




Proposition de sujets de thèse Étude des interphases dans les matériaux nanodiélectriques

Spécialité Electronique

Ecole Doctorale I2S - Information, Structures, Systèmes

Titre  Étude des interphases dans les matériaux nanodiélectriques


Titre  Study of interphase in nanodielectric materials

Directeur de thèse M. Jérôme CASTELLON - Tel : 06.99.20.00.42

Co-directeur de thèse Richard ARINERO - Tel : 04.67.14.32.98

Unité de recherche IES - Institut d'Electronique du Sud UMR 5214 - Tel : 04 67 14 37 16

Profil candidat Master ou Diplôme d'ingénieur en Génie Electrique (idéalement en relation avec les matériaux diélectriques) ou dans le domaine des Matériaux.

Résumé  L'idée d'utiliser des nanoparticules pour améliorer les propriétés diélectriques des polymères, couramment utilisés dans le domaine du génie électrique, a suscité l'intérêt des chercheurs au cours des deux dernières décennies. Des charges inorganiques de dimensions nanométriques telles que la silice, l'alumine, les argiles ou les nanotubes de carbone ont ainsi été mélangées avec des matériaux tels que le polyéthylène ou des résines époxy. De nos jours, le rendement de conversion d'énergie est souvent limité par des aspects thermiques et électriques. Ces limitations sont essentiellement liées aux caractéristiques des matériaux isolants utilisés. En conséquence, l'utilisation de matériaux isolants innovants, basés sur des matériaux nanostructurés est de plus en plus souvent envisagée pour augmenter le rendement énergétique. De récents travaux menés à l'Institut d'Electronique du Sud font état d'avancées considérables en matière de nanocaractérisation des propriétés diélectriques des polymères par microscopie à force atomique (AFM) et doivent permettre d'approfondir l'analyse des phénomènes mis en jeu à l'échelle des nanoparticules.

Le but de ce travail est d'étudier ces matériaux innovants et de comparer leurs propriétés diélectriques avec celles des matériaux existants.

Les grandes étapes et la démarche envisagée sont les suivantes :

- Étude des propriétés électriques et thermiques des polymères inorganiques (Polyéthylène, Epoxy...) et des charges nanométriques principalement organiques (SiO₂, Mgo, Graphène, noir de carbone...) utilisées.
- État de l'art des modèles physiques appliqués aux matériaux composites, nanocomposites et nanodiélectriques.
- Étude de l'influence du procédé de fabrication (avec fonctionnalisation ou non des particules) sur la dispersion des nanoparticules et la nature des interfaces (couramment appelées interphases).
- Étude des phénomènes apparaissant à l'échelle nanométrique et leur éventuelle influence sur les propriétés du matériau nanostructuré.

Afin de caractériser et interpréter leurs propriétés, plusieurs techniques seront utilisées: A l'échelle « macro » : la microscopie par imagerie, la caractérisation thermique ainsi que des méthodes d'investigation à fort ou faible champ électrique. A l'échelle « nano », la microscopie à force atomique (AFM) et électrostatique (EFM).

Les caractéristiques obtenues seront corrélées et différentes observations sur les propriétés diélectriques seront discutées par rapport à l'influence du type de charge utilisée (essentiellement leur forme, nature, dimension), de son traitement (fonctionnalisation) ou de son poids total (% en poids ou en volume).

Une modélisation numérique (basée sur des modèles existants, généralisation de la loi des mélanges, ou autres), sera réalisée afin de déterminer la réponse diélectrique des matériaux composites ainsi que les paramètres de l'interphase matrice-particule. La cartographie de la permittivité et des pertes diélectriques locales par EFM associée à la mesure « globale » des propriétés diélectriques par spectroscopie diélectrique apparaît comme une approche pertinente pour valider cette modélisation.

Encadrement Collaboration internationale avec Hydro-Québec (Canada), Universités de Southampton (Grande Bretagne) et Bologne (Italie)

Type de financement le(la) candidat(e) retenu(e) devra concourir à un financement de l'école doctorale I2S entre le 28/04 et le 30/05

Partenariat / contrat IEED (cluster matériaux innovants) ou collaboration avec ABB (Suisse)

Début de la thèse 1 octobre 2014

Date limite de candidature

Date de dépôt du sujet 23 avril 2014