

Jonctions tunnel magnétiques pour applications mémoire fonctionnant sur une large gamme de températures

Contact : Bernard DIENY DRF//INAC/SPINTEC bernard.dieny@cea.fr 0438783870

Stage pouvant se poursuivre en thèse : Oui

Résumé :

Il y a un intérêt croissant dans l'industrie microélectronique pour une nouvelle catégorie de mémoires magnétiques non-volatiles, les MRAM, qui ont été développées notamment dans notre laboratoire depuis une dizaine d'années. Dans ces mémoires, les éléments de stockage sont des jonctions tunnel magnétiques nanostructurées. Celles-ci sont formées de deux couches ferromagnétiques séparées par une fine couche d'oxyde servant de barrière tunnel (~1nm de MgO). Ces mémoires devraient être produites commercialement dès 2018 pour des applications d'électronique grand public. Elles pourraient aussi jouer un rôle très important pour des applications industrielles et automobiles mais les spécifications sont alors beaucoup plus strictes notamment en termes de fiabilité et de températures de fonctionnement (entre -40°C et 180°C pour l'automobile au lieu de 0°C à 85°C pour l'électronique grand public). Dans ce stage et la possible thèse qui suivrait, nous proposons d'explorer plusieurs voies nouvelles en termes de matériaux et de nanostructuration des points mémoires permettant de réduire l'influence de la température d'opération sur les performances de la mémoire en particulier en terme de rétention (c'est-à-dire combien de temps la mémoire arrive à garder l'information avant que celle-ci ne s'efface).

Sujet détaillé :

Les MRAM sont des mémoires non-volatiles basées sur des jonctions tunnel magnétiques (MTJ). Ces dernières sont formées de deux couches ferromagnétiques séparées par une fine barrière tunnel de MgO typiquement d'épaisseur 1nm. L'information est codée dans l'orientation de l'aimantation d'une des couches magnétiques (couche de stockage), tandis que l'aimantation de l'autre couche reste dans une direction fixe (couche de référence). Quand un courant circule à travers la jonction, la résistance électrique dépend de l'orientation relative des aimantations de ces deux couches magnétiques (Phénomène de magnétorésistance tunnel : Parallèle= «0»=basse résistance ; Antiparallèle= «1»=Forte résistance).

Pendant l'écriture, l'aimantation de la couche de stockage est commutée en utilisant le phénomène de transfert de spin qui résulte de l'interaction d'échange entre les électrons tunnels et ceux responsables de l'aimantation de la couche de stockage. SPINTEC a joué un rôle très important dans le développement de ces mémoires qui sont sur point d'être largement adoptées par l'industrie microélectronique. Cette réalisation très importante va permettre de réduire très significativement la consommation électrique des circuits électroniques grâce à la capacité de ces mémoires de garder l'information sans alimentation électrique. Pour certaines applications, notamment automobiles ou industrielles, les efforts de recherche doivent être poursuivis pour atteindre les spécifications requises en termes de vitesse d'écriture/lecture, courant d'écriture, et de gamme de températures d'opération.

Dans ce stage à portée à la fois fondamentale et applicative, nous proposons d'étudier différentes approches permettant de réduire l'impact de la température d'opération sur les propriétés magnétiques et électriques des MTJs. Certaines approches orientées « matériaux » consistent à utiliser des combinaisons optimisées de matériaux à forte température de Curie et des structures à double barrière de MgO. D'autres approches sont basées sur l'exploitation d'effets magnétostatiques.

Profitant de l'expertise du laboratoire dans ce domaine, nous proposons de participer à la croissance des matériaux par pulvérisation cathodique, à la caractérisation de leurs propriétés magnétiques et électriques. Les dépôts magnétiques seront ensuite nanostructurés dans notre salle blanche sous forme de piliers nanométriques contactés électriquement. Les propriétés d'écriture/lecture des points mémoire ainsi formés seront alors caractérisées en température sur la gamme requise. Les propriétés seront comparées à celles des structures existantes.

Nous souhaitons que le stage soit poursuivi en thèse. Celle-ci permettra une optimisation approfondie des empilements pour atteindre les

spécifications pour applications automobile et industrie.

Compétences requises :

Bases en programmation et en magnétisme