

Modelling of transport and recombination of photocarriers in un-doped hydrogenated amorphous silicon (a-Si:H)

S. Tobbeche and A. Merazga

Laboratoire des Matériaux Semiconducteurs et Métalliques
Université Mohamed Khider , B.P. 145, 07000 Biskra, Algeria

Abstract –

In this paper, we report on the simulation of steady state photoconductivity in un-doped a-Si:H at temperatures from 30 to 500 K. The model is based on recombination at dangling bond states and band tail states. It takes also into account the hopping transitions in the conduction band tail states to describe the conduction in localized states at low temperatures. At high temperatures, the multiple trapping process is considered to describe the conduction in extended states. The density of states includes the exponential density of conduction band tail states and valence band tail states and the density of dangling bond states. This later is determined by the Defect Pool Model 'DPM'. The experimental features observed on the temperature dependence of the photoconductivity (σ_p) are generally the thermal quenching, the low activated region and the temperature independent photoconductivity at very low temperatures. All these observations are well reproduced by the model in un-doped a-Si:H. By the examination of the relative contributions of two processes of conduction: (i) the multiple trapping and (ii) the multiple trapping associated with the hopping, the model results show that the multiple trapping process of electrons where the conduction is assured by free carriers in the thermal quenching region above 140 K is important while the hopping process of electrons is negligible. At 140 K and below, the hopping transport of electrons in the conduction band tail states makes an important contribution in the photoconductivity. It explains successfully the low activated region and the temperature independent photoconductivity at very low temperatures.

Résumé –

Ce travail est une étude par simulation numérique de la dépendance de la photoconductivité en régime stationnaire de la température du a-Si:H intrinsèque dans un intervalle de température [30 K - 500 K]. Le modèle est basé sur la recombinaison dans les états des liaisons pendantes et les états de queues de bandes. Il prend aussi en considération les transitions par saut dans les états de queue de bande de conduction pour décrire la conduction dans les états localisés aux températures basses. Aux températures élevées, le processus de multi piégeage est considéré pour décrire la conduction dans les états étendus. La densité des états inclut la densité des états de queue de bande de conduction et de valence de formes exponentielles et la densité des états des liaisons pendantes. Cette dernière est déterminée par le Modèle Defect Pool 'MDP' de formation des défauts. Les caractéristiques généralement observées sur la dépendance en température de la photoconductivité (σ_p) sont le thermal quenching, la région thermiquement activée par une faible énergie et la photoconductivité indépendante de la température aux températures très basses. Toutes ces observations sont bien reproduites par le modèle dans le a-Si:H intrinsèque. Par l'examen des contributions relatives de deux processus de conduction: (i) le multi piégeage et (ii) le multi piégeage associé au processus par saut, les résultats du modèle montrent que le processus de multi piégeage d'électrons où la conduction qui est assurée par les porteurs libres dans la région du thermal quenching est prédominant, cependant, le processus de conduction par saut est négligeable à $T > 140$ K. A $T \leq 140$ K, le transport par saut d'électrons dans les états de queue de bande de conduction a une contribution importante dans la photoconductivité. Il explique avec succès la région faiblement activée et la photoconductivité indépendante de la température aux températures très basses.

Keywords:

Silicium amorphe hydrogéné 'a-Si:H' - Steady state photoconductivity - Hopping - Density of states 'DOS'.