

Sujet : Investigation et réduction des défauts étendus dans les couches de diamant monocristallin pour l'optimisation de composants électroniques

Directeur de thèse : J. Achard

Co-Encadrants : R. Issaoui et A. Valentin

Le diamant est un matériau dont l'ensemble des propriétés (électroniques, thermiques, optiques et mécaniques) permet d'envisager de nouvelles applications dans le domaine de l'électronique. La réalisation de composants de puissance et de détecteurs de particules sur diamant a ainsi été largement démontrée à l'échelle du laboratoire. Néanmoins le transfert technologique de ces composants vers l'industrie nécessite encore une optimisation du matériau et en particulier une meilleure compréhension de la formation et de l'influence des défauts au sein du matériau (dislocations, défauts d'interface, présence de charges mobiles ou d'impuretés) qui influent très largement sur les caractéristiques électriques du diamant.

L'équipe DMC (Diamant et Matériaux Carbonés) du LSPM (Laboratoire des Sciences des Procédés et des Matériaux) est reconnue internationalement pour son expertise dans la synthèse de couches de diamant par procédé PECVD (*Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition*).

Des travaux ont été menés ces dernières années visant la croissance de couches de diamant exemptes de défauts. Des techniques de préparation de surface alliant polissage et gravure ICP associées à des stratégies de croissance ont permis de limiter la formation des dislocations lors des reprises d'épitaxie et la déviation de celles provenant du substrat. La densité de dislocation a été réduite de quasiment 2 ordres de grandeur pour atteindre  $10^4/\text{cm}^2$ . Malgré ces résultats prometteurs, la qualité de diamant obtenu doit encore être améliorée puisque, en particulier pour le développement de composants de puissance, il est encore nécessaire de réduire d'un ordre de grandeur cette densité de défauts pour être en mesure de réaliser des composants ayant un diamètre suffisant pour atteindre les valeurs de courant escomptées. Dans le même contexte, des techniques de caractérisations électriques de ces couches sont en cours de développement tant pour la quantification des défauts dans le matériau que pour la qualification du matériau dans le cadre d'applications électroniques. Ces méthodes s'ajoutent de manière très complémentaire à d'autres techniques (microscopie, spectrométrie), qui sont couramment utilisées pour identifier les défauts.

L'objectif de cette thèse est d'étudier et de réduire les défauts observés dans les couches de diamant monocristallin. Différentes conditions de croissance associées à des diagnostics plasmas, et de préparation du substrat, seront investiguées (présence d'oxygène dans le plasma, ingénierie des surfaces, microstructuration du substrat,...). Des techniques de caractérisations électriques (I-V, C-V, EBIC) en plus des techniques classiques (microscopie, spectrométrie, ...) seront mises en œuvre pour identifier les défauts dans les couches de diamant CVD et pour quantifier leur impact sur les performances du matériau. Les résultats obtenus permettront d'affiner les stratégies de croissance déjà développées pour obtenir des couches de diamant de qualité optimale pour les applications électroniques. Une attention particulière sera portée sur les techniques d'ingénierie des défauts telles que des couches tampons, l'utilisation de substrats nano/micro structurés...