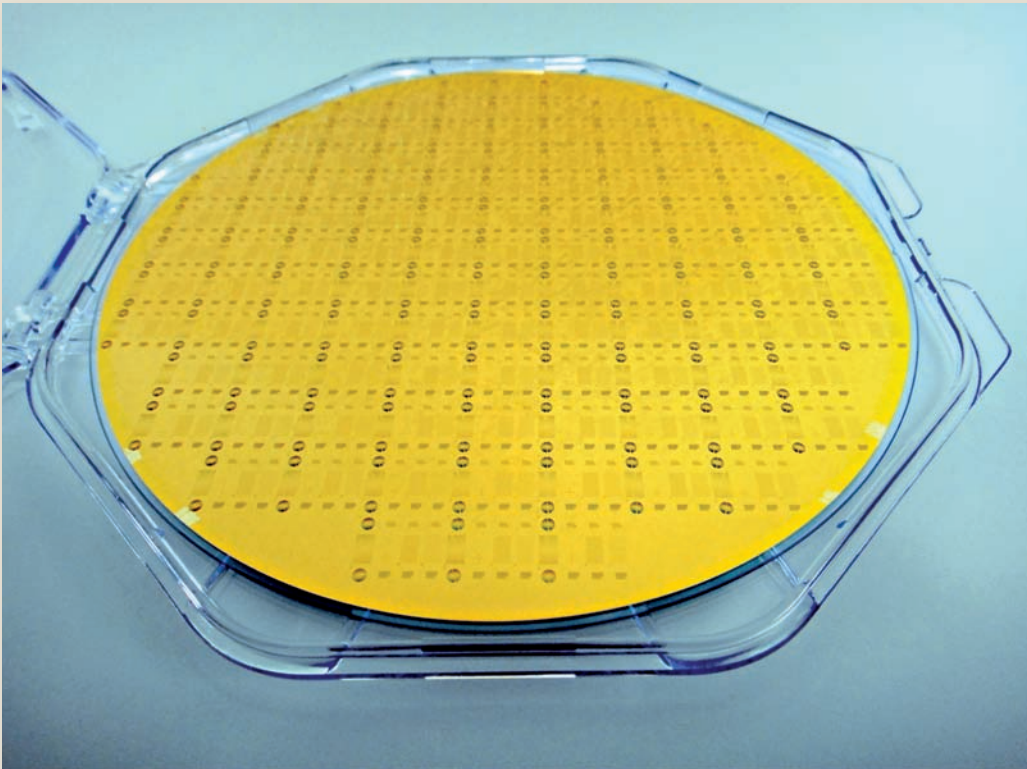


Myun-Sik Kim, Marcus Grigat und Claudia Delto

Optische 3D-Messtechnik für Mikrolinsenarrays



nanofocus
see more

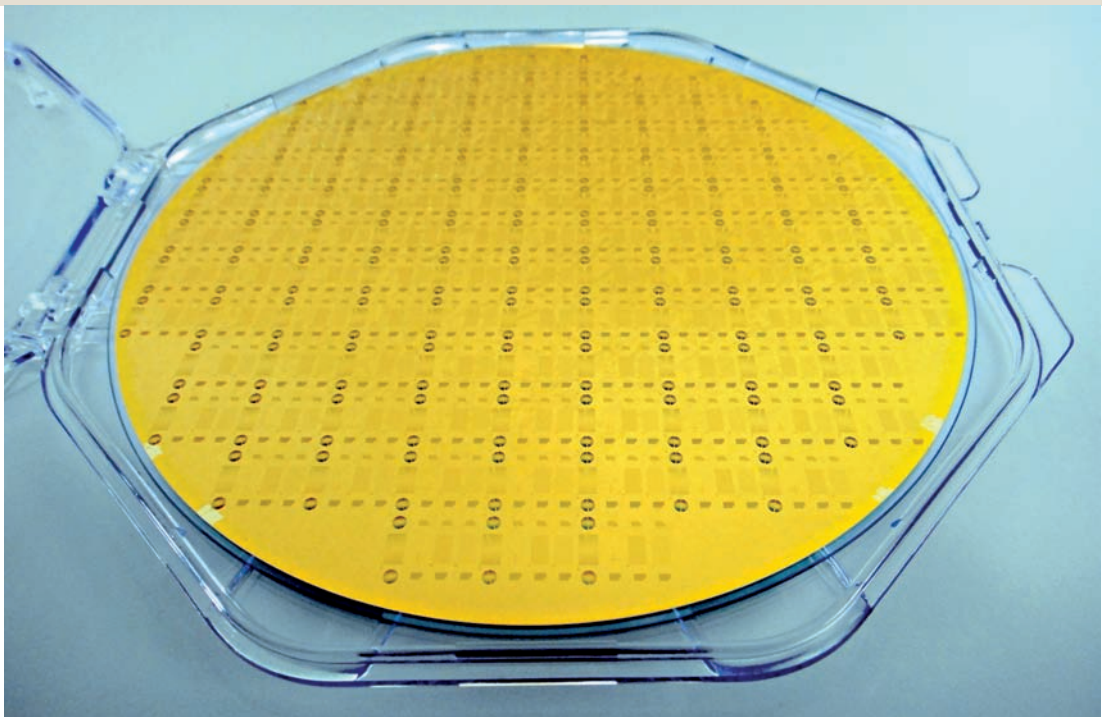
HERSTELLER
NanoFocus AG
Lindnerstr. 98
46149 Oberhausen
Tel. +49 208 62000-0
Fax +49 208 62000-99
www.nanofocus.de

ANWENDER
SUSS MicroOptics SA
Rouges-Terres 61
CH-2068 Hauterive
Tel. +41 32 56644-44
Fax +41 56644-99
www.suss.ch

Optische 3D-Messtechnik für Mikrolinsenarrays

Die Leistungsfähigkeit von Mikrolinsenarrays hängt entscheidend von den optischen Eigenschaften ab, die durch die **FORMGENAUIGKEIT** der Linsen bestimmt werden. Um Defekte zu erkennen oder Entwicklungs- und Produktionsprozesse in der Mikrolinsenproduktion zu optimieren, ist die passende Messtechnik unerlässlich.

Bild 1. Mikrolinsenarrays werden bei Suss MicroOptics mit Verfahren der Halbleitertechnik hergestellt



**MYUN-SIK KIM, MARCUS GRIGAT
UND CLAUDIA DELTO**

