

Elaboration et caractérisation des couches minces de matériau CZTS (Cu₂ZnSnS₄) obtenues par voie sol gel : Applications a la photovoltaïque

BENACHOUR Med Cherif

Soutenu en: 2020

Abstract: Récemment, un travail considérable a été fait sur le semi-conducteur de composé quaternaire Cu₂ZnSnS₄ (CZTS), en raison de sa simplicité, son faible coût et surtout sa souplesse dans la combinaison de plusieurs composés chimiques, pour en faire une bonne couche absorbante pour les cellules solaires à couches minces et générateur d'énergie thermoélectrique. Les couches minces CZTS sont une sorte de semi-conducteur à bande interdite directe de type p avec une valeur de bande interdite de $E_g \approx 1,5$ eV pour la conversion d'énergie photoélectrique et sont caractérisés par un grand coefficient d'absorption ($> 10^4 \text{ cm}^{-1}$). De cette manière, le but du présent travail est d'étudier les paramètres de la température de recuit et la durée de recuit optimale pour la formation de couche mince CZTS pur. Pour cela, nous avons développé un procédé simple et non toxique sans sulfuration utilisant le procédé sol gel et les voies de vide pour préparer les couches minces de phase CZTS pure déposés sur des substrats en verre par la technique de dip-coating et recuits à différentes température et avec de durées différentes. Nous avons étudié l'effet de la température de recuit sur les propriétés optiques des couches minces CZTS. Ces dernières ont été déposées par technique de dip-coating utilisant la méthode sol-gel. Nous avons constaté que l'augmentation de la température de recuit de 200 à 500 °C pendant une heure réduit la bande interdite d'énergie de 1,72 à 1,50 eV. Ainsi, ils nous ont jugé que ces couches minces sont bons pour les cellules solaires. Ainsi, la considération de ces résultats nous a incités à étudier l'effet de la durée de recuit de 5 à 60 min sur les propriétés des couches minces CZTS. Les échantillons obtenus ont été étudiés par plusieurs techniques telles que la XRD, la spectroscopie Raman, la SEM, Microscopie à force atomique (AFM), la spectroscopie UV-vis et la photoluminescence. Confirmée par spectroscopie Raman, l'analyse XRD révèle la formation d'un composé monophasé Cu₂ZnSnS₄, de composition quasi-stoechiométrique, dans la structure tétragonale de kesterite avec une orientation préférentielle le long de la direction [112]. La taille des grains a tendance à augmenter à mesure que la durée du recuit augmente et la température du recuit augmente aussi, ce résultat confirmé par SEM. L'étude de la morphologie par le MEB et l'AFM confirme que les films minces, ainsi élaborés sont homogènes, sans fissuration, de structure nanométrique et possédant une très faible rugosité (de l'ordre de 1 nm). L'analyse des mesures optiques montre que ces couches minces ont un coefficient d'absorption relativement élevé dans le spectre visible avec une réduction de bande interdite de 1,62 à 1,50 eV, ce qui est assez proche de la valeur optimale pour une cellule solaire. La photoluminescence (PL) distingue des bandes larges qui ont des maximums d'intensité limités entre 1,50 et 1,62 eV, correspondant à la bande interdite optique du CZTS. et limités augmentant avec l'augmentation de temps de recuit. L'étude des propriétés électriques à l'aide de la méthode de deux points ($I=f(V)$) a également montré que l'augmentation du temps de recuit améliore les propriétés électriques de la structure. De plus, l'étude a abordé le problème des phases secondaires et a suggéré une voie pour éviter leur formation.

Keywords : CZTS, Dip-Coating, sol gel, DRX, Cellule solaire.