

Effect of O₂ and H₂ Plasma Treatments on the Properties of CuInSe₂ Polycrystalline Thin Films

S. Merdès, N. Benslim, L. Bechiri and L. Mahdjoubi.

Laboratoire de Cristaux et Couches Minces, Faculté des Sciences, Département de Physique, Université de Annaba, BP 12, 23000.

Abstract -

In this work, the effects of O₂ and H₂ plasmas on the properties of grain bulk and the grain boundaries in polycrystalline CuInSe₂ (CIS) thin films are investigated. The electrical behaviour of such material is dominated by the defects; in particular grain boundaries, which control charge transport and carrier recombination. CuInSe₂ thin films obey to two mechanisms of carrier transport, which operate simultaneously: The thermoionic emission through the intergrain barrier at high temperatures, and the "Variable Range Hopping" (VRH) in the forbidden band at low temperatures. Characterization including Conductivity, Impedance and Thermally Stimulated Current (TSC) measurements was done before and after O₂ and H₂ treatments. Conductivity versus temperature characteristics were studied in the range of 80-400K while Impedance measurements for different frequencies were realized at high temperature. These measurements showed that O₂ and H₂ plasmas passivate grain boundary defects in p and n type samples, respectively and have doping effects on the bulk grain: p type films are doped p⁺ by oxygen while n type ones are n⁺ doped by hydrogen.

Résumé -

Dans ce travail, les effets du traitement aux plasmas d'O₂ et d'H₂ sur les propriétés des grains et des joints de grains dans les couches minces polycristallines de CuInSe₂ (CIS) sont étudiés. Le comportement électrique de ces matériaux est dominé par les défauts notamment les joints de grains qui contrôlent le transport de charges et la recombinaison des porteurs. Les couches minces de CuInSe₂ obéissent à deux mécanismes de transport de charges qui opèrent simultanément : l'émission thermoionique à travers la barrière des joints de grains à haute température et l'effet tunnel " Variable Range Hopping " (VRH) dans la bande interdite à basse température. Une caractérisation incluant des mesures de Conductivité, d'Impédance et de Courant Thermiquement Stimulé (TSC) a été réalisée avant et après des traitements aux plasmas d'O₂ et d'H₂ . Les caractéristiques de Conductivité en fonction de la température ont été étudiées dans l'intervalle de 80-400K alors que des mesures d'Impédance ont été réalisées à haute température pour différentes fréquences. Ces mesures ont montré que les plasmas d'O₂ et d'H₂ passivent les défauts des joints de grains dans les échantillons de type p et n, respectivement et ont un effet dopant sur le volume du grain : les couches de type p sont dopées p⁺ par l'oxygène alors que celles de type n sont dopées n⁺ par l'hydrogène.

Keywords: CuInSe₂ - Thin Films - Characterization - Oxygen - Hydrogen - Thermally - Stimulated current.