

マイクロ波磁界励起ダイオード効果を用いた 垂直磁化ナノドットの磁化運動の解析

Analysis of Magnetization Dynamics of a Perpendicular Magnetic Nanodot Using Microwave-Magnetic-Field-Induced Diode Effect

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

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

E-mail: hirofumi.suto@toshiba.co.jp

MR 素子にマイクロ波信号を入力することにより、マイクロ波信号と磁化振動励起による素子抵抗の振動との同期によって DC 電圧が発生するダイオード効果が報告されている[1,2]。これまで、磁化振動の励起源としてスピントルク、電圧効果を用いたダイオード測定を利用して、これらの効果が磁化に与える影響の定量的な見積もりが行われている。本研究では、磁化の励起源としてマイクロ波磁界を用いたダイオード効果の測定をおこない、垂直磁化ナノドットの磁化振動のコーン角とマイクロ波磁界に対する遅れ角を見積もった。近年、マイクロ波磁界印加による磁化振動を利用するマイクロ波アシスト磁化反転が、次世代の高密度磁気記録[3-5]、および 3 次元磁気記録[6]における書き込み手法として注目されており、マイクロ波磁界印加下における微小な磁性体の磁化振動の解析は工学上重要である。

Fig. 1 に、垂直磁化ナノドット MR 素子を用いたマイクロ波磁界励起ダイオード効果の実験セットアップを示す。垂直磁化膜 (図中 PL) が磁化振動解析の対象であり、面内磁化膜 (図中 IL₁, IL₂) は MR 効果を通じて PL の磁化振動により素子抵抗が変化するように設けられている。信号発生器を用い発生させたマイクロ波信号を 2 つに分岐し、一方を電流磁界によるマイクロ波磁界を素子に印加するために用い、もう一方をダイオード電圧を発生させるために素子に印加する。Fig. 2(a) にダイオード電圧の垂直磁界依存性を示す。磁化振動励起に伴う素子抵抗の振動と入力するマイクロ波信号との位相ずれに起因して、ダイオード電圧はフェーズシフタの遅延時間に対してサインカーブの依存性を示す。このサインカーブの振幅・位相から磁化振動の振幅・遅れ角を見積もることができる。見積もられた磁化振幅 [Fig. 2(b)] には 500 Oe 付近で強磁性共鳴のピークが現れた。また、励起マイクロ波磁界の強度を変化させることにより、振幅が変化するとともに、非線形性によるピーク位置の変化が現れた。

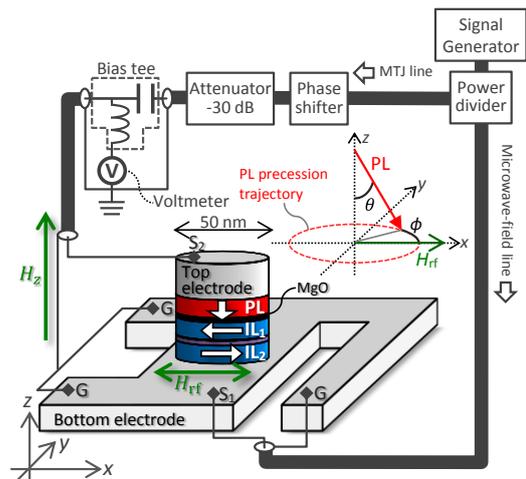


Fig. 1. Experimental setup

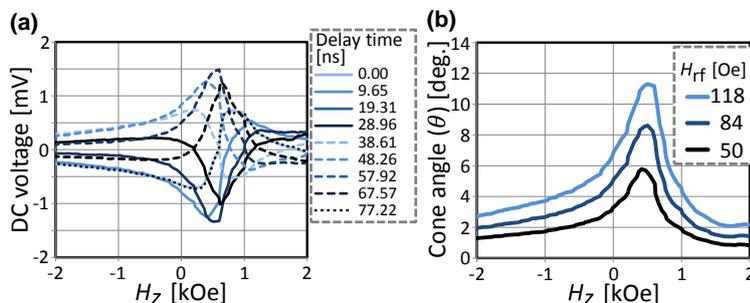


Fig. 2. (a) H_z dependence of diode voltage obtained by setting the microwave signal to 12.95 GHz and 20.88 dBm ($H_{rf} = 118$ Oe). (b) H_z dependence of the PL cone angle for several H_{rf} values.

[1] A. A. Tulpurkar, et al., Nature **438**, 339 (2005). [2] Y. Shiota, et al., Appl. Phys. Lett. **105**, 192408 (2014). [3] C. Thirion, et al., Nature Mater. **2**, 524 (2003). [4] J.-G. Zhu, et al., IEEE Trans. Magn. **44**, 125 (2008). [5] S. Okamoto, et al., Phys. Rev. Lett. **109**, 237209 (2012). [6] H. Suto, et al., Phys. Rev. Applied **5**, 014003 (2016).

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)」の支援によっておこなわれた。