Miniaturisierung, hohe Funktionalität und Optimierung von Packaging-Prozessen sind die entscheidenden Stichpunkte, wenn es um den Einsatz waferbasierter Mikrooptik geht. Die steigenden Anforderungen an die Komponenten bei gleichzeitiger Miniaturisierung sind ein Trend der heutigen Zeit. In allen Bereichen, in denen die Lichthomogenisierung und präzise Strahlformung von Licht eine Rolle spielt, bieten Mikrooptiken die Möglichkeit, Komponenten weiter zu verkleinern, Produktionskosten zu senken und die Leistung des Endprodukts zu erhöhen.

Waferbasierte Mikrooptik mit Potenzial

Mit waferbasierten Herstellungstechnologien können in Massenproduktion qualitativ hochwertige Mikro-

optiken hergestellt werden, die in einer großen Bandbreite von innovativen Produkten Anwendung finden: von der optischen Telekommunikation über die Kameratechnik bis hin zu Anwendungen in der Medizin-

> KONTAKT

HERSTELLER
NanoFocus AG
46149 Oberhausen
Tel. +49 208-62000-0
Fax +49 208-62000-99
www.nanofocus.de

ANWENDER
SUSS MicroOptics SA
CH-2068 Hauterive
Tel. +41 32 566 44 44
Fax +41 32 566 44 99
www.suss.ch

