

ホイスラー合金からなる 2 つのフリー層を持つ スピントルク発振素子における周波数安定な同期発振

Synchronized Oscillation with Narrow Spectral Linewidth in a Dual Free-Layer

Heusler-Alloy-Based Spin-Torque Oscillator

東芝研究開発センター、[○]永澤 鶴美、工藤 究、首藤 浩文、山岸 道長、水島 公一、佐藤 利江

Toshiba Corporation Corporate R&D Center, [○]Tazumi Nagasawa, Kiwamu Kudo,

Hirofumi Suto, Michinaga Yamagishi, Koichi Mizushima, and Rie Sato

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 STO が望まれる。近年、ホイスラー合金を用いた高 MR 比の GMR 型 STO において高出力発振が得られることが報告されている。[3-5] 本研究では膜厚の異なるホイスラー合金で Cu を挟んだデュアルフリー層構造のピラー型スピントルク発振素子(DFL-STO)を作製し、その発振特性を調べた。外部磁場の印加により、2 つの磁性層の磁化を平行状態にし、大電流を印加することで周波数安定な発振が得られることを確認した。更にシミュレーションより、この周波数安定な発振は 2 つの磁性層の同期発振であり、複数の磁性層が同期振動する[6, 7]ことにより周波数安定な発振が得られることがわかった。

実験方法 FIG. 1(a)に示すような Cu / $\text{Co}_2\text{Fe}_{0.4}\text{Mn}_{0.6}\text{Si}$ [2nm] / Cu [5nm] / $\text{Co}_2\text{Fe}_{0.4}\text{Mn}_{0.6}\text{Si}$ [10nm] / Cu からなる GMR 膜を用いたピラー型 STO 素子 (抵抗: $62.6\ \Omega$ 、MR 比: 2.6 %) をサファイア基板上に作製した。設計素子サイズは約 $50\ \text{nm} \times 40\ \text{nm}$ とした。素子の容易軸から 30° ずらした方向に面内外部磁場 H を印加した。正電流 I (電子が Thin layer から Thick 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. 1(b)に $H = 1110\ \text{Oe}$ 、 $I = 1.9\ \text{mA}$ 印加時のパワースペクトルを示す。発振周波数 $6.92\ \text{GHz}$ 、発振線幅 $11\ \text{MHz}$ 、出力 $1.6\ \text{nW}$ と周波数安定で高出力な発振が得られた。FIG. 2 に、 R - H 曲線とパワースペクトル密度(PSD)の磁場依存性を示す。磁化が平行配置となる外部磁場 $1100\ \text{Oe}$ 付近では、低周波領域の振動が抑制され単一モード発振が励起されることが確認できる。マクロスピシミュレーションとの比較から、この単一モード発振はダイポール結合と相互スピントルクによる 2 つの磁性体の同期発振であると考えられる。

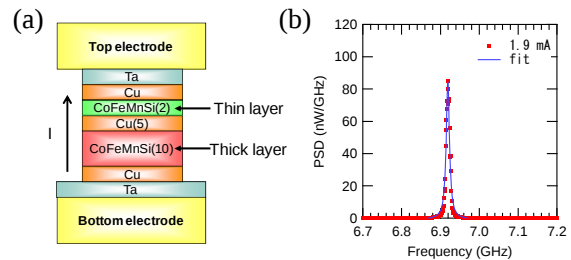


FIG. 1. (a) DFL-STO structure. (b) Power spectrum for $I = 1.9\ \text{mA}$ and $H = 1110\ \text{Oe}$.

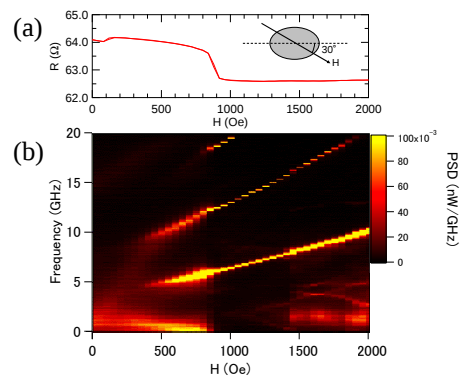


FIG. 2. (a) R - H curve ($V = 10\ \text{mV}$). (b) PSD as a function of H for $I = 1.9\ \text{mA}$.

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] R. Okura *et al.*, Appl. Phys. Lett. **99**, 052510 (2011). [4] J. Sinha *et al.*, Appl. Phys. Lett. **99**, 162508 (2011). [5] T. Seki *et al.*, J. Appl. Phys. **113**, 033907(2013). [6] D. Gusakova *et al.*, Appl. Phys. Lett. **99**, 052501 (2011). [7] K. Kudo *et al.*, J. Appl. Phys. **111** 07C906 (2012).

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。