



GEMaC

Groupe d'Étude
de la Matière Condensée

HÉTÉROÉPITAXIE DU DIAMANT SUR IRIDIUM

Présentée par Anthony CHAVANNE

Discipline : milieux denses et matériaux

Laboratoire : GEMaC

Résumé :

L'objectif principal de ce travail de thèse concerne la réalisation de films de diamant mosaïque épitaxié sur iridium en mettant en œuvre la nucléation assistée par polarisation. Ce travail s'est donc concentré sur trois axes :

(i) Le développement de conditions conduisant à l'hétéroépitaxie du diamant sur l'iridium à partir d'un porte-échantillon spécifique. Deux modes de nucléation ont alors été obtenus, le premier par cristaux isolés, le deuxième par formation de domaines. Ce deuxième mode de nucléation spécifique à l'iridium se différencie par une croissance de diamant non observable par les méthodes conventionnelles au cours de l'étape de nucléation et un taux d'épitaxie des cristaux proche de 100%.

(ii) L'étude des mécanismes impliqués dans la formation de l'interface diamant/iridium par une approche séquentielle sous ultra-vide en utilisant des techniques de spectroscopies électroniques (XPS et Auger). Celles-ci ont permis de mettre en évidence la solubilisation du carbone dans l'iridium, l'implantation du carbone dans les premiers nanomètres de l'iridium lors de la nucléation assistée par polarisation et la formation de diamant dès les premiers instants de la croissance.

(iii) L'évaluation de la qualité des films de diamant mosaïque épais (100 μ m), réalisés avec un protocole de croissance spécifique se basant sur l'anisotropie des vitesses de croissance des faces (001) et (111). Les caractérisations des films de diamant mosaïque par diffraction des rayons X, par spectroscopie Raman et par cathodoluminescence ont montré que la nucléation par domaines permet d'obtenir des films de diamant mosaïque au niveau de l'état de l'art.

Abstract :

The main objective of this PhD work concerns the growth of epitaxial mosaic diamond films on iridium using bias enhanced nucleation. This work is focused on three axes :

(i) Development of suitable conditions for diamond heteroepitaxy on iridium using a specific sample holder. Two nucleation modes were obtained, the first by isolated crystals, the second by domains formation. For the second one, specific to iridium, no observable growth of diamond by conventional method occurs during the nucleation step and the epitaxial rate is close to 100%.

(ii) Mechanisms involved in the formation of diamond/iridium interface were studied by a sequential approach under ultra-high vacuum using electron spectroscopies (XPS and AES). From these surface characterizations, several mechanisms were identified: the carbon solubilization into iridium, the carbon implantation within the first iridium nanometers, the ionic bombardment effect during bias enhanced nucleation and diamond was detected after few minutes of growth.

(iii) The evaluation of thick mosaic diamond films quality (100 μ m), obtained by a specific growth process based on the anisotropy of (001) (111) faces growth rates. The mosaic diamond film characterization by X-ray diffraction, Raman spectroscopy and cathodoluminescence showed that nucleation by domains formation leads to mosaic diamond films at the state of the art.

Jury :

François LE NORMAND, directeur de recherche, École polytechnique/Laboratoire de physique des interfaces et des couches minces (LPICM) - UMR 7504 - Palaiseau - rapporteur

Jean MASSIES, directeur de recherche, CNRS/Centre de recherche sur l'hétéro-épitaxie et ses applications (CRHEA) - Valbonne - rapporteur

Jean-Charles ARNAULT, chercheur, CEA/Département des technologies des capteurs et du signal (LIST) - Gif/Yvette - directeur de thèse

Julien BARJON, maître de conférences, université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines/CNRS/laboratoire Groupe d'étude de la matière condensée (GEMaC) - Meudon - codirecteur de thèse

Pierre GALTIER, professeur des universités, université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines/CNRS/laboratoire Groupe d'étude de la matière condensée (GEMaC) - Meudon - examinateur

François SILVA, ingénieur de recherche, université Paris XIII-Institut Galilée/Laboratoire d'ingénierie des matériaux et hautes pressions (LIMHP) - UPR 1311 - Villetaneuse - examinateur