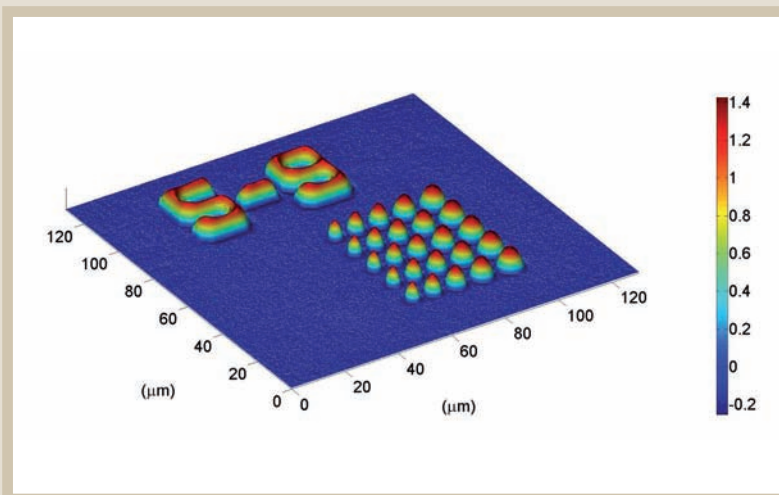


Bild 2. 3D-Messung von sphärischen Mikrolinsen: Deutlich erkennbar sind die unterschiedlichen Durchmesser zwischen 5 und 9 µm

technik oder der Halbleiterindustrie, wo insbesondere das Packaging eine entscheidende Rolle spielt. Mikrolinsenarrays bieten daher ein großes Potenzial für zukünftige Entwicklungen und den Einsatz in einer Vielzahl von Produkten.

Das Unternehmen Suss MicroOptics im schweizerischen Neuchâtel entwickelt und produziert hochwertige Mikrooptiken in 200-mm-Wafertechnologie (8 Zoll). Die Produktion basiert auf Standardtechnologien der Halbleiterindustrie wie Fotolithografie, Belackung und Ätztechnik (**Bild 1**). Auf diese Weise werden Arrays mit einigen Tausend oder Millionen Mikrolinsen aus synthetischem Quarzglas oder Silizium auf einem Wafersubstrat gefertigt. Diese waferbasierte Herstellungsmethode ermöglicht das höchstpräzise Formen der winzigen Linsenprofile und die genaue Positionierung der Linsen im Array (**Bild 2**).

Die erfolgreiche Entwicklung und Herstellung von Mikrooptiken auf Waferbasis steht in engem Zusammenhang mit dem Einsatz einer geeigneten Messtechnik. Bei der Herstellung der miniaturisierten optischen Bauteile entscheidet die Maßhaltigkeit der komplexen Oberflächengeometrien über den Produktionsausschuss (Yield), denn die Leistungsfähigkeit der Mikrolinsenarrays hängt von der Formpräzision und Uniformität des Wafers ab. Das Produktionsziel besteht darin, eine größtmögliche Gleichmäßigkeit von Linse zu Linse beziehungsweise Wafer zu Wafer zu erreichen. Sowohl in der Entwicklung neuer Produkte wie auch in der Qualitätssicherung und Produktionskontrolle etablierter Produkte ist eine hochpräzise Messtechnik wichtig, um optimale Prozessparameter zu definieren und fehlerhafte Teile zu bestimmen.

Messlösungen für Entwicklung und Produktionskontrolle

Mikrolinsen von geringer Größe sind inhärent schwierig zu produzieren und zu charakterisieren. Bei Durchmessern von unter 100 µm ist das Messen der Struktur und Form der Linsen auf einem Array eine Herausforderung. Daher sind in der Mikrooptik spezielle Messtechnologien notwendig, die hauptsäch-

lich zwei Ziele erfüllen müssen: Zum einen müssen sie schnelle und präzise Messergebnisse liefern, die es erlauben, den Herstellungsprozess zu überwachen und zu optimieren. Zum anderen ist ein vollständiges Wafermapping in der Qualitätssicherung nötig, um defekte Elemente auf dem gesamten Array verlässlich detektieren und lokalisieren zu können.

