

CoFeB と人工フェリ磁性体との2つのフリー層からなる スピントルク発振素子の高出力発振

High-Power Spin-Torque Oscillator with Dual Free Layers of CoFeB and Synthetic Ferrimagnet

○永澤 鶴美、首藤 浩文、工藤 究、山岸 道長、金尾 太郎、
水島 公一、佐藤 利江(東芝研究開発センター)

○Tazumi Nagasawa, Hirofumi Suto, Kiwamu Kudo, Michinaga Yamagishi, Taro Kanao,
Koichi Mizushima, and Rie Sato (Corporate R&D Center, Toshiba Corporation)

E-mail: tazumi.nagasawa@toshiba.co.jp

はじめに スピントルク発振素子(STO)は、STO再生ヘッド[1]や3次元磁気記録[2]等への応用が期待される。これらの応用には、高出力かつ周波数安定なピラー構造 STO が望まれる。我々は、既にデュアルフリー層 TMR 型 STO(DFL-TMR-STO)において、2つのフリー層の同期により周波数安定な結合モード発振が得られることを報告した[3]が、出力は 10 nW 以下と応用上更なる高出力化が望まれる。本研究では高出力化を目的に、以前報告した素子に用いたものより、低 RA で且つ高 MR 比の高品質な TMR 膜を用いて DFL-TMR-STO を試作しその発振特性を評価した。

実験方法 FIG. 1(a)に示すような上部電極 / Ta / 単層フリー層 $\text{Co}_{40}\text{Fe}_{40}\text{B}_{20}$ [3] / 絶縁層 $\text{MgO}[x]$ / SyF フリー層($\text{Co}_{50}\text{Fe}_{50}$ [0.6] / $\text{Co}_{60}\text{Fe}_{20}\text{B}_{20}$ [1.2] / Ta[0.2] / $\text{Co}_{60}\text{Fe}_{20}\text{B}_{20}$ [1.2] / Ru[0.85] / $\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30}$ [2.5]) / Ta / 下部電極からなる TMR 膜(MgO 膜厚 x は、CIPT 測定で $\text{RA} = 1 \Omega \cdot \mu\text{m}^2$ になるように調整)を用いたピラー構造 STO 素子(抵抗 R_p : 50.1 Ω , MR 比: 74.6%)をサファイア基板上に作製した。設計素子サイズは約 200 nm × 100 nm とした。FIG. 1(b)に、外部磁場と各磁性層の磁化配置を示した。面内外部磁場 H は、素子の容易軸から約 14° ずらした方向に印加した。正電流 I (電子が Free layer から SyF free layer に流れる方向)を流して、STO からの高周波信号をスペクトラムアナライザーで測定した。

実験結果 FIG. 2 に、 $I = 4.0$ mA 流した時のパワースペクトル密度(PSD)の磁場依存性を示す。外部磁場が 0 から約 1000 Oe までは、磁場の増加により発振周波数が減少することより、外部磁場と反対方向を向く SyF1 が主に振動する結合モード発振が得られている。約 1000 Oe 以上の磁場範囲では、磁場の増加に伴い周波数が増加することより、SyF1 層の磁化が回転し外部磁場の方向を向いていると考えられる。SyF1 層の磁化と FL 層の磁化が、反平行配置の磁場範囲において、周波数安定で高出力な発振が得られた。FIG. 2(b)に、 $H = 850$ Oe、 $I = 3.6$ mA 印加時のパワースペクトルを示す。発振周波数 5.23 GHz、発振線幅 9.2 MHz (Q 値 = 567)、出力 288 nW と周波数安定で高出力な発振が得られた。更に、素子サイズ依存性についても報告する。

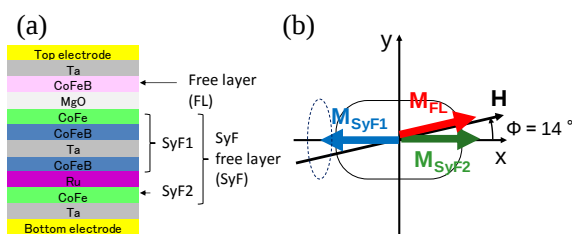


FIG. 1. (a) DFL-TMR-STO structure. (b) Magnetic configuration.

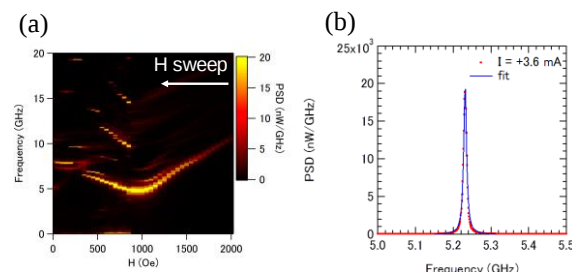


FIG. 2. (a) PSD as a function of H for $I = 4.0$ mA. (b) Power spectrum for $I = +3.6$ mA and $H = 850$ Oe.

参考文献 [1] K. Mizushima *et al.*, J. Appl. Phys. **107**, 063904 (2010). [2] H. Suto *et al.*, Nanotechnology **25**, 245501 (2014). [3] T. Nagasawa *et al.*, Appl. Phys. Lett. **105**, 182406 (2014).

本研究は(独)科学技術振興機構(JST)の研究成果展開事業「戦略的イノベーション創出推進プログラム(S-イノベーション)」の支援によっておこなわれた。