جامعة ابن طفيل
قطب الدراسات في الدكتوراه
ⵜⴰⵙⴷⴰⵡⵉⵜ ⵏ ⵉⴱⵏⵓ ⵟⵓⴼⴰⵢⵍ
PÔLE DES ETUDES DOCTORALES

المملكة المغربية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي والابتكار

AVIS DE SOUTENANCE D'UNE THESE DE DOCTORAT

Le Doyen de la Faculté des Sciences a le plaisir d'informer le public qu'une soutenance de thèse de Doctorat en

«Physique et Applications»

aura lieu le 19/01/2024 à la Faculté des Sciences, Kénitra

La Thèse sera présentée par Mr **OUTMANE EL KHOUJA**

Sous le thème :

Élaboration et optimisation des dispositifs à base de Cu_2FeSnS_4 pour applications photovoltaïques en couches minces

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Titre	Etablissement
DIANI MUSTAPHA	Président	Faculté des Sciences et Techniques, Tanger
AOUNI ABDESSMAD	Rapporteur	Faculté des Sciences et Techniques, Tanger
FAHOUME MOUNIR	Rapporteur	Faculté des Sciences, Kénitra
FAZOUAN NEJMA	Rapporteur	Faculté des Sciences et Techniques, Mohammedia
SAUCEDO SILVA EDGARDO ADEMAR	Examinateur	Université Polytechnique de Catalogne, Espagne
GALCA AURELIAN CATALIN	Examinateur	Institut National de Physique des Matériaux, Roumanie
LEONAT LUCIA	Invité	Institut National de Physique des Matériaux, Roumanie
EBN TOUHAMI MOHAMED	Co-Directeur de thèse	Faculté des Sciences, Kénitra
NOUNEH KHALID	Directeur de thèse	Faculté des Sciences, Kénitra

Nom et Prénom : OUTMANE EL KHOUJA
Date de soutenance : 19/01/2024
Directeur de Thèse : NOUNEH KHALID

Sujet de thèse :

Élaboration et optimisation des dispositifs à base de Cu2FeSnS4 pour applications photovoltaïques en couches minces

Résumé:

Le principal objectif de cette thèse est d'intégrer avec succès des films de CFTS dans des systèmes photovoltaïques de haute performance et de produire des films minces de Cu2FeSnS4 (CFTS) par électrodéposition et spin coating tout en optimisant leurs propriétés structurelles et optoélectroniques. Des films de CFTS, sous forme de stannite, ont été élaborés sur différents types de substrats (verre, ITO/verre et Mo/verre). Les films de CFTS ont d'abord été déposés en utilisant la méthode d'électrodéposition à température ambiante, le potentiel appliqué, la durée du dépôt, la température de sulfuration et les additifs du bain électrochimique ont tous été optimisés. Le comportement idéal a été démontré par un arrangement particulier des paramètres étudiés, y compris une température de sulfuration de 450 °C, un bain contenant du citrate trisodiume et du sulfate de sodium, et une durée de dépôt de 20 min avec un potentiel de dépôt de -1.25 V vs. Ag/AgCl. Les effets de la température et du temps de séchage ont été étudiés dans le processus de dépôt par spin coating. Selon les résultats, la température et la durée de séchage idéales pour obtenir des films CFTS avec une bonne qualité cristalline et des propriétés optoélectroniques adaptées à la conversion photovoltaïque sont de 300 °C pendant 10 minutes. Le choix de ce paramètre a été basé sur des caractérisations structurelles, morphologiques, optiques et électriques. Différentes techniques de croissance ont été mises en œuvre pour la fabrication de cellules solaires basée sur les couches minces CFTS. Le dépôt par bain chimique a été utilisé pour fabriquer la couche tampon de CdS, tandis que la pulvérisation a été mise en œuvre pour élaborer la bicouche ZnO(i)/ITO pour le contact frontal. En utilisant des tensions en circuit ouvert et des densités de courant en court-circuit, l'effet photovoltaïque a été amplement démontré. Bien que modestes, ces propriétés photovoltaïques constituent un point de départ intéressant pour la poursuite des recherches sur cette forme de cellule solaire.

Mots-clés : Cu2FeSnS4 (CFTS), électrodéposition, spin coating, l'effet photovoltaïque.

Abstract:

The major goals of this thesis are to fabricate Cu2FeSnS4 (CFTS) thin films by electrodeposition and spin coating while enhancing their structural and optoelectronic properties. These films will then be effectively integrated into high-performance solar systems. Stannite-like CFTS films were developed on a variety of substrates, including glass, ITO/glass, and Mo/glass. The applied potential, deposition time, sulfurization temperature, and electrochemical bath additives were all tuned for the roomtemperature electrodeposition method used to deposit CFTS films first. A specific combination of the investigated parameters, such as a sulfurization temperature of 450°C, a bath containing trisodium citrate and sodium sulfate, and a deposition period of 20 min with a deposition potential of -1.25 V vs. Ag/AgCl, indicated ideal performance. The effects of temperature and drying time were studied in the spin-coating deposition process. The results show that the ideal temperature and drying time for obtaining CFTS films with good crystalline quality and optoelectronic properties suitable for photovoltaic conversion is 300 °C for 10 minutes. The choice of this parameter was based on structural, morphological, optical and electrical characterizations. Various growth techniques were used to manufacture solar cells based on CFTS thin films. Chemical Bath Deposition was used to fabricate the CdS buffer layer, while sputtering was implemented to elaborate the ZnO(i)/ITO bilayer for the front contact. Using open-circuit voltages and short-circuit current densities, the photovoltaic effect was amply demonstrated. Although modest, these photovoltaic properties provide an interesting starting point for further research into this form of solar cell.

Keywords: Cu2FeSnS4 (CFTS), electrodeposition, spin coating, the photovoltaic effect