

### Fabrication de transistors de puissance en oxyde de gallium

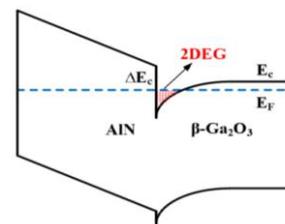
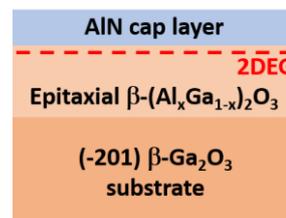
#### Cadre général :

La transition écologique dans laquelle s'engage de plus en plus de pays conduit l'industrie microélectronique à s'orienter vers la durabilité. Basée sur cette tendance, la nouvelle génération de composants de puissance intègre désormais des matériaux semi-conducteurs à bande interdite ultra-large, tels que l'oxyde de gallium ( $\text{Ga}_2\text{O}_3$ ) ou le nitrure d'aluminium ( $\text{AlN}$ ). Ils permettent de fabriquer des composants qui supportent des tensions élevées avec de faibles pertes d'énergie en fonctionnement et par échauffement. Le stage s'inscrit dans ce contexte et celui du projet ALOFET (2024-2028) financé par l'Agence Nationale de la Recherche. Ce projet vise à développer une nouvelle architecture de transistors à haute mobilité d'électrons (HEMTs) à partir d'une hétérostructure  $\text{Ga}_2\text{O}_3/\text{AlN}$ , capable de supporter des tensions supérieures au kilovolt. Ces transistors ont pour vocation d'intégrer des convertisseurs de tension, des onduleurs, des hacheurs, ... qui seront ensuite insérés dans des véhicules électriques, des installations de panneaux solaires, des parcs d'éoliennes, etc... Les composants de puissance en oxyde de gallium ont le potentiel pour répondre aux applications couvertes par les technologies SiC et GaN, tout en donnant accès à de nouveaux champs applicatifs.



#### Sujet exact, moyens disponibles :

L'objectif de la thèse est de fabriquer des HEMTs à partir d'une hétérostructure  $\text{Ga}_2\text{O}_3/\text{AlN}$ . La ou le doctorant(e) réalisera des simulations électriques de l'empilement de matériaux afin d'optimiser la conception de l'hétérostructure. Les couches minces de  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  et les hétérostructures  $\text{Ga}_2\text{O}_3/\text{AlN}$  seront fournies par les partenaires du projet ALOFET (LMGP et PHELIQS). La ou le doctorant(e) réalisera les étapes technologiques de fabrication des composants en utilisant les outils de la salle blanche NanoFab (banc de chimie, lithographie, gravure, dépôt). Les caractérisations électriques et optiques des couches minces, de l'interface  $\text{Ga}_2\text{O}_3/\text{AlN}$  et des transistors seront réalisées par la ou le doctorant(e) en utilisant les installations de l'Institut Néel. Les résultats expérimentaux obtenus sur les couches minces seront confrontés aux études structurales menées en parallèle par les autres partenaires (LMGP, MEM) et aux simulations électriques.



#### Interactions et collaborations :

LMGP (CNRS-Grenoble), PHELIQS (CEA-Grenoble), MEM (CEA-Grenoble)

#### Formation / Compétences :

De niveau master ou école d'ingénieur, la ou le candidat(e) doit avoir des connaissances en physique des semi-conducteurs et composants. Une expérience en caractérisation et/ou fabrication de dispositifs microélectroniques serait un plus.

#### Période envisagée pour le début du stage :

Octobre 2024 (limite de candidature due à une longue procédure administrative : début Juillet 2024)

#### Contact :

Philippe FERRANDIS, Institut Néel - CNRS, 04 76 88 74 64, philippe.ferrandis@neel.cnrs.fr

### Fabrication of gallium oxide power transistors

#### General Scope :

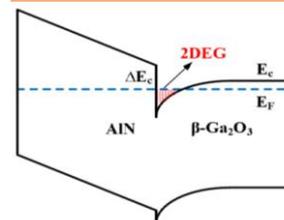
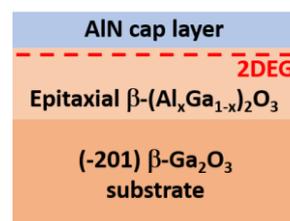
The ecological transition to which more and more countries are committing themselves is driving the microelectronics industry towards sustainability. Based on this trend, the new generation of power devices now incorporates ultra-wide-bandgap semiconductor materials such as gallium oxide ( $\text{Ga}_2\text{O}_3$ ) or aluminum nitride (AlN). They enable the fabrication of devices that can withstand high voltages with low energy losses during operation and overheating. The thesis falls within this context and that of the ALOFET project (2024-2028) funded by the French National Research Agency (ANR). The aim of this project is to develop a new architecture of high electron mobility transistors (HEMTs) based on  $\text{Ga}_2\text{O}_3/\text{AlN}$  heterostructure, capable of withstanding voltages in excess of one kilovolt. These transistors will be integrated into voltage converters, inverters, choppers, etc., which will then be inserted into electric vehicles, solar panel installations, wind farms, etc... Gallium oxide power devices have the potential to meet the needs of applications covered by SiC and GaN technologies, while opening up new fields of application.



capable of withstanding voltages in excess of one kilovolt. These transistors will be integrated into voltage converters, inverters, choppers, etc., which will then be inserted into electric vehicles, solar panel installations, wind farms, etc... Gallium oxide power devices have the potential to meet the needs of applications covered by SiC and GaN technologies, while opening up new fields of application.

#### Research topic and facilities available :

The goal of the thesis is the fabrication of  $\text{Ga}_2\text{O}_3/\text{AlN}$  heterostructure based HEMTs. The PhD student will realize electrical simulations of the stack of materials to optimize the design of the heterostructure. The  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  thin films and  $\text{Ga}_2\text{O}_3/\text{AlN}$  heterostructures will be supplied by the ALOFET project partners (LMGP and PHELIQS). The PhD student will perform the technical steps to fabricate the devices using the NanoFab cleanroom tools (chemistry bench, lithography, etching, deposition). The electrical and optical characterizations of the thin films, the  $\text{Ga}_2\text{O}_3/\text{AlN}$  interface and the transistors will be realized by the PhD student using the facilities of the Néel Institute. Experimental results obtained on thin films will be compared with structural studies carried out in parallel by other partners (LMGP, MEM) and with the electrical simulations.



#### Possible collaboration and networking :

LMGP (CNRS-Grenoble), PHELIQS (CEA-Grenoble), MEM (CEA-Grenoble)

#### Required skills:

The candidate must be a master 2 or engineering school student with a good background in physics of semiconductors and devices. Experience in electrical characterization and/or fabrication of microelectronic devices would be an advantage.

#### Starting date :

October 2024 (application deadline due to lengthy administrative procedure: beginning of July 2024)

#### Contact :

Philippe FERRANDIS  
Institut Néel - CNRS  
04 76 88 74 64  
philippe.ferrandis@neel.cnrs.fr