



Elaboration et étude des propriétés physiques de couches minces monocristallines d'alliage de Heusler à faible amortissement magnétique pour composants hyperfréquences

Soutenance de thèse - Guillermo ORTIZ

Le 12 février 2013 à 10h00
Salle de conférences du CEMES*

Devant le jury :

Patrick QUEFFELEC (Professeur de l'université de Bretagne Occidentale, Brest - Rapporteur)
 Stéphane ANDRIEU (Professeur de l'Université de Lorraine, Nancy - Rapporteur)
 Thibaut DEVELDER (Dr. HDR, CNRS – Institut d'Electronique Fondamentale , Orsay)
 Lionel CALMELS (Professeur de l'Unikversité Paul Sabatier, Toulouse)
 Marc RESPAUD (Professeur , INSA , Toulouse)
 Jean-François BOBO (Directeur de Recherche, CNRS – CEMES, Toulouse – directeur de thèse)
 Fabrice BOUST (membre invité)

Résumé

Cette thèse s'inscrit dans le domaine des matériaux magnétiques pour les hyperfréquences.

Les matériaux magnétiques les plus utilisés dans des dispositifs hyperfréquences sont des ferrites, en particulier les grenats qui ont un très faible amortissement magnétique (de l'ordre de 0,0001). La course à la miniaturisation dans les technologies actuelles, pose certains problèmes liés à l'intégration de ferrites dans les composants hyperfréquences. Ces matériaux, à base d'oxyde de fer, nécessitent généralement des températures de dépôt très élevées qui risquent d'endommager d'autres parties au sein d'un même circuit. Une solution réside dans l'utilisation de matériaux ferromagnétiques qui peuvent être déposés à des températures modérées. Cependant, ce type de matériaux présente habituellement des facteurs d'amortissement élevés les rendant ainsi peu compatibles avec les caractéristiques recherchés pour des composants hyperfréquences. Dans ce contexte, les alliages Heusler apparaissent particulièrement attrayants. En effet, ces derniers présentent une aimantation et une température de Curie élevées, et des calculs ab initio prédisent des facteurs d'amortissement extrêmement faibles.

La première étape de ce travail a consisté à mettre au point un banc de résonance ferromagnétique capable d'étudier des matériaux dans le domaine hyperfréquence. Cette étape s'est suivie de l'élaboration de couches minces épitaxiales de Co_2MnSi par pulvérisation cathodique sur substrat MgO (001) et MgO/Cr (001). Une étude structurale poussée (RHEED, diffraction X, microscopie électronique en transmission) a permis de vérifier

la bonne qualité cristalline des couches. Leurs propriétés magnétiques ont été étudiées par des techniques statiques et dynamiques afin d'obtenir une caractérisation complète de leurs paramètres magnétiques en fonction de l'épaisseur du matériau : aimantation à saturation, constante d'échange, amortissement, facteur gyromagnétique, constantes d'anisotropie. L'obtention de ces paramètres a été assistée par une modélisation reposant sur des outils numériques développés pendant la thèse.

Les échantillons étudiés présentent des faibles amortissements magnétiques compris entre 0,002 et 0,007. Les paramètres magnétiques (anisotropie magnétocristalline, facteur gyromagnétique) sont fortement modifiés avec l'implémentation d'une couche tampon de Cr. Cela suggère que les propriétés magnétiques dans les alliages Heusler, sous forme de couches minces, sont étroitement liées aux contraintes dans les interfaces.

Ce travail de thèse est une première étape qui a montré que le Co_2MnSi pourrait constituer une brique élémentaire pour la réalisation de composants hyperfréquences. L'ingénierie de la couche tampon s'annonce comme une clé pour rendre ces alliages compatibles avec les besoins des technologies actuelles. Cette thèse permettra, par la suite, d'étudier des systèmes plus complexes tels les cristaux magnoniques à base d'alliages Heusler.

Mots clés : Alliages de Heusler, couches minces, résonance ferromagnétique, amortissement magnétique

* CEMES (29 rue Jeanne Marvig, Toulouse) .