

Soutenance de thèse

Jeudi 20 décembre

14h 00

Salle 44, C2N site Orsay

Marie COSTE

« Intégration hétérogène de GaAs sur Si à partir de nano-germes : étude de la nucléation et de la croissance de micro-cristaux sur substrats Si (001) et (111) »

Jury members :

Daniel BOUCHIER	Directeur de Recherche Emérite	C2N	Directeur de thèse
Charles RENARD	Chargé de Recherche	C2N	CoDirecteur de thèse
Chantal FONTAINE	Directeur de Recherche	LAAS (Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes)	Rapporteur
Eric LE BOURHIS	Professeur	Institut P'	Rapporteur
Denis MENCARAGLIA	Directeur de Recherche	GEEPS	Examineur
Thierry BARON	Directeur de Recherche	LTM	Examineur

Abstract :

L'intégration du GaAs sur Si est un des défis majeurs des 40 dernières années puisqu'elle permettrait de combiner les nombreux avantages du Si, dont notamment son bas coût, avec les propriétés de haute mobilité et de gap direct du GaAs. Les cellules photovoltaïques multi-jonctions à base de matériau III-V permettent d'obtenir les plus hauts rendements de conversion photovoltaïque. Cependant, leur coût de fabrication élevé est un aspect limitatif de leur utilisation. Nous nous sommes intéressés ici à une étude préliminaire visant à réaliser leur intégration sur substrat Si. In fine, l'objectif sera la réalisation de cellules tandems GaAs/Si et GaAs/Ge sur substrat Si. L'intégration du GaAs et du Ge sur Si conduit cependant à la formation de dislocations et de fissures du fait de leurs désaccords de maille et de leurs différences de coefficient d'expansion thermique respectifs. De plus, du fait de la différence de polarité entre le GaAs et le Si, cette intégration conduit également à la formation de domaine d'anti-phase. Nous présentons dans cette étude un procédé d'intégration permettant à la fois l'élimination de ces défauts et le passage du courant entre le matériau épitaxié et le Si. Ce procédé est basé sur l'utilisation d'ouvertures de tailles nanométriques dans une silice fine, qui nous permet ainsi de réaliser la croissance du GaAs sur Si sous forme de cristaux, par épitaxie latérale à partir de nano-germes de GaAs ou de Ge. Pour ce faire, nous utilisons l'épitaxie par jet chimique sans gaz vecteur qui est une technique de croissance permettant une bonne sélectivité. La croissance sera tout d'abord étudiée dans des ouvertures aléatoires, facilement réalisées in-situ sous ultravide, puis dans des ouvertures localisées de tailles fixées. Ces dernières sont obtenues suite à une procédure longue et complexe qui repose sur des étapes de nettoyage chimique, d'enrésinement, de lithographie électronique, de développement et de gravure ionique réactive. Nous présenterons les résultats de la croissance directe de cristaux de GaAs dans les ouvertures sur Si (001) et Si (111), et également à partir de nano-germes de Ge. Ce procédé d'intégration a permis l'élimination des trois types de défauts précédemment indiqués, et nous avons obtenu de très bons résultats notamment lors de l'intégration dans les ouvertures localisées sur Si (111). Nous verrons que la morphologie des nano-germes de Ge peut toutefois être problématique lors de la reprise d'épitaxie du GaAs. La possibilité de passage du courant par effet tunnel à travers la silice fine sera ensuite vérifiée et le dopage des cristaux de GaAs avec du Si sera également présenté.