

マイクロ波アシスト磁化反転と強磁性共鳴の 同一 Co/Pt ナノドット試料での測定

草薙勇作, 岡本 聡, 菊池伸明, 北上 修, 島津武仁
(東北大)

Relationship between microwave assisted magnetization switching and ferromagnetic resonance of Co/Pt nanodots.

Y. Kusanagi, S. Okamoto, N. Kikuchi, O. Kitakami, and T. Shimatsu
(Tohoku Univ.)

はじめに

マイクロ波アシスト磁化反転 (MAS: Microwave Assisted magnetization Switching) は次世代超高密度記録技術の有力候補として注目を集めている。MAS においては、磁気モーメントに GHz 帯域の交流磁場を印加することで磁気モーメントの歳差運動が誘起され、その結果反転磁場が大幅に低減される。励起モードとしては、ドット径に依存して一様励起だけでなく、高次のスピン波励起も MAS 挙動に大きく影響することが MAS 実験とシミュレーションの比較から分かっている¹⁾。しかし、実際の励起モードと MAS 挙動の相関は実験的にはまだ確認されていない。本研究では励起モードと MAS 挙動の関係を調べるために、異常 Hall 効果による強磁性共鳴測定 (AHE-FMR: Anomalous Hall Effect based Ferromagnetic Resonance)²⁾と MAS 実験を同一の Co/Pt ナノドット試料に対して行ったので、その結果について報告する。

実験方法と結果

実験に用いた膜構成は、MgO sub./Ta(2 nm)/Pt(25 nm)/[Co(1.1 nm)/Pt(0.5 nm)]₅/Pt(10 nm) とした。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 EB リソグラフィにより加工し、同一基板にドットアレイを形成した。AHE 測定用の電極およびマイクロ波交流磁場印加用の Cu 線路もあわせて形成した。ドットアレイのドット直径は 80 ~ 1000 nm でドット間距離は 60 ~ 200 nm とした。ドットアレイの配置領域は約 $5 \times 5 \mu\text{m}^2$ である。MAS, FMR いずれの測定でも dc 磁場 H_{dc} を膜面に垂直に -6 ~ 6 kOe の範囲で印加し、Cu 線路に高周波電流を印加し交流磁場 $h_{rf} = 200$ Oe を膜面内に印加した。AHE-FMR 測定では歳差運動による磁化の垂直成分の変化を異常 Hall 電圧の変化量として検出する。ただし、得られる信号が微弱であるため高周波電流を矩形波で振幅変調し、同期した Hall 効果の変化をロックインアンプで検出した。Fig. 1 にドット直径 160 nm, ドット間距離 60 nm のドットアレイで得られた異常 Hall 電圧の変化量 ΔV_{AHE} を示す。交流磁場周波数 f_{rf} の増加に伴い高磁場側にシフトする複数のディップが確認できる。高磁場側のディップ (Fig. 1 の \blacktriangledown) は一様モード ($m=1$)、低磁場側のディップ (Fig. 1 の \triangleleft) は高次のモード ($m=2$) によるものである。Fig. 2 に AHE-FMR 測定より得られた共鳴磁場 H_r と MAS 測定より得られた反転磁場 H_{sw} を交流磁場周波数 f_r の関数として示す。図中の H_{sw} のエラーバーは反転磁場の分散を表している。 H_{sw} はアシスト効果により f_{rf} の増加に伴い単調に減少し $f_{rf} = 3 \sim 10$ GHz の範囲で最大 0.8 kOe の H_{sw} の低減が確認できた。これは過去に Co/Pt ナノドットで報告された結果³⁾に比べ小さな H_{sw} 減少であり、またブロードな MAS 挙動となっている。この原因としてはドット間距離が狭いことによる粒子間相互作用の影響が考えられる。 H_r は $m=1, 2$ いずれのモードも f_{rf} に対して線形な変化を示しており、今回得られた MAS 効果は $m=1$ の一様モードの点線におおよそ対応する結果が得られた。

参考文献

- 1) M. Furuta *et al.*, *J. Appl. Phys.* **115**, 133914 (2014).
- 2) N. Kikuchi *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **105**, 242405 (2014).

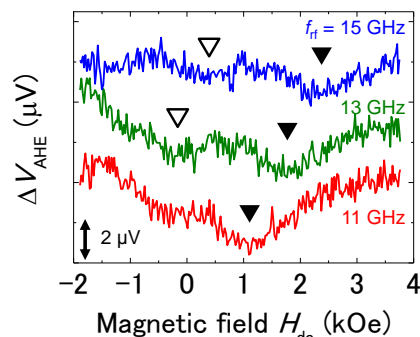


Fig. 1 AHE voltage change ΔV_{AHE} as a function of dc field H_{dc}

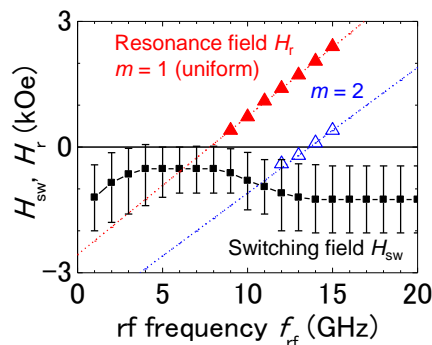


Fig. 2 Resonance field H_r and switching field H_{sw} as a function of rf frequency f_{rf} .