

# Spécialité de Master « Optique, Matière, Plasmas »

Stage de recherche (4 mois minimum, à partir de début mars 2010)

**Proposition de stage pour l'année 2009-2010 (ne pas dépasser 1 page)**

Date de la proposition : 27 octobre 2009

|   |   |                      |                           |
|---|---|----------------------|---------------------------|
| <b>Responsable du stage / internship supervisor:</b>                                  |   |                      |                           |
| Nom / name:   | Cardinaud                                       | Prénom/ first name : | Christophe                |
| Tél :   | 02 40 37 39 61                                  | Fax :                | 02 40 37 39 59            |
| Courriel / mail:  | christophe.cardinaud@cnsr-immn.fr               |                      |                           |
| <b>Nom du Laboratoire / laboratory name:</b> Institut des matériaux Jean Rouxel (IMN) |   |                      |                           |
| Code d'identification :   | UMR 6502  | Organisme :          | CNRS-Université de Nantes |
| Site Internet / web site:   | www.cnsr-immn.fr                                |                      |                           |
| Adresse / address:  | 2 rue de la Houssinière, BP32229, Nantes cedex3 |                      |                           |
| Lieu du stage / internship place:   | IMN - Equipe Plasmas et Couches Minces          |                      |                           |

|   |
|---|
| <b>Titre du stage / internship title:</b> Etude de procédés pulsés pour la gravure de HgCdTe en plasma de CH <sub>4</sub> -H <sub>2</sub>   |
| <b>Résumé / summary</b> <p>Le sujet proposé concerne les procédés de gravure de matériaux HgCdTe en plasma dense dans les mélanges CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>. Ce travail sera réalisé en partenariat avec le Laboratoire InfraRouge (LIR) du CEA-Leti à Grenoble, qui développe des photodétecteurs IR. La gravure en plasma de CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub> des matériaux HgCdTe est particulièrement complexe. L'état de l'art actuel montre l'action d'agents de gravure différents et spécifiques pour chacun de constituants de l'alliage, mais ces agents et la nature des produits formés ne sont pas tous formellement identifiés. Par ailleurs le rôle des ions (flux et énergie) et de la composition du mélange dans les défauts de surface (contamination carbonée, rugosité, conversion électrique p-n, écart à la stœchiométrie...) n'est pas bien établi. Dans un objectif de compréhension des mécanismes de gravure, de compréhension des défauts générés dans le semiconducteur par le plasma et d'optimisation du procédé de gravure il apparaît nécessaire connaître et de savoir varier les flux des différentes espèces, et notamment les flux d'ions et de radicaux méthyle sur une plage suffisamment large.</p> <p>Nous proposons d'explorer l'apport de procédés pulsés (excitation pulsée ou polarisation pulsée) pour la gravure des matériaux Hg<sub>(1-x)</sub>Cd<sub>x</sub>Te en plasma CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>. Dans un procédé pulsé, l'excitation du plasma ou la polarisation ou ces deux paramètres sont modulés par un signal de fréquence (1Hz à 30kHz) et facteur cyclique (1-99%) variables. La modulation du plasma permet pendant la phase «off» de laisser interagir avec la surface les espèces neutres à longue durée de vie, en absence de bombardement ionique. La modulation de la polarisation permet, tout en conservant les flux des espèces neutres et ionisées constants, d'alterner une phase de bombardement ionique énergétique avec une phase de bombardement ionique à faible énergie. Par cette démarche on cherchera à modifier et contrôler la composition du plasma et les conditions d'interaction plasma-surface. L'objectif ultérieur (développé dans le cadre d'une thèse) étant de progresser dans la compréhension des mécanismes de gravure et d'améliorer les procédés actuels en terme de <i>i</i>) rugosité et stœchiométrie des surfaces gravées, <i>ii</i>) profil des structures gravées, <i>iii</i>) défauts électriques.</p> <p>L'étude de l'interaction entre le plasma et le matériau concernera principalement des échantillons plein champ et s'appuiera des diagnostics <i>in-situ</i> et en temps réel du plasma. Les paramètres d'étude seront la fréquence du pulse, le facteur cyclique et la puissance crête appliquée ; la pression de travail ; la composition du mélange gazeux et la température du porte-substrat. La caractérisation physico-chimique du plasma par spectrométrie de masse (analyse chimique des espèces neutres et ionisées - recherche des produits de gravure), spectroscopie optique en émission (émission des atomes H, des radicaux CH, des atomes Cd, Hg et Te) et sondes électrostatiques (densité et température électronique, flux d'ions positifs), permettra notamment d'identifier les espèces neutres et ionisées et l'évolution de leur population respective ; l'ensemble de ces diagnostics pouvant être réalisé avec la résolution temporelle requise par la pulsation du procédé.</p> <p>Des mesures de la vitesse de gravure et des analyses de la physico-chimie des surfaces gravées sont aussi envisagées : spectrométrie de photoélectrons (XPS) quasi-<i>in-situ</i>. (composition et stœchiométrie de surface), microscopie électronique à balayage et microscopie de champ proche (morphologie, rugosité) ; cependant ces aspects seront principalement développés au cours de la thèse.</p> |
| <b>Durée du stage :</b> 4 mois  |

|   |  |                                     |          |
|---|--|-------------------------------------|----------|
| <b>Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : OUI</b>                    |  |                                     |          |
| <b>Si oui, financement de thèse envisagé / financial support for the PhD: demande de bourse DGA</b> |  |                                     |          |
| Lasers et matière   |  | Lumière, Matière : Mesures Extrêmes |          |
| Optique de la science à la technologie  |  | Physique des plasmas                | <b>X</b> |

Fiche à transmettre (fichier pdf **obligatoirement**) sur le site <http://stages.master-omp.fr>

