

高電流下におけるスピントルク vortex 発振のモード遷移

Mode transition of spin torque vortex oscillation under high current

東北大院工 °河田 祐紀, 永沼 博, 大兼 幹彦, 安藤 康夫

Tohoku Univ., °Yuki Kawada, Hiroshi Naganuma, Mikihiko Oogane, Yasuo Ando

E-mail: y.kawada@mlab.apph.tohoku.ac.jp

[はじめに] 次世代のナノマイクロ波デバイスとしてスピントルク vortex 発振素子が注目されている[1]。近年、偏極層として垂直スピン注入層を用いることで、高出力かつ高Q値の発振スペクトルが報告された[2]。vortex コアの回転半径は垂直スピン注入によるスピントルクにより増大する。しかし、ドットのエッジ付近まで回転半径が増大したときの vortex 発振特性については調べられていない。そこで本研究では、垂直磁化[Co/Pd]_nをスピン注入層、面内磁化 NiFe を自由層とした CPP-GMR 素子を作製し、高電流下における vortex 発振特性を調べた。

[実験方法] DC マグネトロンスパッタリング法および EB リソグラフィを用いて、Si/SiO₂ Substrate/Ta (5)/Ru (50)/[Pd (0.4)/Co (0.2)]₄/Cu (3)/Co₇₅Fe₂₅ (1.5)/Ni₈₀Fe₂₀ (15)/Ru (7) (nm) 構造の CPP-GMR 素子を作製した。素子形状は 100 nmΦ の円形である。直流二端子法によりマイクロ波発振特性を評価した。

[実験結果] 垂直磁場 300 Oe 下におけるマイクロ波発振特性の電流依存性を図 1 に示す。11.0 mA から一つの発振スペクトルが現れ、発振周波数は 0.7 GHz であった。この周波数はシミュレーション結果と一致し、NiFe 自由層内における vortex 発振によるものであることが分かった。電流を大きくすると、図 1 挿入図に示すように発振スペクトルが分裂した。これは、vortex コアの反転に起因している。さらに電流を増加させると 15.2 mA において周波数がジャンプし、4.5 GHz 付近に鋭い発振スペクトルが観測された。これは、上部電極を流れる電流から生じるエルステッド磁場 (計算値~150 Oe) およびスピントルクにより、NiFe の磁化状態が vortex 構造から面内磁化構造に変化したものと考えられる。また、高電流領域では多くの周波数ジャンプが周期的に観測された。これは、面内磁化構造が複数の安定的なモードを有することを示唆している。当日は、vortex 発振特性のマイクロマグネティックシミュレーション結果も併せて報告する。

[1]V.S.PRIBIAG *et al.*, Nature Phys.,3,498 (2007). [2]E. Grimaldi *et al.*, the 19th International Conference on Magnetism 2012, CE06.

謝辞：本研究の一部は JST 戦略的国際科学技術協力事業(ASPIMATT)の支援を受けて行なわれた。

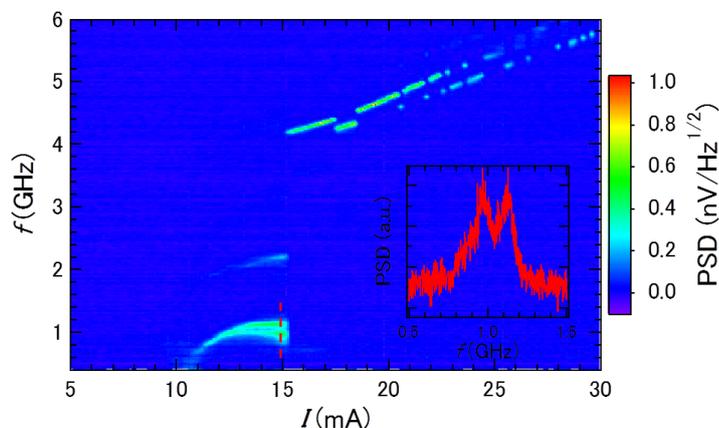


Fig.1 PSD vs frequency f and current I under $H = 300$ Oe. Inset: microwave spectrum under $I = 15$ mA shown in red dashed line.