



Proposition de stage de Master 2



Sujet : Développement de sondes nano-acoustiques intégrées : application aux nouveaux oxydes de la nano-électronique

Responsables : Jesse Groenen _ Jesse.Groenen@cemes.fr _ 05 62 25 79 11
Sylvie Schamm _ Sylvie.Schamm@cemes.fr _ 05 62 25 78 77
Groupe Nanomatériaux - CEMES-CNRS

Grâce à leur grande constante diélectrique, certains oxydes de terres rares sont des candidats potentiels à l'intégration dans les futurs dispositifs de la nano-électronique pour remplacer les générations d'isolants comme SiO₂, SiON et plus récemment les oxydes à base de Hf introduits dans la production massive par Intel et IBM fin 2007. Leur exploitation suppose qu'ils puissent être déposés sous forme de films minces de taille nanométrique sur un substrat semiconducteur avec une très bonne stabilité chimique et thermique, ainsi que vis-à-vis du substrat. Il apparaît donc nécessaire de pouvoir contrôler à l'échelle nanométrique les caractéristiques chimiques et physiques qui conditionnent cette stabilité.

Nous proposons dans ce stage de développer une méthode acoustique pour sonder de telles couches, et en particulier leurs propriétés mécaniques (constantes élastiques et densité) qui sont difficiles à mesurer à ces échelles. Ce développement s'appuie sur l'étude de l'organisation chimique et structurale à l'échelle nanométrique par microscopie électronique en transmission (MET) et spectroscopie de pertes d'énergie d'électrons (EELS) [1, 2].

Les films que nous étudierons sont déposés sur une couche nanométrique de silicium qui agit comme une sonde intégrée. L'émission et l'absorption d'ondes acoustiques par cette couche sont étudiées au travers d'expériences de diffusion inélastique de la lumière (Raman-Brillouin) [3,4]. Ainsi, en ajustant les longueurs d'ondes acoustiques, l'approche temporelle SONAR est transposée en une approche spatiale dédiée aux systèmes de dimensions nanométriques.

Dans la phase de développement de la méthode, les études porteront sur un système modèle (Al₂O₃/Si). Les paramètres structuraux et chimiques mesurés par TEM-EELS seront injectés dans la modélisation Raman-Brillouin [3, 4]. Les caractéristiques de la couche d'oxyde sont finalement obtenues en confrontant simulations numériques et spectres expérimentaux. Dans une deuxième phase, nous utiliserons cette méthode pour sonder un système d'intérêt technologique à base d'oxydes d'éléments de terres rares.

[1] *Chemical/Structural Nanocharacterization And Electrical Properties of ALD-grown La₂O₃/Si Interfaces For Advanced Gate Stacks*. S. Schamm, P. E. Coulon, S. Miao, S. N. Volkos, L. H. Lu, L. Lamagna, C. Wiemer, D. Tsoutsou, G. Scarel and M. Fanciulli. Journal of the Electrochemical Society, accepted september 2008

[2] *Local structure, composition and electronic properties of rare earth oxides thin films studied using advances transmission electron microscopy techniques (TEM-EELS)*. S.Schamm, G. Scarel, M. Fanciulli in Topics in Applied Physics, Springer Berlin/Heidelberg, vol. 106 "Rare earth oxide thin films", pp 153-177 (2006)

[3] *Resonant Raman scattering by acoustic phonons in quantum dots*. A. Mlayah, and J. Groenen. Light Scattering in Solids Vol IX, Ed. M. Cardona et R. Merlin. Series Topics in Applied Physics. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007.

[4] *Inelastic light scattering by longitudinal acoustic phonons in thin silicon layers: From membranes to silicon-on-insulator structures*. J. Groenen, F. Poinssotte, A. Zwick, C.M. Sotomayor Torres, M. Prunnila and J. Ahopelto. Phys. Rev. B 77, 045420 (2008).