

Schriftenreihe des Instituts für Produktionsmesstechnik

Band 4

Gábor Molnár

**Mikrointerferometrie mit Lichtquellen
unterschiedlicher spektraler Eigenschaften**

Shaker Verlag
Aachen 2008

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 2007

Copyright Shaker Verlag 2008

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-7291-3

ISSN 1862-4456

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Mikrointerferometrie mit Lichtquellen unterschiedlicher spektraler Eigenschaften

-Kurzfassung-

Mikrotechnisch erzeugte Produkte und Bauteile befinden sich seit langer Zeit nicht nur im Entwicklungsstadium, sondern haben ihren Platz in vielen kommerziellen Produkten gefunden. Prägnante Beispiele können wir z.B. in der Medizintechnik, in der mobilen Telekommunikation und in der Automobilindustrie finden. Bei der Herstellung dieser mikrotechnischen Teile ist es zwingend, die adäquate Messtechnik in der Prozesskontrolle und in der Qualitätssicherung zur Verfügung zu stellen und parallel zu entwickeln. Wichtige Gesichtspunkte dabei: die Schnelligkeit und die hohe Auflösung.

Die Mikrointerferometrie ist in der Lage, die oben genannten wichtigen Anforderungen (Messgeschwindigkeit, Auflösung) zu erfüllen. Diese Methode erlaubt eine Oberflächentopographiebestimmung mit Nanometerauflösung innerhalb eines Tiefenmessbereichs von $100\mu\text{m}$ und mehr.

Bei der Oberflächenrekonstruktion aus den sequenziell aufgenommenen Interferenzbildern werden grundsätzlich die folgenden zwei Methoden verwendet: die VSI (Vertical Scanning Interferometry) und die PSI (Phase Shifting Interferometry). Bei der VSI Methode (auch als Weißlichtinterferometrie bekannt) wird die Probe mit einer breitbandigen Lichtquelle beleuchtet und mit äquidistanten Schritten vertikal verschoben. In einem kleinen Bereich um die Fokuslage treten Interferenzerscheinungen auf. Basierend auf den aufgenommenen Interferenzbildern wird für jedes Pixel das Maximum des Streifenkontrasts berechnet. Die relativen vertikalen Positionen dieser Maxima definieren dann das 3D Oberflächenprofil. Diese Technik ist unempfindlich gegen Unstetigkeiten, aber die erreichbare Auflösung ist auf etwa 5 nm begrenzt. Bei der PSI Methode wird die Probe mit sehr schmalbandigem Licht beleuchtet (dadurch ist eine höhere Kohärenzlänge erreichbar), und entsprechend der verwendeten Lichtwellenlänge λ wird die Probe in wenigen kleinen (z. B. 4 mal $\lambda/8$) Schritten vertikal verschoben. Mit dieser Technik ist eine Auflösung von $0,1\text{ nm}$ erreichbar, mit einem Eindeutigkeitsbereich bis zu $\lambda/4$.

In dieser Arbeit werden zwei mögliche Methoden vorgestellt, die entsprechend den oben genannten Spezifikationen entwickelt wurden. Um diese neuen Ansätze zu testen, wurde eine flexible Entwicklungsplattform mit der zugehörigen Ansteuerungssoftware entwickelt und in der Signalerfassung mit Erfolg eingesetzt.

Die erste vorgeschlagene Lösung ist vom Prinzip her ein modifiziertes Weißlichtinterferometer mit der Besonderheit, dass als Beleuchtung mehrere Lichtquellen mit unterschiedlichen Kohärenzeigenschaften parallel eingesetzt werden. Durch den gleichzeitigen Einsatz von mehreren Lichtquellen mit unterschiedlichen Kohärenzeigenschaften ist es möglich, eine Messmethode zu realisieren, in der eine hohe vertikale Auflösung mit großem Eindeutigkeitsbereich verbunden ist.

Der zweite empfohlene Ansatz basiert auch auf einer interferometrischen Messanordnung, aber im Laufe der Messung wird auf mechanisch bewegte Elemente verzichtet, das Messsignal wird rein elektronisch generiert. Als Lichtquelle kommt in diesem Fall eine breitbandige Halogenlampe zum Einsatz kommen, und die für die Messung erforderliche Signalmodulation wird durch einen kontrollierten Spektralscan erzeugt, der mit Verwendung von einem schmalbandigen durchstimmbaren Flüssigkristallfilters (LCTF) realisiert wurde. Der Verzicht auf eine Scaneinheit bedeutet, dass dadurch auch ihr erheblicher Einfluß auf die Messunsicherheit entfällt.