



Soutenance de thèse

Vendredi 07 décembre

10h 00

Salle 44 - C2N site Orsay

Loïc GUILLEMOT

"Dynamique et ingénierie de la photostriction dans des microdispositifs à base de films minces épitaxiés d'oxydes ferroélectriques "

Jury members :

Philippe LECOEUR	PR1	Université Paris Saclay	Directeur de thèse
Thomas CORNELIUS	Chargé de Recherche	Universités d'Aix-Marseille et de Toulon	Examineur
Antoine BARBIER	Directeur de Recherche	CEA Saclay	Examineur
Pascal RUELLO	Professeur	Le Mans Université	Rapporteur
Houssny BOUYANFIF	Maître de Conférences	UNIVERSITÉ DE PICARDIE JULES VERNE	Rapporteur
Sylvia MATZEN	Maître de Conférences	Université Paris Saclay	Examineur
Brahim DKHIL	Maître de Conférences	CentraleSupélec	Invité

Abstract :

Les matériaux ferroélectriques sont de bons candidats pour réaliser des microdispositifs photostrictifs, capables de se déformer mécaniquement sous éclairage. En effet, lorsqu'ils sont soumis à un rayonnement d'énergie supérieure à leur bande interdite, les charges photoinduites sont séparées par le champ électrique interne du matériau qui dépend de sa polarisation rémanente. Cette séparation de charges génère alors une modification photoinduite du champ électrique et par conséquent une déformation puisque le matériau ferroélectrique est aussi piézoélectrique. Dans cette thèse, le matériau ferroélectrique $\text{Pb}(\text{Zr}_x\text{Ti}_{1-x})\text{O}_3$ (PZT) a été choisi pour son coefficient piézoélectrique important. Des couches minces de PZT de haute qualité cristalline ont été déposées par ablation laser pulsé (PLD), et intégrées dans une géométrie capacitive, entre deux électrodes afin de contrôler électriquement les propriétés du matériau. Dans un premier temps, les propriétés piézoélectriques, diélectriques, ferroélectriques et de conduction électrique des couches minces de PZT ont été étudiées et ont montré l'influence des interfaces électrode/ferroélectrique. Les propriétés photovoltaïques des couches minces ont ensuite été étudiées, en fonction de la longueur d'onde d'excitation et de l'état de polarisation, et les résultats obtenus ont démontré l'importance de l'ingénierie sur les réponses photoinduites dans le PZT, notamment le choix de l'électrode supérieure et de la longueur d'onde d'excitation. Le choix de l'électrode supérieure s'est en effet révélé très important pour contrôler le signe des courants et tensions photoinduites ainsi que leur stabilité temporelle. Finalement, les déformations photoinduites dans des films minces de PZT après une impulsion UV ont été étudiées par diffraction des rayons X résolue en temps. L'une des avancées les plus importantes de ces travaux réside dans le contrôle in situ de la photostriction (à la fois du signe et de l'amplitude des déformations photoinduites) en faisant varier l'état de polarisation. En considérant les différentes contributions intervenant dans le champ électrique total dans la couche mince, un modèle a été proposé pour expliquer le rôle de la polarisation dans la photostriction. Pour aller plus loin dans l'étude et le contrôle de la photostriction et son optimisation, plusieurs approches ont été explorées, comme la modification de la polarisation rémanente, de la longueur de pénétration des UV, de la fréquence d'excitation UV ou de l'interface électrode/PZT, qui ont montré des effets plus ou moins forts sur la dynamique et l'amplitude de la réponse photostrictive.