

Pd/Co₂MnGa 垂直磁化膜における磁壁に作用する電流誘起有効磁場の面内磁場による変調

Modulation of current-induced effective magnetic field acting on domain walls by in-plane magnetic field in Pd/Co₂MnGa perpendicular magnetization films

北海道大学大学院情報科学院 ○(D) 小山貴也, 西岡優輝, 植村哲也, 山ノ内路彦

Hokkaido Univ., Takaya Koyama, Yuki Nishioka, Tetsuya Uemura, and Michihiko Yamanouchi

E-mail: eequalmcsquared@eis.hokudai.ac.jp

スピントロニクス素子の情報書き換え方法の一つとして電流誘起磁壁移動が注目を集めている。垂直磁化したワイル強磁性体においては、ワイル点に起因した高効率な電流誘起磁壁移動が報告されており[1,2], それを用いた低消費電力スピントロニクス素子の実現が期待されている。しかし、これまでに、ワイル強磁性体における電流誘起磁壁移動は低温でのみ報告されており、室温での電流誘起磁壁移動の実証には至っていない。そのような中で、我々はワイル強磁性体 Co₂MnGa(CMG)と重金属Pdを積層したPd/CMG垂直磁化膜において室温での電流誘起磁壁移動を観測したが、その機構は明らかでなかった[3]。Pd/CMGにおいては、ワイル点に起因するトポロジカルホールトルク(THT), スピン軌道トルク(SOT), 及び軌道トルク(OT)が磁壁に有効磁場として作用することが期待され、これらの有効磁場の大きさは磁壁中の磁化方向に依存する。そこで、本研究では、Pd/CMGにおける電流誘起磁壁移動の機構を明らかにするため、面内磁場を印加して磁壁中の磁化方向を変化させた時に磁壁に作用する電流誘起有効磁場を調べた。

MgO (001)基板上に成膜したPd (3.0 nm) / CMG (1.8 nm)を幅2 μm のチャンネルと1対のホールプローブを持つホールバー形状素子に加工した。そして、チャンネル内に磁壁を初期配置した後、チャンネル方向に沿った面内磁場 H_x または H_x と直交する面内磁場 H_y 下で一定の電流 I を流し、垂直磁場を掃引しながら磁壁移動に必要な保磁力を求めた。保磁力は H_x 及び H_y 印加下において電流に対して線形に変化した。これは、電流によって膜面垂直方向の有効磁場が磁壁に作用したことを示している。 $I = 200 \mu\text{A}$ を印加した時の有効磁場 H_{eff} は $\mu_0 H_x = 10 \text{ mT}$ で最大となり、その H_x から離れるにつれて減少した。ここで μ_0 は真空の透磁率である。一方で、 H_{eff} は $\mu_0 H_y = 0$ で最大となり、 $|H_y|$ の増加とともに減少した。このような H_{eff} の H_y 依存性は SOT 及び OT に起因した有効磁場の H_y 依存性と一致する。しかし、 H_{eff} の H_x 依存性については SOT 及び OT だけでは説明できないため、THT などのその他のトルクが磁壁に作用していることが示唆される。

参考文献

- [1] M. Yamanouchi, *et al.*, Science Advances **8**, 15 (2022). [2] Q. Wang, *et al.*, Nature Electronics **6**, 119 (2023).
[3] T. Koyama, *et al.*, 春季応用物理学会, 15p-PA01-8 (2023)

謝辞

本研究の一部は JSPS KAKENHI (22K18961), MEXT X-NICS (JPJ011438), MEXT ARIM (JPMXP1224HK0020), JST CREST (JPMJCR22C2)の支援を受けたものである。