

## Co<sub>2</sub>(Fe, Mn)Siホイスラー合金を用いたボルテックス型スピントルク発振素子

山本 竜也<sup>1</sup>、関 剛斎<sup>1,2</sup>、高梨 弘毅<sup>1</sup>

1. 東北大金研、2. JSTさきがけ

Vortex Spin Torque Oscillator using a Co<sub>2</sub>(Fe, Mn)Si Heusler Alloy

T. Yamamoto<sup>1</sup>, T. Seki<sup>1,2</sup>, K. Takanashi<sup>1</sup>

1. IMR, Tohoku Univ., 2. JST-PRESTO

### 緒言

スピントルク発振素子(STO)は強磁性体/非磁性体/強磁性体から構成されるナノサイズの発振素子である。STOを実用化する上で現在課題となっているのが、発振出力の増大および発振の周波数純度の向上である。ホイスラー合金の一種であるCo<sub>2</sub>(Fe, Mn)Si (CFMS)は高いスピン分極率を有し、これらをSTOの強磁性電極として用いることはSTOの高出力化のための有効な手段である<sup>1,2</sup>。一方で、磁気ボルテックスの磁化ダイナミクスを用いたSTOにおいては、単一の素子においてもQ値4000の非常に高い周波数純度が報告されている<sup>3</sup>。そこで、本研究ではCFMSをベースとしてボルテックス型STOを作製することで高出力かつ高Q値を同時に実現することを目指した。

### 実験方法

Fig. 1に作製した素子の模式図を示す。各CFMS層は室温において成膜した後、L<sub>2</sub>I規則化を促進するため500 °Cで熱処理を行い、電子線リソグラフィ等を用いて素子構造へ微細加工を施した。本研究では、膜厚30 nmとした上部CFMS層を直径240 nmのディスク形状へと加工することで磁気ボルテックスの安定化を図った。作製した素子の発振特性評価のため、2端子の高周波プローブを用いて素子へ直流電流を印加し、スペクトラムアナライザーを用いて素子両端に生じた高周波電力を測定した。また、ロックインアンプを用いてMR曲線および直流電流に対する微分抵抗変化の測定を行った。

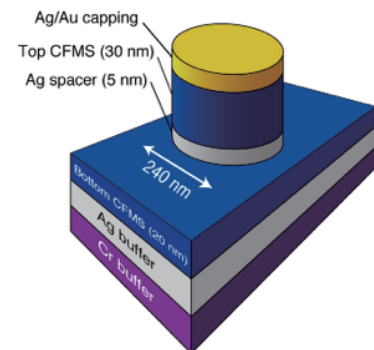


Fig. 1: Schematic illustration of the microfabricated STO. The thickness and the diameter of the top CFMS layer were chosen to stabilize a magnetic vortex.

### 実験結果

素子面内方向へ磁場を掃引して得られたMR曲線には、上部CFMS中における磁気ボルテックスコアの形成および消滅に起因した特徴的な磁気抵抗曲線が観察された。ボルテックスが存在する面内磁場の条件下においては、2 mA程度の直流電流を印加することで600 MHz近傍に発振ピークが観測された。電流を増加させてゆくに従い、発振周波数が高周波側へシフトするとともに発振が安定化し、発振線幅が200 kHz以下の周波数純度の高い発振が得られた。Fig. 2に面内磁場150 Oe、直流電流13 mAにおいて得られたパワースペクトルを示す。この条件下においては、発振線幅132 kHz、Q値4787の発振が得られた。さらに発振の条件を最適化することにより、10.3 nWの高出力かつ4000を超える高いQ値を得ることに成功した。本研究は、高いスピン分極率を有するホイスラー合金および磁気ボルテックスを用いることで、高出力かつ高Q値を示すSTOを実現出来ることを示唆している。

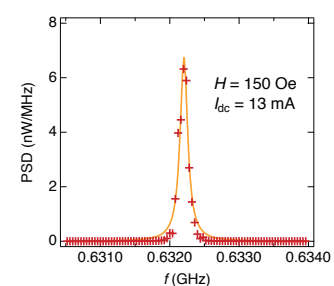


Fig. 2: Power spectrum measured at 150 Oe and 13 mA.

### 参考文献

- [1] T. Seki *et al.*, Appl. Phys. Lett. **105**, 092406 (2014).
- [2] T. Yamamoto *et al.*, Appl. Phys. Lett. **106**, 092406 (2015).
- [3] V. S. Pribiag *et al.*, Nat. Phys. **3**, 498 (2007).