

Titre : Croissance de couches de graphène par ablation laser (PLD) du carbone : application à la synthèse d'électrodes sur substrats transparents

Directeur(s) de Thèse : Frédéric ANTONI, MCF-HDR

Unité(s) d'Accueil(s) : ICube / D-ESSP / MaCEPV

Établissement de rattachement : Unistra

Collaboration(s) (s'il y a lieu) : ICPEES, IPCMS, IREPA LASER.

Rattachement à un programme (s'il y a lieu) :

API Icube

Axe transverse "Ingénierie des Matériaux pour l'Energie et l'Environnement

Résumé:

Le graphène est un cristal bidimensionnel (monoplan) de carbone dont l'empilement constitue le graphite. Les exceptionnelles propriétés de transport électriques découlent de la structure de bande électronique particulière du graphène. Le graphène montre un effet de champ électrique bipolaire avec des mobilités allant jusqu'à 40 000 cm²/V.s dans le meilleur des cas (Graphène sur SiC), ce qui est encore loin de la limite maximum théorique évaluée à 200.000 cm²/V.s.

La plupart des méthodes de synthèse actuellement utilisées nécessitent un transfert du graphène sur un substrat isolant (sauf SiC), permettant ainsi de caractériser le matériau.

Le sujet de ce travail de thèse est de réaliser la synthèse de couches de graphène par une technique originale, basée sur la croissance de couches minces carbonées par ablation laser pulsée (PLD). Dans cette technique, une source laser de forte puissance irradie une cible massive de graphite placée dans une chambre à vide. La matière ainsi éjectée vient se condenser sur un substrat placé à proximité de celle-ci.

L'ablation laser de graphite permet la synthèse de couches minces carbonées dont les caractéristiques physico-chimiques sont liées aux conditions de dépôts. Ainsi, la température du substrat, la densité d'énergie du faisceau sur la cible et sa longueur d'onde sont des paramètres permettant de contrôler les propriétés des couches, soit de nature graphitiques ou diamantées [1]. La génération d'une couche de Diamond-Like Carbon (DLC) par un processus de densification de la couche de carbone permet de réaliser in situ [2], ou après différents traitements thermiques ou par laser, un film fin de graphite en surface.

Ce travail de thèse est une étude originale de synthèse de graphène sur des couches de Diamond-Like Carbon (DLC) entièrement synthétisées par PLD. En effet celui-ci a des propriétés proches du diamant (dureté, conductivité thermique, transparence dans le visible) mais sont encore plus bénéfiques comme substrat (transparence étendue à l'UV, rugosité faible, semi-conducteur).

L'étudiant aura accès à un éventail important de techniques de préparation et de caractérisation de MaCEPV (D-ESSP/ICube sur le site de Cronenbourg) qui permettront de déterminer les conditions optimales de formation de graphène. L'application visée est leur utilisation en tant qu'électrodes transparentes pour des capteurs.

References :

[1] "Thermal stability of amorphous carbon films deposited by pulsed laser ablation", S. Rey, F. Antoni, B. Prevôt, E. Fogarassy, J.C. Arnault, J. Hommet, F. Le Normand and P. Boher, Applied Physics A, 71, (2000), 433-439 (7p)

[2] Weiler M., Sattel S., Giessen T., Jung K., Veerasamy V.S., Robertson J. and Ehrhardt H., Phys. Rev. B 53 (1996) 1594-16008