

ECC 媒体のマイクロ波アシスト磁化反転特性

龍野 裕史^A、鈴木 翔子^A、葛西 伸哉^B、能崎 幸雄^{A,C}

(^A慶大理工、^B物質・材料研究機構、^C慶大スピノン研)

Property of microwave-assisted magnetization switching in exchange-coupled composite films

Hirofumi Tatsuno^A, Shoko Suzuki^A, Shinya Kasai^B, Yukio Nozaki^{A,C}

(^AKeio Univ., ^BNational Institute of Material Science, ^CKeio Spintronics Center)

はじめに

マイクロ波アシスト磁化反転(MAS)は、交流磁場を印加することによって磁化反転磁場が減少する現象であり、磁気記録密度を向上させる方法として最も有望視されている手法の一つである。また磁気異方性エネルギーの異なる材料を交換結合させた交換結合構造は、2 マクロスピンモデル(TMS)を用いた数値計算により、交換結合強度に依存して Hard 層の磁化反転磁場が減少することが報告されている[1]。以前我々は、交換結合構造の MAS 特性を調べるため、磁気異方性の異なる Co-Cr-Pt 基グラニューラー膜の間に非磁性 ECL(Exchanged Control Layer)を挟んだ ECC(Exchanged Coupled Composite)媒体を作製し、ECL 膜厚によって交換結合強度を制御しつつ幅 20 ns のマイクロ波インパルスを印加して MAS 実験を行った。その結果、最大のマイクロ波アシスト効果が出る周波数の ECL 厚依存性が TMS モデル[2]では説明できないことがわかった。TMS モデルでは、ECC 媒体における結晶粒間の磁氣的結合や、膜厚方向における磁化ねじれ構造が考慮されていない。そこで今回は膜厚方向に多数のマクロスピンを 1 次元的に交換結合させた、実際の媒体により近いモデルを用いて数値計算を行い、実験結果との比較・評価を行った。

計算手法

Fig. 1 に計算モデルの一例を示す。Soft 層 4 nm、Hard 層 12 nm の交換結合膜を $x = y = 10 \mu\text{m}$ 、 $z = 1 \text{ nm}$ の計算要素で膜厚方向に 16 分割したモデルを考え、隣接する計算要素内のマクロスピンが互いに交換結合するようにしてマイクロマグネティクス計算を行った。このとき Soft 層と Hard 層内の交換スティフネス定数はそれぞれ $1 \times 10^{-6} \text{ erg/cm}$ で固定し、層間交換スティフネス定数の値を $1 \times 10^{-8} \sim 10^{-6} \text{ erg/cm}$ の範囲で変化させることで MAS 特性の交換結合強度依存性を調べた。

実験結果

Fig.2 に磁化反転磁場の交換結合強度依存性の計算結果を示す。Fig.2 中の赤点と青点はそれぞれ交流磁場 (575 Oe) を印加した場合としない場合の計算結果である。交流磁場を印加しなかった場合の計算結果は H.J.Richter の報告[1]と一致する結果であり、交換結合強度の小さい領域で Soft 層と Hard 層の結合が切れる Decoupling 領域が現れた。

(b) このとき MAS においても Decoupling 領域の直前で磁化反転磁場が最小となる結果が得られた。その他 MAS 周波数の交換結合強度依存性や Soft 層と Hard 層の割合を変えた場合の計算結果などについて発表し、実験結果との比較・議論を行う。

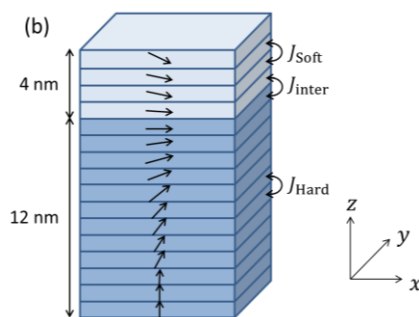


Fig.1 Numerical model for simulating MAS in ECC medium

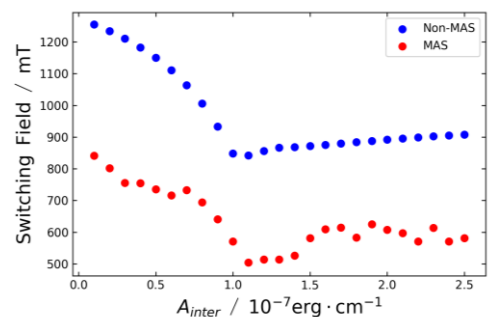


Fig.2 Numerical results of switching field as a function of interlayer exchange coupling

参考文献

- [1] H.J.Richter, A.Y.Dobin. J.Appl.Phys.99,08Q905 (2006)
 [2] T.Yamaji, H.Imamura. Appl.Phys.Lett. 109,192403(2016)