

FeB 自由層を持つ磁気渦スピントルク発振素子の同期現象

安藤拓己^{1,2}, 鈴木大貴^{1,2}, 常木澄人², 薬師寺啓², 福島章雄², 湯浅新治², 安川雪子¹, 久保田均²
(千葉工大¹, 産総研²)

Effect of interface modification on electrical synchronization in spin torque oscillator

°Takumi Ando^{1,2}, Daiki Suzuki^{1,2}, Sumito Tsunegi², Kay Yakushiji², Akio Fukushima², Shinji Yuasa²,
Yukiko Yasukawa¹, Hitoshi Kubota²
(Chiba Institute of Technology¹, AIST²)

背景

スピントルク発振素子(STO)のダイナミクスの理解や高周波特性の改善を目指した研究が行われてきた。近年では、高周波特性の改善^{1,2}や連想記憶装置³などの新しい応用に向けて、STOの同期現象に注目が集まっている。STOの同期現象は磁氣的¹または電氣的²な相互作用により発現する。電氣的な相互作用を利用した同期現象は発振素子間距離に相互作用の強度が依存しないため、回路の冗長性が高い特徴がある。一方で、磁氣的な相互作用に比べて電氣的な相互作用は弱く、振動子間の周波数差が数 MHz 離れるだけで同期状態が解消されてしまうという課題がある。²この同期が維持できる周波数差(同期幅)に関しては、発振条件および材料依存性など関して系統的な実験が少なく、応用上の課題となっている。本研究では、優れた高周波特性を持つ FeB を自由層とする磁気渦型 STO⁴を基本構造として、その同期幅の系統的な評価を行った。

実験方法

本研究で用いた磁気渦型 STO の膜構成を図 1(a)に示す。自由層膜厚は 10 nm とし、直径 300 nm の STO を EB リソグラフィおよび Ar イオンミリングにより作製した。膜面垂直方向の磁界 H および直流電圧 V_{DC} を印加し自励発振を励起した。また、同期幅を評価するために基準信号源を用いた強制同期の実験を行った。この時、基準信号と STO の出力信号を完全に区別するために、基準信号の周波数 f_{AC} は STO の発振周波数 f_{STO} の 2 通倍近辺 ($f_{AC} \sim 2f_{STO}$) を用いた。STO に注入される基準信号強度 P_{AC} が -20 dBm となるように、基準信号源の出力強度を調整し実験を行った。

実験結果

図 1(b)に直流電圧 400 mV, 磁界 300 mT における STO の発振周波数 f_{STO} の基準周波数 f_{AC} 依存性を示す。この直流バイアスにおける STO の発振周波数はおおよそ 512 MHz 程度である。 $f_{AC}/2$ が 511 MHz 以下および 513 MHz 以上において基準信号の周波数に依らず STO の発振周波数は 512 MHz 程度で一定となり、この基準周波数領域では STO は信号源に対して非同期状態であることがわかった。一方で、 $f_{AC}/2$ が 511.5 MHz から 512.8 MHz においては $f_{AC}/2 = f_{STO}$ と周波数が一致していることから、STO と信号源が同期している様子が観測された。この実験から、FeB 自由層を持つ磁気渦型 STO では 1.3 MHz の同期幅を持つことがわかった。発表では、同期幅の発振条件や材料依存性についても議論を行う。

参考文献

- (1) S. Kaka, *et al.*, Nature **437**, 389 (2005).
- (2) R. Lebrun, *et al.*, Nat. Commun. **8**, 15825 (2017).
- (3) A. Kumar, *et al.*, Sci. Rep. **7**, 411 (2017).
- (4) S. Tsunegi, *et al.*, Appl. Phys. Express **7**, 063009 (2014).

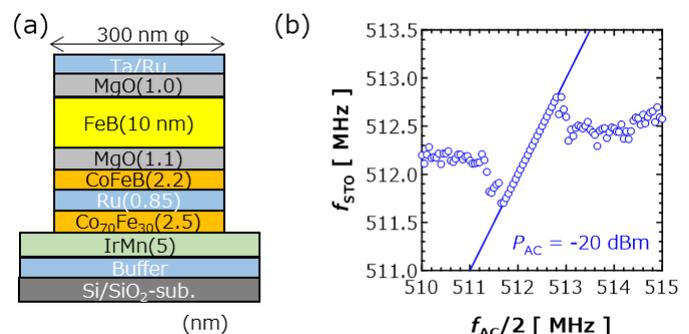


図 1(a)スピントルク発振素子(STO)の素子構造。(b)STO の発振周波数 f_{STO} の基準信号周波数 f_{AC} 依存性。