

Offre de stage de master 2 (Version Fr)

Croissance et caractérisation d'un nouvel alliage de nitrures à base d'éléments abondants sur terre pour des cellules solaires tandem

Encadrant :	Hélène Rotella	hr@crhea.cnrs.fr
Laboratoire d'accueil :	UCA-CRHEA-CNRS (France)	https://www.crhea.cnrs.fr/
Gratification :	600€ /mois (financement UCA)	
Durée :	6 mois, début souhaité au 1^{er} mars 2023	

Contexte du sujet

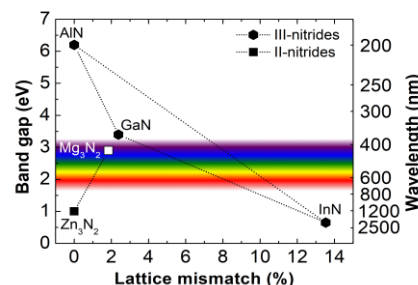
A l'heure où le bilan carbone est au cœur des enjeux sociétaux (i.e. l'augmentation continue des consommations énergétiques, l'épuisement des énergies fossiles et le réchauffement climatique), il est essentiel de redoubler l'effort pour développer les énergies renouvelables. L'énergie solaire reste une voie très prometteuse pour produire une énergie propre. Les dispositifs photovoltaïques (PV) actuellement sur le marché sont souvent constitués de matériaux dont les éléments sont considérés comme rares sur la planète, comme l'indium par exemple, ou toxiques, comme le plomb. Les nouveaux nitrures Zn_3N_2 et Mg_3N_2 sont tous les deux des semi-conducteurs à base d'éléments abondants sur terre et non toxiques, et sont eux-mêmes des composés non toxiques [1,2,3]. **Le but de ce stage est de développer la croissance cristalline par épitaxie par jets moléculaires (EJM) du nouvel alliage $(Zn_{1-x}Mg_x)_3N_2$ et sa caractérisation physique, dans l'objectif qu'il soit intégré comme couche active dans une cellule solaire tandem silicium.**

Objectif et stratégie

Le cœur du projet « NITA » est de combiner Zn_3N_2 et Mg_3N_2 pour élaborer un nouvel alliage ternaire $(Zn_{1-x}Mg_x)_3N_2$ pour lequel l'énergie de la bande interdite peut être théoriquement réglée de 1,0 eV à 2,9 eV. La valeur optimale visée de 1,7 eV représente l'énergie de bande interdite idéale pour la cellule supérieure d'une cellule solaire tandem basée sur la technologie silicium(c-Si).

L'étudiant participera aux croissances par EJM de l'alliage $(Zn_{1-x}Mg_x)_3N_2$ et sera en charge des caractérisations physiques des couches minces obtenues : la morphologie de surface, par microscopie à force atomique (AFM), les propriétés structurales par diffraction de rayons X (DRX), et les propriétés optiques par photoluminescence et transmission. A la fin du stage l'étudiant sera familier avec la technique de croissance par EJM et l'environnement ultra-vide dans lequel se dérouleront les croissances, et sera autonome sur les techniques de caractérisations physiques utilisées dans ce projet. Ce stage de Master se déroulera dans les locaux du laboratoire CRHEA qui se situent au cœur de la technopole de Sophia-Antipolis à Valbonne, à courte distance de Cannes et de Nice. Le laboratoire dispose de tous les équipements nécessaires au bon déroulement de ce projet.

L'étudiant de Master aura l'opportunité de poursuivre ce sujet en thèse à compter du 01/10/2023 pour une durée de 36 mois. Le financement de cette thèse est déjà assuré par le projet « NITA », financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR).



- [1]. P. John, et al., *Phys. Rev. Materials* 4, (2020) 054601
- [2]. P. John, et al., *J. Appl. Phys.* 130, (2021) 065104
- [3]. P. John, et al., *Journal of Appl. Phys.* 129, (2021) 095303

Master Internship proposal (En version)

Growth and characterization of a new earth abundant nitrides alloy for tandem solar cell

Supervisor: Hélène Rotella hr@crhea.cnrs.fr
Host Laboratory: UCA-CRHEA-CNRS (France) <https://www.crhea.cnrs.fr/>
Funding: 600 /month
Duration: 6 months, start of the internship no later than Mars 1, 2023

Description of the project

At a time when the carbon footprint is at the heart of societal challenges (i.e. the continuous increase in energy consumption, the depletion of fossil fuels and global warming), it is essential to double the effort to develop renewable energies. Solar energy remains a very promising way to produce clean energy. Photovoltaic (PV) devices currently on the market are often made of materials whose elements are considered rare on the planet, such as indium for example, or toxic, such as lead. The new nitrides Zn_3N_2 and Mg_3N_2 are both earth abundant and non-toxic semiconductors [1, 2, 3]

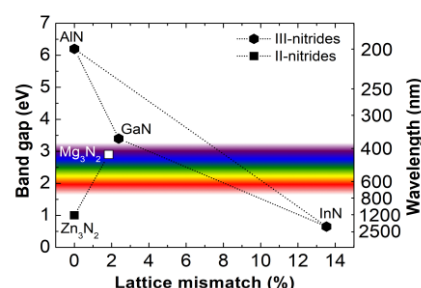
The main goal of this internship is to develop the growth by molecular beam epitaxy (MBE) and the characterization of the new alloy $(Zn_{1-x}Mg_x)_3N_2$, with the aim of integrating it as the absorption layer in a silicon tandem solar cell.

Objectives and strategy

The core of the "NITA" project is to combine Zn_3N_2 and Mg_3N_2 to develop a new ternary alloy $(Zn_{1-x}Mg_x)_3N_2$ for which the bandgap energy can be theoretically tuned from 1.0 eV to 2.9 eV. The targeted optimum value of 1.7 eV represents the ideal bandgap energy for the upper cell of a tandem solar cell based on silicon (c-Si) technology.

The student will participate in the growths by MBE of the alloy $(Zn_{1-x}Mg_x)_3N_2$ and will be in charge of the physical characterizations of the obtained thin films: the surface morphology by atomic force microscopy (AFM), the structural properties by X-ray diffraction (XRD), and the optical properties by photoluminescence and transmission. At the end of the internship the student will be familiar with the MBE growth technique and the ultra-high vacuum environment in which the growth will be performed, and will be autonomous on the physical characterizations techniques used in this project. This Master's internship will take place at the CRHEA laboratory, which is located in the heart of the Sophia-Antipolis technology park in Valbonne, a short distance from Cannes and Nice. The laboratory has all the equipment necessary for the successful development of this project.

The Master's student will have the opportunity to pursue this subject as a doctoral student from 01/10/2023 for a period of 36 months, the financing of which is already provided by the "NITA" project, funded by the National Research Agency (ANR).



- [1]. P. John, et al., *Phys. Rev. Materials* 4, (2020) 054601
- [2]. P. John, et al., *J. Appl. Phys.* 130, (2021) 065104
- [3]. P. John, et al., *Journal of Appl. Phys.* 129, (2021) 095303