

Ondrocoo/Fotolia.com

IMS Chips

- ▲ Die Hybridsysteme vereinen Sensorik und Mikrochip in einer flexiblen Polyimid-Folie.
- ◀ Flexibler Dehnungsmesssensor zur Atmungsüberwachung

## Großer Messbereich für kleinste Strukturen

Mit einem Weißlicht-Interferometer lässt sich flexible Hybrid-Elektronik prüfen.

Özgür Tan und Ellen-Christine Reiff

Beim Prüfen sehr fein strukturierter Oberflächen sind Weißlicht-Interferometer in ihrem Element. Das Verfahren arbeitet berührungslos und funktioniert mit nahezu allen Materialien. Dabei liefert die dreidimensionale optische Messtechnik nicht nur eine funktions- und strukturorientierte Auswertung als Basis für Qualitätskontrolle und Fertigungsoptimierung, sondern

auch ein Abbild der Oberfläche. Davon profitieren Bereiche von der Elektronikfertigung bis zur flexiblen Elektronik.

**A**ls Schlüsseltechnologie bildet die Mikroelektronik die Grundlage zahlreicher Innovationen in ganz unterschiedlichen Bereichen. Beispielsweise fördert das BMBF mit dem Flexmax-Projekt die Entwicklung einer flexiblen und aktiven Sen-

sormatrix für medizinische Anwendungen. Solche Sensorfolien können etwa die Atmungsüberwachung von Frühgeborenen verbessern, bei chronischen Erkrankungen Verwendung finden oder während einer Herzoperation die Position des Katheters bestimmen.

Ein Geschäftsbereich des Instituts für Mikroelektronik Stuttgart (IMS Chips) beschäftigt sich mit der Entwicklung von Hybridsyste-

men, die Sensorik und Mikrochip in einer flexiblen Polyimid-Folie integrieren. Sie lassen eine hohe Integrationsdichte zu und passen sich einfach an verschiedene Flächen und Formen an. Gleichzeitig brauchen die Produkte einen kostengünstigen, serientauglichen Herstellungsprozess. Nur dann können Patienten künftig von den Fortschritten in der Mikroelektronik profitieren.

## In der Folie eingebettet

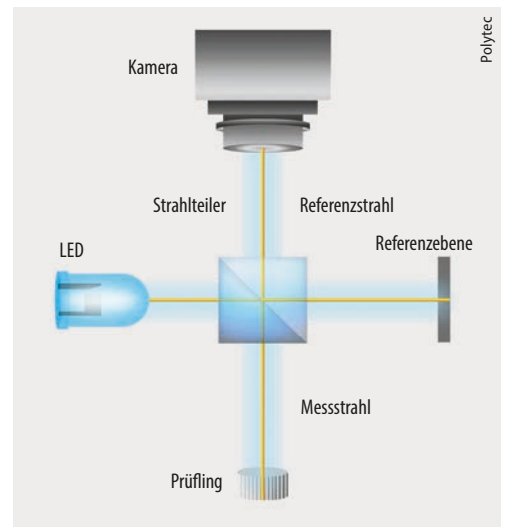
In diesem Zusammenhang spielt die Weißlicht-Interferometrie eine wichtige Rolle (**Infokasten**). Nur mit ihrer Hilfe lässt sich die Oberfläche der flexiblen Hybridelektronik flächendeckend und berührungslos überprüfen. Die Aufgabenstellung ist anspruchsvoll: Die Oberfläche und deren Beschichtung wirken sich auf die Funktionsfähigkeit der Hybride aus und dürfen durch Messungen nicht beschädigt werden. Die flexiblen elektronischen Systeme integrieren Standard-ICs, die für die Anwendung entsprechend gedünnt sind, sowie die komplette Anschluss-technik.

