



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le Doyen de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz –Fès – annonce que

Mr **ABBOUDI Hassan**

Soutiendra : le **Samedi 24/02/2024 à 10H00**

Lieu : **Centre des Etudes Doctorales - USMBA – Amphi 2**

Une thèse intitulée :

Optimisation des Performances des Cellules Solaires à Bande Intermédiaire à Base de Puits Quantique GaN/InGaN

En vue d'obtenir le **Doctorat**

FD : **Sciences des Matériaux et Procédés Industriels**

Spécialité : **Sciences des Matériaux et énergie renouvelable**

Devant le jury composé comme suit :

Nom et prénom	Etablissement	Grade	Qualité
Pr BENYOUSSEF Abdelilah	Académie Hassan II des Sciences et Techniques, Rabat	PES	Président
Pr BOULEZHAR Abdelkader	Faculté des Sciences, Ain Chock- Casablanca	PES	Rapporteur & Examineur
Pr REZZOUK Abdellah	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Rapporteur & Examineur
Pr RAHMANI Khalid	Ecole Normale Supérieure, Rabat	PH	Rapporteur & Examineur
Pr BOUZIANE Khalid	Université Internationale, Rabat	PES	Examineur
Pr SALI Ahmed	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PH	Examineur
Pr ZORKANI Izeddine	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Examineur
Pr EL GHAZI Haddou	École Nationale Supérieure D'arts Et Métiers, Casablanca	PH	Co-directeur de thèse
Pr JORIO Anouar	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Directeur de thèse



Résumé :

Cette thèse de doctorat explore en détail les cellules solaires à bande intermédiaire (CSBI) en utilisant des puits quantiques (PQs) à base de matériaux semi-conducteurs en nitrure de Gallium (Ga) et d'Indium (In), au sein de structures p-i-n (région active). L'objectif

Principal est d'optimiser l'efficacité des cellules solaires en analysant en profondeur l'impact de divers paramètres sur la structure électronique et les propriétés optiques du système. Les résultats clés révèlent qu'une épaisseur optimale des couches de la région

Active de la cellule solaire (puits et barrières de confinement), entre 2 et 10nm, est cruciale pour maximiser l'efficacité du PQ (GaN/InGaN/GaN). L'augmentation de la composition en Indium (In%) entraîne une réduction de la bande interdite et une amélioration de l'absorption lumineuse, favorisant ainsi l'efficacité. L'introduction d'impuretés donneuses

Améliore la séparation des porteurs photo générés, contribuant à une augmentation de l'efficacité. De plus, l'étude examine également l'influence de la température, du potentiel de confinement, du champ électrique externe, et de la position de l'impureté dans le PQ. Une Contrainte de traction sur les interfaces de la région active se révèle plus bénéfique pour l'efficacité que la contrainte de compression. Enfin, une conception IBSC optimisée est proposée, comprenant une taille de PQ de trois monocouches, une composition en Indium de 20 à 40%, un champ électrique modère, une position d'impureté au centre du PQ et

une pression d'environ 20 GPa. Cette conception vise une efficacité maximale de 46,5%, d'épassant la limite théorique de Schoukly-Quessier, et offre des perspectives prometteuses pour les technologies photovoltaïques de nouvelle génération.

Mots clés :

Cellule solaire, Bande intermédiaire, Puits quantique, Efficacité, Semi-conducteur, Nitrures, Gallium, Indium, Dimension, Température, Pression, Champs électrique.



Abstract :

This doctoral thesis extensively explores intermediate band solar cells (IBSCs) using semiconductor quantum wells (QWs) based on Gallium (Ga) and Indium (In) nitride materials within p-i-n structures (active region). The primary objective is to optimize the efficiency of solar cells by thoroughly analyzing the impact of various parameters on the

electronic structure and optical properties of the system. Key findings reveal that an optimal thickness of the layers in the active region of the solar cell (wells and confinement barriers), ranging between 2 and 10 nm, is crucial for maximizing the efficiency of the QW (GaN/InGaN/GaN). Increasing the Indium composition (In%) leads to a reduction in the bandgap and improved light absorption, thereby enhancing efficiency. The introduction of donor impurities improves the separation of photogenerated carriers, contributing to an increase in efficiency. The study also examines the influence of temperature, confinement potential shape, external electric field, and the position of impurities in the QW.

Tensile strain on the interfaces of the active region proves more beneficial for efficiency than compressive strain. Finally, an optimized IBSC design is proposed, including a QW size of three monolayers, an Indium composition of 20 to 40%, a moderate electric field,

an impurity position at the center of the QW, and a pressure of approximately 20 GPa. This design aims for a maximum efficiency of 46.5%, surpassing the theoretical limit of Schoukly-Quessier, and offers promising prospects for next-generation photovoltaic technologies.

Key Words :

Solar cell, Intermediate band, Quantum well, Efficiency, Semiconductor, Nitrides, Gallium, Indium, Dimension, Temperature, Pressure, Electric field.