

マイクロマグ解析による MAMR 用 STO に加わる外部磁界の検討

板垣諒、金井靖、Simon J. Greaves¹、村岡裕明¹
(新潟工科大、¹東北大)

Micromagnetic analysis of the effect of external field rise time on STO oscillation for MAMR

R. Itagaki, Y. Kanai, S. J. Greaves¹, H. Muraoka¹
(Niigata Inst. of Tech., ¹Tohoku Univ.)

はじめに

高周波アシスト磁気記録(MAMR)方式は、高周波発振素子(STO)から発生する高周波磁界を主磁極(MP)からの記録磁界に重畳し、高異方性媒体への記録を可能にする¹⁾。STOはMAMRで最も重要な構成要素であり、安定した強い高周波磁界を発生すること、低い注入電流密度(J)で発振すること、媒体のFMRを誘起する周波数の磁界を発生することが求められる。我々は記録ヘッドギャップ中にSTOを挿入したモデル(統合STO)は、STO単独のモデル(孤立STO)に比べSTOが安定に発振し難いことを示した²⁾。つまり、ヘッドからSTOに印加される磁界(in-gap field)を単に強くしてもSTOは安定に発振しない。ここではSTOの安定な発振を目的として、孤立STOのマイクロマグネティック解析を行った。記録ヘッドのin-gap fieldを想定してrise timeを変えた高周波磁界を加えたところ、STOの発振に顕著な差異がみられたので報告する。

解析モデルとソフトウェア

Fig. 1に示すように、高周波発振層(FGL)とスピン注入層(SIL)からなるSTOを考える。SILは透過のスピンをFGLに注入する。STOの諸元をTable 1に示す。STO素子に加える外部磁界は、面直(z 方向)成分のみを持ち、かつ均一であると仮定した。解析には富士通製のEXAMAG V2.1を用いた。

計算結果

STOに1 GHz、20 kOe_{pp}、rise time (0 to +90%)の異なる2種類の外部磁界(H_{apl})を加えた。 J は 3.0×10^8 A/cm²とした。Fig. 2にSTOの発振を示す。同図の横軸は時刻であり初期状態より表示している。縦軸はFGL磁化の面内成分(M_y)と面直成分(M_z)をFGL全体で平均し、飽和磁化で規格化して表示した。 $M_y/M_s = 1$ のとき、FGLの磁化が完全に面内で回転していることを示す。同図より、rise timeが短い(0.083 nsec)場合はSTOが安定に発振するが、rise timeが長い(0.283 nsec)場合は、回転が不安定である。つまり、 M_y/M_s の絶対値が小さく、かつ変動し、発振周波数も低い。 J を 2.0×10^8 A/cm²および 4.0×10^8 A/cm²と変えた場合も同様の傾向が見られた。

小さな記録ヘッド素子を用いるとrise timeが短くなり、安定したSTOの発振を得ることが可能³⁾だが、単なる素子の微小化は記録磁界強度が低下する懸念がある²⁾。講演では安定なSTOの発振を得るための条件を述べる。

本研究の一部はJSPS科研費(基盤研究(c)課題番号16K06321)および情報ストレージ研究推進機構(ASRC)の補助金によった。

参考文献

- 1) J.-G. Zhu, X. Zhu, and Y. Tang: *IEEE Trans. on Magn.*, 44(1), 125, 2008.
- 2) 金井, 板垣, S. Greaves, 村岡: 信学会研資 MR2017-9, 2017.
- 3) T. Katayama, et al., *Journal of App. Phys.*, 117, 17C503, 2015.

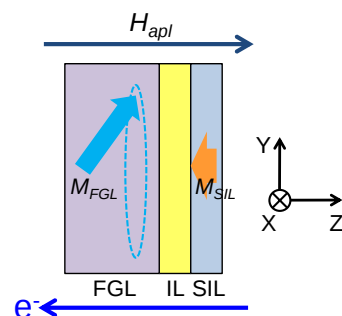


Fig. 1 Schematic of STO.

Table 1 Major parameters of STO.

	FGL	SIL
Thickness	10 nm	2 nm
$4\pi M_s$	20 kG	8 kG
H_k in z direction	31.4 Oe	31.4 Oe
Exchange, A	2.5×10^{-6} erg/cm	1.0×10^{-6} erg/cm
α	0.02	0.02
Non-magnetic interlayer (IL) thickness = 2 nm, Po = 0.5, Width (x) × height (y) = 30 nm × 30 nm		

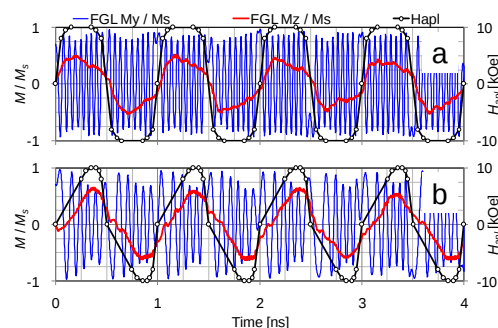


Fig. 2 Volume-averaged FGL oscillation vs. time. $J = 3.0 \times 10^8$ A/cm², AC external field = 1 GHz, 20 kOe_{pp}.