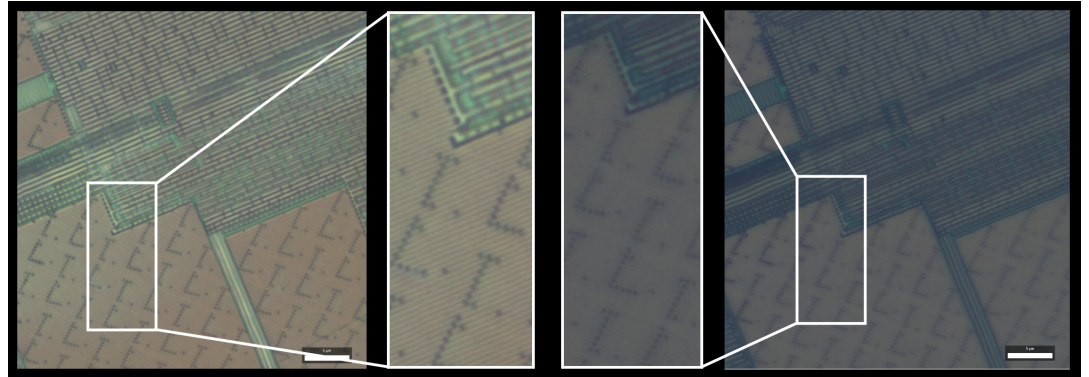




Nikon Metrology Europe s'associe à un fabricant britannique d'optiques spécifiques pour démocratiser la microscopie à super-résolution



Comparaison entre l'inspection d'une plaquette de semi-conducteur avec un objectif SMAL AIR sur un microscope Nanoro-M (à gauche) et avec un objectif sec conventionnel (à droite). Les lignes de 100 nm sont visibles avec l'agrandissement sur l'image SMAL mais invisibles sur l'autre. Une fonctionnalité similaire sera bientôt disponible sur un microscope Nikon Metrology standard.

Start-up fondée en 2014 à Manchester, au Royaume-Uni, LIG Nanowise (www.lig-nanowise.com) a inventé et commercialisé début 2019 un microscope à lumière blanche à champ lointain doté d'une résolution inférieure à 100 nanomètres (nm), deux à trois fois mieux que ce qui est habituellement possible, même avec un microscope optique parfaitement configuré. Une exploitation intelligente des propriétés de ce qu'on appelle une microsphère de verre est à l'origine de cette invention, qui contredit une loi fondamentale de la physique : la limite de diffraction (voir la note du rédacteur ci-dessous).

Cette découverte a permis le lancement du microscope Nanoro-M, une unité de microscope spécialisée conçue pour améliorer l'imagerie du SMAL (Super resolution Microsphere Amplifying Lens, objectif grossissant super-résolution à microsphère), inventé et breveté par LIG Nanowise. Basée sur les objectifs Nikon, la version initiale nécessitait que l'échantillon observé soit immergé dans de l'eau ou de l'huile. Cependant, grâce aux progrès technologiques, à la fin 2020, le SMAL a été rejoint par une version SMAL AIR, un objectif sans contact, sans immersion, qui fonctionne dans l'air ou le vide.

Les versions humide et sèche de l'objectif SMAL offrent toutes deux une microscopie à champ clair super-résolution en couleurs, avec des capacités d'agrandissement considérablement supérieures à celles des optiques standards. Seules, les optiques SMAL offrent un agrandissement à 240x et une résolution spatiale d'environ 80 nm. Associées au microscope Nanoro-M qui abrite une source lumineuse directionnelle fabriquée spécifiquement à cet usage,

elles peuvent améliorer le résultat visuel et permettre un balayage assemblé rapide (sous réserve que les spécimens soient suffisamment plats). Avec certains échantillons à fort contraste, des caractéristiques de seulement 50 nm sont discernables, un résultat fabuleux avec la lumière blanche. L'inspection avec un objectif SMAL, notamment, est totalement non-destructrice, et n'affecte pas du tout l'échantillon, alors que l'impact des électrons accélérés dans un microscope à électron à balayage ou à transmission, par exemple, peut endommager le spécimen.

