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

F. Stock, F. Antoni, F. Le Normand, N. Boubiche, D. Muller, M. Abdesselam

ICube, D-ESSP, UMR 7357 (CNRS / Unistra), 23 rue du Loess 67037 Strasbourg Cedex 2

Résumé :

Un des enjeux les plus importants à venir pour les technologies d'affichage est la recherche d'une alternative durable aux oxydes conducteurs transparents notamment l'ITO (Indium Thin Oxide). En effet, l'indium étant un élément rare, il est nécessaire de trouver un matériau alternatif à cette technologie possédant des performances de conductivité et de transparence semblables. Le DLC (Diamond-like Carbon) [1-3] déposé par ablation laser pulsée du carbone [4] (PLD, Pulsed Laser Deposition), de par sa structure proche du diamant possède des propriétés très intéressantes, notamment sa transparence, sa dureté, son inertie chimique, sa stabilité thermique et sa faible rugosité de surface. Ces propriétés font de ce matériau un substrat idéal pour la réalisation de films transparents. La modification de la surface du DLC en un film graphénique permet de la rendre la conductrice et donc d'obtenir une structure alliant transparence et conductivité électrique. Le travail de thèse porte sur l'utilisation d'un procédé totalement basé sur le traitement laser réalisé en deux principales étapes, à savoir le dépôt du DLC par PLD, puis le traitement de la surface par irradiation laser (Fig. 1). Un des avantages d'un tel procédé est son intégration possible dans un procédé microélectronique classique en particulier lié au fait d'un travail à basse température. Dans une première partie de mon travail, les caractéristiques des DLC déposés dans plusieurs conditions (énergie surfacique et longueurs d'onde) sont étudiés en terme de densité et de rapport liaisons sp3(diamant)/sp²(graphite). Cette étape est un point clé pour la suite de l'étude car elle permet de déterminer les caractéristiques de la couche avant traitement, et ainsi de déterminer les paramètres optimaux du DLC en vue d'obtenir des performances comparables à celles de l'ITO. Dans une seconde étape, des traitements laser de la surface sont réalisés avec différents paramètres, comme l'énergie surfacique et le nombre de tirs. Les surfaces sont analysées par spectroscopie Raman (Fig. 2) afin de mettre en évidence la formation de couches de graphène à la surface. En complément, des mesures de conductivité électrique permettent de déterminer la performance de la structure par rapport à l'ITO. L'analyse structurelle de la surface permet également de quantifier les modifications des liaisons sp3/sp². Ces informations permettront d'optimiser les paramètres de chaque étape de procédé dans le but d'obtenir des couches les plus performantes possibles en terme de conductivité et de transparence.

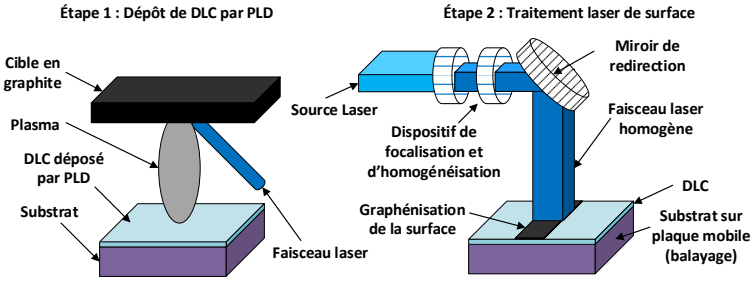

Figure 1 : Procédé de formation des couches.

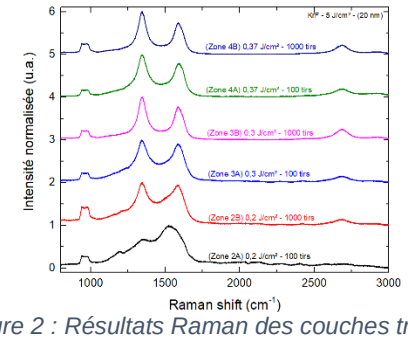

Figure 2 : Résultats Raman des couches traitées.

Références :

[1] J. Robertson, Materials Science and Engineering R37, 0927-796X/02/$ 129-281 (2002).

[2] H. O. Pierson, Handbook of carbon, graphite; diamond and fullerenes, ISBN 0-8155-1339-9.

[3] K. Lee, H. Ki, Acta Materialia 111, 315-320 (2016).

[4] A. A. Voevodin, M. S. Donley, Surface and Coatings Technologies 82, 119-213 (1996).

Contact : fstock@unistra.fr