DEVELOPPEMENT ET INTEGRATION DE MICRO-AIMANTS POUR LES MEMS A TRANSDUCTION ELECTROMAGNETIQUE

Moritz Pierre[1 2], Lacroix Lise-Marie[1], Viau Guillaume[1], Mathieu Fabrice[2], Cacheux Jean[2] Leïchlé Thierry[2]

[1] Laboratoire de Physique et Chimie des Nano-Objets, INSA de Toulouse, UMR CNRS 5215, 135 Av. De Rangueil, 31077 Toulouse Cedex 4, France
[2] Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes - Le Centre National de la Recherche Scientifique, Université de Toulouse, Toulouse 31077, France

Résumé :

Les applications des MEMS (Micro-Electro Mechanical System) sont nombreuses et les dispositifs MEMS sont utilisés autant dans le milieu automobile que médical[1]. Parmi les méthodes de transduction de microstructures, l'actionnement électromagnétique présente les avantages de simplicité de mise en œuvre et de grandes forces générées à faibles tensions. Un capteur MEMS type microlevier résonant comme celui présenté en figure 1 peut être ainsi actionné par la force de Lorentz grâce à un courant alternatif parcourant une piste située sur la structure en présence d'un champ magnétique. Ce champ est le plus souvent généré par un aimant permanent macroscopique situé à l'extérieur du dispositif, ainsi une des grandes limitations de l'actionnement électromagnétique est sa difficulté d'intégration. Le but du projet est double : (i) développer un aimant submillimétrique performant, générant une induction magnétique suffisante et (ii) l'intégrer directement sur le MEMS.

Le dépôt de couche mince magnétique par voie physique conduisant à des épaisseurs limitées, nous étudions une approche alternative, l'approche « bottom-up » consistant en l'assemblage de briques de base nanométriques pour former un nouveau matériau nanostructuré. Des travaux précédents ont montré que les nanobâtonnets (NBs) de cobalt, synthétisés par voie chimique étaient des objets de choix pour élaborer des aimants permanents performants.[2]

Nous présenterons les résultats concernant l'optimisation du matériau magnétique. Les NBs de cobalt, dispersés dans une solution de chloroforme, ont été alignés au sein d'un électroaimant produisant un champ magnétique de 1T. Après évaporation du solvant, une couche magnétique d'une épaisseur comprise entre 50µm et 100µm a pu être réalisée (figure 2). En optimisant la morphologie des bâtonnets utilisés et les conditions d'alignement, des couches magnétiques présentant un fort champ coercitif ainsi qu'une énergie magnétique importante ont été obtenues.

Les couches magnétiques ont été déposées sur le MEMS. Des premiers résultats encourageants ont été obtenus par une première méthode, dite « *pick and place* ». La couche d'intérêt est découpée aux dimensions voulues à l'aide d'une scie diamant puis reportée sur le MEMS. Cet aimant sub-millimétrique a permis l'actionnement du bras de levier en silicium lors de l'injection d'un courant d'actionnement de l'ordre du milliampère, comme indiqué par le pic de résonance observé à 20,45kHz (figure 3).

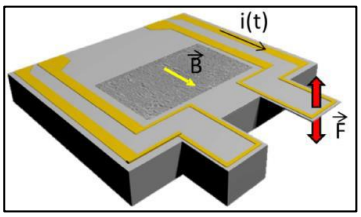

Figure 1: Vue schématique du MEMS

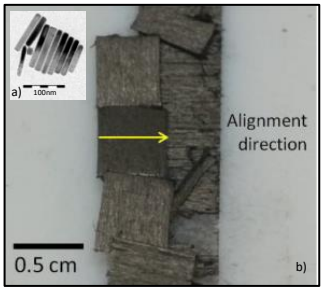

Figure 2: a) Nanobâtonnets de cobalt b) Couche magnétique constituée de nanobâtonnets de cobalt alignés

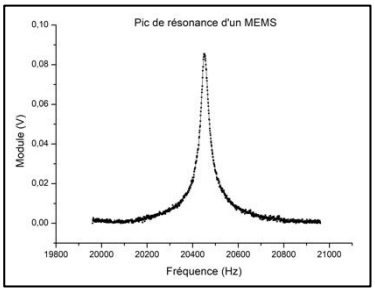

Figure 3 : Pic de résonance d'un MEMS actionné par force électromagnétique

Références :

[1] Perret, G., Ginet, P., Tarhan, M.C., et al.: 'Nano systems and devices for applications in biology and nanotechnology', Solid-State Electron., 2016, 115, pp. 66–73
[2] E.E Anagnostopoulou, "A new route for rare-earth free permanent magnets: synthesis, structural and magnetic characterizations of dense assemblies of anisotropic nanoparticles", 2016