Weder die Messlösungen der Halbleiterindustrie noch die der klassischen Optikfertigung können allein die Anforderungen der waferbasierten Mikrooptik erfüllen. Messungen mit Interferometern, wie sie für klassische Linsen verwendet werden, können die kleinskaligen Profile von Mikrolinsen nicht verlässlich darstellen. Taktile Messsysteme sind gut einsetzbar, um Ätziefen auf Mikrolinsen zu messen, Linienscans von Mikrolinsenprofilen zu erstellen und um die Scheitelhöhe der Linsen auf dem Wafer zu bestimmen. Sie können jedoch keine dreidimensionalen Informationen über die Form und die Struktur der Mikrolinsen auf dem Array liefern. Ebenso ist die Auflösung taktile Messsysteme aufgrund der geringen Probengröße und der Einschränkungen der Nadelgeometrie zu begrenzt. Darüber hinaus ist mit der Abtastung die Gefahr einer Beschädigung der Probe verbunden.

Für die Qualitätssicherung und Produktionskontrolle nutzt Suss MicroOptics die Vorteile eines optischen 3D-Oberflächenmesssystems aus der µsurf®-Produktserie von NanoFocus aus Oberhausen (**Bild 3**). Die µsurf-Messtechnik basiert auf der von NanoFocus entwickelten optischen 3D-Konfokaltechnik. Das Kern-

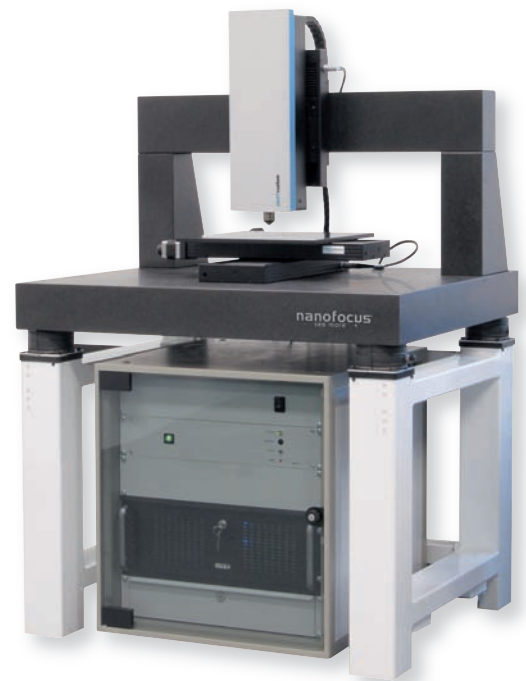


Bild 3. Das optische Oberflächenmesssystem µsurf® liefert wiederholgenau und hochpräzise 3D-Messdaten

