



OFFRE DE THESE AU LTM/CNRS (H/F)

Développement de procédés de gravure plasma pulsé pour la fabrication de nanosources filaires émettant dans l'UV profond

Mots clés : Procédé de gravure plasma, plasma pulsé, semi-conducteur nitrure (AlN, GaN), cathodoluminescence, procédé MOVPE, LED, optoélectronique.

Contexte

Les diodes électroluminescentes (LED) à base de semi-conducteur nitrure (III-N) sont une alternative prometteuse aux lampes à vapeur de mercure pour fabriquer des sources UV écologiques. Aujourd'hui, les LED UV à base de puits quantiques en $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ présentent des rendements nettement inférieurs à ceux des LED bleues actuelles, et notamment lorsqu'une émission dans l'UV profond ($<280\text{nm}$), qui nécessite d'augmenter d'avantage l'incorporation d'Al ($x>50\%$), est visée. Pour augmenter les efficacités d'émission, il a été montré que la structuration 3D du GaN ou AlN en réseaux organisés de nanofils à fort Facteur de Forme ($\text{FF}>10$) sur lesquels on fait croître radialement des puits quantiques UV en géométrie cœur/coquille est une approche prometteuse comparée à l'approche planaire. Quasiment toutes les recherches autour des nanofils GaN ou AlN pour l'émission UV sont réalisées par une approche bottom-up utilisant la MBE ou la MOVPE, mais ces techniques restent limitées pour obtenir des réseaux organisés de fils à fort FF de manière maîtrisée. Ainsi, l'approche top-down, combinant des étapes de lithographie et gravure s'avère la voie technologique la plus prometteuse. La problématique est que les semi-conducteurs III-N et tout particulièrement l'AlN sont des matériaux difficiles à graver, et que les technologies plasma conventionnelles basées sur des réacteurs à source inductive (ICP) montrent des limitations intrinsèques pour structurer ces matériaux avec de fort FF. Le LTM/CNRS vient d'acquérir un réacteur ICP de dernière génération équipé de technologies de plasma pulsé avancées qui ont le potentiel de résoudre les problèmes de sélectivité et de contrôle dimensionnel rencontrés lors de la structuration des matériaux avec de forts FF.

Dans ce contexte, le LTM, l'Institut Néel et le Pheligs proposent de fabriquer des sources de lumière à nanofils organisés de GaN et d'AlN, émettant dans l'UV avec des efficacités surpassant les approches planaires et cela en proposant des procédés innovants de fabrication transférables à l'industrie :

- 1) une structuration de réseaux de nanofils GaN et AlN à fort facteur de forme (>10) par approche top-down en exploitant des technologies avancées de plasma pulsé dont le LTM est le seul laboratoire académique à disposer.
- 2) une croissance de multi-puits quantiques émettant dans l'UV en géométrie cœur-coquille par MOVPE en s'appuyant sur l'expertise du laboratoire Pheligs.
- 3) la mise en place d'un protocole de caractérisation des procédés plasmas et des efficacités d'émission des nanofils à partir de cathodoluminescence résolue en temps, basée sur l'expertise de l'Institut Néel.

Dans le cadre de cet objectif commun, un financement de thèse a été obtenu, dont l'objectif est de développer et caractériser des procédés de gravure plasma de fils d'AlN et de GaN à fort facteur de forme qui seront exploités pour de la croissance de puits quantiques en architecture cœur coquille.

