

Nom et Prénom : ZAKI MOHAMED YASSINE

Date de soutenance : 05/11/2020

Directeur de Thèse : K. NOUNEH

Sujet de Thèse :

Synthèse et caractérisation des couches minces absorbantes $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ par électrodéposition pour applications photovoltaïques

Résumé :

Le $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ plus connu sous le nom de (CZTS) est un matériau connu pour être l'un des candidats les plus prometteurs pour remplacer les autres matériaux (CIGS et CdTe) fréquemment utilisés dans les cellules solaires à couches minces. En effet ce semiconducteur de type p est composé d'éléments abondants et non toxiques, et est doté de propriétés adéquates pour l'application en tant que couche absorbante dans les dispositifs photovoltaïques à haut rendement. Cependant, et en raison de la présence de phases secondaires presque inévitable et des anomalies de la stœchiométrie, l'obtention d'un composé CZTS pure et monophasé s'avère difficile. Ces problèmes ont montré des répercussions néfastes sur les performances de ce matériau. Le travail présenté dans cette thèse porte sur la réalisation et la caractérisation des films CZTS par la technique d'électrodéposition qui est une méthode respectueuse de l'environnement et à faible coût. L'objectif principal de cette thèse est d'élaborer des matériaux CZTS dont la pureté de phase et la composition élémentaire permettraient d'améliorer le rendement de conversion des cellules photovoltaïques à base de ce composé.

Une série d'échantillons CZTS a été réalisée dans ce travail sur de nombreux substrats (ITO/verre, Mo/verre et Mo/Si). Nous avons essayé deux méthodes de dépôts électrochimiques à savoir les dépôts de précurseurs mixte en une seule étape et le dépôt séquentiel en deux étapes. Pour la première technique, nous avons investigué l'effet de l'utilisation de plusieurs additifs en tant que agent complexant pour faciliter la réduction des ions métalliques sur le substrat et aussi la variation de leurs concentrations dans la solution. Les meilleurs films ont été obtenus en combinant le trisodium citrate avec l'acide borique. D'autre part, des dépôts séquentiels en incorporant une couche de ZnS soit en dessous soit en dessus de d'une couche CZT ont permis de réaliser des couches pures CZTS avec une stœchiométrie remarquable. Plusieurs techniques de caractérisation structurale, morphologique et optique ont été utilisées pour étudier les échantillons élaborés.

MOTS-CLES:

CZTS, électrodéposition, couches minces, caractérisation, cellules solaires.

Abstract :

$\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ better known as (CZTS) is a one of the most promising candidates to replace other materials (CIGS and CdTe) frequently used in thin film solar cells. This p-type semiconductor is composed of abundant and non-toxic elements, and is endowed with properties suitable for the application as an absorbent layer in high efficiency photovoltaic devices. However, and due to the almost inevitable presence of secondary phases and stoichiometric anomalies, obtaining a pure, single-phase CZTS compound is difficult. These problems have shown negative repercussions on the performance of CZTS-based solar cells. The work presented in this thesis focuses on the production and characterization of CZTS films by the electroplating technique, which is an environmentally friendly and low cost method. The main objective of this thesis is to develop CZTS materials whose phase purity and elementary composition would improve the conversion efficiency of photovoltaic cells based on this compound.

A series of CZTS samples was produced in this work on different substrates (ITO/glass, Mo/glass and Mo/Si). We have tried two methods of electrochemical deposition, namely mixed precursor deposition in one step and sequential deposition in two steps. For the first technique, we investigated the effect of using several additives as a complexing agent to facilitate the reduction of metal ions on the substrate and also the variation of their concentrations in the solution. The best films were obtained by combining trisodium citrate with boric acid. On the other hand, sequential deposits by

incorporating a layer of ZnS either below or above a CZT layer have made it possible to produce pure CZTS layers with remarkable stoichiometry. Several structural, morphological and optical characterization techniques were used to study the samples produced.

KEY WORDS:

CZTS, electrodeposition, thin films, characterization, solar cells.