DES OBJECTIFS DU QUOTIDIEN AVEC DES PROPRIÉTÉS SIMILAIRES

Afin de démocratiser l'imagerie super-résolution, LIG Nanowise et Nikon Metrology Europe (www.nikonmetrology.com) ont décidé d'étendre leur coopération en intégrant ces deux nouveaux objectifs dans la gamme de microscopes Nikon LV. Outre les produits à objectif SMAL, LIG travaille en étroite collaboration avec Nikon pour intégrer l'imagerie SMAL améliorée du Nanoro-M dans les microscopes LV grâce à une mise à niveau modulaire sera commercialisée conjointement par les deux sociétés sous la marque LV-MOD. Elle sera proposée soit pour l'adaptation sur des microscopes optiques Nikon LV existants sur le terrain, soit comme un système de microscope complet. Avec un objectif à air et un objectif à immersion, les deux étant une combinaison de technologie optique LIG et Nikon, et un module de mise à niveau d'imagerie SMAL améliorée pour les microscopes LV, la combinaison sera gagnante à coup sûr.

Le lancement officiel du LV-MOD est attendu avant la mi-2021, après toutes les vérifications de qualité nécessaires et une fois la certification du produit obtenue. Les tests ont montré que les performances du SMAL sur un microscope LV100 avec mise à niveau LV-MOD sont très proches de celles du SMAL sur un Nanoro-M. L'agrandissement 240x maximum et la

MICROSCOPIE

Nikon Metrology Europe s'associe à un fabricant britannique d'optiques spécifiques pour démocratiser la microscopie à super-résolution

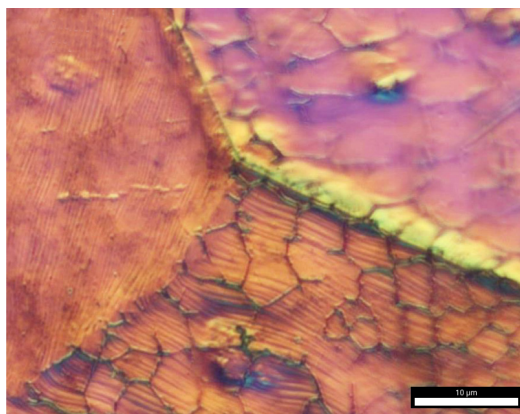


Image de contraste d'interférence différentielle, à l'aide d'un microscope LIG Nanowise Nanoro-M, des limites de grain dans du graphène déposé sur trois phases cristallines de cuivre. Les tests montrent que l'objectif composite SMAL / Nikon LV-MOD offre des résultats équivalents.

résolution 80 nm restent les mêmes, et le contraste est amélioré à des niveaux similaires, mais la capacité d'assemblage est légèrement réduite. Cependant, cela est largement compensé par des capacités quasiment identiques sur un équipement de laboratoire du quotidien. Les domaines d'application particulièrement prometteurs, où d'excellents résultats ont été atteints, sont l'imagerie des semi-conducteurs, la science des matériaux (par ex. graphène) et l'imagerie en minéralogie (ex. éléments du groupe platine).

DIFFÉRENTES APPLICATIONS

Les deux catégories de SMAL et leurs compléments LV-MOD respectifs ont leurs propres atouts. L'objectif à air a comme principal avantage de ne pas nécessiter de contact avec un fluide qui pourrait marquer ou endommager le spécimen, ce qui le rend idéal pour inspecter des caractéristiques sous la limite de diffraction dans le domaine des semi-conducteurs ou de la microélectronique, ainsi que d'autres secteurs où la contamination de l'échantillon avec de l'eau ou de l'huile doit être évitée.

Cependant, l'objectif sec présente une distance de fonctionnement inférieure, allant jusqu'à 200 nm, contre 5 à 10 microns pour les versions humides, ce qui nécessite de polir les échantillons pour obtenir une finition plus plate. Un autre avantage de l'objectif à eau/huile est que certains échantillons, comme les spécimens biologiques ou (électro-) chimiques nécessitent une immersion, ce qui permet même d'améliorer encore les informations de couleurs de la source de lumière blanche par rapport à l'objectif à air/ vide.

