

Matériaux multifonctionnels accordables en permittivité

Proposition de thèse de doctorat

Mots-clés

Synthèse de couches minces, ferroélectriques, antiferroélectriques, accordabilité, applications hyperfréquences

Contexte

Certains matériaux ont pour particularité une non-linéarité de leurs propriétés diélectriques, leur permettant ainsi d'être "fonctionnels" puisqu'ils sont commandables électriquement. La maîtrise de leurs propriétés obtenue permet une utilisation de ces matériaux dans des circuits électroniques intelligents et donc la réalisation de dispositifs innovants, agiles et reconfigurables. De nombreuses applications existent, notamment sur le développement de composants pour les télécommunications, pour des capteurs intelligents ou encore le stockage de l'énergie. Le développement de ces matériaux sous forme de couches minces favorise leur intégration et donc la miniaturisation des dispositifs.

Dans le cas particulier des oxydes complexes ferroélectriques qui possèdent une permittivité diélectrique variable, une accordabilité convenable a été déjà obtenue dans des études antérieures. Les pertes diélectriques restent cependant encore trop élevées et pour certaines applications, on recherche une valeur plus faible de la permittivité relative.

Description du sujet

Le projet de thèse porte sur la synthèse et l'étude d'oxydes complexes en couches minces, notamment des matériaux ferroélectriques ou antiferroélectriques, avec pour objectif une meilleure compréhension du lien entre la morphologie du matériau et son accordabilité en permittivité. Le point de départ est la maîtrise à l'IETR de la synthèse du matériau $Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO_3$ (BST) dopé au manganèse et $PbZrO_3$ (PZ), tout deux réalisés en couches minces par voie chimique (procédé sol-gel) sur substrat d'alumine. De premières études par spectroscopie diélectrique ont permis de décerner l'influence du mouvement des parois de domaines sur les propriétés du matériau et ainsi d'en démontrer le lien avec la texture des films. Il s'agit maintenant d'effectuer une étude physico-chimique plus systématique :

- Etude de l'interface substrat - film fonctionnel en considérant une couche d'adhésion / accord de maille éventuel
 - Etude de l'influence des défauts (lacunes d'oxygène) dans le film
 - Influence de la rugosité du substrat
 - Variation de la composition BST ou PZ, nouveau oxyde complexe, nouveau dopage
 - Formulation de la solution précurseur, conditions de cristallisation
 - Lien entre la morphologie et les propriétés diélectriques
- ...

Au final, l'étude permettra de clarifier le lien entre la texture des couches minces ferroélectriques et la permittivité diélectrique complexe du matériau en mettant en évidence le rôle particulier des parois de domaines. Le but sera de montrer par quels moyens physico-chimiques on peut influencer la microstructure afin d'améliorer les propriétés fonctionnelles du matériau (valeurs de la permittivité, des pertes diélectriques et de l'accordabilité sous champ électrique). Les différentes techniques de caractérisations structurales et de caractérisations diélectriques du film ferroélectrique sont disponibles via les plates-formes technologiques à Nantes, accessibles aux laboratoires IETR.

Présentation du laboratoire d'accueil

Le travaux de thèse de déroulent à l'Institut d'Électronique et des Télécommunications de Rennes (IETR UMR CNRS 6164) sur son site de l'UFR Sciences et Techniques de l'Université de Nantes dans l'équipe *Functional Materials* (FunMAT) de l'institut. L'équipe FunMAT est reconnue au niveau national voire international pour ses compétences en synthèse par voie chimique d'oxydes complexes en couches minces, en caractérisations diélectriques ainsi qu'en modélisations et interprétations fondamentales de ces matériaux accordables en permittivité. Elle est plus particulièrement engagée dans l'action *Smart Sensors* de l'RFI WISE en Pays de la Loire.

Entre autres, les recherches de FunMAT ont pour objectif

- la chimie de synthèse (procédé sol-gel) des couches minces d'oxydes complexes
- la caractérisation multi-échelle, permettant de relier la morphologie/texturation aux propriétés diélectriques macroscopiques
- la co-conception matériaux - hyperfréquences en vue d'une application des couches minces fonctionnelles pour des dispositifs électroniques intelligents innovants

Pour mener à bien ces activités, FunMAT dispose d'une Salle Blanche, équipée pour la synthèse par voie chimique des couches minces et dotée de moyens technologiques pour l'intégration de ces matériaux dans des dispositifs démonstrateurs. La spectroscopie diélectrique des matériaux ferroélectriques par l'étude de la loi hyperbolique, mise en place par des membres de l'équipe, permettra les études fondamentales.

Le(a) candidat(e) retenu(e) sera encadré par des membres de FunMAT, spécialisés en sciences physico-chimiques des matériaux et participera à leurs projets de recherche dont le sujet de thèse proposé fait partie intégrante. Il (elle) sera inscrit(e) dans l'école doctorale MathSTIC de l'Université Bretagne Loire et le déroulement de la thèse sera soumis aux règles de cette école. Ainsi une formation scientifique et professionnelle accompagnera les travaux de recherche au laboratoire. Un Comité de Suivi Individuel sera mis en place dès la première année de thèse et statuera sur son avancement selon le règlement établi par l'école doctorale.

Profil du candidat

Titulaire d'un Master de Recherche ou Diplôme d'Ingénieur avec dérogation ou stage de recherche certifié, ayant suivi une formation en sciences chimiques et physiques des matériaux :

- Élaboration des oxydes complexes en couches minces par voie chimique (chemical solution deposition, CSD)
- Physique des défauts et milieux anisotropes
- Ferroélectricité
- Techniques de caractérisation structurale (MEB, AFM, DRX...)
- Spectroscopie diélectrique (basses et hautes fréquences)

Modalités de candidature

Eléments à fournir pour la candidature:

- CV détaillé
- Bulletin de notes **avec classement** pour les années L3 et M1
- Relevé des notes du M2 (partie théorique du premier semestre) **avec classement**
- Lettre de motivation
- Lettre(s) de recommandation éventuelle(s)

<i>Courriel</i>	hartmut.gundel@univ-nantes.fr	Tel. (0)251 12 55 42
	caroline.borderon@univ-nantes.fr	Tel. (0)251 12 55 37
	raphael.renoud@univ-nantes.fr	Tel. (0)251 12 55 36