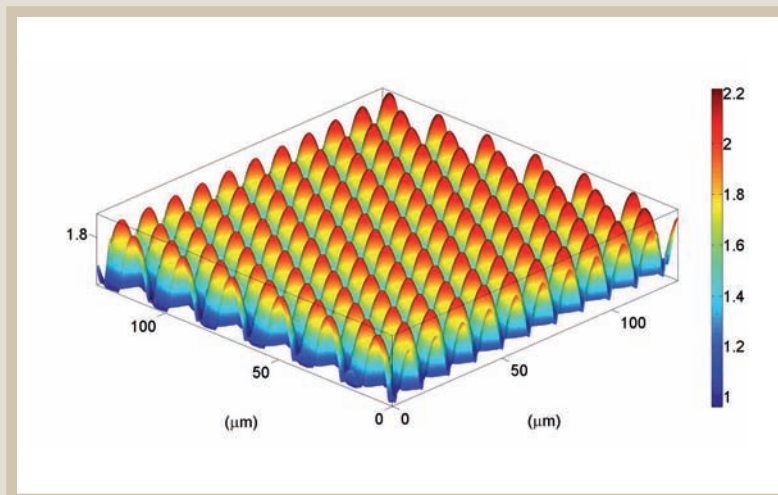


Bild 4. Hexagonales Mikrolinsenarray mit einem Linsendurchmesser von 14,2 µm

element dieser speziellen dreidimensionalen Abbildung ist eine optische Filtereinheit, mit deren Hilfe Bilddaten mit Auflösungen bis in den Nanometerbereich erzeugt werden. Im Gegensatz zu konventionellen Mikroskopbildern werden beim Konfokalbild unscharfe Bildinformationen durch die Blendenwirkung ausgefiltert. »Die μ surf-Technologie erzeugt echte 3D-Daten, die eine höhere Aussagekraft als 2D-Bilddaten haben und damit prozesstechnisch wertvolle Ergebnisse liefern. Die hohe Wiederholgenauigkeit und Reproduzierbarkeit der Messergebnisse unserer Systeme garantieren verlässliche und stabile Messdaten«, erklärt Jürgen Valentin, Technologievorstand bei NanoFocus. Darüber hinaus arbeitet das Messsystem berührungslos und damit völlig zerstörungsfrei. Eine vorherige Probenvorbereitung ist nicht notwendig. Vor allem aber bietet die NanoFocus-Messtechnik, im Gegensatz zu anderen Messtechnologien, in der Anwendung bei Suss MicroOptics die Möglichkeit eines vollständigen Wafermappings und automatisierbare Messabläufe.

Wafermapping und automatisierbare Messungen

Eine der Kernkompetenzen von Suss MicroOptics ist das Plasmaätzen (RIE) zum Erstellen der gewünschten Linsenform. Diese wird definiert durch den Krümmungsradius und die konische Konstante der Linsen. Diese zwei Parameter genau zu bestimmen ist daher eine essenzielle Voraussetzung, um die Plasmaätzprozesse optimieren zu können.

Mit der konfokalen 3D-Oberflächenmesstechnik können Mikrolinsen zu verschiedenen Zeitpunkten des Herstellungs- und Bearbeitungsprozesses gemessen werden. Das Messgerät μ surf bestimmt den Krümmungsradius und die konische Konstante – auf einer einzelnen Linse ebenso wie auf einem kompletten Mikrolinsenarray (**Bild 4**). Mit dem Ziel, die Messtechnik in den Produktionsprozess zu integrieren, liegt hierin der Nutzen des NanoFocus-Systems für Suss MicroOptics.

Bei den automatisierten Messungen ganzer Wafer spielen die Autofokus- und die Stitchingfunktionen eine entscheidende Rolle. Dank der Autofokussfunktion benötigt das μ surf-System keine Fokussierungseinstellung oder manuelle Anpassung für die Messung der einzelnen Mikrolinsen. Der Messkopf fährt definierte Messpositionen an und startet nach der Autofokussierung automatisch die Messung. Das Wafermapping wird auch durch die in der NanoFocus-Software integrierte Stitchingfunktion, das heißt die Verknüpfung benachbarter Messfelder zu einem geschlossenen Datensatz, unterstützt. Die Software ermöglicht ebenso Wafermap-Importe und die Nutzung einer Datenbank.

Zuvor führte Suss MicroOptics zur Qualitätskontrolle der Mikrolinsenarrays Messungen an fünf genau definierten Stellen – mittig, links, rechts, oben und unten – auf jedem Wafer durch. Durch die vollflächige Messung ganzer Wafer mit dem μ surf-Messgerät wird nun ein deutlich dichteres Messgitter erreicht. Dies führt dazu, dass einzelne defekte Mikrolinsen unter Tausenden identifiziert und detektiert werden können. »Dank dieser Messtechnik kann diese Messaufgabe direkt in der Produktionslinie gelöst werden«, sagt Dr. Reinhard Völkel, CEO von Suss MicroOptics. Auf Basis der Messdaten können Produktionsparameter eingestellt und optimiert werden, damit die produzierten Mikrolinsenarrays den geforderten Spezifikationen entsprechen. ■

MI110256

AUTOREN

Dr. MYUN-SIK KIM ist Leiter der Messtechnikabteilung bei Suss MicroOptics im schweizerischen Huterive; kim@suss.ch

MARCUS GRIGAT ist Vorstand Entwicklung und Produktion bei NanoFocus in Oberhausen; grigat@nanofocus.de

CLAUDIA DELTO ist für die Unternehmenskommunikation bei NanoFocus zuständig; delto@nanofocus.de