



Proposition de stage de Master 2



Sujet : Nanoparticules métalliques pour la plasmonique : ingénierie des propriétés physiques par implantation ionique d'argent et recuit thermique

Responsables : C. Bonafos, R. Carles

Email: bonafos@cemes.fr, carles@cemes.fr tel : 05 62 25 79 11 / 05 62 25 78 76

Groupe Nanomatériaux /CEMES-CNRS http://www.cemes.fr/r2_rech/r2_sr4_nmat/index.htm

Les nanoparticules métalliques enrobées dans des couches minces diélectriques sont des supports potentiels dans le domaine de la plasmonique¹ pour le confinement et le guidage de la lumière, afin d'exalter ensuite, de manière exceptionnelle, son émission ou sa diffusion par des *quantum dots* ou des molécules.

La synthèse de nanomatériaux par implantation ionique à basse énergie, une technique développée originalement au CEMES, permet la formation d'un réseau bi-dimensionnel de nanoparticules d'Ag dans des couches de silice thermique, à quelques nanomètres à peine sous la surface². En variant les conditions d'implantation (énergie et dose), il est possible de manipuler la position, la distribution de tailles et de la densité surfacique des nanoparticules et donc les propriétés optiques des couches nano-structurées. Cependant, avec ces seuls paramètres il est difficile de contrôler séparément la taille et de la densité de nanoparticules et d'obtenir par exemple un réseau peu dense de grosses particules (ou inversement un réseau très dense de petites particules).

Le but de ce stage est l'étude de l'effet de recuits thermiques post-implantation sur les caractéristiques de la population de nanocristaux (position, taille, densité surfacique, fraction surfacique précipitée). Ces paramètres seront mesurés par Microscopie Electronique à Transmission (MET) en fonction des conditions de recuit (température, durée, atmosphère). La Spectroscopie de Pertes d'Énergie des Electrons (EELS) permettra de plus une étude chimique de ces couches à l'échelle nanométrique. En parallèle à cette étude expérimentale, la modélisation de l'évolution cinétique des nanocristaux en cours de recuit sera effectuée sur la base de la théorie de la maturation d'Ostwald³.

Les propriétés optiques seront sondées par absorption et réflectivité UV-visible afin de déterminer les modes propres de résonance plasmon. Les effets d'exaltation de la section efficace de diffusion seront alors analysés par spectrométrie Raman résonnante (SERRS). Les résultats de spectrométrie optiques seront confrontés aux résultats d'analyses structurales et chimiques afin de permettre à terme, un contrôle rapide et non destructif des processus d'implantation et de recuit. A cet effet, une modélisation des spectres de réflectivité sera développée à partir de la donnée des propriétés diélectriques des divers matériaux impliqués.

L'originalité du stage réside tant dans la variété des techniques fines d'analyses physiques (MET, EELS, SERRS) qui seront sollicitées, que dans l'éventail des propriétés physiques qui seront utiles pour l'exploitation des résultats (thermodynamique des cinétiques de croissance, optique, dynamique électronique et vibrationnelle de nanostructures).

¹ La plasmonique est une discipline nouvelle au sein des nanosciences, qui réalise un lien entre l'optique et l'électronique à l'échelle nanométrique.

² R. Carles, J. Campos, C. Bonafos, G. Benassayag, V. Guieu and A. Zwick, proceedings of NANOSWEC conference (2008).

³ C. Bonafos, B. Colombeau, M. Carrada, A. Altibelli and A. Claverie Mat. Science and Eng. B, 88, 112-117(2002).