

積層磁性ドットによるマイクロ波アシスト磁化反転

金原 大樹, 岡本 聡, 菊池 伸明, 北上 修, 島津 武仁
(東北大)

Magnetization switching of layer structured magnetic dots under the assistance of microwave fields

D. Kanahara, S. Okamoto, N. Kikuchi, O. Kitakami, and T. Shimatsu
(Tohoku University)

はじめに

マイクロ波アシスト磁化反転 (MAS: Microwave Assisted magnetization Switching) は次世代超高密度磁気記録技術の有力候補として注目を集めている。GHz 帯域の大振幅交流磁場を印加し、磁気モーメントに大角歳差運動を誘起することで、反転磁場を大幅に低減することが可能となる。これまでの研究において、ドット内にスピン波励起が生じると、MAS 効果が著しく増大することが報告されている¹⁾。このように励起モードと MAS 効果には強い相関があり、励起モードの制御が重要であることが分かる。本研究では、励起モード制御手法として層間結合を有する積層磁性体ドットに着目した。層間結合は中間層の材料や厚みを変えることで、符号や強度の制御が可能である。今回は、交換結合は無視できる双極子相互作用が支配的な場合についての検討を行った。

実験方法と結果

実験に用いた膜構成は, MgO sub./Ta(2)/Pt(5)/Ru(20)/[Pt(0.5)/Co(0.6)]₅/Pt(10)/[Co(1)/Pt(0.5)]₃/Ru(10), 単位(nm) とした。[Pt(0.5)/Co(0.6)]₅ (有効異方性磁場 $H_k^{\text{eff}} = 9.3$ kOe) を Hard 層, [Co(1)/Pt(0.5)]₃ ($H_k^{\text{eff}} = 3.5$ kOe) を Soft 層とする。成膜には DC マグネトロンスパッタを用いた。この多層膜を電子線リソグラフィと Ar イオンエッチングにより加工し、同一基板上に様々な直径 D の磁性ドットを形成した。 $D = 100 \sim 2000$ nm の範囲で変化させた。異常 Hall 効果 (AHE) 測定用の電極およびマイクロ波交流磁場印加用の Au 線路もあわせて形成した。MAS 測定では, dc 磁場 H_{dc} を膜面に垂直に $-10 \sim 10$ kOe の範囲で印加し, Au 線路に高周波電流を印加し交流磁場 $h_{\text{rf}} = 500$ Oe を膜面内に印加した。一例として Fig. 1 に交流磁場を印加していない場合の AHE によって測定した $D = 2000$ nm のドットの磁化曲線を示す。Hard 層, Soft 層それぞれの異方性の大小に対応したステップ状の磁化曲線が得られた。Fig. 2 に MAS 実験より得られた $D = 2000$ nm のドットにおける反転磁場 H_{sw} を交流磁場周波数 f_{rf} の関数として示す。赤線が Hard 層, 青線が Soft 層の H_{sw} を示している。Hard 層の H_{sw} は f_{rf} の増加に伴い $f_{\text{rf}} = 20$ GHz までほぼ線形に減少しており, 60% の H_{sw} 低減が確認された。一方 Soft 層の H_{sw} は非線形的に減少し, 特に低周波領域で大きな H_{sw} 減少を示し, 95% の H_{sw} 低減が確認された。講演時には, より微小な D での MAS 実験の結果についても報告する予定である。

参考文献

- 1) M. Furuta *et. al.*, *J. Appl. Phys.* **115**, 113914 (2014).

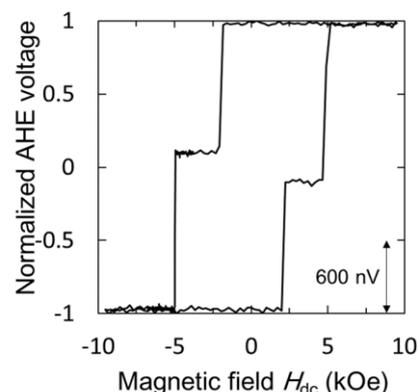


Fig. 1 Magnetization curve for the layer structured nanodot ($D = 2000$ nm)

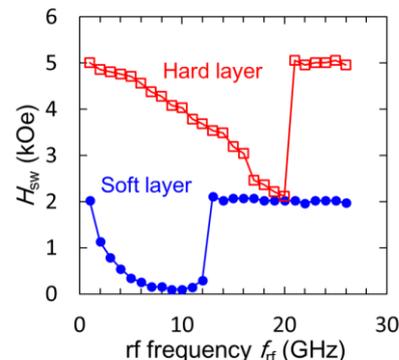


Fig. 2 Switching field H_{sw} of each layer of layer structured dot as a function of rf frequency