



**HAL**  
open science

## Photodétecteurs infrarouges non redroidis à superréseaux InAs/GaSb : modélisation et caractérisation optique.

Yvan Cuminal, Gerald Ferblantier, Philippe Christol, Jean-Baptiste  
Rodriguez, André Joullié

► **To cite this version:**

Yvan Cuminal, Gerald Ferblantier, Philippe Christol, Jean-Baptiste Rodriguez, André Joullié. Photodétecteurs infrarouges non redroidis à superréseaux InAs/GaSb : modélisation et caractérisation optique.. 11eme Journées Nano-Micro Electronique et Optoélectronique, Apr 2006, Aussois, France. hal-00102206

**HAL Id: hal-00102206**

**<https://hal.science/hal-00102206>**

Submitted on 29 Sep 2006

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Photodétecteurs infrarouges non refroidis à superréseaux InAs/GaSb : modélisation et caractérisation optique.

Y Cuminal, G Ferblantier, P Christol, J.B Rodriguez and A Joulié

Institut d'Electronique du Sud – Centre d'Electronique et de Micro optoélectronique de Montpellier  
IES-CEM2, Université Montpellier 2,  
UMR CNRS 5507, 34095 Montpellier (France).  
[cuminal@cem2.univ-montp2.fr](mailto:cuminal@cem2.univ-montp2.fr)

**Résumé :** Le photodétecteur à zone active constituée de superréseaux (SR) InAs/GaSb constitue l'une des filières technologiques pour la nouvelle génération de composants imageurs IR. Dans cette communication, nous présentons une modélisation des performances des photodétecteurs à SR pour un fonctionnement non refroidi, en tenant compte des caractérisations optiques effectuées sur les structures détectrices.

## 1 Introduction

Les photodétecteurs rapides opérant dans le moyen infrarouge (gamme 3-5 $\mu\text{m}$ ) et le lointain infrarouge (gamme 8-12 $\mu\text{m}$ ) présentent un grand intérêt pour de nombreuses applications liées notamment à l'imagerie infrarouge dite de 3<sup>ème</sup> génération. Les photodétecteurs à zone active constituée par un super-réseau (SR) de type-III InAs/GaSb présentent un certain nombre d'avantages potentiels pour de telles applications : possibilité de fonctionnement dans les deux bandes de transparence de l'atmosphère (détecteur multicolore), grande sensibilité due à des transitions optiques inter minibandes, faible courant inverse du fait de la suppression des recombinaisons Auger liée à la nature de l'alignement de bandes de type III. Ces deux dernières caractéristiques font que le photodétecteur à SR InAs/GaSb est un excellent candidat pour un fonctionnement à température ambiante [1].

Les résultats que nous présentons concernent la modélisation et la caractérisation électro-optique de ce type de photodétecteurs. La croissance des structures a été réalisée par épitaxie par jets moléculaires [2]. La zone active des structures étudiées est constituée d'un super réseau InAs(10MLs) / InSb(1ML) / GaSb(10MLs) épitaxié sur substrat GaSb type p.

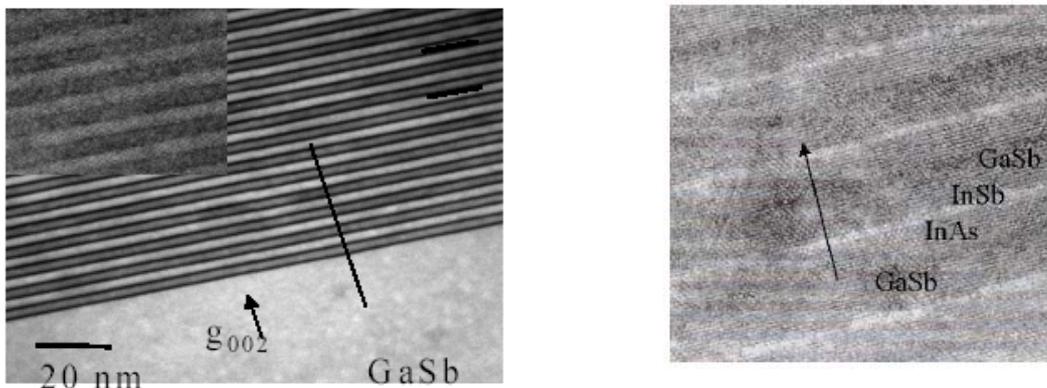


Figure 1: Images TEM du super-réseau GaSb/InAs/InSb (réalisées par A. Trampert, Paul Drude Institut, Berlin)

## 2 Modélisation des photodétecteurs pour un fonctionnement non refroidi

Le modèle développé est basé sur la résolution couplée de l'équation de Poisson et des équations de continuité sous éclairage pour les électrons et les trous [3]. Afin de tenir compte du caractère anisotropique de ces structures (voir photos figure 1) la mobilité des porteurs dans la zone active (SR) a été définie comme un paramètre anisotropique dans notre modèle avec une valeur de mobilité plus faible dans la direction perpendiculaire au plan des couches ( $D_{\text{par}} > D_{\text{per}}$ ).

Ce modèle nous a permis de calculer les paramètres de mérite comme le produit  $R_0 \cdot A$  (produit de la résistance à polarisation nulle par la surface du détecteur) et le rendement quantique  $\eta$ .