In der Wafer-basierten Produktion werden die Chips auf eine Polyimidfolie gebettet, überschichtet und mit lithografischer Strukturierung verdrahtet. Zur Qualitäts-

kontrolle gilt es, die feinen Strukturen des vierlagigen Aufbaus zu überprüfen. Gleichzeitig tragen die Ergebnisse dazu bei, die Fertigung zu evaluieren und zu optimieren. „Taktile Verfahren sind dazu nicht geeignet“, erklärt Christine Harendt, die das Geschäftsfeld Halbleiterintegration bei IMS Chips leitet. „Die Information über die Oberfläche wird hier nur zweidimensional entlang eines Profils gewonnen.“

Das Entwicklungsteam entschied sich deshalb für ein modernes mikroskopbasiertes Weißlicht-Interferometer, das Polytec entwickelt hat, um sehr feine Strukturdetails zu erkennen (**Abb. 1**). Die zusätzlich zur Höhenmessung gelieferte Farbinformation (RGB) vom Messobjekt vereinfacht die Fehlerzuordnung (**Abb. 2**). Das mikroskopbasierte Weißlicht-Interferometer bietet dafür motorisierte  $x$ -,  $y$ - und  $z$ -Achsen mit einem Verfahrensbereich von  $200 \times 200 \times 100 \text{ mm}^3$  sowie einen motorisierten Objektivrevolver und eine motorisierte Kippplattform (Neigetisch).

Bei der beschriebenen Anwendung sind vier Objektive im Einsatz, sodass sich die Prüfbläufe automatisiert nach bestimmten Rezepten ergeben. „Wir können so an vielen Stellen die Oberfläche sehr präzise messen und bekommen per Stitching-Verfahren eine genaue



**Abb. 1** Optischer Aufbau eines Weißlicht-Interferometers

Gesamtübersicht“, sagt Harendt. Dabei überzeugte nicht nur die hohe Messdatenqualität, sondern auch die partnerschaftliche Kooperation mit den Spezialist:innen aus Waldbronn.

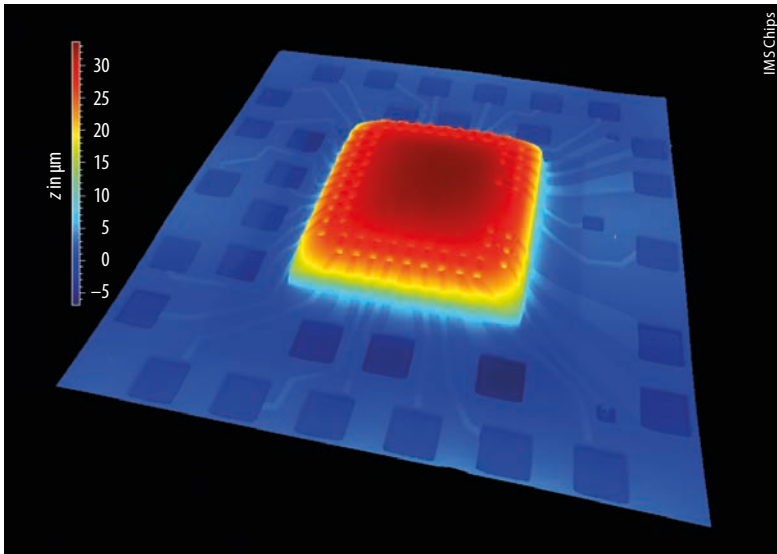
## Modular und individuell

Die Exportmöglichkeiten erlauben es, die 3D-Messdaten der Weißlicht-Interferometer mit jeder geeigneten Auswerte-Software zu bearbeiten. Als besonders einfach und praxiserweitert erweist sich die speziell für diese Polytec-Topografie-Messsysteme entwickelte TMS Software,

## Technik im Detail

Moderne **Weißlicht-Interferometer** nutzen die Interferenzeffekte aus und basieren auf dem Prinzip des Michelson-Interferometers, wobei der optische Aufbau eine Lichtquelle mit einer Kohärenzlänge im  $\mu\text{m}$ -Bereich enthält. Ein Strahlteiler spaltet den kollimierten Lichtstrahl in Mess- und Referenzstrahl auf. Der Messstrahl trifft das Objekt, der Referenzstrahl einen Spiegel. Das von Spiegel bzw. Messobjekt zurückgeworfene Licht wird am Strahlteiler überlagert und auf eine Kamera abgebildet. Stimmt der optische Weg für einen Objektpunkt im Messarm mit dem Weg im Referenzarm überein, kommt es zu konstruktiver Interferenz. Das Kamerapixel des betreffenden Objektpunktes hat dann die maximale Intensität; für andere Objektpunkte hat das zugeordnete Kamerapixel eine niedrigere Intensität. Geräte mit telezentrischem Aufbau erfassen die Topografie großer Flächen in einem Messvorgang innerhalb einer kurzen Messzeit und erreichen auch schwer zugängliche Vertiefungen wie Bohrungen. Für eine hohe laterale Auflösung bieten sich mikroskopbasierte Systeme an, bei denen der optische Aufbau mitsamt Referenzarm in das Objektiv integriert ist.





