

Développement de sous-cellules *pin* InGaAsN à 1 eV pour intégration en MJSC et applications spatiales

Auteurs: M. Levillayer^{1,2,3}, G. Almuneau¹, I. Massiot¹, A. Arnoult¹, C. Fontaine¹, L. Artola², C. Inguibert², S. Duzellier², T. Nuns², C. Aicardi³, S. Parola⁴ et F. Pichot⁵.

¹ LAAS-CNRS, 7 avenue du Colonel Roche, 31400 Toulouse

² ONERA Toulouse, 2 Avenue Edouard Belin, 31000 Toulouse

³ CNES, 18 Avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse

⁴ IES, Université de Montpellier, CNRS, 860 Rue de St -Priest, 34095 Montpellier

⁵ CTM, Université de Montpellier, 860 Rue de St -Priest, 34095 Montpellier

* e-mail : maxime.levillayer@laas.fr

Les cellules solaires à multijonction (MJSC) à base de semiconducteurs III-V offrent aujourd'hui les meilleurs rendements de conversion photovoltaïque, comme en témoigne le record récent de 47,1% obtenu pour une cellule 6-jonctions sous concentration [1]. Elles constituent par conséquent une technologie de premier choix pour la génération d'énergie des systèmes en milieu spatial.

Cependant, les MJSC détenant les records de rendement sont fabriquées en laboratoire et font appel à des étapes mécaniques complexes de report par attaque du substrat originel [1] ou par wafer bonding [2]. Ces procédés sont difficilement transposables à l'échelle industrielle, ce qui explique l'intérêt de la filière pour la croissance monolithique. Ainsi, le standard « haute performance » pour le spatial est aujourd'hui dominé par les cellules trijonction GaInP/(In)GaAs/Ge obtenues par croissance en accord de maille sur leur substrat et dont les rendements vont de 28 à 30%. Un enjeu essentiel pour dépasser ces rendements est le développement d'une sous-cellule à 1 eV permettant de mieux exploiter le spectre solaire. Cette sous-cellule peut s'introduire au sein d'une quadrijonction ou remplacer la cellule de Ge au sein de la trijonction.

Notre approche consiste donc à développer une sous-cellule 1 eV accordable sur GaAs et Ge à base de nitrure dilué [3] permettant la croissance de cellules multijonction monolithiques à très haut rendement. Une condition nécessaire à l'intégration de la cellule 1 eV sera de respecter l'accord de courant avec les autres sous-cellules ($J_{sc} \approx 15 \text{ mA} \cdot \text{cm}^{-2}$). Des cellules *pin* InGaAsN ont ainsi été fabriquées par épitaxie par jets moléculaires (EJM) sur substrat GaAs suivant la structure présentée en Fig. 1a avec différents paramètres de croissance (présence ou non de surfactant Bi, température de croissance et rapport des éléments V/III).

Afin de déterminer les conditions optimales de croissance de ces nitrures dilués, nous présenterons la caractérisation des cellules InGaAsN par différentes techniques (EQE (Fig. 1b), photoluminescence, DLTS, I(V) sous éclaircissement AM0) et discuterons de l'impact des paramètres de croissance sur les propriétés optiques et électriques des cellules. L'objectif final sera d'étudier et de caractériser l'effet des irradiations simulant l'environnement spatial, sur ce nouveau type de cellules à base d'alliages en nitrure dilué.

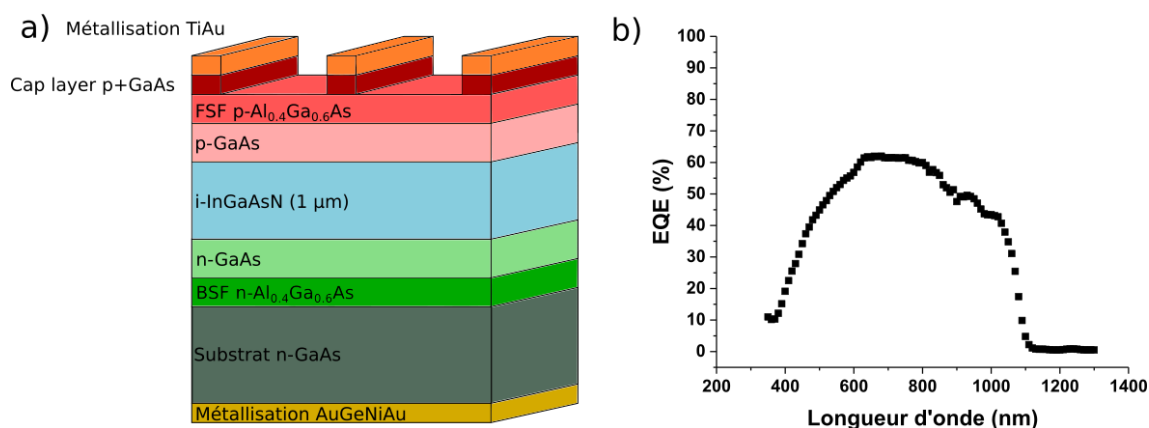


Figure 1 : a) Structure des cellules *pin* InGaAsN fabriquées; b) Réponse spectrale d'une cellule InGaAsN de 0.25 cm².

La fabrication technologique a été faite dans les plateformes du réseau RENATECH du LAAS et de l'IES.

Références :

[1] Geisz J.F. et al. Building a six-junction inverted metamorphic concentrator solar cell. IEEE J Photovolt. 2018;8(2):626-632.

[2] Dimroth F. et al. Four-junction wafer-bonded concentrator solar cells. IEEE J Photovolt. 2016; 6(1): 343-349.

[3] Massiot I. et al. Comparaison d'absorbeurs à 1 eV à base de nitrure dilué accordés en maille sur GaAs: GaInAsN, GaAsSbN et GaInAsN(Bi). JNPV, Dourdan, 2017.