



DISCIPLINE DE DOCTORAT : PHYSIQUE

NOM DU CANDIDAT : Houyem SLIMI

LABORATOIRE D'ACCUEIL : UDSMM (ULCO) et PMISI (Université de SFAX, Tunisie)

ECOLE DOCTORALE : SMRE

JURY :

RAPPORTEURS	Pr Abdelillah EL HDIY, Université de Reims Pr Mosbah AMLOUK, Faculté des Sciences de Bizerte
MEMBRES	Pr Mohamed ELOUZE, Faculté des Sciences de Sfax Pr Hajer TOUNSI, Université de Sfax Mcf Najla FOURATI ENNOURI, CNAM Paris
DIRECTEUR DE THESE	Pr Gérard LEROY, Université du Littoral Côte d'Opale Pr Samir GUERMAZI, Université de Sfax Mcf Nicolas WALDHOFF, Université de Littoral Côte d'Opale (co encadrant)

TITRE DE LA THESE :

Elaboration et caractérisation de couches minces de ZnO co-dopé In, Co, préparées par la pulvérisation cathodique, applications aux cellules photovoltaïques

RESUME :

Ce travail de thèse s'inscrit dans le cadre de l'étude des oxydes à structure nanométrique (SnO_2 , ZnO...). Quand ils sont dopés, cette catégorie de matériaux a une variété très large d'applications, notamment dans les domaines de l'optoélectronique et les cellules photovoltaïques liées directement à l'effet de la taille et à la dispersion optique.

Il s'agit d'une thèse en cotutelle entre l'Université de SFAX (Tunisie) et l'Université du Littoral Côte d'Opale (France).

Deux séries d'échantillons déposées par pulvérisation cathodique RF magnétron ont été élaborées. L'effet de l'épaisseur sur différentes propriétés structurales, morphologiques, optiques et électriques de couches de ZnO co-dopé par le cobalt et l'indium et recuites pendant 10 mn est d'abord étudié. Les caractérisations structurale, texturale et morphologique montrent une structure hexagonale wurtzite présentant une orientation privilégiée selon l'axe c [002] perpendiculaire au plan du substrat, avec une amélioration nette de la qualité cristalline et de l'homogénéité avec l'augmentation de l'épaisseur. Les



propriétés optiques ont été étudiées à travers des mesures par spectroscopies UV-Vis-PIR de de photoluminescence. Les résultats montrent que ces couches sont transparentes dans le Visible et dans le proche infrarouge et absorbant dans l'Ultraviolet. Une augmentation de l'énergie du gap optique, de la conductivité optique accompagnée d'une diminution de l'énergie d'Urbach en fonction de l'épaisseur, confirment que la couche à 450 nm présente une meilleure cristallinité. La caractérisation par photoluminescence confirme la présence de défauts profonds et peu profonds dans la bande interdite entraînant des émissions à différentes longueurs d'ondes formant une bande d'émission large dans le visible. L'origine de ces émissions est associée à des états localisés formés en queues de bande aux frontières de la bande interdite dans la bande de valence et de conduction. Ces états localisés sont reliés à la présence de défauts intrinsèques dans cette couche mince de ZnO.

La caractérisation du courant en fonction de la tension ont permis de vérifier que nos échantillons se comportent comme des résistances en régime statique dans des conditions de fonctionnement normales (Densité de courant, Température). Cette étude, en courant continu, montre que la conductivité électrique augmente avec l'épaisseur. Les caractéristiques électriques obtenues par la mesure de bruit en $1/f$ à basse fréquence (1Hz-1MHz) sur les échantillons (50, 150, 250, 350 et 450 nm) ont montré que le bruit est très sensible à la qualité cristalline des couches. La diminution du paramètre de bruit confirme l'amélioration de l'homogénéité des couches minces CIZO avec l'augmentation de l'épaisseur.

Enfin, une étude de l'effet du temps de recuit sur les propriétés structurales, optiques et électriques de couche mince CIZO d'épaisseur 450 nm est présentée. La caractérisation structurale par DRX a confirmé la formation des cristallites de ZnO de structure hexagonale. Les couches ainsi formées présentent une orientation préférentielle suivant l'axe (002) perpendiculaire au plan de substrat.

La caractérisation optique a permis de mettre en évidence la transparence dans le domaine du visible et une absorption importante dans l'ultraviolet avec un seul abrupte vers 375 nm. Une augmentation de l'énergie de gap avec l'augmentation de temps de recuit.

Les propriétés électriques montrent que la résistivité électrique atteint le maximum pour l'échantillon 5 min, ce qui confirme par la diffraction du rayon X qui possède le minimum de taille de cristallite.

DATE DE SOUTENANCE : 29 janvier 2019 à 10h

LIEU : Université de Sfax, Tunisie

