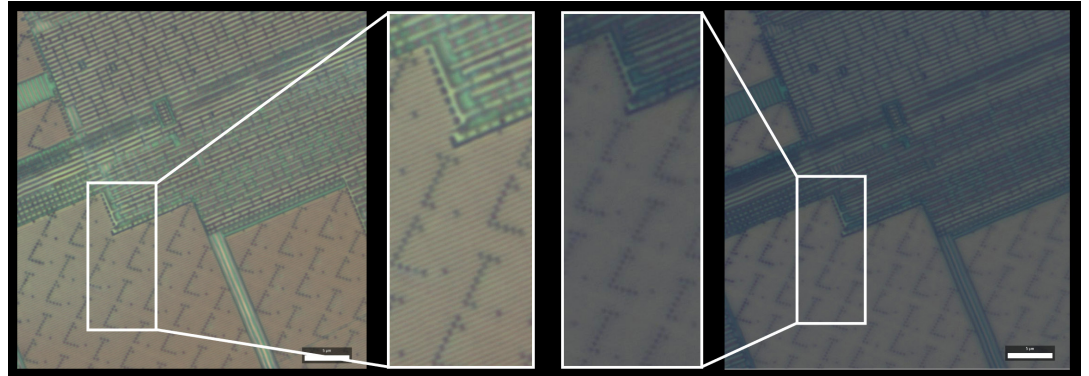




Nikon Metrology Europe geht eine Partnerschaft mit einem britischen Hersteller von Spezialoptiken ein, um die superhochauflösende Mikroskopie in den Mainstream zu bringen.



Vergleich zwischen der Inspektion eines Halbleiterwafers mit einer SMAL AIR-Linse an einem Nanoro-M-Mikroskop (links) und mit einer herkömmlichen Trockenlinse (rechts). 100-nm-Linien sind in der Vergrößerung auf dem SMAL-Bild sichtbar, aber im gleichen Bereich auf dem anderen Bild unsichtbar. Eine ähnliche Funktionalität wird bald auf einem Standardmikroskop von Nikon Metrology verfügbar sein.

Das 2014 als Tech-Start-up in Manchester, Großbritannien, gegründete Unternehmen LIG Nanowise (www.lig-nanowise.com) hat ein Fernfeld-Weißlichtmikroskop mit einer Auflösung von weniger als 100 Nanometern (nm) erfunden und Anfang 2019 auf den Markt gebracht, eine Auflösung, die zwei- bis dreimal besser ist als das, was normalerweise mit einem perfekten optischen Mikroskop aufgebaut erreicht werden kann. Die geschickte Ausnutzung der Eigenschaften einer so genannten Glas-Mikrokugel steckt hinter der Erfindung, die gegen ein fundamentales Gesetz der Physik, die Diffraktionsgrenze, verstößt (siehe Anmerkung der Redaktion unten).

Das Ergebnis dieser bahnbrechenden Erfindung war die Markteinführung des Nanoro-M-Mikroskops, einer speziellen Mikroskopeinheit, die entwickelt wurde, um die von der SMAL (Super resolution Microsphere Amplifying Lens) aufgenommenen Bilder zu verbessern, die von LIG Nanowise erfunden und patentiert wurde. Die erste Version, die auf Nikon-Objektiven basierte, erforderte, dass die zu beobachtende Probe in Wasser oder Öl eingetaucht wird. Mit der Weiterentwicklung der Technologie kam Ende 2020 zum SMAL das komplementäre SMAL AIR hinzu, als berührungsloses, tauchfreies Objektiv, das entweder in Luft oder im Vakuum arbeitet.

Sowohl die Nass- als auch die Trockenversion des SMAL-Objektivs bieten hochauflösende Hellfeldmikroskopie in voller Farbe mit erheblich gesteigerten Vergrößerungsmöglichkeiten gegenüber Standardoptiken. Allein die SMAL-Optiken bieten eine bis zu 240-fache Vergrößerung und eine räumliche

Auflösung von ca. 80 nm. In Kombination mit dem Nanoro-M-Mikroskop, das eine speziell angefertigte, direktionale Lichtquelle beherbergt, können sie das visuelle Ergebnis verbessern und Zugang zu schnellem Stitch-Scanning bieten (vorausgesetzt, die Proben sind ausreichend flach). Bei ausreichend kontrastreichen Proben sind Merkmale bis zu 50 nm erkennbar, was bei Verwendung von Weißlicht ein erstaunliches Ergebnis ist. Insbesondere ist die Inspektion mit einer SMAL-Linse völlig zerstörungsfrei und lässt die Probe unberührt, wohingegen das Auftreffen von beschleunigten Elektronen, z. B. in einem Raster- oder Transmissionselektronenmikroskop, das untersuchte Material beschädigen kann.

