

Couplage et transfert de spin dans des jonctions tunnel magnétiques monocristallines à barrière en MgO

Contact : Claire BARADUC DSM/INAC/SPINTEC claire.baraduc@cea.fr 438784235

Stage pouvant se poursuivre en thèse : Oui

Résumé :

Les jonctions tunnel magnétiques sont composées de deux couches ferromagnétiques séparées par une fine couche isolante que les électrons peuvent franchir par effet tunnel. L'intérêt de ces dispositifs est que leur résistance électrique est différente selon l'orientation respective de l'aimantation des deux couches. Quand, de surcroît, la jonction à barrière de MgO est monocristalline, on s'attend théoriquement à un rapport de magnétorésistance infini car seules certaines fonctions de Bloch respectant les symétries du cristal peuvent contribuer au transport électrique. L'objectif du stage est d'étudier le transfert de spin dans ces systèmes, à savoir le couple que les spins des électrons incidents provenant de la première couche ferromagnétique exercent sur la seconde. Jusqu'à présent, ces études n'ont pas eu lieu faute de pouvoir disposer de jonctions monocristallines de taille nanométrique. C'est maintenant possible grâce à la collaboration entre le laboratoire LPM de l'université de Nancy et le laboratoire SPINTEC. Ce stage essentiellement expérimental s'appuiera sur l'expertise développée à SPINTEC sur l'analyse du transfert de spin à partir des mesures de transport dynamique.

Sujet détaillé :

Les jonctions tunnel magnétiques sont composées de deux couches ferromagnétiques séparées par une fine couche d'isolant que les électrons peuvent franchir par effet tunnel. L'intérêt de ces dispositifs est que leur résistance électrique est différente selon que les deux couches ferromagnétiques ont leurs aimantations alignées dans le même sens (état « parallèle ») ou dans le sens opposé (état « anti-parallèle »). Il s'est avéré que le choix de l'oxyde de magnésium (MgO) pour la barrière tunnel permettait d'obtenir un effet de magnétorésistance extrêmement grand. Quand, de surcroît, la jonction est monocristalline, on s'attend théoriquement à un rapport de magnétorésistance infini. La jonction monocristalline est en effet spécifique : seules certaines fonctions de Bloch respectant les symétries du cristal peuvent contribuer au transport électrique. Or ces fonctions sont diversement atténuées dans la barrière tunnel et la moins atténuée d'entre elles possède une polarisation en spin de 100%.

La spécificité du transport dans ces systèmes laisse présager que le transfert de spin aura aussi des caractéristiques spécifiques. Le transfert de spin est le couple que les spins des électrons incidents provenant de la première couche ferromagnétique exercent sur la seconde. On s'attend à ce que cet effet soit aussi affecté par la nature cristalline de la jonction. Jusqu'à présent, ces études n'ont pas eu lieu faute de pouvoir disposer de jonctions monocristallines de taille nanométrique. C'est maintenant possible grâce à la collaboration entre le laboratoire LPM de l'université de Nancy qui sait élaborer le matériau de ces jonctions monocristallines et le laboratoire SPINTEC qui a développé un procédé de fabrication de jonctions nanométriques.

Ce stage essentiellement expérimental s'appuiera sur l'expertise développée au laboratoire sur l'analyse du transfert de spin à partir des mesures de transport dynamique (analyse spectrale et mesure RF). Il s'articulera en plusieurs phases :

1. fabrication : nanofabrication en salle blanche sur la plateforme de technologie amont (PTA), installée dans les mêmes locaux, de jonctions tunnel à partir des empilements en pleine tranche fournis par le laboratoire de Nancy (lithographie électronique et UV ; gravure RIE et IBE, dépôt).

2. mesure des propriétés de transport statique et dynamique.

3. analyse des résultats en fonction de l'épaisseur de la barrière tunnel.

Pour plus d'informations :

[1] S. Petit, N. de Mestier, C. Baraduc, et al., Phys. Rev. B 78, 184420 (2008).

[2] P.-J. Zermatten, G. Gaudin et al., Phys. Rev. B 78, 033301 (2008)

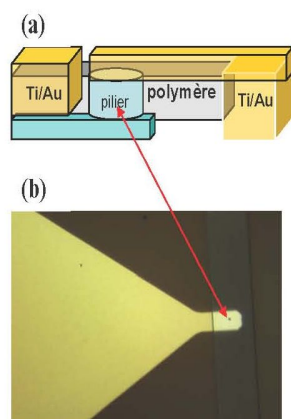


Fig. 1 : (a) Schéma de la fabrication de jonctions nanométriques. La jonction tunnel magnétique est gravée en forme de pilier nanométrique
(b) Vue au microscope de la jonction tunnel : le point noir correspond au pilier nanométrique.

Compétences requises :

physique expérimentale, analyse spectrale, mécanique quantique