COMMENTAIRES DES SOCIÉTÉS

Le Dr. Daniel Lonsdale, directeur technique et directeur général par intérim de LIG Nanowise, a déclaré : « La relation entre LIG Nanowise et Nikon Metrology est fantastique et a été essentielle pour le développement de cette nouvelle gamme de produits. Nikon nous a aidés à chaque étape, en nous prêtant de l'équipement et en étant à nos côtés pour nous donner des avis d'expert en matière de R&D.

La gamme de microscopes Nikon LV est réputée dans l'industrie pour sa modularité et son large éventail d'options permettant une multiplicité d'applications d'inspection. Le fait d'ajouter à cette gamme de produits extrêmement concurrentielle une résolution inférieure à 100 nm et un agrandissement au-delà du niveau technologique actuel aux cotés des objectifs traditionnels, sur la même tourelle, offre au client une

proposition de valeur vraiment intéressante. La technologie microsphère et les solutions proposées par LIG restent uniques et offrent de nouvelles opportunités fascinantes pour le monde de la microscopie. La disponibilité de ces nouveaux produits à objectif composite sous-diffraction, par le biais de Nikon Metrology Europe comme de LIG Nanowise, annonce une extension majeure de la flexibilité de la microscopie optique, et je suis très enthousiaste pour l'avenir. »

Le Dr. Sebastien Vilain, ingénieur optique senior chez LIG-Nanowise, ajoute : « Dès le départ, nous avons choisi Nikon Metrology pour le développement de ces produits en raison des images de grande qualité, à la clarté exceptionnelle, qu'offrent leurs objectifs, associées à un design solide et une construction de qualité. »

Tadashi Nakayama, vice-président de Nikon Corporation à Tokyo, conclut : « Nous sommes très enthousiastes à propos de ce progrès dans les objectifs, d'autant plus qu'ils suscitent déjà beaucoup d'intérêt sur le plan international. Le grand avantage de l'objectif microsphère est qu'il offre une résolution nanométrique qui s'approche de celle d'un microscope à électron, mais avec des résultats en pleine couleur plutôt qu'en image monochrome.

L'avantage le plus prononcé peut-être de cette nouvelle technologie de nouvelle blanche est qu'il est possible de l'intégrer directement dans une ligne de production pour une assurance qualité automatisée. Elle correspond donc parfaitement à notre vision de la Qualité 4.0, dont l'objectif est de fournir un feedback au contrôle et d'optimiser un processus de fabrication à une fréquence la plus proche du temps réel possible, pour réduire les défauts à zéro. »

NOTE DU RÉDACTEUR

Pour résumer, la limite de diffraction fait qu'il est normalement impossible d'observer des caractéristiques plus petites qu'environ la moitié de longueur d'onde électromagnétique utilisée pour éclairer et observer un objet, dans ce cas la lumière dans le spectre visible, quelles que soient la qualité des objectifs et la manière dont ils sont installés. Le mécanisme physique exacte selon lequel l'imagerie par microsphère rompt cette loi physique et permet la résolution d'objets bien au-delà de la limite de résolution optique conventionnelle est une source de débats.

Il y a trois modèles possibles. L'un est la théorie de la super-résonance, qui implique une description basée sur des ondes évanescentes (stationnaires) amplifiées et converties en vagues électromagnétiques progressives, ce qui permet l'accès aux informations de super-résolution dans le champ proche. Un autre est basé sur les nanojets photoniques super-résolution qui peuvent atteindre des tailles de caractéristiques bien inférieures à celles que permettent les limites des optiques traditionnelles. La troisième est le modèle de lumière constructive améliorée, ou théorie des modes de galeries de chuchotement, qui permettent de décrire d'une autre manière comment les petites caractéristiques peuvent être détectées, transmises et observées. Le consensus actuel s'oriente vers une théorie complexe à laquelle chacun de ces trois phénomènes contribue.