

Sujet de stage

Département Physique et Mécanique des Matériaux – Equipe SIMaC

Etude de la piézorésistivité et de la limite d'élasticité de films ITO déposés sur polyimide: influence de l'ion de pulvérisation

Encadrants : Philippe GOUDEAU (SIMaC – P') et Dominique Thiaudière (DiffAbs – synchrotron SOLEIL)

Mots-clés : Microstructure, propriétés de transport, ITO, déformation, DRX, résistivité, insitu

Sujet : Les dispositifs de la microélectronique étirable se développent de plus en plus dans de nombreux secteurs applicatifs et en particulier la biologie / médecine faisant appel aux tissus humains. Dans les systèmes bio-inspirés, les couches minces fonctionnelles sont déposées sur substrat souple et l'un des enjeux majeurs est lié à la tenue mécanique de l'ensemble à l'élaboration mais aussi en fonctionnement.

Notre groupe, en collaboration étroite avec le synchrotron Soleil, développe depuis plus d'une dizaine d'année des études sur le comportement mécanique de tels systèmes en jouant sur le contraste mécanique et l'effet de taille des matériaux utilisés. Nous maîtrisons parfaitement au sein de l'institut Pprime la synthèse par pulvérisation ionique de couches minces et multicouches (effet de taille et d'interface) sur substrats polymères comme le Kapton HN. Depuis 2 ans, notre sujet a évolué vers des couches minces de type oxydes dans une démarche de type « Ingénierie de contraintes » qui cherche à adapter la propriété physique (électrique, optique) à une application spécifique. En effet, la structure électronique du matériau contraint, peut être modifiée de manière sensible aux grandes déformations élastiques (> 1%). Les échantillons étudiés actuellement sont des oxydes transparents et conducteurs (TCO), comme l'oxyde d'indium dopé étain –(ITO). Nos précédentes études ont montré que la déformation élastique emmagasinée dans un film est d'autant plus élevée que le film est mince. Ce résultat est très important dans le cas des matériaux ductiles comme l'ITO.

Des campagnes d'expériences sont menées sur la très grande infrastructure de recherche, le synchrotron SOLEIL. Des mesures de diffraction de rayons X (déformations de la couche mince), combinées à de la corrélation d'images numériques (mesures des déformations macroscopiques) ainsi qu'à des mesures de résistivités lors de chargements mécaniques s'effectuent sur la ligne de lumière DiffAbs. Nos premières observations montrent un effet piézorésistif dans le domaine élastique (jusqu'à 0,8%) que l'on peut quantifier et une évolution singulière de la résistivité à la limite d'élasticité, ces paramètres dépendants fortement de la microstructure des films.

L'objectif principal de ce stage sera de mieux comprendre l'effet de la microstructure sur la piezo résistivité et la limite d'élasticité en variant la nature des ions de pulvérisation (Ar, Xe). Les films minces d'ITO sont déposés sur Kapton HN et les essais mécaniques seront réalisés in situ grâce à une machine de déformation biaxiale contrôlée, intégrée au diffractomètre de la ligne DiffAbs de SOLEIL. Ce dispositif est unique en son genre et combine des mesures de déformations élastiques et macroscopiques.

Une demande de temps de faisceau à Soleil a été déposée. Ce travail sera prolongé par une thèse (2019-2021) cofinancée par l'université de Poitiers et SOLEIL dans le cadre du projet NACRES soutenu par la région Nouvelle Aquitaine.