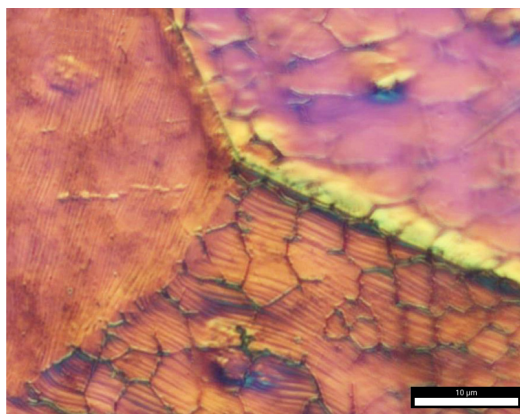
ALLTÄGLICHES OBJEKTIV MIT ÄHNLICHEN EIGENSCHAFTEN

Mit dem Ziel, die supraauflösende Bildgebung zu demokratisieren, haben sich LIG Nanowise und Nikon Metrology Europe (www.nikonmetrology.com) darauf geeinigt, ihre Zusammenarbeit durch die Einführung dieser beiden neuen Objektive für die Mikroskope der Nikon LV-Serie zu erweitern. Zusätzlich zu den SMAL-Objektiven hat LIG eng mit Nikon zusammengearbeitet, um die durch das Nanoro-M verbesserte SMAL-Bildgebung mit einem modularen Upgrade auf die LV-Mikroskope zu bringen, das von beiden Unternehmen gemeinsam unter dem Markennamen LV-MOD vermarktet werden wird. Sie werden entweder zur Nachrüstung bestehender Nikon LV-Lichtmikroskope im Feld oder als komplettes Mikroskopsystem geliefert. Mit einem Luft- und einem Immersionsobjektiv - beide eine Kombination aus optischer Technologie von LIG und Nikon - und einem verbesserten SMAL-Imaging-Modul, mit dem die LV-Mikroskope aufgerüstet werden können, wird dies sicher eine erfolgreiche Kombination.

Die offizielle Markteinführung des LV-MOD wird vor Mitte 2021 erwartet, nachdem alle erforderlichen

MIKROSKOPIE

Nikon Metrology Europe geht eine Partnerschaft mit einem britischen Hersteller von Spezialoptiken ein, um die superhochauflösende Mikroskopie in den Mainstream zu bringen.



Differenzielle Interferenzkontrastabbildung mit einem LIG Nanowise Nanoro-M Mikroskop von Korngrenzen in Graphen, das auf drei kristallinen Phasen von Kupfer abgeschieden wurde. Tests zeigen, dass das Kompositobjektiv SMAL / Nikon LV-MOD gleichwertige Ergebnisse liefert.

Qualitätsprüfungen und Produktzertifizierungen abgeschlossen sind. Tests haben gezeigt, dass die Leistung von SMAL zusammen mit einem LV100-Mikroskop mit LV-MOD-Upgrade der Leistung von SMAL mit einem Nanoro-M sehr nahe kommt. Die 240-fache Maximalvergrößerung und die 80-nm-Auflösung bleiben gleich und der Kontrast wird auf ein ähnliches Niveau angehoben, aber die Stitching-Fähigkeit ist leicht reduziert. Dies wird jedoch dadurch aufgewogen, dass nahezu identische Fähigkeiten in einem alltäglichen Laborgerät zu finden sind. Besonders vielversprechende Anwendungsgebiete, in denen bereits hervorragende Ergebnisse erzielt werden, sind die Halbleiter-Bildgebung, die Materialwissenschaft (z.B. Graphen) und die Mineralogie-Bildgebung (z.B. Platingruppenelemente).

VERSCHIEDENE ANWENDUNGEN

Beide SMAL-Kategorien und ihr jeweiliges Komposit-LV-MOD haben ihre eigenen Stärken. Die Luftlinsen bieten den großen Vorteil, dass sie nicht mit Flüssigkeit in Berührung kommen, die Probe markieren oder beschädigen. Damit sind sie ideal für die Untersuchung von Merkmalen unterhalb der Diffraktionsgrenze in der Halbleiter- und Mikroelektronikindustrie sowie in anderen Bereichen, in denen eine Kontamination der Probe mit Öl oder Wasser vermieden werden muss.

Allerdings haben die trockenen Objektive einen kürzeren Arbeitsabstand von bis zu 200 nm, im Vergleich zu 5 - 10 Mikrometern bei den nassen Versionen, wodurch die Proben flacher poliert werden müssen. Ein weiterer Vorteil der Wasser/Öl-Linse liegt darin, dass einige Proben, wie z. B. biologische oder (elektro-)chemische Proben, das Eintauchen erfordern, wodurch die Farbinformationen der Weißlichtquelle noch besser zur Geltung kommen als bei der Luft/Vakuum-Linse.

