

## 負の垂直磁気異方性を持つ発振層材料による MAMR ヘッド用

## スピントルクオシレータの発振周波数調整

村上 修一<sup>1</sup>、清水 真理子<sup>2</sup>、藤田 倫仁<sup>2</sup>、鴻井 克彦<sup>2</sup>、山田 健一郎<sup>1</sup>、竹尾 昭彦<sup>2</sup>  
 (<sup>1</sup>東芝研究開発センター、<sup>2</sup>東芝セミコンダクター&ストレージ社)

Frequency tuning in spin torque oscillator for MAMR  
 by using negative- $K_u$  material on field generation layer

S.Murakami<sup>1</sup>, M.Shimizu<sup>2</sup>, N.Fujita<sup>2</sup>, K.Koi<sup>2</sup>, K.Yamada<sup>1</sup>, A.Takeo<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Corporate R&D Center, <sup>2</sup>Semiconductor & Storage Products Company, Toshiba Corporation)

## はじめに

高周波アシスト記録(MAMR)ヘッドの高周波磁界源である垂直スピントルク発振子(STO)の周波数は、発振層(FGL)における有効磁界により決まるが、現在想定している記録磁極からのギャップ磁界は12kOe程度であり、そこでは30GHzを超えることが見込まれる。一方で、アシスト効果に最適な周波数は20から30GHzと見積もられており、周波数マッチングが課題となる。<sup>1)</sup>そこで、STOの発振周波数を低減する目的で、FGL材料に負の垂直磁気異方性( $H_k$ )を付与して、有効磁界を低減する方法を検討した。鉄とコバルトの人工格子構造は負の $H_k$ が報告されており<sup>2)</sup>、また高い飽和磁化( $B_s$ )を反映し十分な高周波磁界強度が見込める。本研究では、上記のFGL材料を用いることによって、発振周波数を低減させることに成功した結果について報告する。

## 実験方法

FGLとして、正の $H_k$ を付与した材料(FeCo系材料A: $H_k = +2\text{kOe}$ ,  $B_s = 2.1\text{T}$ ,  $t = 12.6\text{ nm}$ )と負の $H_k$ を付与した材料(材料B:[Fe0.4/Co0.4] $\times 17$ 人工格子,  $H_k = -2\text{kOe}$ ,  $B_s = 2.2\text{T}$ )との2種類について、それぞれSTOを作製した。STO構成は、[Co/Ni]人工格子スピン注入層(SIL)/Cu中間層/FGLとし、素子サイズは40から45nm角に加工した。作製した素子の発振スペクトルを膜面垂直方向の磁場下にて測定した。

## 実験結果

Fig.1にR-Hカーブを示す。高磁界での飽和特性は、それぞれの $H_k$ を反映した結果となった。材料Aでは、5kOe以上で磁化平行状態が達成されているが、材料Bでは、10kOeまで印可しても平行に到達していない。Fig.2にFGL材料A、Bにおける周波数の外部磁界依存性を示す。両材料とも発振周波数は外場に対し、ほぼ線形に増加を示している。負の $H_k$ を持つ材料Bでは、材料Aと比較し、同一の外部磁界において約6GHz低い周波数が観測された。この結果はFGL材料Bが持つ負の $H_k$ によって、FGL内の有効磁界が低減したためと考えられる。得られたBの材料の外部磁界依存性より、12kOe近傍における発振周波数を外挿して見積もると24GHz、となる。材料Aに比較し負の $H_k$ を持つ材料を用いることで、発振の周波数をアシストに最適な領域へコントロールすることができた。

1)A.Takeo et al. Intemag 2014 Dresden, AD-02

2)Vas'ko et al. Appl.Phys.Lett **89**, 092502 (2006)

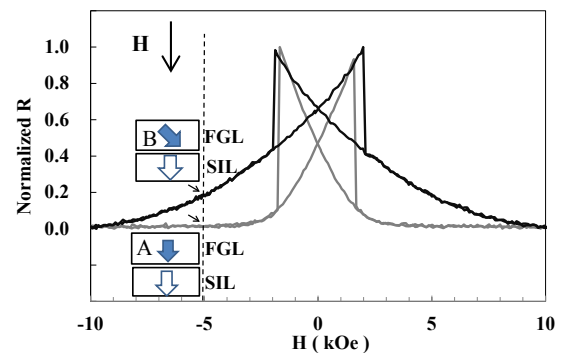


Fig.1 R-H curves for material A (Grey) and B (Black). The arrow shows schematic configuration of magnetization direction and external field.

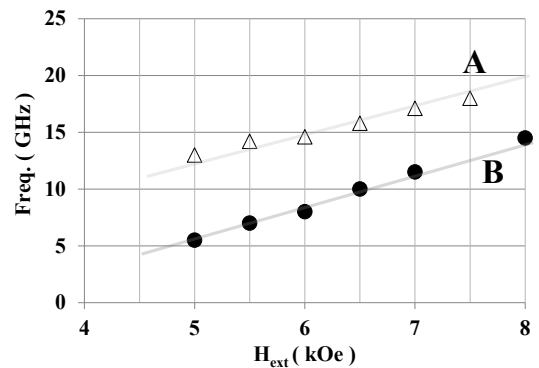


Fig.2 External field dependence of excitation frequency for material A and B. Evaluation voltage is -60mV for both materials.