

Co/Pt 界面への酸化層挿入によるスピン軌道トルクの巨大変調

長谷川顕登, 小山知弘^{***}, 千葉大地^{***}

(東大, * 阪大産研, ** 阪大 CSRN)

Significant modulation of spin-orbit torque by inserting oxidation layer into Co/Pt interface

K. Hasegawa, T. Koyama^{***}, and D. Chiba^{***}

(The Univ. of Tokyo, *ISIR, Osaka Univ., **CSRN, Osaka Univ.)

はじめに

強磁性金属 / 重金属接合膜におけるスピン軌道トルク (SOT) 磁化反転は次世代の情報書き込み手法として磁気メモリへの応用が期待されているが、本格的な実用化に向けてはトルク生成の高効率化が必要とされている。これまでに強磁性金属層もしくは重金属層の酸化に伴う SOT の巨大変調が報告されており^{1,2)}、界面における酸化が重要と考えられている。しかしながら、一方の層全体が酸化されていたために界面酸化による影響は不明瞭だった。そこで本研究では強磁性金属 (Co) / 重金属 (Pt) 界面に薄い酸化層 (CoO) を挿入することで界面酸化の効果を直接検証した³⁾。

実験手法

まず、Ta/Pd/Co 層を熱酸化 Si 基板上に RF スパッタリングを用いて製膜した。次に試料を大気暴露することで最上層である Co 層の表面を酸化させ、CoO 層を形成した。最後にその上から Pt 層を製膜し、これを界面酸化試料 (Ta/Pd/Co/CoO/Pt) とした。比較用に単位面積あたりの磁気モーメントが界面酸化試料と同程度の非酸化試料 (Ta/Pd/Co/Pt) も作製した。SOT 有効磁場は面直磁化容易試料における高調波ホール測定法によって求めた⁴⁾。

結果および考察

界面酸化試料および非酸化試料におけるダンピング (フィールド) ライク SOT 有効磁場 $H_{DL(FL)}$ の大きさを Fig. 1 に示す。横軸は Pt 層中の電流密度 J_{Pt} である。界面酸化試料では金属 Co 層とスピン流源である Pt 層の電気的な結合は絶縁体の CoO によって遮断されているにも拘らず、非酸化試料に比べて $H_{DL(FL)}$ が約 4 (10) 倍に増大している。

SOT 増大の起源としては、電荷密度分布の変化に起因した Co/Pt 界面におけるラシュバ・エデルシュタイン効果の増大が考えられる。ラシュバ・エデルシュタイン効果は主にフィールドライクトルクに寄与するとされ、 H_{FL} の方が H_{DL} よりも顕著に増大したという実験結果とも矛盾しない。

本研究により、SOT デバイスの開発における界面酸化の有用性が示された。

謝辞

本研究は JSPS 科研費および Spin-RNJ による援助の元に行われた。

参考文献

- 1) X. Qiu et al.: *Nat. Nanotechnol.*, **10**, 333 (2015).
- 2) K.-U. Demasius: *Nat. Commun.*, **7**, 10644 (2016).
- 3) K. Hasegawa et al.: *Phys. Rev. B*, **98**, 020405(R) (2018).
- 4) M. Hayashi et al.: *Phys. Rev. B*, **89**, 144425 (2014).

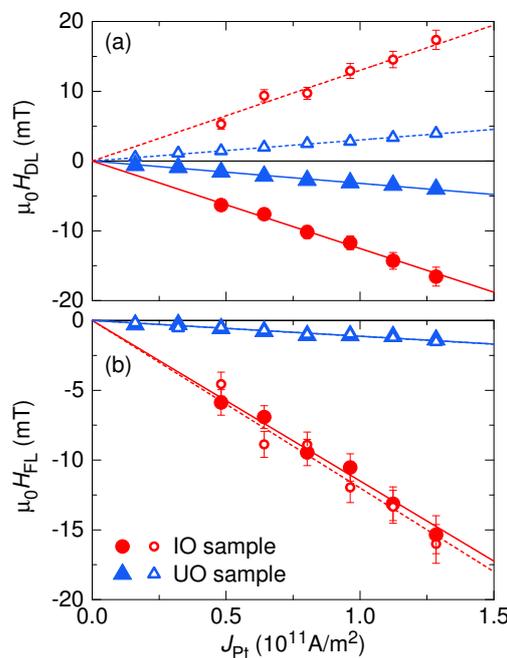


Fig. 1 (a) The damping- and (b) field-like effective fields as a function of current density in the Pt layer for the interface-oxidized (IO) and unoxidized (UO) samples.