

Contrat doctoral – ED Galilée

Titre du sujet : Etude de couches minces de nitrures d'étain et de germanium comme couche absorbante d'une cellule photovoltaïque

- Unité de recherche : Laboratoire des Sciences des Procédés et des Matériaux (LSPM)
- Discipline : Sciences et ingénierie
- Direction de thèse : Fatiha CHALLALI (MCF/HDR) et Andreas ZERR (CR/HDR)
- Contact : fatiha.challali@univ-paris13.fr
- Domaine de recherche : Sciences des matériaux
- Mots clés : Nitrures, photovoltaïque, énergie renouvelable, structures spinelles

Résumé

Dans le contexte environnemental et énergétique actuel, il devient indispensable d'étudier et de développer les énergies renouvelables (EnR) qui ne représentent à ce jour que 25% de la production totale d'énergie dans le monde dont 15% d'énergie hydraulique. Parmi ces énergies, le photovoltaïque (PV) utilise le soleil qui constitue en relatif la source EnR la moins exploitée. Les cellules PV peuvent être vues comme un empilement de matériaux : (a) une couche active (absorbeur) constituée d'un matériau accepteur d'électrons et d'un matériau donneur d'électrons, formant une jonction PN donneur-accepteur, (b) des contacts métalliques (anode et cathode) et (c) des couches supplémentaires tel un anti-reflet. Ce qui différencie une cellule d'une autre, ce sont principalement la nature de l'absorbeur, le type de substrat et le positionnement des électrodes. Les travaux relatifs au présent projet sont en phase avec les objectifs actuels de recherche au niveau national comme international en matière de mise au point de nouveaux matériaux à haut rendement et à faible coût pour la conversion de l'énergie. Des travaux sur la structure spinelle des nitrures d'étain et de germanium, γ - Sn_3N_4 et γ - Ge_3N_4 , font notamment l'objet d'un développement marqué en raison des énergies de liaison très fortes de ces nitrures (exciton très libre) promettant une efficacité théorique élevée pour la conversion du courant électrique en lumière (LED) et inversement de la lumière en courant électrique (cellules PV). De plus, leurs bandes interdites directes de la solution solide peuvent couvrir toute la gamme de longueurs d'onde de la lumière visible. Il a aussi été montré dans des approches théoriques que les nitrures γ - Sn_3N_4 et γ - Ge_3N_4 devraient avoir une performance plus élevée dans les dispositifs optoélectroniques, photovoltaïques et d'éclairage que les composés utilisés jusqu'à aujourd'hui dans l'industrie tel que GaAs et GaN. En particulier, un matériau tel que γ - Sn_3N_4 est à la fois synonyme de faible coût et de grande disponibilité. L'objectif de cette étude est de développer des films minces de nitrure d'étain (γ - Sn_3N_4) et de germanium (γ - Ge_3N_4) de structure spinelle, préparés par pulvérisation magnétron, comme couche absorbante d'une cellule photovoltaïque et l'étude de leurs propriétés structurales, optoélectroniques et mécaniques.

Le plan de travail envisagé, est comme suit :

- Elaboration par pulvérisation magnétron (PVD) de films minces de nitrure d'étain et nitrure de germanium.
- Caractérisations structurales, morphologiques, optoélectroniques et mécaniques des films élaborés.
- Réalisation et caractérisation de cellules photovoltaïques simples : jonction donneur-accepteur (jonction PN) à base du nitrure d'étain/germanium et électrodes métalliques commerciales.