

Proposition de stage M2 2022 Equipe SEEDs/Dept. Matériaux

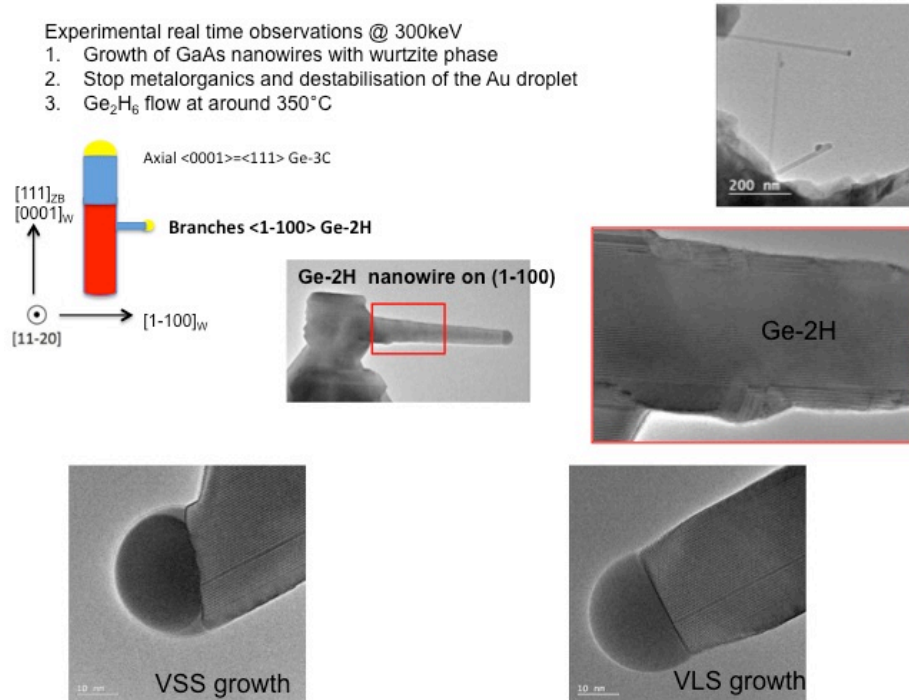
Croissance de nanofils SiGe-2H suivant <1-100>

L'équipe SEEDs du C2N a une longue expérience sur la croissance par épitaxie ainsi que sur l'élaboration et l'étude des propriétés physiques des nanofils semiconducteurs du groupe IV. Notre objectif actuel est centré sur la synthèse de la phase allotrope hexagonale-2H du SiGe qui offre un gap direct et une émission de lumière modulable de 1,8 à 4 μm pour les alliages en Ge de 100 à 60%. Cette nouvelle structure cristalline semiconductrice permet d'envisager l'intégration de fonctionnalités photoniques du SiGe-2H sur des dispositifs silicium dans le domaine du moyen infrarouge (MIR). Par ailleurs, dans les nanofils la réduction de conductivité thermique du Si-2H est propice à l'utilisation de ces nanostructures pour des applications en thermoélectricité. Nous avons démontré la formation de cette structure cristalline par transformation de phase dans les nanofils et nous explorons actuellement diverses possibilités de synthèse épitaxiale dont la croissance de nanofils.

Très récemment, nous avons démontré la possibilité de synthétiser des nanofils Ge-2H suivant une direction singulière <1-100>. La croissance a été observée in-situ en temps réel dans le microscope NANOMAX (outil de l'EQUIPEX TEMPOS dédié à l'étude des mécanismes de croissance de nanostructures) par CVD avec des précurseurs gazeux à faible pression ($<10^{-3}$ mbar). Il s'agit dans un premier temps de contrôler la croissance de nanofils GaAs dans la phase wurtzite à partir de gouttes de catalyseurs d'Au, puis de destabiliser la goutte qui vient s'ancrer sur une des faces du nanofil. Lors de la reprise de croissance de nouveaux nanofils poussent à partir de la goutte Au en épitaxie sur des faces m-plane (1-100) du GaAs-wurtzite (voir figure jointe et video sur demande). Les nanofils Ge-2H présentent une section carrée avec des faces de type (11-20) et (0001). Avec cette méthode nous avons mis en évidence une croissance VSS (vapeur – solide-solide) à basse température ($<350^\circ\text{C}$) et une croissance VLS en augmentant la température. Ces deux types de croissance doivent être étudiés dans NANOMAX en particulier en suivant en temps réel, l'interface de la goutte et du nanofil, la cinétique et les modes de nucléation et croissance. Nous étudierons également la synthèse d'hétérostructures axiales SiGe en mode VSS et VLS. Enfin, les structures obtenues constituent l'objet idéal pour une mesure de la largeur du gap de la phase 2H en fonction de la composition en Si. Cette mesure sera effectuée par HR-EELS par nos collaborateurs du LPS sur Chromatem (autre outil EQUIPEX TEMPOS).

Le point bloquant actuel de l'étude complète in-situ est le contrôle de la destabilisation de la goutte d'Au et de son ancrage sur les faces du nanofils GaAs. Cette méthode reste très aléatoire avec un taux de succès très faible. Lors du stage, nous souhaitons coupler les possibilités MBE (jet moléculaire) et CVD (gaz précurseurs) de NANOMAX ; seul microscope au monde offrant la double possibilité CVD et MBE. Le premier objectif du stage consistera à mettre en place la croissance CVD des nanofils de GaAs-w puis à démontrer la possibilité de déposer de multiples catalyseurs d'Au sur les faces des nanofils par MBE et enfin de suivre en dynamique la reprise d'épitaxie par CVD des nanofils SiGe en fonction de la température de croissance.

In situ observation of <1-100>-oriented Ge-2H nanowires



Profil et compétences souhaitées

Le/la candidate doit être en master 2 de physique, science des matériaux, nanosciences et/ou domaines associés. Une connaissance en microscopie électronique ou croissance CVD serait appréciée. De bonnes connaissances en cristallographie sont nécessaires.

Candidature

Date limite 15/12/2021

Les candidats doivent fournir par email les documents suivants :

- Curriculum vitae et lettre de motivation
- Relevés de notes du cursus universitaire

Contact

Laetitia Vincent

C2N, CNRS /Université Paris-Saclay, Département Matériaux / Equipe SEEDs

Laetitia.vincent@c2n.upsaclay.fr

01 70 27 03 81

co-encadrant : Gilles Patriarche

gilles.patriarche@c2n.upsaclay.fr