

Etude de l'influence de la puissance de dépôt sur les propriétés électriques de films minces d'oxyde de zinc non dopé

M. Bouderbala, S. Hamzaoui, M. Adnane, T. Sahraoui et M. Zerdali

Laboratoire de Microscopie Electronique et des Sciences des Matériaux,
Département de Physique, Université des Sciences et de la Technologie Mohamed Boudiaf,
B.P. 1505, El M'Naouer, Oran, Algérie

Résumé - La réalisation de films d'oxyde de zinc par pulvérisation cathodique est largement répandue en raison des multiples avantages qu'offre cette technique. Nous avons élaboré, au laboratoire, des couches minces de ZnO par ce procédé et nous en avons étudié l'évolution des caractéristiques en fonction de certains paramètres de dépôt. Dans cet article, l'attention a été focalisée sur la puissance de dépôt radiofréquence appliquée à un plasma d'argon qui sert de gaz pulvérisateur. L'étude a montré que l'influence de la puissance de dépôt s'est particulièrement manifestée dans la vitesse de croissance et dans les propriétés électriques. Ainsi, pour des substrats disposés perpendiculairement à la cible, la vitesse de croissance des couches est passée de ~ 140 à 390 nm/h, lorsque la puissance étudiée passe de 50 à 200 W. L'effet de la puissance s'est également manifesté dans les propriétés électriques. Pour des échantillons de faible épaisseur ($< \sim 0.25 - 0.30$) μm la résistivité électrique ρ des films décroît avec la puissance, tandis que la mobilité μ des porteurs de charge et leur concentration n croissent. Les valeurs mesurées de ρ , μ et n , dans l'intervalle de puissance $50 - 200$ W et pour une épaisseur des couches égale à 100 nm, valent respectivement $(147 - 6.19) \times 10^{-5} \Omega\text{m}$, $(2.7 - 6.8) \text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ et $(4.06 - 14.8) \times 10^{25} \text{m}^{-3}$. Pour des échantillons de plus grande épaisseur ($> \sim 0.25-0.30$) μm , la résistivité électrique est plutôt constante et, donc, indépendante de la puissance de dépôt. Elle vaut $\sim (1.5 - 2) \times 10^{-5} \Omega\text{m}$ pour une couche d'épaisseur égale à $0,9 \mu\text{m}$. La mobilité et la concentration des porteurs de charge affichent également, dans cette gamme d'épaisseurs, un comportement indépendant de la puissance de dépôt et sont plutôt constantes. Les valeurs mesurées de ces deux grandeurs valent respectivement $\sim (44 - 48) \text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ et $\sim 10^{26} \text{m}^{-3}$ dans une couche d'épaisseur égale à $0,9 \mu\text{m}$. L'interprétation de ces résultats a été faite en termes de comportement de la microstructure et des joints de grain dans les échantillons.

Abstract - We have prepared ZnO thin films by the radio frequency sputtering process and we have studied the variations of their characteristics as a function of some deposition parameters. In this paper, the attention was focused on the radio frequency power effect. The study has shown that the influence of this parameter particularly appeared in growth rate and electrical properties. Thus, for substrates kept perpendicular to ZnO target, the films growth rate varied from about 140 to 400 nm/h when the radio frequency power varied from 50 to 200 W. Concerning the electrical properties, the sputtering power effect was not the same for all thickness cases. Indeed, for samples whose thicknesses were small ($< \sim 0.25 - 0.30$) μm , electrical resistivity ρ decreased while mobility μ and carrier concentration n increased when the sputtering power increased. The measured values of ρ , μ and n , in the power range of $50 - 200$ W and for a $0.1 \mu\text{m}$ -thick film, were respectively $(147 - 6.19) \times 10^{-5} \Omega\text{m}$, $(2.7 - 6.8) \text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ and $(4.06 - 14.8) \times 10^{25} \text{m}^{-3}$. For larger thicknesses ($> \sim 0.25 - 0.30$) μm , electrical characteristics exhibited a more different behavior. Resistivity, mobility and carrier concentration were rather constant and no effect of deposition power was noticed. The measured values, in a $0,9 \mu\text{m}$ -thick film, were respectively $(1.5 - 2) \times 10^{-5} \Omega\text{m}$, $(44 - 48) \text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ and 10^{26}m^{-3} . The obtained results were explained in terms of microstructure behavior and grain boundary effect.

Mots clés: Couches minces - Oxyde de zinc - Puissance de dépôt - Propriétés électriques - Joints de grain.