

マイクロ波アシスト磁化反転を用いた、 2層の垂直磁化膜ナノドットの層選択磁化反転

首藤 浩文, 永澤 鶴美, 工藤 究, 金尾 太郎, 水島 公一, 佐藤 利江
(東芝研究開発センター)

Layer-selective switching of a double-layer perpendicular magnetic nanodot
using microwave-assisted magnetization switching technique

H. Suto, T. Nagasawa, K. Kudo, T. Kanao, K. Mizushima, and R. Sato
(Corporate Research & Development Center, Toshiba Corporation)

はじめに

媒体上の記録層を多層化することにより記録密度を増大させる, 3次元磁気記録の実現のためには, 記録層を選択した情報の書き込み・読み出し技術の開発が必要である. 本研究では, 書き込み技術に注目し, 2層の垂直磁化膜を積層した磁性体ナノドットにおいて, 層を選択した磁化反転がマイクロ波アシスト磁化反転[1-6]を応用することで可能であることを実証した. さらに, 熱励起の磁化振動に起因する信号の測定をおこない, 各層の反転の原因となっている磁化振動モードの同定をおこなった.

実験方法・結果

2層の垂直磁化膜(LL, UL), MgO膜, 2層の面内磁化膜からなるTMR膜を200 nm × 200 nmのピラー状に加工し, 素子(Fig. 1)を作製した. この素子を用い, マイクロ波磁界中におけるLL・ULの磁化反転を検証した. これらの層は, LLがULより高い磁気異方性を有するよう, 膜構造を制御してある. また, 面内磁化膜は, MR効果を用いて, LL・ULの反転を検出するために用いられる[6]. Fig. 2(a)に, LL・ULの磁化を下方方向に初期化し測定した, 素子抵抗の垂直磁界(H_z)依存性を示す. ここではマイクロ波磁界は印加されていない. 抵抗変化を通じて, 磁化反転を検出でき, 垂直磁気異方性の違いのため, ULの磁化反転のあと, LLの磁化反転がおこる. 強度250 Oe, 周波数(f_{RF})10, 20 GHz, のマイクロ波磁界を印加して同様の測定をおこなった[Fig. 2(b), (c)]. 10 GHzでは, マイクロ波磁界なしの場合と同様にULの反転が起こり, アシスト効果によりその反転磁界が低下した. 20 GHzでは, これまでとは異なり, はじめにLLが反転した. この結果は, マイクロ波磁界の周波数を制御することにより, 層を選択した磁化反転が可能であることを示している. Fig. 3(a)に, 反転する層とその反転磁界の f_{RF} 依存性を示す. f_{RF} によっては, UL・LLの反転が確率的にどちらもおこるが, ここでは, 反転が起こる回数が多い層についてプロットしてある. Fig. 3(b)に, 素子抵抗の高周波成分のスペクトルを示す. LLとULの結合モード(音響モードと光学モード)に対応する熱励起の磁化振動の信号が現れ, これらの信号が現れる条件とFig. 3(a)の磁化反転の条件は対応した. この対応によって, $f_{RF} < 13$ GHzにおける, ULのアシスト磁化反転は音響モードの励起が原因であり, $f_{RF} = 15 \sim 18$ GHzにおける, ULのアシスト磁化反転, および $f_{RF} = 18 \sim 22$ GHzにおけるLLのアシスト磁化反転は光学モードの励起が原因であることが明らかとなった.

参考文献

[1] C. Thirion, et al., Nature Mater. **2**, 524 (2003). [2] J.-G. Zhu, et al., IEEE Trans. Magn. **44**, 125 (2008). [3] S. Okamoto, et al., Phys. Rev. Lett. **109**, 237209 (2012). [4] G. Winkler, et al., Appl. Phys. Lett. **94**, 232501 (2009). [5] S. Li, et al., J. Appl. Phys. **105**, 07B909 (2009). [6] H. Suto, et al., Appl. Phys. Express **8**, 023001 (2015).

本研究は(独)科学技術振興機構(JST)の研究開発推進事業「戦略的イノベーション創出推進プログラム(S-イノベ)」の支援によっておこなわれた.

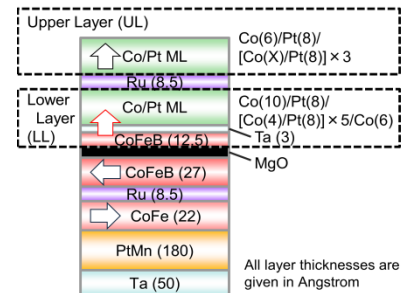


Fig. 1. Schematic configuration of sample

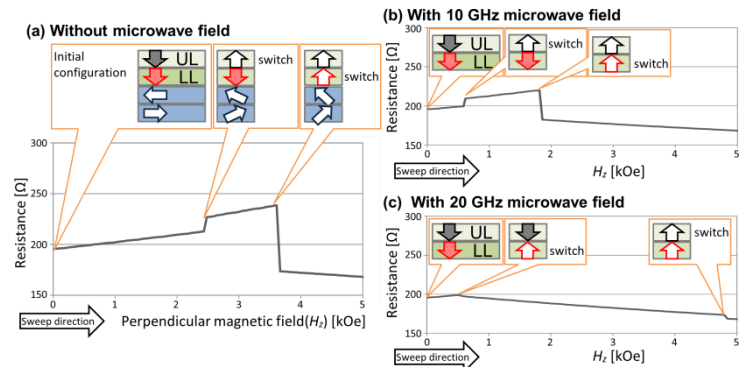


Fig. 2. H_z dependences of sample resistance (a) without microwave field, (b) with 10 GHz microwave field, and (c) with 20 GHz microwave field.

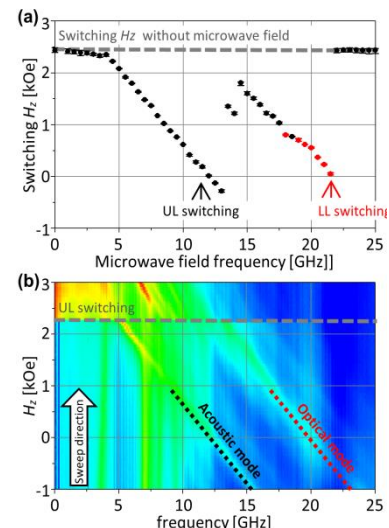


Fig. 3. (a) f_{RF} dependence of switching layer and switching fields. (b) Spectra of high frequency component of sample resistance.