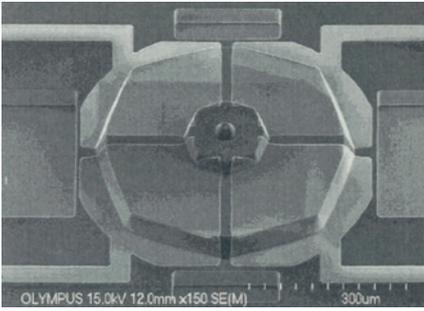


Bild 3. MEMS- Bauteil (REM-Aufnahme)

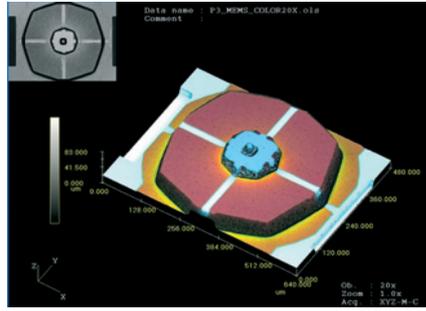


Bild 4. MEMS- Bauteil (Lext-Aufnahme)

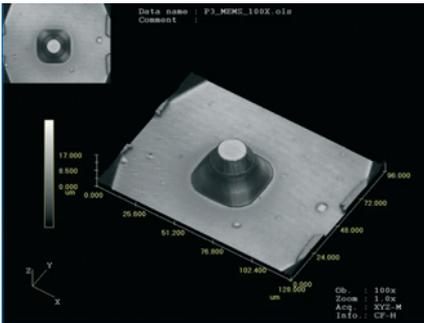


Bild 5. MEMS- Bauteil (Lext-Detailaufnahme)

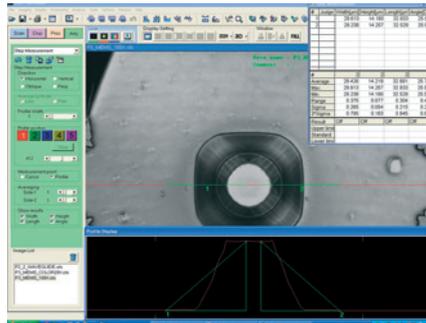


Bild 6. MEMS- Bauteil (Lext-Objektvermessung)

setzt werden, die das genaue Veranschaulichen von Bauteilgeometrien und Oberflächenstrukturen erfordern. Ob optische Bauelemente wie LWL-Strukturen (Bilder 7 und 8) oder mikromechanische Werkzeuge wie Präzisionsbohrer (Bilder 9 und 10) – alle Objekte, die im weitesten Sinne

„Licht reflektieren“, erschließen sich dem Betrachter. Dabei kombiniert das Mikroskop die Erfassung des reflektierten Lichts hinsichtlich seiner Intensität und auch seiner Farbe. Durch die Möglichkeit der gleichzeitigen Abbildung der Objektstruktur auf den konfokalen Detektor –

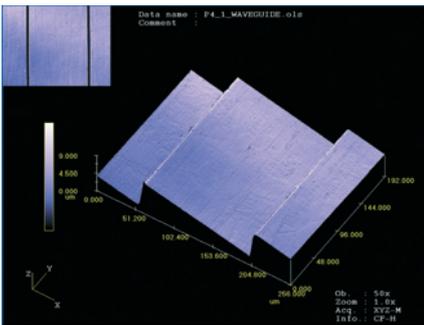


Bild 7. Optische LWL-Struktur (Lext-Detailaufnahme)

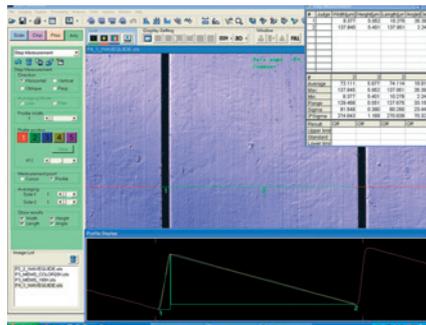


Bild 8. Optische LWL-Struktur (Lext-Objektvermessung)

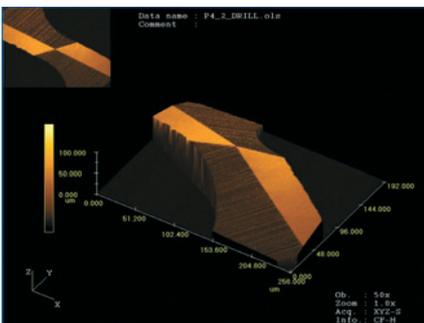


Bild 9. Miniatur-Präzisionsbohrer (Lext-Detailaufnahme)

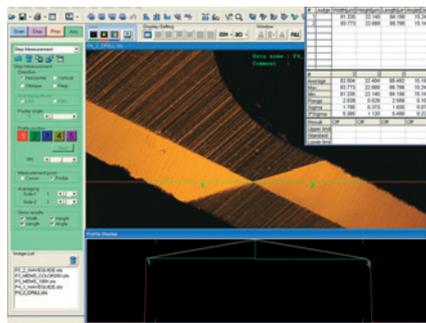


Bild 10. Miniatur-Präzisionsbohrer (Lext-Objektvermessung)

und parallel dazu auf einen Farb-CCD-Sensor – kann zu jedem Oberflächenpunkt neben seiner Position und seiner Reflektivität auch seine Weißlichtspektrale Farbinformation erfasst werden. Dies ist besonders hilfreich, wenn mit der Farbe relevante Strukturinformationen verknüpft sind, die wesentliche Komponenten eines komplexen Bauteils besser unterscheidbar machen (Bild 4).

Automatisierte Prozesse in kurzer Zeit programmieren

Um die Vorteile eines solchen Systems voll zur Geltung zu bringen, ist eine auf Anbieh vertraute und leistungsfähige Benutzerschnittstelle unabdingbar. Die System-Software gestaltet laut Hersteller alle Schritte der Bildaufnahme und Bildbetrachtung intuitiv und einfach. Der Workflow ist organisch und zeiteffizient. Alle gewonnenen Informationen können zum besseren Unterscheiden und leichten Orientieren in aussagekräftigen Spektren dargestellt werden. Dreidimensionale Strukturen werden plastisch animiert und in alternativen Darstellungsmodi visualisiert. Ausgedehnte Objekte werden mit dem motorischen Tischsystem gescannt und wahlweise zur integralen Darstellungen einer umfassenden Struktur zusammengefasst.

Das Editieren und Programmieren aller automatisierten Prozesse folgt einschlägigen Konventionen und ist in kurzer Zeit vom Anwender erlernbar. Mit seiner Messfunktion veredelt das Lext das Ergebnis der Bildaufnahme. In den unterschiedlichen Betrachtungsmodi des aufgenommenen 3D-Bildes leitet sich die jeweils relevante Messfunktion intuitiv ab und wird den Bilddaten überlagert dargestellt. Vermessene Strukturen werden farblich markiert und die Messdaten in Histogrammen, Spektren und Tabellen erfasst. Alle Bilddaten werden in universellen Bildformaten gespeichert; Messdaten wie Profile, Volumina oder standardisierte Rauheitsdaten werden zusammen mit den veranschaulichenden Abbildungen im HTML-Format exportiert oder sind als Export zu MS-Excel verfügbar. □

Martin Maass

- ▶ Olympus Deutschland GmbH
- T 0 40/23 77 30
- mikroskopie@olympus.de
- www.olympus.de
- Halle 6, Stand 6666