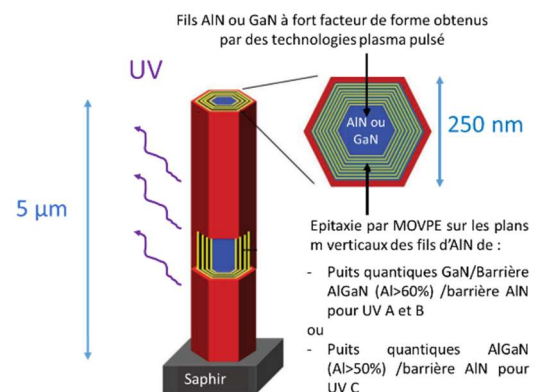


Fig. 1: Nanosources filaires émettant dans l'UV proposées dans le projet

Travail demandé

Le travail demandé dans le cadre de la thèse est de

- 1) Développer et caractériser des procédés de gravure plasma de fils d'AlN et de GaN à fort facteur de forme
- 2) Démontrer l'apport de technologies plasma pulsée par rapport au plasma continu sur la maîtrise de la nano-structuration de réseaux de fils organisés de GaN et d'AlN avec de fort facteur de forme.
- 3) Développer des traitements humides à base de KOH pour restaurer les surfaces des fils gravés
- 4) Mettre en place une méthodologie par cathodoluminescence résolue en temps pour évaluer les recombinaisons de surfaces sur les flancs des fils après gravure et après traitement humide
- 5) D'étudier l'impact du facteur de forme et de la densité des fils sur les mécanismes de croissance par MOVPE de puits quantiques UV sur les plans cristallins m des fils en combinant analyses structurales (FIBSTEM) et optiques (CL)
- 6) De démontrer une amélioration des efficacités d'émission dans l'UV (et notamment dans l'UVC à partir des fils d'AlN) par une approche filaire comparée à l'approche planaire.

Le doctorant collaborera avec un autre doctorant recruté au Pheliqs qui a déjà commencé sa thèse et qui travaille sur les procédés de croissance MOVPE. Ainsi les deux thèses avanceront en parallèle et en synergie.

Cadre

Les travaux de recherche s'effectueront au sein du Laboratoire des Technologies de la Microélectronique (LTM), laboratoire CNRS localisé sur le site du CEA Grenoble Minatech, en étroite collaboration avec l'Institut Néel (CNRS-Grenoble) et le Pheliqs (CEA/IRIG-Grenoble), ces trois laboratoires étant géographiquement sur le même site de recherche. Le doctorant aura accès à l'ensemble des équipements et techniques de caractérisation disponibles dans les salles blanches du CEA/Leti où sont localisés les équipements du LTM, ainsi qu'aux caractérisations optiques par cathodoluminescence disponible à l'Institut de Néel. Cet environnement de recherche lui offre la possibilité d'acquérir des compétences et expertises pluridisciplinaires.



Formation/Compétence

Le candidat doit être titulaire d'un diplôme d'ingénieur ou de master 2. Le travail demandé requiert un goût pour le travail expérimental, la microfabrication en salle blanche, ainsi qu'un bon niveau scientifique général. Des connaissances en procédés de gravure par plasma et caractérisation des matériaux sont requises pour mener à bien le projet. Des connaissances en matériaux semiconducteurs III-N et physique des semiconducteurs seront aussi appréciées. Des compétences en programmation matlab ou python seront également un atout. Il est aussi demandé au candidat une bonne aptitude à communiquer en français et en anglais et à rendre compte de ses travaux. Le candidat doit aimer travailler en équipe tout en faisant preuve d'autonomie, de dynamisme et de rigueur. A l'issue de ce projet, le candidat possèdera une solide expérience en procédés de gravure par plasma, caractérisation des matériaux, procédés de fabrication en salle blanche, caractérisation optique, optoélectronique.

Informations pratiques

- **Commencement** : avant fin 2022
- **Financement** : Université Grenoble Alpes (UGA)
- **Contacts** :
 - Erwine Pargon (Directrice de recherche LTM/CNRS), Tel 04 38 78 91 57, Email : erwine.pargon@cea.fr
 - Gwénolé Jacopin (Chargé de recherche-Institut Néel), Email : gwenole.jacopin@neel.cnrs.fr

Joindre à votre CV, vos relevés de notes (école d'ingénieur, master 1, master 2) et éventuellement des lettres de recommandation