**CDD chercheur Top-down elaboration and characterization of GaN/InGaN nanowire lasers**

**(French version below)**

**General information**

**Offer title : Fixed term contract scientist: Top-down fabrication and characterization of GaN/InGaN nanowires**
Reference : UMR
Number of position : 1
Workplace : CRHEA-CNRS Sophia Antipolis
Date of publication :
Type of Contract : FTC Scientist
Contract Period : 12 months
Expected date of employment : 1 march 2024
Proportion of work : Full time
Remuneration : ?
Desired level of education : Niveau 8 - (Doctorat)
Experience required : Clean-room processing, optical and structural characterization of semiconductors
Section(s) CN : Matière condensée : structures et propriétés électroniques

**Missions**

The main mission is the fabrication and characterization of GaN/InGaN nanowires by a top-down approach combining electron beam lithography for mask patterning and sublimation to form high aspect ratio nanowires. The aim is to obtain high quality nanolasers.

**Activities**

The candidate will be involved in all the steps necessary for the fabrication of GaN/InGaN nanowires by a top-down approach. The candidate will organize regular discussions with the growers to define the two-dimensional epitaxial structures that will serve as base material for the nanowire fabrication. The parameters that will be explored include the total thickness, the doping level, the inclusion of InGaN quantum wells in the epitaxial stack. The candidate will be in charge of the nanowire fabrication in clean-room including different steps such as: mask design, dielectric/metallic deposition, electronic lithography, ICP etching. All these fabrication steps will be followed using scanning electron microscopy and EDX. The final structure will consist in arrays of GaN/InGaN nanowires standing on sapphire substrate. The structural and optical characteristics of these nanowires will be evaluated by using scanning electron microscopy, cathodoluminescence and micro-photoluminescence.

The candidate will strongly interact with permanent staff of CRHEA in charge of epitaxial growth, nanofabrication (CRHEATEC) and advanced characterizations.

**Skills**

- Strong motivation

- Good ability to work in a team

- Solid knowledge in semiconductor physics

- Experience in clean-room processing

- Experience in semiconductor characterization (photoluminescence, micro-photoluminescence, cathodoluminsence, scanning electron microscopy, atomic force microscopy, high resolution X-ray diffraction)

**Work Context**

This work will be part of an ANR project “LUTEM” in collaboration with the CEMES in Toulouse and the L2C in Montpellier. The LUTEM project aims at developing two unique experiments based on photon induced near-field electron microscopy and cathodoluminescence to study GaN and InGaN/GaN nanowire lasers. These two experiments will allow to map at the nanoscale their material and modal gain, study the near-field at the lasing transition and study the local carrier generation and stimulated emission, thus unveiling the correlation between the real nanowire laser shape and chemical/structural heterogeneities with their lasing properties.

In this project, CRHEA has in charge the fabrication of the nanowire lasers by a top down technique and to characterize arrays of nanowires.1,2,3 The structures will consist in several micrometers thick bulk GaN (undoped or n-type doped) nanowires, and GaN nanowires incorporating InGaN quantum disks. These different nanowires will give access to various radiative lifetime (typically from 100 ps to 10 ns) and gain media which can be spatially positioned.

1 B. Damilano, P.-M. Coulon, S. Vézian, V. Brändli, J.-Y. Duboz, J. Massies, and P. A. Shields, "Top-down fabrication of GaN nano-laser arrays by displacement Talbot lithography and selective area sublimation," Applied Physics Express **12**(4), 045007 (2019).

2 S. Sergent, B. Damilano, S. Vézian, S. Chenot, M. Takiguchi, T. Tsuchizawa, H. Taniyama, and M. Notomi, "Subliming GaN into Ordered Nanowire Arrays for Ultraviolet and Visible Nanophotonics," ACS Photonics **6**(12), 3321–3330 (2019).

3 S. Sergent, B. Damilano, S. Vézian, S. Chenot, T. Tsuchizawa, and M. Notomi, "Lasing up to 380 K in a sublimated GaN nanowire," Applied Physics Letters **116**(22), 223101 (2020).

