

CoFeB-MgO 垂直磁化容易磁気トンネル接合における反転閾値電流密度の素子サイズ依存性

Size dependence of intrinsic threshold current density in CoFeB-MgO magnetic tunnel junctions with perpendicular magnetic easy axis

東北大通研¹, 東北大 CSIS², 東北大 WPI³ ○水沼 広太郎¹, 山ノ内 路彦^{1,2}, 佐藤 英夫²,
池田 正二^{1,2}, 松倉 文礼^{3,1,2}, 大野 英男^{1,2,3}

RIEC, Tohoku University¹, CSIS, Tohoku University², WPI, Tohoku University³, ○K. Mizunuma¹,
M. Yamanouchi^{1,2}, H. Sato², S. Ikeda^{1,2}, F. Matsukura^{3,1,2}, and H. Ohno^{1,2,3}

E-mail: cota1215@riec.tohoku.ac.jp

はじめに：垂直磁化容易軸を有する CoFeB-MgO 磁気トンネル接合(p-MTJ)は、スピントロニクス集積回路への応用が期待されている[1]。微細化とともに低消費電力化が可能なスピントランスポルトク(STT)磁化反転がその p-MTJ の書き込み手法として利用されている。本研究では CoFeB-MgO p-MTJ において、反転閾値電流密度(J_{C0})の設計素子接合面積(S)依存性を調べた。

実験：サファイア基板上に Ta(5)/Ru(10)/Ta(5)/Co₂₀Fe₆₀B₂₀(0.9)/MgO(1.1)/Co₂₀Fe₆₀B₂₀(1.6)/Ta(5)/Ru(5) (nm)をスパッタリング法により成膜した後、電子線リソグラフィと Ar イオンミリングを用いてコプレーナウェーブガイド中に設計素子直径 $D = 40 - 150$ nm の p-MTJ を形成した。続いて、0.4T の膜面垂直方向磁場印加の下で 300°C の熱処理を 1 時間行った。上(下)部 CoFeB 層は垂直磁化容易であり、それぞれ記録(参照)層に対応する。

結果：平行(P)、反平行(AP)状態を用意した後、0.1s のパルス電流を印加して磁化反転電流を測定した。この測定を 100 回繰り返し、得られた磁化反転確率分布の電流依存性から求めた J_{C0} の S 依存性を Fig. 1(a)に示す[2]。 S の減少に伴って J_{C0} の絶対値は増加する。 J_{C0} は実効垂直磁気異方性磁場 H_k^{eff} の関数であるため、同一素子において、FMR のホモダイン検出を行い、 H_k^{eff} を求めた。Fig. 1(b)に J_{C0} の H_k^{eff} 依存性を示す。 J_{C0} は H_k^{eff} の増加とともに増加する。これまでの結果から、 S の減少に伴って H_k^{eff} は増加し、その増加は膜面垂直方向の反磁場係数の増加で良く説明できる[3]。したがって、 S の減少に伴う J_{C0} の増加の原因として、設計サイズと実寸の違いに加え膜面垂直方向の反磁場係数の増加が考えられる。講演では J_{C0} のダンピング定数依存性の結果についても報告する。

謝辞：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」「省エネルギー・スピントロニクス論理集積回路の研究開発」の援助のもと、および「特別研究員奨励費」により行われた。

参考文献：[1] S. Ikeda *et al.*, Nature Mater. 9, (2010) 721.

[2] H. Sato *et al.*, Appl. Phys. Lett. 99, (2011) 042501. [3] K. Mizunuma *et al.*, Dig. ICMFS 2012, P059.

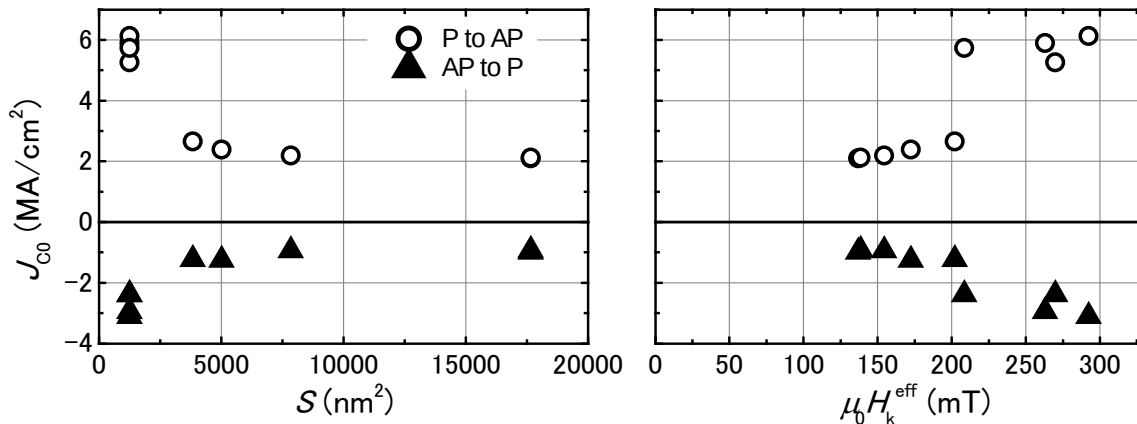


Fig. 1 (a) Intrinsic threshold current density (J_{C0}) as a function of MTJ area (S). (b) J_{C0} as a function of $\mu_0 H_k^{\text{eff}}$.