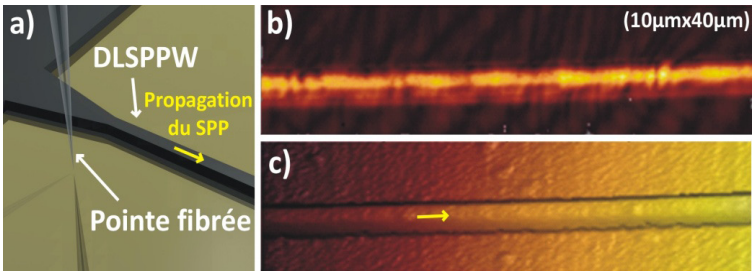
Institut Rayonnement Matière de Saclay
Brèves de l'IRAMIS
N° 223 - Juillet-août 2013 iramis-i.cea.fr

Imagerie en champ proche de guides d'onde plasmoniques

Matthieu ROBLIN : T: 02.31.45.25.64, matthieu.roblin@ensicaen.fr

Dans certaines conditions particulières, une onde lumineuse peut être confinée à l'interface entre un métal noble et un milieu diélectrique sous la forme d'une onde évanescente se propageant le long de l'interface. Cette onde de surface, appelée Plasmon-Polariton de Surface (SPP), résulte du couplage de l'onde lumineuse avec les électrons libres du métal qui oscillent alors collectivement à la même fréquence, et en phase avec l'onde optique. Une propriété spécifique du SPP est de permettre de confiner la lumière sur des dimensions transversales très inférieures à la longueur d'onde λ. Il devient alors possible de réaliser des structures de guides d'onde optique fonctionnalisés et d'envisager de les utiliser comme interface entre des composants d'optique fibrée à l'échelle micrométrique et des circuits intégrés de microélectronique à l'échelle de quelques dizaines de nanomètres. Les guides d'onde plasmoniques étudiés, appelés DLSPPW (pour Dielectric Loaded Surface Plasmon-Polariton Waveguides), sont réalisés par lithographie électronique. Ils se composent d'un ruban en polymère, de 450nm d'épaisseur et de largeur comprise entre 200nm et 1µm, déposé sur une couche d'Au de 50nm d'épaisseur. Autour λ=1,55µm, ces DLSPPW sont monomodes transverses magnétiques et guident la lumière sur quelques centaines de µm. Leurs propriétés optiques sont caractérisées expérimentalement avec un montage de microscopie en champ proche optique (SNOM), fonctionnant par rétro-injection laser, qui permet d'imager simultanément la topographie de surface de l'échantillon et la répartition du champ électromagnétique optique avec une résolution spatiale inférieure à 100nm. Les images optiques obtenues sont alors comparées aux modélisations numériques (FDTD et solveur de modes).

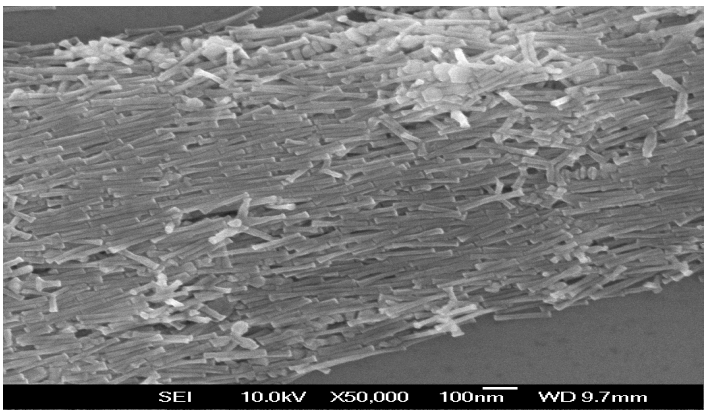
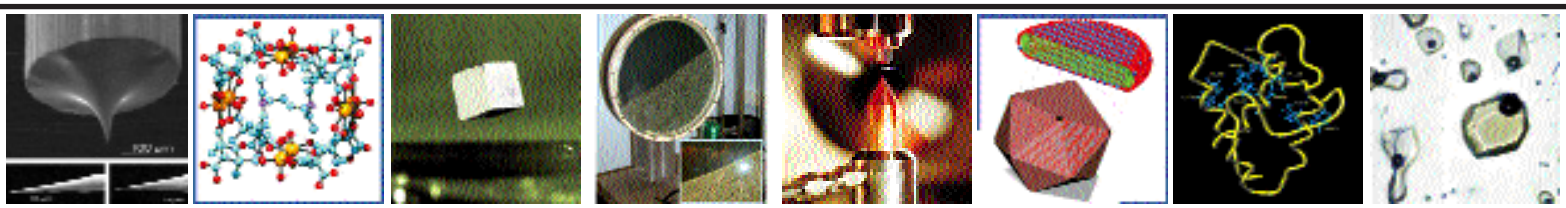


a) Représentation tridimensionnelle d'un DLSPPW dans le prolongement de la zone d'injection ; b) Image 2D la répartition de la lumière collectée par la pointe fibrée du SNOM le long du DLSPPW de 450nm d'épaisseur et de 600nm de largeur ; c) Topographie de surface du DLSPPW.

Nouveaux aimants permanents sans terres rares

Weiqing FANG : T : 01.69.08 /8250 ; Frédéric OTT : T: /6121 ; François BOUE : T : /6210
weiqing.fang@cea.fr ; frederic.ott@cea.fr ; francois.boue@cea.fr

Le monde fait actuellement face à une pénurie d'approvisionnement des terres rares dont le marché est monopolisé par la Chine (à 97%). Le marché des aimants permanents utilisés dans les moteurs électriques est particulièrement touché. Dans le cadre du projet Européen Rare Earth Free Permanent Magnets, qui regroupe une douzaine de partenaires, nous cherchons à développer des nouveaux types d'aimants permanents ne contenant pas de terres rares. Nous travaillons sur l'utilisation de l'anisotropie de forme pour obtenir des matériaux à forte coercivité. Ces matériaux sont basés sur l'utilisation de nanofils de cobalt synthétisés par voie chimique à l'INSA de Toulouse et à l'ITODYS et alignés dans des matrices polymères (voir figure). Nous étudions les différents types de mises en forme afin d'aligner les nanofils de manière unidirectionnelle dans la matrice et d'améliorer les propriétés magnétiques. Au Laboratoire Léon Brillouin, nous caractérisons par diffusion de neutrons aux petits angles les processus de renversement de l'aimantation. Les matériaux mis en forme ont des coercivités allant jusqu'à 0.7T, ce qui reste 2 fois plus faible que celles des aimants NdFeB à température ambiante. Cependant, à plus haute température, les performances des aimants de type NdFeB se dégradent très rapidement ce qui exige l'incorporation de Dyspriosium, un lanthanide très coûteux. Le problème se pose en particulier pour les voitures hybrides et les éoliennes où les températures de fonctionnement sont assez élevées. Les aimants basés sur l'anisotropie de forme pourraient alors constituer une alternative intéressante car ils restent performants à haute température.



Agrégats de nanofils de cobalt alignés (diamètre 20nm, longueur 100nm) dans une matrice polymère.