Les principaux résultats de modélisation donnés sur la figure 2, mettent en évidence l'existence d'une épaisseur et d'un dopage de zone active optimum pour l'obtention d'une détectivité maximale. La figure 3 quant à elle, montre la très forte variation du rendement en fonction de l'anisotropie de la zone active (SR).

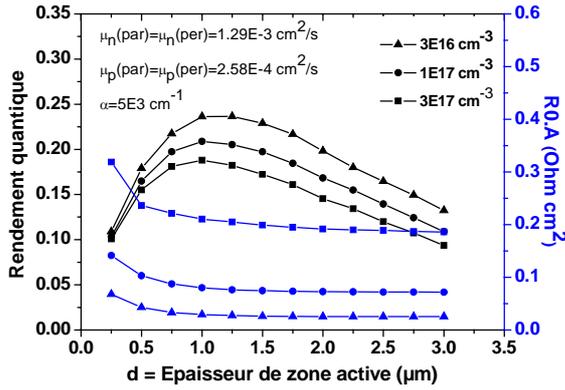


Figure 2 : Rendement quantique et produit R0.A calculés en fonction de l'épaisseur de zone active et de son dopage.

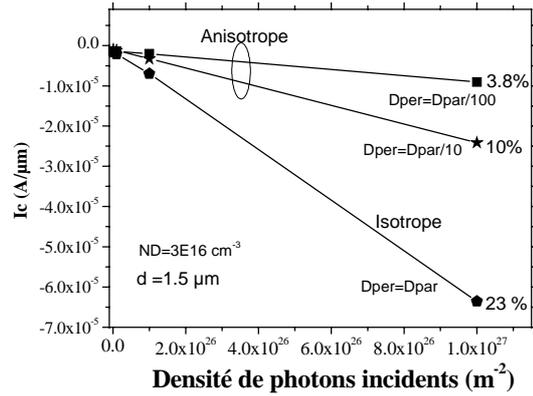


Figure 3 : Photo courant en fonction du flux de photons incident à T = 300K.

### 3 Caractérisation optique

L'absorption optique (Figure 4) et la réponse spectrale calibrée des photodétecteurs (Figure 5) ont été mesurées à T = 300K en incidence normale à l'aide d'un spectromètre à Transformée de Fourier (FTIR). L'introduction du coefficient d'absorption dans notre modèle nous a permis de comparer la réponse spectrale mesurée à celle calculée. L'anisotropie du milieu a été utilisée comme paramètre afin d'ajuster notre calcul sur la mesure.

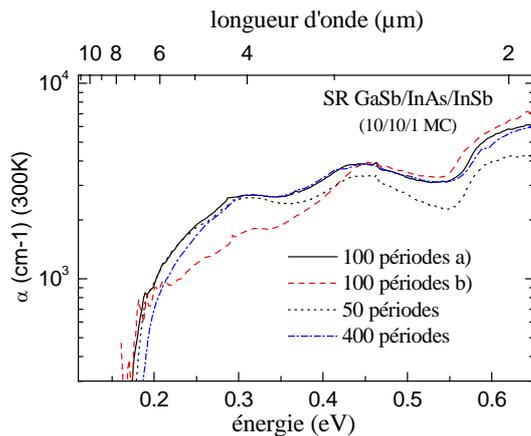


Figure 4 : Coefficient d'absorption mesuré sur des SR GaSb/InAs/InSb de différentes épaisseurs.

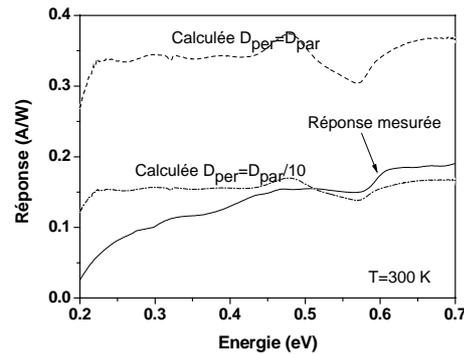


Figure 5 : Spectre de sensibilité d'une photodiode à SR de 250 périodes (1.6µm). Spectres mesuré (trait continu) et calculés (pointillés).

### 4 Conclusion :

Une modélisation de la réponse électro-optique de photodétecteurs à super réseaux InAs/GaSb a été réalisée, cette étude a contribué à l'optimisation du dopage et de l'épaisseur de la zone active de ces structures. L'ajustement de la réponse spectrale calculée sur celle mesurée nous a permis d'évaluer le rapport des coefficients de diffusion des porteurs dans nos superréseaux, la valeur trouvée ( $D_{par}=10 \times D_{per}$ ) est tout à fait réaliste compte tenu du nombre d'interfaces présentes dans ce type de structures.

### References

- [1] A. Rogalski and P. Martyniuk "InAs/GaInSb superlattices as a promising material system for third generation infrared detectors" Infrared Phys. Technol. In press
- [2] J.B. Rodriguez, P. Christol, L. Cerutti, F. Chevrier, A. Joullié "MBE growth and characterization of type-II InAs/GaSb superlattices for mid-infrared detection, J. Crystal Growth Vol.274, pp. 6-13 (2005)
- [3] Y Cuminal, P. Christol, J.B Rodriguez and A. Joullié "Multiphysic FEMLAB modelisation to evaluate mid-infrared photonic detector performances" Proc. Comsol Multiphysics Conference, p. 109-112, Paris 2005.