

Radiométrie photothermique pulsée périodique en configuration face avant pour la caractérisation thermique de couches minces

Auteur principal : Chassain Clément*

Directeurs de thèse : Jean-luc Battaglia* & Andrzej Kusiak*

* Laboratoire de mécanique de bordeaux I2M, Département TREFLE, Équipe TIFC

La caractérisation thermique d'échantillons minces multicouches est un domaine en évolution constante où les améliorations techniques continuent de se produire. L'importance de ce domaine est renforcée par le fait que ce type d'échantillons est présent dans de très nombreux domaines comme l'électronique, la protection thermique par revêtement ou même encore par exemple les outils d'usinage. De nombreuses techniques expérimentales basées sur la perturbation du milieu d'étude dans un état homogène ont vu le jour pour mesurer les propriétés thermiques des films composant ces échantillons. Parmi ces méthodes nous pouvons retrouver la technique 3ω qui est une méthode de contact permettant une mesure absolue de la température et du flux de chaleur, et est particulièrement bien adaptée aux mesures basses températures. Concernant les méthodes sans contact et adaptées aux hautes températures, nous trouvons les méthodes photothermiques telles que la thermorélectance dans le visible (VIS) ou les techniques de radiométrie infrarouge (IR). Ces techniques ne permettent cependant que de mesurer la variation relative de la température ou du flux, ce qui peut être un atout compte tenu de la difficulté d'étalonner les outils de mesure et des incertitudes liées à cet étalonnage. Les méthodes de mesures utilisées quelles qu'elles soient nécessitent une comparaison entre un modèle de l'expérience et les données expérimentales, c'est le fondement des méthodes inverses. Les méthodes inverses reposent sur des méthodes d'optimisation visant à réduire l'écart entre l'évaluation théorique et la mesure expérimentale.

Le travail présenté s'inscrit dans la continuité de mesures expérimentales réalisées par radiométrie photothermique pulsée en configuration face avant (FF PPTR) sur des alliages chalcogénides de Ge-Te amorphe. Après un bref rappel du dispositif expérimental ainsi que du modèle, qui sont deux éléments classiques et détaillés de la littérature, la partie concernant l'identification des paramètres sera explicitée. La méthode d'identification utilisée dans le travail présenté est une des méthodes Bayésiennes et plus précisément la méthode de Monte Carlo avec chaînes de Markov (MCMC). Parmi la grande variété d'algorithmes disponibles nous avons décidé de nous orienter vers l'algorithme de Metropolis-Hastings couplé avec des calculs préliminaires du modèle des déséquilibres diffus (DMM) et du modèle de transport de Boltzmann. Le couplage de cet algorithme avec des calculs préliminaires permet un temps de calcul court et une précision accrue. Un exemple de la méthode sera donné avec des échantillons multicouches de Si_3N_4 déposés sur un wafer de silicium, le tout recouvert d'une couche de platine.