Berichte aus der Mikro- und Feinwerktechnik

herausgegeben von Prof. Dr. rer. nat. S. Büttgenbach

Band 31

Thomas Krah

Mikrotasterarrays zur parallelisierten Messung von Mikrostrukturen

Shaker Verlag
Aachen 2011

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., 2010

Copyright Shaker Verlag 2011
Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-0506-6
ISSN 1433-1438

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

Zusammenfassung

Dissertation „Mikrotasterarrays zur parallelisierten Messung von Mikrostrukturen“, ISBN 978-3-8440-0506-6

Mikrotechnisch hergestellte Produkte haben in einer Vielzahl von Feldern des täglichen Lebens Einzug gehalten. All diese Produkte müssen auf Maßhaltigkeit und ihre Funktion überprüft werden, um vorgegebene charakteristische Größen wie von Aktoren erzeugte Kräfte, Federraten und geometrische Abmessungen der Systeme und damit ihre einwandfreie Funktion zu garantieren. Üblicherweise werden Mikrosysteme in Zeilen und Spalten mit fester periodischer Anordnung auf einem gemeinsamen Substrat arrangiert und alle parallel, d.h. alle zur gleichen Zeit bearbeitet. Um nun eine große Anzahl an verschiedenen Geometrien und somit an Systemen bei einer Batchfertigung wirtschaftlich messen zu können, bietet sich eine parallelisierte taktile Messtechnik an. Hierbei könnten alle Vorteile taktil messender Systeme genutzt werden, ohne den Nachteil langer Messzeiten in Kauf nehmen zu müssen. In dieser Arbeit werden Tasterarrays beschrieben, mit deren Hilfe sich nicht nur Strukturabmessungen einzelner Systeme, sondern auch Formabweichungen eines in der Fertigung befindlichen Substrats und Kräfte und Verschiebungen in alle drei Raumrichtungen messen lassen.

Die hier vorgestellten Tasterarrays bestehen aus Einzeltastern, die entsprechend dem Abstand der zu messenden Mikrosysteme in einem gemeinsamen Substrat angeordnet sind. An einem Tasterarray aus 3 x 3 Tastern werden die Herstellungsprozesse, die einzelnen Komponenten und die sich aus der parallelen Antastung ergebenden Besonderheiten des Sensorarrays näher untersucht.

Für die Untersuchungen wurden Tasterarrays mit Siliziummembranen und Kunststoffmembranen angefertigt. Unabhängig vom verwendeten Membranmaterial wurden für die Arrays unterschiedliche elektrische Verschaltungen erstellt. Bei den Designs der Einzeltaster, die den Ausgangspunkt für die Entwicklung der Tasterarrays darstellten, dienen vier Wheatstone-Brücken zur Detektion einer Antastung. Bei ihnen werden alle Brücken einzeln mit Spannung versorgt, was sich allerdings als nicht praktikabel herausgestellt hat, da die hohe Anzahl an benötigten Kontakten schwer zu handhaben wäre. Um nun diese Zahl zu reduzieren und die Signalverarbeitung bzw. die Primärelektronik zu vereinfachen, wurde zunächst eine Verschaltung mit einer Reihenschaltung aller Brücken getestet und anschließend verschiedene zeilen- und spaltenweise Anordnungen der Leiterbahnen erstellt.

Weiteres Augenmerk lag auf einer Anpassung der für das Antasten der zu messenden Objekte eingesetzten taktilen Elemente an die Bedürfnisse eines Tasterarrays. Kommerziell erhältliche taktile Elemente weisen bei ihren Abmessungen und der Positionierung der Tastkugel auf dem Taststiftschaft zu große Abweichungen auf. Im Rahmen dieser Arbeit wurden angepasste taktile Elemente aus Silizium, Keramik und Wolframkarbid angefertigt. Bei den taktilen Elementen aus Silizium konnte das eutektische Bonden als Verbindungstechnik angewendet werden, wodurch sich die beim üblicherweise verwendeten Kleben auftretenden Kriecheffekte gänzlich ausschließen ließen. Mit den stern- und l-förmigen taktilen Elementen aus Wolframkarbid und deren reduziertem Tastkugeldurchmesser auf 40 µm ist es nun erstmals möglich, Strukturen wie Hinterschnitte, Einstiche im Inneren von Bohrungen oder Gräben, die sich zum Grund hin aufweiten, zu messen, die bisher in der Mikromesstechnik nicht zugänglich waren. Um nicht nur bei den geometrischen Abmessungen der taktilen Elemente geringe Abweichungen zu garantieren, wurden verschiedene Vorrichtungen zur parallelen Montage der Taststifte angefertigt, die deren exakte Ausrichtung erlauben. Zum Charakterisieren der Tasterarrays oder des Mikrokoordinatenmessgeräts, in dem die Arrays zum Einsatz kommen, oder zum Vergleich der Tasterarrays mit Messgeräten mit verschiedenen Messprinzipien werden diverse angefertigte Prüfkörper vorgestellt. Trotz Verbesserungsbedarfs bei der Ausrichtung der Tastkugeln zueinander steht nun ein taktiles Messverfahren zur wirtschaftlichen Messung von Mikrostrukturen zur Verfügung.