

Films de diamant synthétisés par plasmas : du procédé de croissance aux applications

A. Valinattaj Omran, C. Mahi, R. Issaoui, O. Brinza, J. Achard, F. Bénédic

Université Sorbonne Paris Nord, LSPM-CNRS, 99 Avenue Jean-Baptiste Clément, 93430 Villetaneuse, France

mél: azadeh.valinattajomran@univ-paris13.fr

Le diamant synthétisé par dépôt chimique en phase vapeur (CVD) possède un ensemble de propriétés permettant d'envisager des applications dans le domaine de l'électronique, de l'optique, du management thermique, de la tribologie ou encore du biomédical [1]. Les procédés plasmas micro-ondes "classiques" utilisés pour la croissance de diamant ne permettent de déposer que sur des surfaces planes, limitées à 5 cm de diamètre du fait de l'utilisation d'une cavité résonnante et à des températures supérieures à 600°C [2]. L'ensemble de ces contraintes freine ainsi l'industrialisation des couches de diamant. Le LSPM dispose d'un prototype unique au monde de réacteur de dépôt à plasma micro-onde distribué Distributed Antenna Array (DAA) conçu en collaboration avec LPSC (Grenoble) et le laboratoire LAPLACE (Toulouse). Ce système repose sur l'utilisation de 16 sources plasmas en configuration matricielle fonctionnant à basse pression (<100 Pa) et en plasma de mélange CH₄/CO₂/H₂ [3]. Il permet la croissance de Diamant NanoCristallin (DNC) sur des substrats d'un diamètre supérieur à 10 cm, à des températures de surface inférieures à 400°C [4], mais aussi, à des température plus élevées (> 600 °C), de Diamant PolyCristallin (DPC) et de Diamant MonoCristallin (DMC), qui sont les deux autres formes de diamant CVD. Il permet en outre la croissance tridimensionnelle de DNC et de DPC, ce qui ouvre de nouvelles perspectives pour le revêtement de pièces de géométrie complexe [5]. Les travaux du LSPM ont ainsi montré la faisabilité de la croissance de diamant sur des substrats usuels tels que le silicium, mais surtout non conventionnels comme les polymères, l'acier inoxydable, le titane, le verre ou encore les matériaux piézoélectriques, ce qui permet d'envisager des applications innovantes, en particulier dans les domaines de l'électronique, des technologies quantiques ou du biomédical [5,6].

En dépit des travaux déjà effectués au LSPM, il subsiste encore un manque de connaissances sur de nombreux aspects de cette synthèse de diamant par plasma et une approche multidisciplinaire est donc nécessaire pour élucider les mécanismes de croissance. L'essence de mon projet de recherche est d'identifier, comprendre et contrôler les liens forts entre la source plasma, la physique de la décharge et la croissance de diamant et d'optimiser les interactions entre plasma et matériaux pour la fabrication de couches de diamant.

On pourra alors trouver les conditions opératoires permettant d'obtenir des films de diamant de bonne qualité, transparents, adhérents et avec des vitesses de croissance compatibles avec une industrialisation du produit, notamment pour des applications dans le domaine biomédical.

Références

- [1] B. Dischler, C.Wild, Springer Series in Materials Processing, Springer, 1998.
- [2] F. Silva, K. Hassouni, X. Bonnin, A. Gicquel, J. Phys.: Condens. Matter **21**, 364202 (2009).
- [3] H.A. Mehedi, J. Achard, D. Rats, O. Brinza, A. Tallaire, V. Mille, F. Silva, C. Provent, A. Gicquel, Diamond Relat. Mater. **47**, **58** (2014).
- [4] B. Baudrillart, F. Bénédic, O. Brinza, T. Bieber, T. Chauveau, J. Achard, A. Gicquel, Physica Status Solidi (a) **212**, **2611** (2015).
- [5] D. Dekkar, F. Bénédic, C. Falentin-Daudré, O. Brinza, R. Issaoui, J. Achard, Diamond Relat. Mater. **94**, **28** (2019).
- [6] B. Baudrillart, F. Bénédic, Th. Chauveau, A. Bartholomot, J. Achard, Diamond Relat. Mater. **75**, 44 (2017).

Statut : Maître de Conférences (permanent)