IRAMIS : Institut Rayonnement Matlère de Saclay

Saclay

SPEC/LNO

Etude de microstructures multiferroïques encapsulées de type ferrite - pérovskite

Spécialité Physique de la matière condensée

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil SPEC/LNO

Candidature avant le 27/04/2018

Durée 5 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact BARBIER Antoine
+33 1 69 08 39 23
antoine.barbier@cea.fr

Résumé

L'objectif de ce stage est de réaliser et de caractériser des inclusions de ferrite (CoFe2O4) ferrimagnétique dans une matrice de perovskite (BaTiO3) ferroélectrique. Nous nous appuierons sur l'expertise acquise ces dernières années au laboratoire dans la réalisation par épitaxie par jets moléculaires de couches minces de ces mêmes composés. L'étude sera complétée par des méthodes de pointe accessibles en rayonnement synchrotron.

Sujet détaillé

Le couplage magnéto-électrique entre des oxydes ferroélectriques et ferro-, ferri ou antiferro- magnétiques suscite un vif intérêt dans le domaine des applications liées à la spintronique et à la conversion d'énergie. La maitrise de ce type d'oxydes sous forme de nanostructures encapsulées est aujourd'hui particulièrement pertinente. Dans ces systèmes il y a une forte interdépendance des paramètres magnétiques, ferroélectriques et structuraux. Une étude pertinente doit donc aborder l'ensemble de ces aspects.

Le BaTiO3 est l'un des matériaux ferroélectriques de référence et appartient à la famille des oxydes de structure pérovskite. La ferrite de cobalt a de nombreux atouts comme une température de Curie élevée et une forte constante de magnétostriction. L'inclusion de microstructures de CoFe2O4 dans un film de BaTiO3 est un système très bien adapté à la compréhension des mécanismes sous-tendant les propriétés multiferroïques.
La croissance en films minces de ces matériaux est déjà maitrisée au laboratoire. Les dépôts seront réalisés par épitaxie par jets moléculaires assistée par plasma d'oxygène atomique. Dans le cadre du stage proposé on s'attachera à déterminer les conditions de réalisation d'inclusions encapsulées. Ces échantillons seront étudiés ensuite sur les lignes de lumière DIFFABS et HERMES du synchrotron SOLEIL pour déterminer respectivement les propriétés cristallines, la cartographie chimique ainsi que l'ordre magnétique et ferroélectrique.

Les couches élaborées durant ce stage s'inscrivent dans le cadre de recherches à long terme. Ce sujet pourra être prolongé par une thèse. Le stage, tout comme le sujet de thèse pourront donner lieu à un co-encadrement et à un cofinancement entre le laboratoire CEA/SPEC et une des lignes de lumière synchrotron SOLEIL (lignes DIFFABS et HERMES).

Mots clés

Oxydes, multiferroïque, épitaxie par jets moléculaires, synchrotron

Compétences

Le (la) candidate abordera les techniques d'ultra-vide associées à la croissance par épitaxie par jets moléculaires ainsi qu'une première approche d'études menés sur grands instruments. On utilisera la diffraction des électrons rapides (RHEED), la spectroscopie d'électrons Auger (AES), la photoémission des niveaux de coeur (XPS), la microscopie en champ proche (PFM), la diffraction des rayons X sur la ligne DIFFABS, la microscopie électronique de basse énergie (LEEM), la spectroscopie d'absorption des rayons X (XAS) et la spectro-microscopie X-PEEM au synchrotron SOLEIL sur la ligne HERMES.

Logiciels

Study of embedded ferrite – perovskite type multiferroic microstructures

Summary

The objective of the internship is to realize and characterize ferrimagnetic ferrite inclusions (CoFe2O4) in a ferroelectric perovskite matrix (BaTiO3). The realization of the samples will benefit from the expertise gained in recent years, in the laboratory, in growing thin films of such compounds by molecular beam epitaxy. The study will be completed by advanced methods using synchrotron radiation.

Full description

The magneto-electric coupling between ferroelectric and ferro, ferri or antiferro-magnetic oxides is of current high interest in the field of spintronics and energy conversion. Mastering this type of oxide nanostructures in the form of embedded microstructures is particularly relevant today. In such systems there is a strong interdependence of magnetic, ferroelectric and structural parameters. A relevant study must address all of these aspects.
The BaTiO3 is an archetypical ferroelectric material that belongs to the family of ferroelectric oxides with a perovskite structure. The cobalt ferrite has many advantages like high Curie temperature and high magnetostriction constant. The inclusion of CoFe2O4 microstructures in a BaTiO3 film is a very suitable system for understanding the mechanisms underlying the multiferroic properties.

The growth of thin films of these materials is already mastered in the laboratory. The deposits will be realized by molecular beam epitaxy assisted by atomic oxygen plasma. Within the internship the conditions of realization of encapsulated inclusions will be determined. These samples will then be studied on beamlines DIFFABS and HERMES at synchrotron SOLEIL to determine respectively the crystalline properties and the chemical mapping as well as the magnetic and ferroelectric orders.

The layers developed during this internship belong to a long-term research program. This topic may be extended by a thesis work. The intership as well as the PhD may lead to a co-management and co-financing between the laboratory CEA / SPEC and synchrotron SOLEIL beamlines (DIFFABS and HERMES lines).

Keywords

Oxides, multiferroic, molecular beam epitaxy, synchrotron

Skills

The candidate will address the UHV techniques associated with the growth by molecular beam epitaxy and a first approach of studies conducted on large instruments. We will use Reflexion High Energy Electron Diffraction (RHEED), Auger Electron Spectroscopy (AES), Photoemission core level spectroscopy (XPS), Piezo Force Microscopy (PFM), X-ray diffraction on the DIFFABS beamline, Low Energy Electron microscopy (LEEM), X-ray absorption spectroscopy (XAS) and X-PEEM spectro-microscopy on the HERMES beamline of synchrotron SOLEIL.

Softwares