**Abb. 2** Die dreidimensionale Höhenmessung des Objekts vereinfacht die Fehlerzuordnung.

die zahlreiche Möglichkeiten bietet, um die Messergebnisse zügig und ISO-konform auszuwerten (**Abb. 3**). Messrezepte erleichtern Routineaufgaben, wenn die Einstellungen für die Datenaufnahme (etwa Messposition, Beleuchtung, Kameraparameter) zusammen mit Auswerteparametern (Nachbearbeitungsschritte, Visualisierungs- oder Exportmöglichkeiten) für spezielle Messaufgaben vorliegen. Das spart in der Produktion Zeit und vermeidet Bedienfehler.

Zudem lässt sich die Software durch die gute Dokumentation, ihre offene Struktur und den modularen Aufbau individuell modifizieren. Harendt ergänzt: „Wir haben die Software so angepasst, dass wir jetzt auf den Wafern routinemäßig die gleichen Messpositionen anfahren und vermessen können, wie es in einer Serienproduktion bei der Prozesskontrolle nötig ist. Die offene Software-Struktur und die gute Zusammenarbeit mit Polytec haben das ermöglicht.“ Auch die Benutzeroberfläche wurde angepasst, um flexibel zu reagieren, wenn sich die Anforderungen verändern.

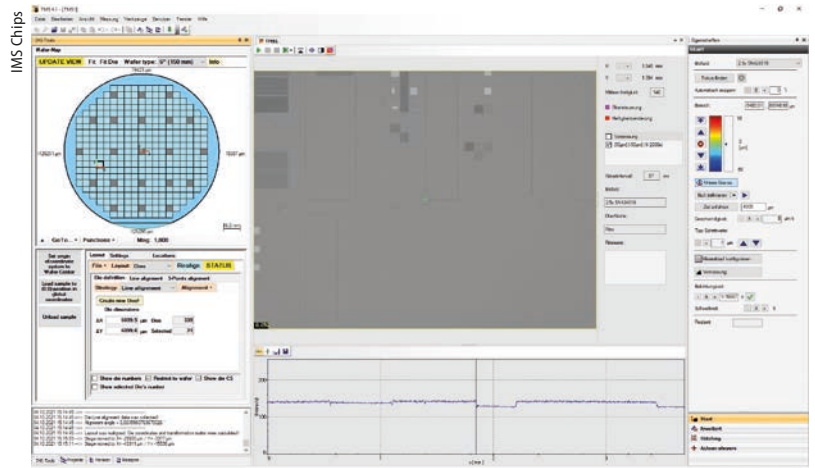
### Zahlreiche Anwendungen

Die vielseitig einsetzbaren Oberflächenmesssysteme eignen sich auch für zahlreiche weitere Aufgaben in der Mikro- und Nanotechnologie. So lassen sich Kanaltiefen auf einem Lab-on-a-Chip zuverlässig, hochgenau und schnell auswerten, die Stufenhöhe beim MEMS-Packaging bestimmen, Ebenheiten von Drucksensoren ermitteln oder MEMS anhand von Oberflächenparametern analysieren. Darüber hinaus sind

konstruktive Variationen möglich. So kann die Probenhöhe bis auf 370 mm gemessen werden; bei Bedarf lässt sich der Messkopf separat in einer Fertigungslinie integrieren. Mit der Autofokus-Funktion und automatischem Fokus-Tracker hat das Messsystem das Objekt oder die Probe immer im Blick. Der Prüfling bleibt auch bei variierenden Objektpositionen im Fokus. In rauer Fertigungsumgebung kann die optionale, patentierte Environmental-Compensation-Technologie Umwelteinflüsse automatisch kompensieren.

### Die Autor:innen

**Özgür Tan**, Strategisches Produktmarketing,  
**Ellen-Christine Reiff**, Redaktionsbüro  
 Stutensee  
 Polytec GmbH, Waldbronn,  
 Tel.: +49 7243 604 0, info@polytec.de,  
 www.polytec.com



**Abb. 3** Die Software TMS wurde speziell für Polytec-Topografie-Messsysteme entwickelt. Mit der guten Dokumentation, ihrer offenen Struktur und dem modularen Aufbau lässt sich die Software individuell modifizieren.