Nom et Prénom : KHAAISSA YASSINE
Date de soutenance : 25/06/2022
Directeur de Thèse : NOUNEH KHALID

Sujet de Thèse :

Elaboration, caractérisation et simulation numérique des chalcogénures de zinc pour les cellules solaires en Kesterites CZTS

Résumé :

La technologie des couches minces peut être considérée comme l'une des technologies les plus économiques et les plus efficaces pour la fabrication de cellules photovoltaïques et elle s'avère être un excellent sujet de recherche intense dans le domaine du photovoltaïque. Les matériaux AZO (ZnO dopé par l'Aluminium), ZnS et CZTS peuvent être utilisés dans le dispositif photovoltaïque à couches minces en raison de leurs propriétés électriques et optiques exceptionnelles. De plus, ces catégories de matériaux sont constituées d'éléments respectueux de l'environnement.

Dans ce travail de thèse, la technique Fine Channel Mist CVD (FCM-CVD), qui est une technique sans vide permettant d'élaborer des films minces de haute qualité sous pression atmosphérique, est utilisée pour la synthèse des films d'oxydes conducteurs transparents (AZO) et des couches tampons à base de sulfure de zinc (ZnS non dopées, ZnS dopées au cobalt "ZnS:Co" et au manganèse "ZnS:Mn "), tandis que la méthode Spray pyrolysis est utilisée pour la synthèse de la couche absorbante CZTS. L'influence de différents paramètres de dépôt tels que la concentration des précurseurs, le taux de dopage, la température du substrat, la configuration du solvant et le temps de dépôt sur les propriétés physiques des trois couches; AZO, couche tampon et la couche absorbante CZTS a été étudiée et optimisée. D'autre part, ce travail porte sur la simulation au moyen du logiciel SCAPS-1D de la cellule solaire basée sur les trois couches élaborées.

Mots-clés : FCM-CVD, Spray pyrolysis, ZnO, AZO, ZnS, ZnS:Co, Mn, CZTS, couche tampon, couche absorbante, SCAPS-1D.

Abstract:

Thin film technology can be considered as one of the most cost-effective and efficient technologies for photovoltaic cell manufacturing and it is proving to be an excellent topic for intense research in the field of photovoltaic. AZO (Al-doped ZnO), ZnS and CZTS materials can be used in the thin film photovoltaic device due to their outstanding electrical and optical properties. Moreover, these categories of materials are made of environmentally friendly elements.

In this thesis, the Fine Channel Mist CVD (FCM-CVD) technique, which is a vacuum-free technique to produce high-quality thin films under atmospheric pressure, is used for the synthesis of transparent conductive oxide (AZO) films and zinc sulfide buffer layers (undoped ZnS, Cobalt-doped ZnS "ZnS: Co" and Manganese-doped ZnS "ZnS:Mn"), while the Spray pyrolysis method is used for the synthesis of the CZTS absorber layer. The effect of different deposition parameters such as precursor concentration, doping rate, substrate temperature, solvent configuration and deposition time on the physical properties of the three layers; AZO, buffer layer and CZTS absorber layer has been studied and optimized. On the other hand, this work focuses on the simulation using the SCAPS-1D software of the solar cell based on the three layers elaborated.

Keywords: FCM-CVD, Spray pyrolysis, ZnO, AZO, ZnS, ZnS:Co, ZnS:Mn, CZTS, buffer layer, absorber layer, SCAPS-1D.

ملخص :

تندرج هذه الأطروحة من ناحية في إظهار قيمة تقنية ضباب القناة الدقيقة(Fine Channel Mist CVD (FCM-CVD"" ، بالإضافة إلى التحضير بتقنية ضباب القناة الدقيقة(FCM-CVD) لأفلام من أكاسيد موصلة شفافة (ZnO dopés Al "AZO") ، وطبقات فاصلة (couches tampons) المكونة من كبريتيد الزنك وأيضًا تحضير الطبقة الماصة (CZTS) بطريقة الانحلال الحراري بالرش . (Spray pyrolysis)من ناحية أخرى ، تندرج هذه الأطروحة في محاكاة الخلايا الشمسية المنظمة على النحو التالي : AZO / couche tampon / CZTS باستخدام برنامج SCAPS-1D.

خلال هذه الأطروحة ، يتم استخدام تقنية التحضير FCM-CVD من ناحية لإنتاج أغشية أوكسيد الزنك الغير منشط (ZnO) والمنشط (AZO) ، ومن ناحية أخرى لتحضير الأغشية الرقيقة من كبريتيد الزنك الغير منشط (ZnS) والمنشط بالكوبالت (ZnS: Co) والمنغنيز (ZnS :Mn)، بينما يتم استخدام طريقة الانحلال الحراري بالرش (Spray pyrolysis)لتحضير الطبقة الماصة CZTS (Cu2ZnSnS4). تمت دراسة وتحسين تأثير شروط تحضير مختلف الطبقات مثل تركيز المادة المذابة، ومعدل المنشطات ، ودرجة حرارة الركيزة ، وتركيبة المذيب ، ووقت التحضير على الخصائص الفيزيائية لطبقات الثلاث، طبقة الأوكسيد الموصل الشفاف (AZO)، والطبقة الفاصلة (la couche tampon) ، وطبقة الامتصاص (CZTS) .في نهاية هذه الأطروحة ، يتم إجراء محاكاة محسّنة للخلية الشمسية بناءً على الطبقات الثلاث المحضرة تجريبيا .

الكلمات الرئيسية : FCM-CVD، ZnO، ZnS، ZnS: Co، ZnS: Mn، CZTS ، الأكسيد الموصل الشفاف(AZO) ، الطبقة الفاصلة .(la couche tampon)