

垂直磁化容易 Ta/CoFeB/MgO 積層構造における 電流誘起磁化反転

Current-induced magnetization reversal in Ta/CoFeB/MgO structures with perpendicular magnetic easy axis

東北大通研附属ナノ・スピン実験施設¹, 東北大 CSIS², 東北大 WPI-AIMR³ 〇張 超亮^{1*},
山ノ内 路彦^{1,2}, 佐藤 英夫², 深見 俊輔², 池田 正二^{1,2}, 松倉 文礼^{1,2,3}, 大野 英男^{1,2,3}

Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics, RIEC, Tohoku Univ.¹, CSIS, Tohoku University²,
WPI-AIMR, Tohoku University³, 〇C. Zhang^{1*}, M. Yamanouchi^{1,2}, H. Sato², S. Fukami², S. Ikeda^{1,2},
F. Matsukura^{1,2,3}, and H. Ohno^{1,2,3}

*E-mail: zhang@riec.tohoku.ac.jp

垂直磁化容易 Ta/CoFeB/MgO 積層構造(Ta 膜厚 4 nm)の細線において、細線方向への面内磁場印加の下、面内電流の印加による CoFeB 層の磁化反転が報告されている [1]。この電流誘起磁化反転の機構は Ta 層におけるスピンホール効果に起因したスピントランスファトルク(STT)と考えられている [1]。一方、それよりも薄い Ta 層 (0.6 - 1.5 nm)を有する Ta/CoFeB/MgO 積層構造の細線においては、電流誘起有効磁場を解析した結果、STT に起因した細線方向の有効磁場とそれに垂直方向の面内有効磁場の両方が CoFeB 層に作用し、後者の寄与が大きいことが報告されている [2]。本研究では、4 nm 以下の Ta 膜厚を有する垂直磁化容易 Ta/CoFeB/MgO 積層構造において電流誘起磁化反転を調べた。

熱酸化膜付 Si 基板上に Ta(*t*)/Co₄₀Fe₄₀B₂₀(1)/MgO(1.6)/Ta(1), (*t* = 1, 1.5, 2.5, 4) (nm)を rf マグネトロンスパッタリングにより成膜した。続いてフォトリソグラフィと Ar イオンミリングにより Fig. 1(a)のような 1 対のホールプローブを有する幅 10 μm のホールバーに加工した後、0.4 T の膜面垂直方向磁場印加の下、300°C で 1 時間熱処理した。作製した全ての試料において膜面垂直方向の磁場に対してホール抵抗を測定した結果、異常ホール効果による角型の良いヒステリシスが観測された。続いて *y* 方向に 100 mT の磁場を印加した状態で電流を掃引することにより電流誘起磁化反転を観測した。Fig. 1(b)に *t* = 1 nm の試料におけるホール抵抗の印加電流依存性を示す。ここで、ホール抵抗の符号(±)は磁化の方向(±*z*)に対応している。+*y* (-*y*)方向の電流の印加により、-*z* (+*z*)方向から+*z* (-*z*)方向への磁化反転が観測された。また、*y* 方向磁場を反転させると -*y* (+*y*)方向の電流の印加により、-*z* (+*z*)方向から+*z* (-*z*)方向への磁化反転が観測された。これらの電流の符号と磁化反転方向の関係は、作製した Ta 膜厚の範囲では、これまでの報告と一致することが分かった [1]。

本研究は、日本学術振興会「最先端研究開発支援プログラム」ならびに文部科学省「次世代 IT 基盤構築のための研究開発」、「卓越した大学院拠点形成支援補助金」の援助により行われた。

References

- [1] L. Q. Liu *et al.*, Science **336**, 555 (2012).
[2] J. Kim *et al.*, Nature Mater. **12**, 240 (2013).

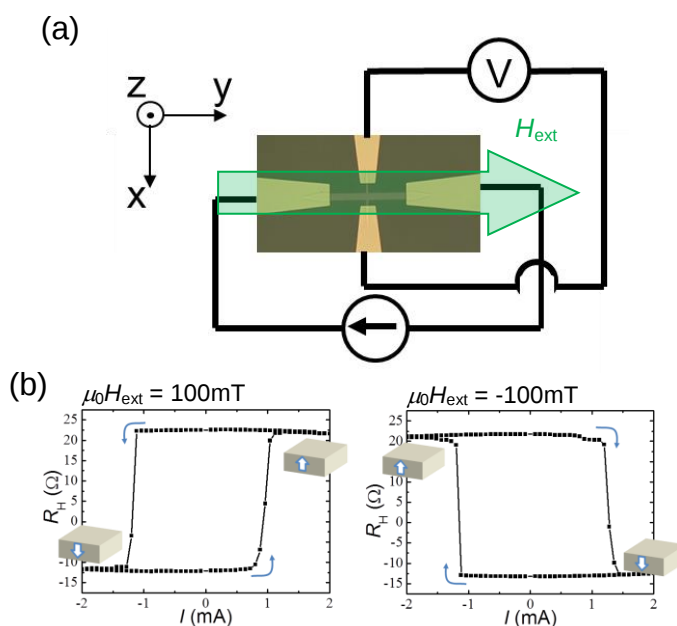


Fig. 1 (a) Picture of Hall bar and schematic experimental setup. (b) Hall resistance as a function of current.