KOMMENTARE AUS DEN UNTERNEHMEN

Dr. Daniel Lonsdale, Chief Technical Officer und amtierender CEO von LIG Nanowise, kommentiert: „Die Beziehung zwischen LIG Nanowise und Nikon Metrology ist erstaunlich und war entscheidend für die Entwicklung der neuen Produktreihe. Nikon hat uns bei jedem Schritt unterstützt, indem sie uns Geräte geliehen haben und uns mit fachmännischem Rat zur Seite standen, um unsere Forschung und Entwicklung zu unterstützen.“

Die LV-Mikroskopreihe von Nikon ist in der Branche für ihre Modularität und die große Auswahl an Optionen zur Bewältigung einer Vielzahl unterschiedlicher Inspektionsanwendungen bekannt. Zu dieser extrem wettbewerbsfähigen Produktpalette kommen eine Auflösung von unter 100 nm und eine Vergrößerung,

die über den Stand der Technik hinausgeht, sowie die herkömmlichen Objektive auf demselben Objektivrevolver hinzu, was für den Kunden ein wirklich interessantes Wertangebot bedeutet.

Die Mikrosphärentechnologie und die Lösungen von LIG sind nach wie vor einzigartig und bieten faszinierende neue Einblicke in die Welt der Mikroskopie. Die Verfügbarkeit dieser neuen Sub-Diffraktions-Kompositlinsenprodukte, sowohl durch Nikon Metrology Europe als auch durch LIG Nanowise, läutet eine bedeutende Erweiterung der Flexibilität der optischen Mikroskopie ein, und ich bin sehr gespannt auf die Zukunft.“

Dr. Sebastien Vilain, leitender Optik-Ingenieur bei LIG-Nanowise, fügte hinzu: „Unser Team hat sich bei der Entwicklung dieser Produkte von Anfang an für Nikon Metrology entschieden, weil deren Objektive eine hohe Bildqualität mit hervorragender Klarheit liefern, gepaart mit einer sehr robusten Konstruktion und Bauqualität.“

Tadashi Nakayama, Corporate Vice President der Nikon Corporation in Tokio, sagte abschließend: „Wir sind von dieser Entwicklung in der Optik sehr begeistert, zumal es international bereits großes Interesse gibt. Der große Vorteil der Mikrokugellinse ist, dass sie eine nanometrische Auflösung bietet, die an die Fähigkeiten eines Elektronenmikroskops heranreicht, aber ein vollfarbiges statt eines monochromen Bildes ergibt.“

Der vielleicht größte Vorteil der neuen Weißlichttechnologie ist, dass man sie direkt in eine Produktionslinie zur automatisierten Qualitätssicherung einbinden kann. Es passt daher sehr gut zu unserer Vision von Qualität 4.0, deren Ziel es ist, ein Feedback zu liefern, um einen Fertigungsprozess so nah wie möglich in Echtzeit zu steuern und zu optimieren, um Fehler auf null zu reduzieren.“

ANMERKUNG DER REDAKTION

Im Wesentlichen besagt die Diffraktionsgrenze, dass es normalerweise unmöglich ist, Merkmale aufzulösen, die kleiner sind als etwa die halbe elektromagnetische Wellenlänge, die zur Beleuchtung und Beobachtung eines Objekts verwendet wird, in diesem Fall Licht im sichtbaren Spektrum, unabhängig von der Qualität der Linsen und der Art und Weise, wie die Optiken angeordnet sind. Der genaue physikalische Mechanismus, durch den die Mikrokugelbildung dieses physikalische Gesetz durchbricht und die Auflösung von Objekten weit jenseits der konventionellen optischen Auflösungsgrenze ermöglicht, ist Gegenstand von Diskussionen.

Es gibt drei mögliche Modelle. Eines davon ist die Super-Resonanz-Theorie, bei der die Beschreibung auf evaneszenten (stehenden) Wellen basiert, die verstärkt und in sich ausbreitende elektromagnetische Wellen umgewandelt werden, was den Zugriff auf die im Nahfeld gespeicherte Super-Auflösungsinformation ermöglicht. Ein anderes Modell basiert auf supraauflösenden photonischen Nanojets, die viel kleinere Merkmalgrößen erreichen können, als es die traditionellen optischen Grenzen erlauben. Das dritte ist das erweiterte konstruktive Lichtmodell oder die Flüstergalerie-Moden-Theorie, die einen anderen Weg bietet, um zu beschreiben, wie kleine Merkmale erkannt, übertragen und beobachtet werden können. Der aktuelle Konsens deutet auf eine komplexe Theorie hin, bei der alle drei Phänomene eine Rolle spielen.