

AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

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

Mr : **BELAID Walid**

Soutiendra : le **Vendredi 23/12/2022 à 10H**

Lieu : **FSDM – Centre de Visioconférence**

Une thèse intitulée :

Electronic properties of III-nitrides single and multiple quantum wells for optoelectronic applications

En vue d'obtenir le **Doctorat**

FD : Sciences des matériaux et procédés industriels

Spécialité : Sciences des matériaux pour l'énergie et l'environnement

Devant le jury composé comme suit :

Nom et prénom	Etablissement	Grade	Qualité
Pr JORIO Anouar	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès	PES	Président
Pr HTOUTOU Khadija	CRMEF Fès-Meknès	PH	Rapporteur & examinateur
Pr RAHMANI Khalid	ENS, UM V - Rabat	PH	Rapporteur & examinateur
Pr SALI Ahmed	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès	PES	Rapporteur & examinateur
Pr RAMAZAN EKER Yasin	NEU, Faculté d'ingénierie, Konya, Turquie		Examineur
Pr Şükür Kılıç Hamdi	SE, Faculté des Sciences, Konya Turquie	PES	Examineur
Pr EL-GHAZI Haddou	ENSAM, UH-II, Casablanca	PH	Co-directeur de thèse
Pr ZORKANI Izeddine	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès	PES	Directeur de thèse
Pr BAITOUL Maimouna	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès	PES	Invité



Résumé :

Ce travail, séparé en quatre parties, porte sur l'étude de l'énergie de liaison dans les nitrures III à base de puits quantiques simples et multiples. Compte tenu des décalages de masse effective et de constante diélectrique entre le puits et sa matrice environnante, les calculs numériques sont effectués dans le cadre de la bande parabolique et des approximations de masse effective à bande unique sous la barrière de potentiel finie en utilisant la méthode des éléments finis (MEF). Pour être proche de la réalité, l'effet de diffusion à l'interface entre le puits et la barrière est pris en compte, et une expression de la masse effective et de la constante diélectrique est adoptée. De plus, les dépendances à la pression et à la température de la masse effective et de la constante diélectrique ont été prises en compte. Dans la première partie, nous exploitons l'énergie de liaison d'une impureté hydrogénée peu profonde dans des puits quantiques couplés simples et doubles à base de (In,Ga)N/GaN hexagonal non contrainte. L'énergie de liaison est améliorée par rapport à l'effet de couplage, alors qu'elle est réduite en fonction du déplacement de l'impureté loin du centre de la structure, un fort nombre d'énergie de liaison de dépendance de couche est montré. Dans la deuxième partie, nous fournissons le calcul de l'énergie de liaison de type 1s d'une impureté donneuse peu profonde dans des puits quantiques symétriques à double couplage à base de (In,Ga)N/GaN hexagonal. L'énergie de liaison est augmentée (diminue) avec l'augmentation de la pression pour les puits épais (minces), diminuée avec l'augmentation du couplage des puits, et elle est assez significative (insensible) avec l'augmentation de la composition de l'Indium pour les puits minces (épais). Dans la troisième partie, nous étudions l'énergie de liaison liée au donneur peu profond de l'état fondamentale et des deux premières états excités de l'impureté hydrogénique au centre des puits quantiques doubles (In,Ga)N/GaN pour des confinements de forme rectangulaire, parabolique et triangulaire, sous l'effet de la température. Les effets de la largeur du puits et de la concentration de l'Indium ont également été pris en compte dans les calculs. L'énergie de liaison est une fonction décroissante de la température et les variations de BE dépendent de la forme du potentiel de confinement. L'énergie de liaison est plus grande pour des confinements de forme parabolique et triangulaire que pour la forme rectangulaire. La forme du potentiel de confinement a un fort impact sur l'énergie de liaison. Dans la quatrième partie, nous étudions l'énergie de liaison liée au donneur peu profond de l'état fondamentale et des deux premières états excités de l'impureté hydrogénique au centre des puits quantiques doubles (Al,Ga)N/AlN pour des confinements de forme rectangulaire, parabolique et triangulaire, sous les effets combinés de la température et du champ électrique. En conséquence, nos résultats montrent que la dimension du système et la forme géométrique ont une grande influence sur l'énergie de liaison. BE chute en fonction du champ électrique et de la température. L'énergie de liaison est fortement modulée et conditionnée par la position de l'impureté, elle est réduite en fonction du déplacement de l'impureté loin du centre de la structure. De plus, Les fractions de l'indium (Gallium) ont un impact sur l'énergie de liaison et celle-ci est dépendante du régime de confinement. Ainsi que l'efficacité de conversion peut être modulée en optimisant le nombre de puits quantiques, l'épaisseur du puits quantique et l'épaisseur de la barrière dans la couche active des cellules solaires.

Mots clés:

Énergie de liaison, puits quantique, température, pression, champ électrique.



ELECTRONIC PROPERTIES OF III-NITRIDES SINGLE AND MULTIPLE QUANTUM WELLS FOR OPTOELECTRONIC APPLICATION

Abstract:

This work, separated into four parts, deals with the study of the binding energy in III-nitrides-based simple and multiple quantum wells. Considering the effective-mass and dielectric mismatches between the well and its surrounding matrix, the numerical calculations are performed within the framework of the parabolic band and the single band effective-mass approximations under the finite potential barrier using the finite element method (FEM). To be close to reality, the diffusion effect at the interface between the well and the barrier is taken into account and an expression of the effective mass and dielectric constant is adopted. In addition, the pressure and temperature dependencies of the effective masse and dielectric constant were taken into account. In the first part, we exploit the binding energy of hydrogenic shallow-donor impurity in simple and double coupled quantum wells based on unstrained wurtzite (In,Ga)N/GaN. The binding energy is enhanced versus the coupling effect, while it is reduced as a function of displacement of the impurity far away from the structure center, a strong binding energy number of layer dependence is shown. In the second part, we provide the calculation of the 1s-like binding energy of shallow-donor impurity in symmetric double coupled quantum wells based on wurtzite (In,Ga)N/GaN. The binding energy is enhanced (dropped) with increasing pressure for large (thin) well, declined with increasing wells coupling, and is quite significant (insensitive) with increasing In-composition for thin (large) well. In the third part, we investigate the shallow-donor-related binding energy of the ground and two low-lying excited states of on-center hydrogenic impurity in (In,Ga)N/GaN double quantum wells for rectangular (DRQW), parabolic (DPQW), and triangular (DTQW) confinements, under the combined effects of temperature and electric field. The effects of the well width and the gallium concentration have also been taken into account in the calculations. The binding energy is a decreasing function of temperature and the changes in the BE are dependent on the confinement potential shape. The binding energy is enhanced in DPQW and DTQW more than in DRQW. The confinement potential shape has a strong impact on the binding energy. In the fourth part, we investigate the shallow-donor-related binding energy of the ground and two low-lying excited states of on-center hydrogenic impurity in (Al,Ga)N/AlN double quantum wells for rectangular (DRQW), parabolic (DPQW), and triangular (DTQW) potential profiles, under the combined effects of temperature and electric field. As a result, our results show that the system dimension and geometrical shape have a great influence on the binding energy. The BE drops versus both electric field and temperature. The binding energy is strongly modulated and conditioned by the position of the impurity; it is reduced as a function of displacement of the impurity away from the structure center. In addition, the indium (gallium) fractions have an impact on the binding energy and it is dependent on the confinement regime. Moreover, the conversion efficiency can be modulated by optimizing the number of quantum wells, the quantum well thickness, and barrier thickness in solar cells' active layer.

Keywords:

Binding energy, quantum well, temperature, pressure, electric field.