

# STO が低い印加電流密度で安定に発振するための一考察

板垣諒、金井靖、Simon J. Greaves<sup>1</sup>  
(新潟工科大、<sup>1</sup>東北大)

Effect of magnetostatic interaction with MAMR head on STO oscillation

R. Itagaki, Y. Kanai, S. J. Greaves<sup>1</sup>  
(Niigata Inst. of Tech., <sup>1</sup>Tohoku 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<sup>1)</sup>。我々は透過のスピントルクを利用した STO と記録ヘッドを組み合わせたマイクロマグネティック解析によるモデル計算を行い、MP とトレーリングシールド(TS)が非平行のギャップ中に STO を挿入すると STO の発振が安定することを示した<sup>2)</sup>。ただし、MP と TS が非平行となる構造は、現行の製造プロセスの観点から望ましくない。そこで、MP、TS および STO が平行かつ媒体面に対して傾けたモデルの計算を行い、その傾きが 10°から 20°の範囲で STO の安定した発振が得られることを述べた<sup>3)</sup>。しかし、STO は傾きが大きいほど FGL の体積が減少し、発振磁界も減少する。これまで、我々は渦電流を扱わないためヘッドの  $\alpha$  をフィッティング因子として扱い、大きな値( $\alpha = 0.2$ )を与えてきた。一方、STO とヘッドの静磁気相互作用を正しく取り扱うには  $\alpha$  には現実の値( $\alpha = 0.005 - 0.02$ )を与える必要がある。本報告では、MP、TS および STO を媒体面に対して傾けないモデルを考慮し、STO 近傍の MP および TS の  $\alpha$  の値が STO の発振に与える影響を検討したので報告する。

## 解析モデルとソフトウェア

Fig. 1 に示すように、FGL とスピン注入層(SIL)からなる STO を考える。STO の諸元を Table. 1 に示す。ここでは、軟磁性の SIL と透過のスピントルクを仮定した。マイクロマグネティック解析には富士通製の EXAMAG V2.1 を用いた。

## 計算結果

Fig. 2 に、ヘッドの  $\alpha$  を 0.2、STO 近傍の  $\alpha$  を 0.02、0.005 とした際の FGL の発振 vs.時刻を示す。縦軸は FGL 磁化の面内成分を FGL 全体で平均し、飽和磁化で規格化して表示した。 $M/M_s = 1$  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、STO 近傍の  $\alpha$  が 0.02、0.005 のときは FGL の発振が安定している(磁化の振幅が大きく発振周波数が高い)。これは、STO 近傍の  $\alpha$  が 0.02、0.005 のときは  $\alpha$  が 0.02 の時と比べ、ヘッドと STO の静磁気相互作用が弱いためと考えられる。つまり、ヘッドの  $\alpha$  が小さいときは STO と対向する面のヘッドの磁化が回転し易く、STO がヘッドから受ける作用が小さい。このときの注入電流密度( $J = 3.0 \times 10^8$  A/cm<sup>2</sup>)はこれまでの値( $J = 6.0 \times 10^8$  A/cm<sup>2</sup>)と比べて十分に小さく、長期にわたる素子の信頼性の面からも有利である。

本研究の一部は情報ストレージ研究推進機構(ASRC)の補助金によった。ここに記して深謝する。

## 参考文献

- 1) J.-G. Zhu, X. Zhu, and Y. Tang: *IEEE Trans. on Magn.*, 44(1), 125, 2008.
- 2) 板垣, 金井, S. Greaves, 村岡: 信学会研資 MR2018-5, 2018.
- 3) 板垣, 金井, S. Greaves: 信学会研資 MR2019-4, 2019.

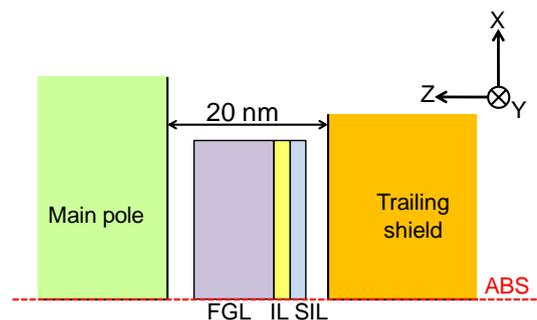


Fig. 1 Schematic of STO inserted into Head gap.

Table.1 Major parameters of STO.

|  | FGL                         | SIL                          |
|--|-----------------------------|------------------------------|
| $4\pi M_s$   | 20 kG                       | 10 kG                        |
| $H_k$ in perpendicular   | 31.4 Oe                     | 31.4 Oe                      |
| $\alpha$   | 0.02                        | 0.02                         |
| Exchange, A  | $2.5 \times 10^{-6}$ erg/cm | $1.25 \times 10^{-6}$ erg/cm |
| Thickness  | 10 nm                       | 2 nm                         |
| $P_0 = 0.5$ , Width $\times$ height = 20 nm $\times$ 20 nm (max), Inter layer = 2 nm |                             |                              |

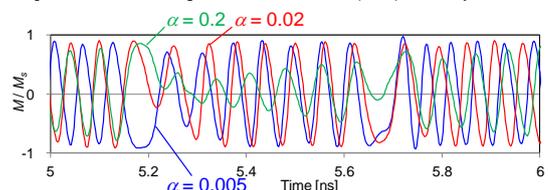


Fig. 2 In-plane component of volume-averaged FGL oscillation vs. time.  $\theta = 0^\circ$ , Head  $\alpha = 0.2$  (STO vicinity: 0.005, 0.02, 0.2),  $J = 3.0 \times 10^8$  A/cm<sup>2</sup>, MMF = 1 GHz, coil current = 0.2 AT<sub>pp</sub>.