

スピントルク発振による共鳴的磁化反転

Resonant magnetization switching induced by spin-torque-driven oscillations

東芝研究開発センター ○ 工藤 究, 首藤 浩文, 永澤 鶴美, 水島 公一, 佐藤 利江

Corporate R&D Center, Toshiba corporation

Kiwamu Kudo, Hirofumi Suto, Tazumi Nagasawa, Koichi Mizushima, and Rie Sato

E-mail: kiwamu.kudo@toshiba.co.jp

スピントルク発振素子 (STO) と磁性ドットとの共鳴的な協調ダイナミクスによって、磁性ドットの磁化反転が可能であることをシミュレーションを用いて示す。この“共鳴磁化反転”は、従来の STO を用いたマイクロ波アシスト磁化反転と異なり、反転磁界を必要とせず、STO のみを用いて磁化反転を起こすことができる。特に、3次元磁気記録用媒体のような多層の磁性ドットに対して、選択的に磁化反転を起こすことができるという特徴を持つ。

面内フリー垂直ポーラライザ型 STO と単一垂直磁化磁性ドットからなる系 [図 1(a)] において、磁気共鳴周波数 f_{Res} を 9 GHz に設定した磁性ドットをフリー層から 18 nm 下方に配置した場合のシミュレーション結果を図 1(b), (c) に示す。磁性ドットの初期磁化方向を $+z$ 方向とした ($m_z^{\text{dot}} = 1$)。STO に 0.14 mA を通電して、 $+z$ 方向に対して右ねじの方向の歳差運動を励起した。SYNC とラベルした時間域 (~ 0.2 – 1.1 ns) [図 1(c)] に注目する。この時間域において、フリー層磁化とドット磁化が互いに周波数を合わせて協調的に運動する。この運動はダイポール相互作用に起因している。ドットの磁化振動は振幅が増大するほど低周波数となる性質を有しており、フリー層磁化はそれに合わせて動作する [図 1(b,c)]。磁性ドットは、この協調ダイナミクスを経て、磁化反転状態 ($m_z = -1$) に至る。なお、STO に負電流を通電した場合には、フリー層と磁性ドットの磁化歳差運動の回転方向が逆になるために共鳴反転は発現しない。

共鳴磁化反転は、磁性ドットが STO から離れる (従って、ダイポール結合が小さくなる) ほど、限られた電流値において発現する [図 1(d); 共鳴反転はくさび形状領域の内側で発現]。この特徴を利用した多層磁気記録が可能である。電流の大きさとビット選択をし、電流符号に伴う歳差運動方向で書き込み情報を定める。図 1(e) には、ビット間の漏れ磁場を低減するために、各ビットを反強磁性結合膜とした構成例を示した。

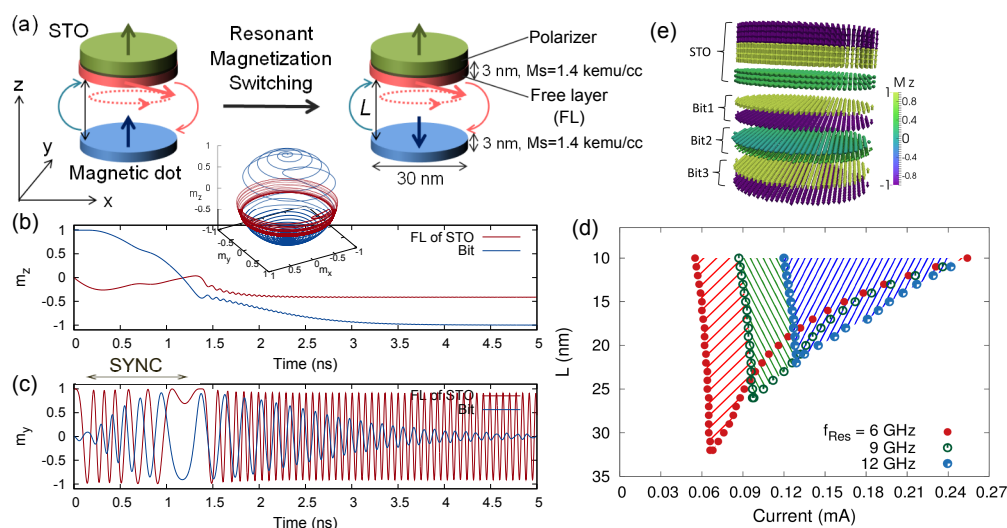


図 1: (a) Schematic of resonant magnetization switching in a coupled system of an STO and a magnetic dot. (b), (c) Time-series data of the free-layer and magnetic dot's magnetizations. (d) Resonant switching region (denoted by area fill) in the parameter space of current vs. the STO-dot distance L for $f_{\text{Res}} = 6, 9$, and 12 GHz. (e) Schematic of multi-layer recording.

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。