

スピントルク発振器における自己同期現象

常木澄人¹, E. Grimaldi², R. Lebrun², 久保田均¹, 薬師寺啓¹, 福島章雄¹, V. Cros², 湯浅新治¹¹産業技術総合研究所 スピントロニクス研究センター²Unité Mixte de Physique CNRS/Thales and Université

Self-synchronization on spin torque oscillator

S. Tsunegi¹, E. Grimaldi², R. Lebrun², H. Kubota¹, K. Yakushiji¹, A. Fukushima¹, V. Cros², and S. Yuasa¹¹National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Spintronics Research Center²Unité Mixte de Physique CNRS/Thales and Université

背景と目的

スピントルク発振器(STO)では近年、高い出力と狭い線幅を得るために複数 STO を使ったアレイとその同期現象の理解が必要とされている。¹⁾ここで重要な疑問は、同期される STO と注入される rf 電流間の遅延時間 Δt , または位相差 $\Delta\phi$ が同期現象に対し、どのような役割を果たすかである。²⁾これはアレイ化に対する課題だけではなく、STO の非線形特性を利用したニューラルネットワーク³⁾の実現においても重要な課題であると考えられる。本研究では、delayed feedback 回路を利用することで、同期現象の位相差依存性を調査した。

実験方法

図 1 に delayed feedback 回路の模式図を示す。STO は vortex-STO⁴⁾を使用した。STO に直流電流 3.7 mA, 垂直磁場 3 kOe を印加し、STO から発生した rf 電流を固定端反射により STO に再注入した。STO の出力は方向性結合器を通して測定した。STO と rf 電流の位相差 $\Delta\phi$ は全線路の遅延時間 Δt と STO の周波数 f_{STO} を用いて $\Delta\phi = 2\pi f_{\text{STO}} \Delta t + \pi$ と計算した。

結果と考察

図 2 に規格化出力 p_0 と FWHM の $\Delta\phi$ 依存性を示す。 p_0 , FWHM は $\Delta\phi$ に対し、 2π の周期で変化し、出力の極大値と FWHM の極小値を持つ $\Delta\phi$ には $\pi/2$ の位相差があり、自己同期現象が実現されたことがわかった。この結果は、遅延自己同期を考慮にいたした Thiele の式で理解でき²⁾, 同期現象において Δt , $\Delta\phi$ が重要になることを実験的に示したものである。

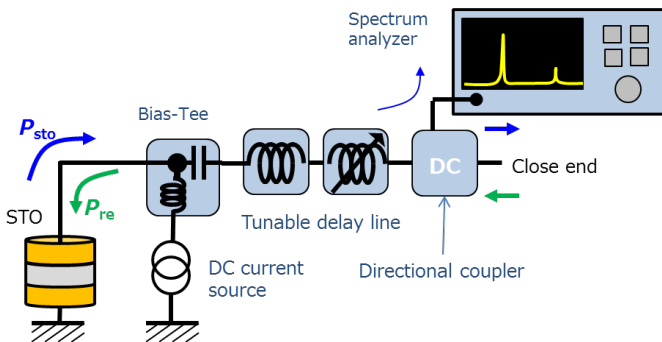
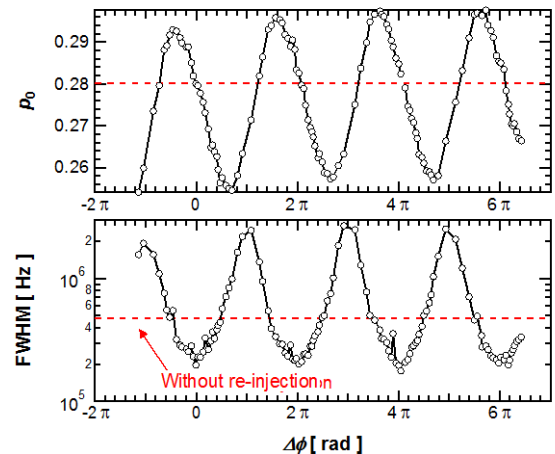


Fig.1 Schematic image of delayed feedback circuit

Fig.2 $\Delta\phi$ dependence of normalized power p_0 and FWHM.

参考文献

- 1) B. Georges, J. Grollier, V. Cros, and A. Fert, Appl. Phys. Lett. 92, 232504 (2008)
- 2) G. Khalsa, M. D. Stiles, J. Grollier arXiv:1505.04102 [cond-mat.mes-hall]
- 3) G. Csaba, et. Al., 13th Int. Workshop Cellular Nanoscale Networks and Their Applications (CNNA), 2012, p. 1.
- 4) S. Tsunegi, H. Kubota, K. Yakushiji, M. Konoto, S. Tamaru, A. Fukushima et. al., APEX. 7, 063009 (2014).