

One-step electrodeposited CuInSe₂ absorber layers for efficient PV cells

B. Ndiaye, C. Mbow, M.S. Mane and C. Sène

Laboratoire des Semi-conducteurs et d'Énergie Solaire, 'LASES'
Département de Physique, Faculté des Sciences et Techniques
Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal

Abstract –

Thin polycrystalline CuInSe₂ (CIS) films for photovoltaic (PV) applications were deposited on molybdenum (Mo)-coated soda lime glass substrates by the one-step electrodeposition process. Films growth was carried out using low concentration aqueous sulfate-based single baths containing dilute CuSO₄.5H₂O, In₂(SO₄)₃.H₂O and SeO₂. The electrodeposited CIS layers were studied using SEM, EDS, X-ray diffraction and optical analyses. It was found that film microstructure, composition and morphology strongly depend on the initial concentrations of Cu(II), In(III) and Se(IV) electro-active ionic species in the electrochemical bath. Investigations on the films structure have shown that as-deposited samples are composed of microcrystalline and/or amorphous materials and require recrystallization at high temperature for device processing. Annealing in H₂Se atmosphere at 450 °C led to highly crystallized thin films exhibiting the chalcopyrite structure with a pronounced (112) orientation. Optimized processing conditions for high quality thin CIS absorber materials have been established and subsequent photovoltaic (PV) devices exhibited ~ 9% efficiency.

Résumé –

Des couches minces polycristallines de CuInSe₂ (CIS) pour des applications photovoltaïques ont été déposées sur des substrats de verre sodé recouvert d'une fine couche de molybdène (Mo) par la méthode de l'électrodéposition. La croissance des films a été réalisée en utilisant des bains aqueux à base de sulfate, faiblement concentrés contenant CuSO₄.5H₂O, In₂(SO₄)₃.H₂O and SeO₂. Les couches minces de CIS électrodéposées ont été étudiées en utilisant la microscopie électronique à balayage (MEB), la spectroscopie par dispersion d'énergie (SDE), la diffraction aux rayons X (DRX) et des analyses optiques. Il a été trouvé que la microstructure, la composition atomique et la morphologie des films dépend fortement de la concentration initiale des espèces ioniques électro-actives Cu(II), In(III) et Se(IV) dans le bain électrochimique. L'étude de la structure des films a montré que les films fraîchement déposés sont composés de matériaux microcristallins et/ou amorphes et nécessitent une recristallisation à température élevées pour la réalisation des dispositifs photovoltaïques. Le traitement thermique à 450 °C sous atmosphère de sélénium conduit à des couches minces fortement cristallisées mettant en évidence la structure chalcopyrite avec une forte orientation préférentielle correspondant au plan (112). Les conditions optimales permettant d'élaborer des matériaux absorbeurs en couches minces de CIS de haute qualité ont été établies et les dispositifs photovoltaïques réalisés avec ces couches donnent des rendements de conversion proches de 9 %.

Keywords:

Copper Indium Selenide - Absorber layers – Electrodeposition - Photovoltaic devices.