Caractérisation du temps de rétention de l'information pour les mémoires magnétiques STT-MRAM

L. Tillie[1, 2], E. Nowak[1], R. C. Sousa[2], M.-C. Cyrille[1], B. Delaet[1], T. Magis[1], A. Persico[1], J. Langer[3], B. Ocker[3], I-L Prejbeanu[2] and L. Perniola[1]

[1]CEA-LETI, Minatec Campus, Grenoble, France email: luc.tillie@cea.fr
[2]SPINTEC, Univ. Grenoble Alpes / CEA / CNRS, Grenoble, France
[3]Singulus Technologies AG, Kahl am Main, Germany

Résumé :

Les mémoires magnétiques à aimantation perpendiculaire (p-STT-MRAM pour perpendicular Spin Transfer Torque Magnetic Random Access Memory) sont vues comme la nouvelle technologie pour les applications embarquées, et donc l'internet des objets, à mémoire non-volatile, i.e qui garde l'information même sans alimentation. Leur endurance quasi-infinie [1], leur vitesse ultra-rapide [2], leur tension basse de fonctionnement [3] ainsi que leur non-volatilité font des p-STT MRAM un très bon candidat au remplacement des mémoires de type eFLASH, DRAM et SRAM. Cependant, de par leurs états très stables et leur non variabilité, les techniques d'extraction de rétention de l'information existantes pour les autres types de mémoires non-volatiles ne peuvent être appliquées avec succès.

Pour cette étude, des p-STT-MRAM ont été déposées chez Singulus et consiste en un empilement magnétique composé d'une couche ferromagnétique libre en CoFeB de 1 nm, d'une couche d'oxide en MgO de 1nm, d'une couche ferromagnétique fixe en CoFeB de 1.5nm puis de plusieurs répétition de [Co/Pt] afin de bloquer l'aimantation de la couche fixe (Fig 1 (c)). Ces p-STT-MRAM ont aussi été intégrées sur des matrices 4kbits (Fig 1 (a) et (b)).

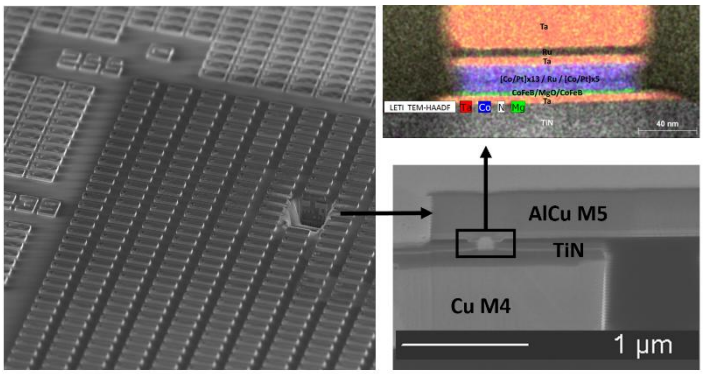

Figure 1 (a) Image MEB d'une matrice kbit, (b) Coupe MEB du point mémoire entre le métal 4 et 5 et (c) Coupe TEM d'une mémoire p-STT-MRAM.

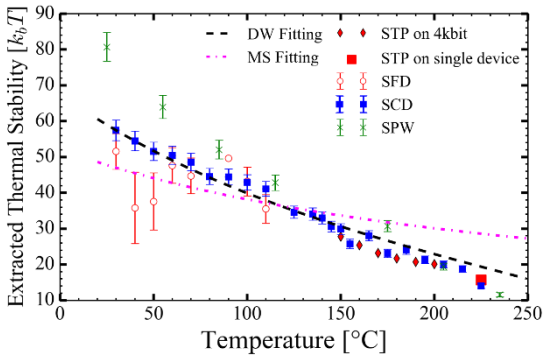

Figure 2 Stabilité thermique extraite suivant les 4 méthodes étudiées sur un dispositif de 250nm de diamètre avec un fit selon le modèle MacroSpin et le modèle de domaine magnétique.

Ces dispositifs ont ensuite été caractérisés en température de 25°C à 230°C selon quatre méthodes d'extraction de la stabilité thermique : une méthode électrique basée sur la distribution de courant d'écriture [4], une centrée sur la largeur de pulse d'écriture [5], une reposant sur le champ magnétique de renversement d'aimantation [4] et enfin une mesurant le temps de rétention à très haute température [4].

Pour finir, les mesures en température ont ensuite été comparées suivant deux modèles de renversement d'aimantation : le modèle MacroSpin [6] représentant la couche magnétique comme un seul spin et le modèle de création de domaine magnétique [6] (Fig 2).

Références :

[1] Y. Lu, T. Zhong, W. Hsua, S. Kima, X. Lu et al. *IEDM* 26.1.2-6 (2015)
[2] G. Hu, J. H. Lee, J. J. Nowak, J. Z. Sun et al. *IEDM* 26.3.1-4 (2015)
[3] G. Jan, L. Thomas, S. Le, Y.-J. Lee et al. *VLSI Tech Dig. ,pp*. 18, 2016
[4] Y. Huai, D. Apalkov, Z. Diao, et al, *J. Appl. Phys.* **98**, 056107 (2005)
[5] R. H. Koch, J. A. Katine and J. Z. Sun *Phys. Rev. Lett*. 92, 088302, (2004).
[6] J. Z. Sun, R. P. Robertazzi, J. Nowak et al. Phys. Rev. B 84, 064413 (2011).