# MAMR においてヘッド磁極から伝達するスピンの影響

田河育也

東北工業大学電気電子工学科 仙台市太白区八木山香澄町 35-1

# Impact of Transmitted Spin from Head Pole in MAMR

Ikuya Tagawa

Electrical and Electronic Engineering, Tohoku Institute of Technology, Sendai, Japan

### 1. はじめに

マイクロ波アシスト磁気記録(MAMR)において、スピント ルク発振器(STO)から強い振動磁界を得ることは依然として 課題である[1]。STO 構造および材料や、ヘッド磁極とSTO の間の磁気的な相互作用に関する検討がなされている[2]。 これに対して我々は、磁極とSTOの間を往来するスピンの影響について検討を行った。市販のマイクロマグネティクスシミ ュレータ(富士通 Examag V2.1.1)を用い、主磁極端直下の 媒体表面付近(浮上面から 5 nm)において観測されるマイク ロ波アシスト磁界(MA field)を性能指数とした。

#### 2. ヘッド磁極スピンの影響

図1に、発明当初のMAMR ヘッドモデルと現実的なヘッドにおける構造の違いを示す。当初のデザインでは分離した 電極がSTOに直接接続されるため、ヘッド主磁極(MP)およ びトレーリングシールド(TS)からスピンがSTOに流れること はない。一方、実用的デザインではMPおよびTSが電極と して使用されるため、ヘッド磁極で偏極したスピンがSTOへ 流れ、発振に悪影響を及ぼす。

図 2(a)は、MP/TS からスピンが流れない当初モデルにお ける、ヘッド走行方向(Hx)、トラック幅方向(Hy)、および垂 直方向(Hz)の記録磁界の時間応答波である。Hx は強い振 動を示し、通常のヘッド記録磁界にマイクロ波磁界が重畳し ている。一方、MP/TS からスピンが流れる現実的モデルの同 図(b)では振動が見られない。これより、MP からの透過スピン を阻止する必要性は明らかである。スピン拡散長が短い材 料(重い原子量の非磁性金属)[3]を MP と SIL の間に置く必 要がある。別のアイデアとして、MP スピンを阻止する代わり に、透過スピンの極性を反転させることも有効である。負のス ピン偏極を持つ材料が必要となる[4]。

図3に、マイクロ波アシスト磁界(MA field)の注入電流(J) 依存性を示す。MA field は時間応答波のフーリエスペクトル から求めた。MP/TSからスピンが流れる場合(Δ)、MA field は 生じていない。MP/TS からスピンが流れない場合(×)、注入 電流の増加に応じて MA field が増加する。MP スピンを 50% に制限した場合にも(ο)、かなり大きな MA field が得られた。 TS が負の分極を有し、電子が反対方向(TS から MP)に流 れるとき(ロ)、注入電流応答は最も良好であった。

## 3. まとめ

通常の材料のスピン拡散長はそれほど短くないため、ヘッド磁極からの透過スピンの影響を無視できず、STO の磁化 振動を阻害する要因となる。ここでは、重い原子量の材料を 用いたスピンバリア層、および、負の分極材料を用いたヘッ ド磁極の有効性を示した。

#### [文献]

- [1] I. Tagawa, et al., IEEE Trans. Magn., Vol.52, No.9, (2016).
- [2] Y. Kanai, et al., IEEE Trans. Magn., Vol.53, No.2 (2017)



Figure 1. Structure design difference between (a) original idea and (b) practical design of MAMR head.



Figure 2. Time response waveforms of write field and magnetization distribution in pole tip area, when there are (a) no spin and (b) all spins from MP and TS.



Figure 3. Injection current dependences of MA field amplitude.

[3] J. Bass and W. Pratt Jr., J. Phys. Cond-Mat. 19 (2007) 183201
[4] M. Tsunoda, et al., Appl. Phys. Express 2 (2009) 083001