**CDD chercheur : Fabrication et caractérisation de nanofils GaN/InGaN réalisés par une approche top-down**

**Informations générales**

**Intitulé de l’offre : Fabrication et caractérisation de nanofils GaN/InGaN réalisés par une approche top-down**
Réference : UMR
Nombre de postes : 1
Lieu de travail : CRHEA-CNRS Sophia Antipolis
Date de publication :
Type de contrat : CDD scientifique
Durée du contrat : 12 mois
Date d’embauche prévue : 1er mars 2024
Quotité de travail : Temps complet
Remunération : ?
Desired level of education : Niveau 8 - (Doctorat)
Expérience souhaitée : fabrication en salle blanche, caractérisation structurale et optique de semi-conducteurs
Section(s) CN : Matière condensée : structures et propriétés électroniques

**Missions**

La mission principale est la fabrication et la caractérisation de nanofils GaN/InGaN par une approche descendante combinant lithographie par faisceau d'électrons pour la structuration de masques et sublimation pour former des nanofils à haut rapport d'aspect. L’objectif est d’obtenir des nanolasers de haute qualité

**Activities**

Le candidat sera impliqué dans toutes les étapes nécessaires à la fabrication de nanofils GaN/InGaN par une approche top-down. Le candidat organisera des discussions régulières avec les épitaxieurs pour définir les structures épitaxiales bidimensionnelles qui serviront de matériau de base à la fabrication des nanofils. Les paramètres qui seront explorés incluent l'épaisseur totale, le niveau de dopage, l’insertion de puits quantiques InGaN dans l'empilement épitaxial. Le candidat sera en charge de la fabrication des nanofils en salle blanche comprenant différentes étapes telles que : conception du masque, dépôt diélectrique/métallique, lithographie électronique, gravure ICP. Toutes ces étapes de fabrication seront suivies par microscopie électronique à balayage et EDX. La structure finale consistera en des réseaux de nanofils GaN/InGaN verticaux sur un substrat saphir. Les caractéristiques structurales et optiques de ces nanofils seront évaluées par microscopie électronique à balayage, cathodoluminescence et micro-photoluminescence.

Le candidat interagira fortement avec le personnel permanent du CRHEA en charge de la croissance épitaxiale, de la nanofabrication (CRHEATEC) et des caractérisations avancées.

**Compétences**

- Forte motivation

- Bonne capacité à travailler en équipe

- Solides connaissances en physique des semi-conducteurs

- Expérience en process technologique en salle blanche

- Expérience en caractérisation des semi-conducteurs (photoluminescence, micro-photoluminescence, cathodoluminescence, microscopie électronique à balayage, microscopie à force atomique, diffraction des rayons X haute résolution)

**Contexte de travail**

Ces travaux s'inscriront dans le cadre d'un projet ANR « LUTEM » en collaboration avec le CEMES de Toulouse et le L2C de Montpellier. Le projet LUTEM vise à développer deux expériences uniques basées sur la microscopie électronique en champ proche induite par photons et la cathodoluminescence pour étudier les lasers à nanofils GaN et InGaN/GaN. Ces deux expériences permettront de cartographier à l'échelle nanométrique leur gain matériel et modal, d'étudier le champ proche à la transition laser et d'étudier l’impact de la génération de porteurs locaux sur l'émission stimulée, dévoilant ainsi la corrélation entre la forme réelle du laser à nanofil et les hétérogénéités chimiques/structurales avec leurs propriétés laser.

Dans ce projet, le CRHEA est en charge de la fabrication des lasers à nanofils par une technique descendante et de la caractérisation des réseaux de nanofils.1,2,3 Les structures seront constituées de nanofils de GaN massifs (non dopés ou dopés de type n) de plusieurs micromètres d'épaisseur, et des nanofils GaN intégrant des disques quantiques InGaN. Ces différents nanofils donneront accès à différentes durées de vie radiatives (typiquement de 100 ps à 10 ns) et des zones de gain pouvant être positionnés spatialement.

1 B. Damilano, P.-M. Coulon, S. Vézian, V. Brändli, J.-Y. Duboz, J. Massies, and P. A. Shields, "Top-down fabrication of GaN nano-laser arrays by displacement Talbot lithography and selective area sublimation," Applied Physics Express **12**(4), 045007 (2019).

2 S. Sergent, B. Damilano, S. Vézian, S. Chenot, M. Takiguchi, T. Tsuchizawa, H. Taniyama, and M. Notomi, "Subliming GaN into Ordered Nanowire Arrays for Ultraviolet and Visible Nanophotonics," ACS Photonics **6**(12), 3321–3330 (2019).

3 S. Sergent, B. Damilano, S. Vézian, S. Chenot, T. Tsuchizawa, and M. Notomi, "Lasing up to 380 K in a sublimated GaN nanowire," Applied Physics Letters **116**(22), 223101 (2020).