

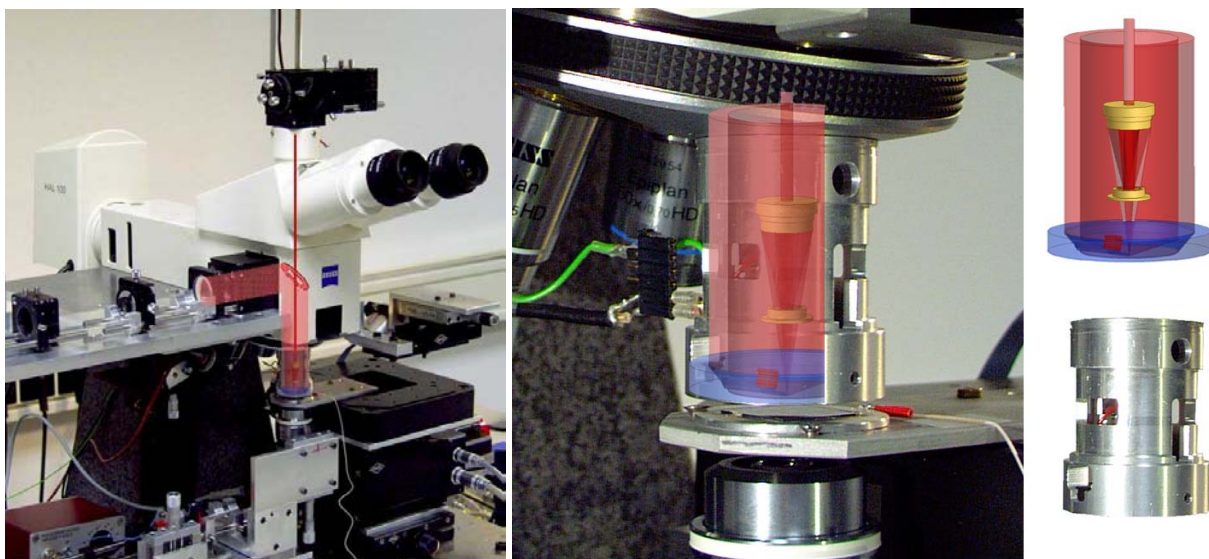
Sensor-Objektiv zur simultanen optischen Nahfeld- und Rasterkraftmikroskopie – ein neuer, ultrakompakter Messkopf für vielfältige Anwendungen in Wissenschaft und Technik

H.-U. Danzebrink, C. Dal Savio, H. Wolff, Th. Dziomba

Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Bundesallee 100, 38116 Braunschweig, Germany,
Tel +49 531 592-5136, Fax +49 531 592-5105, e-mail: Hans-Ulrich.Danzebrink@ptb.de

Optische Sensorik und optische Analysetechniken mit hoher lateraler Auflösung sind für einen großen Anwendungsbereich – von Biotechnologie bis Halbleitertechnologie – von zunehmender Bedeutung. Besonders vielversprechend ist dabei eine Verknüpfung von konventionellen Mikroskopieverfahren mit Rastersondentechniken: Während die Probenoberfläche mit der bewährten konventionellen Lichtmikroskopie schnell und großflächig untersucht werden kann, werden die langsamen, seriellen Rastersondenverfahren an denjenigen Probenstellen eingesetzt, an denen eine hohe laterale Auflösung gefordert ist. In dieser Darstellung geht es um die Beschreibung einer geschickten Lösung zur Kombination beider Techniken. Das Ergebnis ist ein Sensor-Objektiv, welches aufgrund der kompakten Geometrie und des speziellen Designs direkt in den Revolver eines optischen Standardmikroskops eingeschraubt wird. Auf diese Weise gelingt es, zwei Mikroskopiewelten in idealer Ergänzung miteinander zu verbinden.

Realisierung:



