

# マイクロマグネティクスシミュレーションによる マイクロ波アシスト磁気記録の磁化反転解析

C-15 Magnetization reversal analysis of microwave assisted magnetic recording  
using micro magnetics simulation

種田 亮太† 大貫 進一郎†

Ryota OIDA† Shinichiro OHNUKI†

† 日本大学理工学部

† College of Science and Technology, Nihon University

## 1. はじめに

近年、磁気記録の分野において記録の高密度化への研究が盛んに行われている。現在注目されている一つにマイクロ波アシスト磁気記録方式<sup>[1]</sup>がある。この記録方式はマイクロ波による磁性媒体の強磁性共鳴を利用することにより、書き込み磁界を低減することが出来る。

本報告ではマイクロ波アシスト方式に加えて従来の媒体よりも熱安定性が向上するビットパターンドメディア (BPM)<sup>[2]</sup>を用いたモデルを想定して解析を行い、アシスト用マイクロ波と書き込み磁界の関係を明らかにする。

## 2. 解析手法

記録媒体中の磁化の運動は、次式に示す LLG 方程式によって表される。

$$\frac{\partial \mathbf{M}}{\partial t} = -\gamma \mathbf{M} \times \mathbf{H}_{\text{eff}} + \frac{\alpha}{M_s} \mathbf{M} \times \frac{\partial \mathbf{M}}{\partial t}$$

$$\mathbf{H}_{\text{eff}} = \mathbf{H} + \mathbf{H}_k + \mathbf{H}_d + \mathbf{H}_{\text{ex}}$$

ここで、 $M_s$ は飽和磁化、 $\gamma$ は磁気回転比、 $\alpha$ はダンピング定数、 $\mathbf{H}_{\text{eff}}$ は有効磁界である。 $\mathbf{H}_{\text{eff}}$ は、外部磁界 $\mathbf{H}$ 、異方性磁界 $\mathbf{H}_k$ 、静磁界 $\mathbf{H}_d$ 、交換相互作用磁界 $\mathbf{H}_{\text{ex}}$ により構成され、静磁界 $\mathbf{H}_d$ 、交換相互作用磁界 $\mathbf{H}_{\text{ex}}$ は以下の式で計算する。

$$\mathbf{H}_d = \frac{-1}{4\pi\mu_0} \left[ \mathbf{M} - \frac{3}{r^2} (\mathbf{M} \cdot \mathbf{r}) \mathbf{r} \right]$$

$$\mathbf{H}_{\text{ex}} = \frac{2A}{M_s^2} \nabla^2 \mathbf{M}$$

ここで、 $r$ は磁化ベクトル間の距離、 $\mathbf{r}$ は磁化ベクトル間の距離ベクトル、 $A$ は交換スティフネス定数である。

## 3. 解析結果

図1の解析モデルは、BPMを構成する粒子一つを示したものである。図2に粒子内の中心磁化ベクトルの時間応答の結果を示す。ここで媒体に印加する直流磁界は1nsecから立ち上がるステップ状のパルスとし、アシストするマイクロ波の周波数は $f = 11\text{GHz}$ とした。(a)Coは $M_z/M_s$ が+1から-1に磁化反転するのにに対し、(b)CoCrPtでは反転が起きない。図3では各周波数における反転に必要とする直流磁界の値を示す。結果より(a)Coは11GHzで、(b)CoCrPtでは18GHzのときに直流磁界がもっとも低減できる。この結果から媒体により最適なアシスト用マイクロ波の周波数が異なることがわかる。

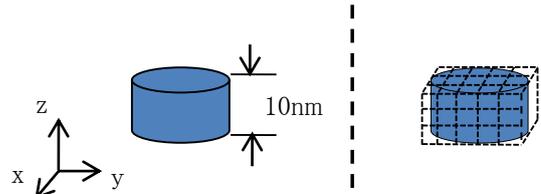


図1 解析モデル

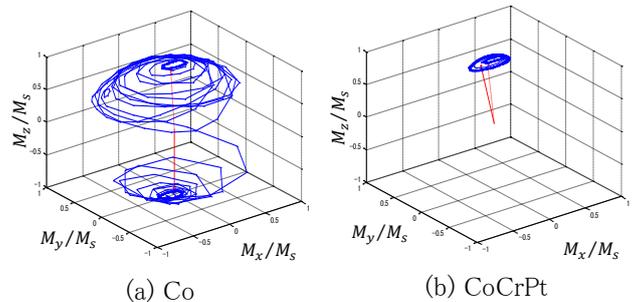


図2 中心磁化ベクトルの時間応答( $f = 11\text{GHz}$ )

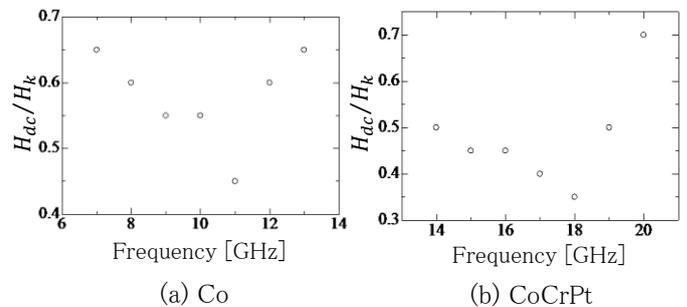


図3 中心磁化の周波数応答

## 4. 今後の課題

スピントルクオシレータによるマイクロ波発振を想定した実問題の解析を行う。

参考文献

- [1] J. Zhu, X. Zhu, and Y. Tang, IEEE Trans. Magn, Vol.44, pp125-131, 2008
- [2] K. Nakagawa, Y. Ashizawa, S. Ohnuki, A. Itoh and A. Tsukamoto, J. Appl. Phys., Vol.109, No.7, 07B735, 2011
- [3] 種田亮太, 大貫進一郎, “マイクロ波アシスト磁気記録方式における超高密度化への基礎検討”, 電子情報通信学会総合大会, C-15, 2016