

# 傾斜異方性 2 層交換結合複合(ECC)ドットの磁化反転

本多 直樹, 山川 清志\*

(東北工業大学, \*秋田県産業技術センター)

Magnetization reversal of 2-layer exchange coupled composite (ECC) dots with inclined anisotropy

Naoki Honda, Kiyoshi Yamakawa\*

(Tohoku Institute of Technology, \*Akita Industrial Technology Center)

## はじめに

交換結合複合ドット(ECC dot)は熱磁気安定性を保ちながら磁化反転磁界を低減できる<sup>1)</sup>。我々は単純なスピンモデルを用いて4層構造まで解析し、3層構造が反転磁界低減効果と反転磁界の印加磁界角度依存性低減効果に有効とし<sup>2)</sup>、最適化した3層ECCドットのビットパターン媒体では4 Tdot/in<sup>2</sup>のシングル記録でも十分な記録シフトマージンを示すことをシミュレーションで示した<sup>3)</sup>。ここでは傾斜異方性を導入することで、2層構造でも3層構造に近い磁化反転特性が得られる可能性を報告する。

## 解析モデル

ECCドットの反転磁界をFig. 1中に示すようなスピンモデルで解析した<sup>2)</sup>。ハード層(第1層)とソフト層(第2層)の飽和磁化 $M_s$ 、異方性磁界 $H_k$ 、体積 $V$ 及び層間交換結合エネルギー $J$ をハード層のパラメータで規格化して用いた。反転磁界は平均した異方性エネルギーに対応するSW粒子の反転磁界で規格化した $h^*$ を求めた。反転磁界は最少エネルギーパスで磁化が反転する磁界として求めた。

## 規格化反転磁界

Fig. 1にハード層の異方性角度を $0^\circ$  (垂直)から $20^\circ$  まで変えた場合の規格化反転磁界 $h^*$ の層間交換結合依存性を示す。 $M_s$ と $V$ は両層で同じとした。異方性の角度が傾くに従いより小さな規格化反転磁界を示すことが分かる。ECCドットの反転磁界低減効果は磁化傾斜によるため、異方性の傾斜でより大きな効果が得られたと考えられる。次に、Fig. 2に異方性角度垂直と $10^\circ$  の場合について規格化反転磁界 $h^*$ のソフト層の規格化異方性磁界依存性を示す。 $h^*$ は傾斜異方性の場合に小さいが、ソフト層の異方性磁界を大きくするとより大きく低減できることを示している。ソフト層に異方性がある場合も、異方性の傾斜により印加磁界による磁化傾斜が効果的に働くためと考えられる。応用上もソフト層の磁化揺らぎを低減できる効果が期待できる。Fig. 2で矢印で示したドットに対して、Fig. 3に $h^*$ の印加磁界角度依存性を垂直方向での値で規格化して示す。傾斜異方性を用いることで、 $90^\circ$  近辺での角度依存性も小さくなり、最適化した3層ECCに近い特性となった<sup>2)</sup>、2層膜ECCでも高密度記録の可能性が期待される。

## 参考文献

- 1) R. H. Victora, X. Shen, IEEE Trans. Magn., vol. 41, pp. 537-542, 2005. 2) N. Honda, J. Magn. Soc. Jpn., vol. 37, pp. 126-131, 2013. 3) N. Honda, K. Yamakawa, IEEE Trans. Magn., vol. 50, p. 3002504, 2014.

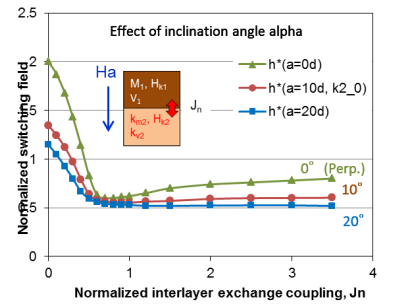


Fig. 1 Interlayer exchange coupling dependence of normalized switching field,  $h^*$ , for 2-layer ECC dots with various inclined anisotropy angles.

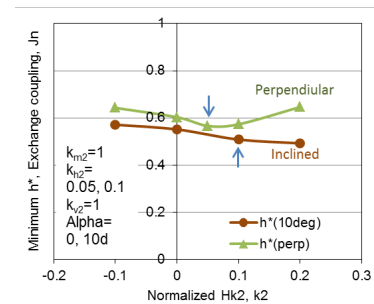


Fig. 2 Normalized soft layer anisotropy field,  $H_{k2}$ , dependence of normalized switching field for ECC dots with perpendicular and inclined anisotropy.

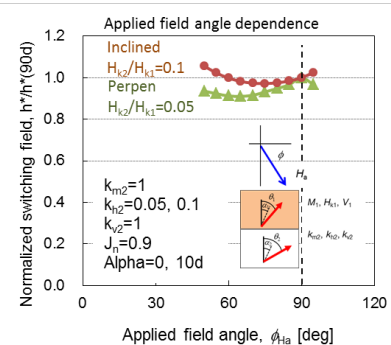


Fig. 3 Applied field angle dependence of normalized switching field for ECC dots with perpendicular and inclined anisotropy.