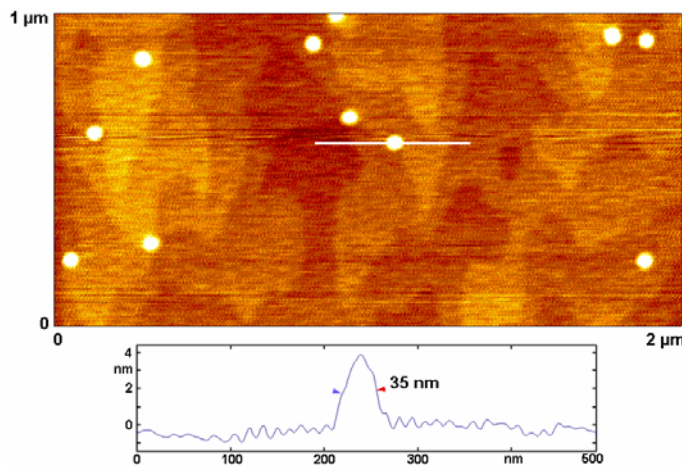
Die Bilder zeigen unser Sensor-Objektiv, das gleichzeitig als Mikroskopobjektiv und als Rastersondenmesskopf eingesetzt werden kann. Der wesentliche Teil des Messkopfes besteht aus einer Kombination von Spiegeloptiken. Die beiden oberen Spiegel erzeugen einen Fokuspunkt, welcher von hinten in die Nahfeldsonde eingestrahlt wird. Nach der Wechselwirkung mit der Oberfläche wird die Strahlung in Reflexion und/oder Transmission eingesammelt und zu einem Fotodetektor oder Spektrometer weitergeleitet.

Für die Umrüstung des konventionellen Mikroskops sind nur geringfügige Modifikationen notwendig: an die Stelle der Beleuchtung des Hell-/Dunkelfeld-Kanals tritt ein Fo-

todetektor und an die Stelle der Beobachtung bzw. Signaldetektion die Strahlungsquelle bzw. deren Fasereinkopplung.

Ergebnisse:

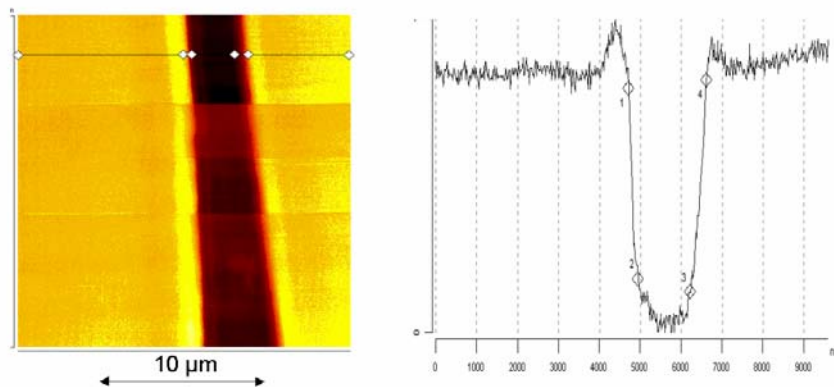
Bisher wurden mit dem Sensor-Objektiv bereits Ergebnisse in den verschiedenen Betriebsarten erreicht. Beispielhaft werden hier Messungen als Rasterkraft- und optisches Nahfeldmikroskop aufgeführt.



Bei rasterkraftmikroskopischen Untersuchungen auf Proben mit selbstorganisierten Quantenpunkt-Strukturen (InAs Quantum Dots auf GaAs-Substrat) sind nicht nur die Punkte, sondern sogar einzelne atomare Ebenen des GaAs-Substrats sichtbar gemacht worden.

Die nahfeldoptischen Bilder zeigen Auflösungen von bisher ungefähr 170-200 nm (bei $\lambda = 1064$ nm). Diese Messungen erfolgten mit Sonden mit einer nominellen Apertur von 150 - 200 nm.

Bessere Auflösungen sind mit Spitzen mit kleineren Aperturen erreichbar: So wurden mit diesem Sondentyp in unseren vorausgegangenen Arbeiten bereits laterale Auflösungen bis ca. 50 nm nachgewiesen ($\lambda = 1064$ nm). Diese hochauflösenden Sonden werden in Kürze auch in diesem neuen Sensor-Objektiv eingesetzt.



Literatur:

- Dal Savio, C.; Wolff, H.; Dziomba, T.; Fuß, H.-A.; Danzebrink, H.-U.: A compact sensor-head for simultaneous scanning force and near-field optical microscopy. *Precision Engineering* 26 (2002), 199-203.
- Dziomba, T.; Danzebrink, H.-U.; Lehrer, C.; Frey, L.; Sulzbach, T.; Ohlsson, O.: High-resolution constant-height imaging with apertured silicon cantilever probes. *Journal of Microscopy* 202 (2001), 1, 22-27.
- Danzebrink, H.-U.; Kazantsev, D.V.; Dal Savio, C.; Pierz, K.; Güttler, B.: Optical microscope with SNOM option for micro- and nanoanalytical investigations at low temperatures. *Appl. Phys. A* 76 (2003), 889-892.