

マイクロ波アシスト記録における発振磁界の振幅増大方法の検討

古賀理樹, 赤城文子, 吉田和悦
(工学院大)

Method for Increasing AC-Field Amplitude in MAMR

R. Koga, F. Akagi, and K. Yoshida
(Kogakuin Univ.)

1 はじめに

現在, 磁気記録装置の高記録密度化を阻む原因として, 記録媒体の熱揺らぎ, 雑音, 記録ヘッドの磁界強度限界のトリレンマがある. このうち磁界強度限界の問題を解決しトリレンマを解決する方法をとして, 磁界発生層 (FGL) 及びスピントルク注入層からなるスピントルク発振素子 (STO) の高周波発振磁界による磁気共鳴を用いたマイクロ波アシスト磁気記録 (MAMR) 方式が提案されている¹⁾. この方式では STO から記録媒体へ強い発振磁界を与えることが必要である. 本研究では, ヘッド, 媒体及び STO の相互作用を考慮したシミュレータを用いて, 発振磁界強度の増大方法について検討した.

2 計算モデルと計算条件

記録ヘッドはトレーリングシールドを有する単磁極ヘッドとした. 記録媒体は記録層上部が軟磁性体, 下部が硬磁性体で構成されている ECC (Exchange Coupled Composite) 媒体とした. STO の計算は FGL のみとしてヘッドのトレーリング側に配置した. 磁化挙動の計算には (1) 式で示すスピントルク項を加えた Landau-Lifshitz-Gilbert (LLG) 方程式を用いた²⁾.

$$(1 + \alpha^2) \frac{d\mathbf{M}}{dt} = -\gamma \mathbf{M} \times (\mathbf{H}_{eff} - \alpha \mathbf{H}_{st}) - \frac{\gamma}{M_s} \mathbf{M} \times \left\{ \mathbf{M} \times (\alpha \mathbf{H}_{eff} + \mathbf{H}_{st}) \right\} \quad (1)$$

\mathbf{M} は磁化ベクトル, γ はジャイロ磁気定数, α はダンピング定数, M_s は飽和磁化, \mathbf{H}_{eff} は実効磁界ベクトルとする. \mathbf{H}_{st} は, STO へ電流を流すことでスピントルク注入層から FGL に注入される偏極スピンの磁界 (スピントルク磁界) であり, (2) 式によって求めた.

$$\mathbf{H}_{st} = a_j \mathbf{M}_p = \frac{\hbar \eta J}{2e M_s F d} \mathbf{M}_p \quad (2)$$

M_{sF} は FGL の飽和磁化, \hbar はプランク定数を 2π で割った値, J は注入電流密度, e は電気素量, η はスピン分極率, d は FGL の膜厚, \mathbf{M}_p は \mathbf{H}_{st} の方向ベクトルである. FGL のパラメータとして M_{sF} は 2.0 T, 交換定数 A は 2.0×10^{-11} J/m, 時間刻み幅 ΔT は 2.0×10^{-14} s, ダンピング定数 α_F は 0.05 とした. 発振磁界の振幅を増大する目的で, FGL のダウントラック方向の膜厚 t_m を 10 nm 及び 20 nm の場合について発振磁界の検討を行った. 発振磁界の観測面は FGL 直下 9 nm (記録層中心) に設け, アシスト記録に有効なクロストラック方向の平均磁界 $\langle H_y \rangle$ を評価した.

3 計算結果

Fig.1 に発振磁界の膜厚依存性を示す. Fig.1(a) が膜厚 10 nm 時の発振である. FGL のパラメータは異方性定数 K_u は 5.0×10^5 J/m³, ヘッドへの励磁電流 I は 0.12 A, H_{st} は 40 kA/m とした. このとき $\langle H_y \rangle$ は 40 kA/m となった. 膜厚 10 nm 時の磁気特性を用いて 20 nm に増大したときの発振が Fig.1(b) である. 図より, 単に膜厚を増加させるだけでは十分な発振が得られないことから膜厚を変化させた場合の FGL の磁気特性を検討した. その結果, 膜厚 20 nm では K_u を 5.0×10^3 J/m³, I を 0.18 A, H_{st} を 80 kA/m としたところ Fig.1(c) の発振が得られた. このとき $\langle H_y \rangle$ は 80 kA/m となり膜厚を 2 倍にすることで発振磁界も 2 倍となった. 即ち, 発振磁界の振幅を増大させるためには膜厚増加するとともに低 K_u にすることが必要である.

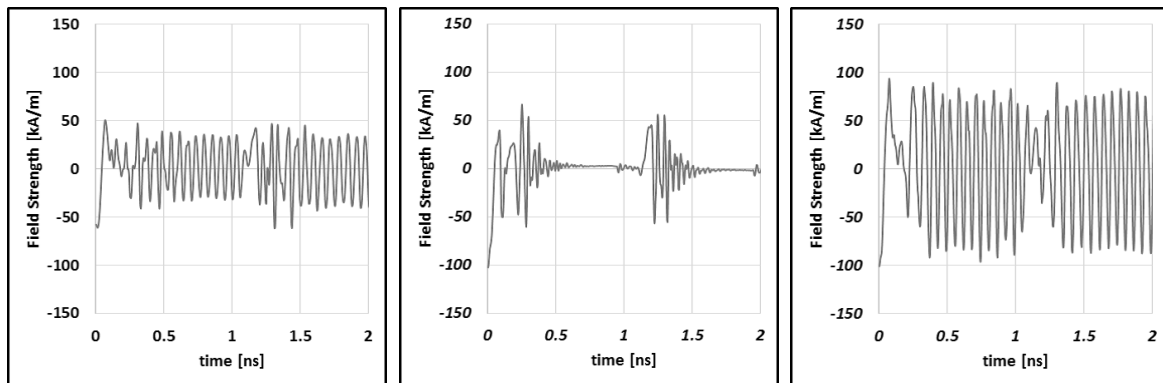
(a) $t_m = 10$ nm, $K_u = 5.0 \times 10^5$ J/m³(b) $t_m = 20$ nm, $K_u = 5.0 \times 10^5$ J/m³(c) $t_m = 20$ nm, $K_u = 5.0 \times 10^3$ J/m³

Fig. 1 FGL Thickness Dependence of AC-Field

References

- 1) Y. Tang, and J.G. Zhu, "Narrow Track Confinement by AC Field Generation Layer in Microwave-Assisted Magnetic Recording" IEEE Trans. Magn. Vol.44, no. 11, pp.3376-3379, 2008.
- 2) S. Asaka, T. Hashimoto, K. Yoshida, Y. Kanai, "Effect of Magnetostatic Interactions between the Spin-Torque Oscillator and the SPT Writer on the Oscillation Characteristics of the Spin-Torque Oscillator," IEICE TRANS. ELECTRON., vol. E96-C no. 12, pp1484-1489, 2013.