

Co₂MnSi ハーフメタル電極を用いた巨大磁気抵抗素子におけるスピントルク発振

桜庭裕弥、大倉遼、関剛斎、水口将輝、高梨弘毅
東北大学 金属材料研究所

Spin-torque induced oscillation in giant magnetoresistive devices with half-metallic Co₂MnSi electrodes.

Yuya Sakuraba, Ryo Okura, Takeshi Seki, Masaki Mizuguchi, Koki Takanashi
Institute for Materials Research, Tohoku Univ.

スピントルクによる自励発振現象は、ハードディスクドライブのマイクロ波アシスト磁気記録を始めとしたナノ発振素子への応用が期待され、近年盛んに研究が行われている。スピントルク自励発振は、強磁性トンネル接合(MTJ)や CPP-GMR 素子において、スピン偏極電流に伴うスピントランスファートルクが強磁性層の磁化の歳差運動を誘起することによって、周期的に抵抗が変化して交流電圧が得られる現象である。この発振出力は、素子の MR 比の 2 乗に比例することが理論的に知られており、高出力化するためにはより大きな MR 比を有する素子が必要とされている。MTJにおいては、その高いMR比により大きな発振出力が得られているが、インピーダンスマッチングや発振の線幅、MR 比のバイアス電圧依存などが問題とされ、これらの点で CPP-GMR 素子は有利であると考えられる。しかしながら、CPP-GMR 素子は MTJ に比べ、大きな MR 比が得にくいことで知られ、大きな発振出力を得るためには MR 比を改善する必要がある。近年我々のグループでは、ホイスラー合金 Co₂MnSi を電極として用いた CPP-GMR 素子において、Co₂MnSi の高いスピン偏極率に起因した 30% を超える高い MR 比を観測している¹⁾。そこで本研究では、Co₂MnSi 電極を用いた CPP-GMR 素子における高出力スピントルク発振の観測を行った。

超高真空スパッタ装置を用いて薄膜試料を作製した。膜構成は MgO(001)-sub./Cr(5)/Ag(40)//Co₂MnSi(40)/Ag(5)/Co₂MnSi(5)/Ag(2)/Au(5)(in nanometers) とし、40nm 厚の下部 Co₂MnSi 層が固定層、5nm 厚の上部 Co₂MnSi 層が自由層となる構造とした。薄膜試料を EB リソグラフィーによって最小 60 x 110 nm² の楕円型ピラーに加工した。磁場 H_{ext} を楕円型ピラーの短軸方向に印加し、下部電極が μ となるように直流電流 I_{dc} をバイアスティーを介して印加した。発振によって生じる交流信号をプリアンプで増幅させ、スペクトラムアナライザーで測定した。

図 1 に面内方向の困難軸(楕円短軸)方向に磁場を印加した際の I-H 相図を示す。磁化相対角の大きい低磁場領域で発振の最大出力 3nW を得ることができた。この出力は通常の 3d 遷移強磁性体を用いた CPP-GMR 素子の 1-2 桁大きな出力である。見積もられた発振歳差角は 12.1° であり、小角の発振モードを示唆することから、MR 比を更に向上させることによって、より大きな発振出力が得られることが期待される。

- 1) Y. Sakuraba *et al.*, Phys. Rev. B **82**, 094444 (2010).
- 2) R. Okura *et al.* Appl. Phys. Lett. **99**,052510 (2011).

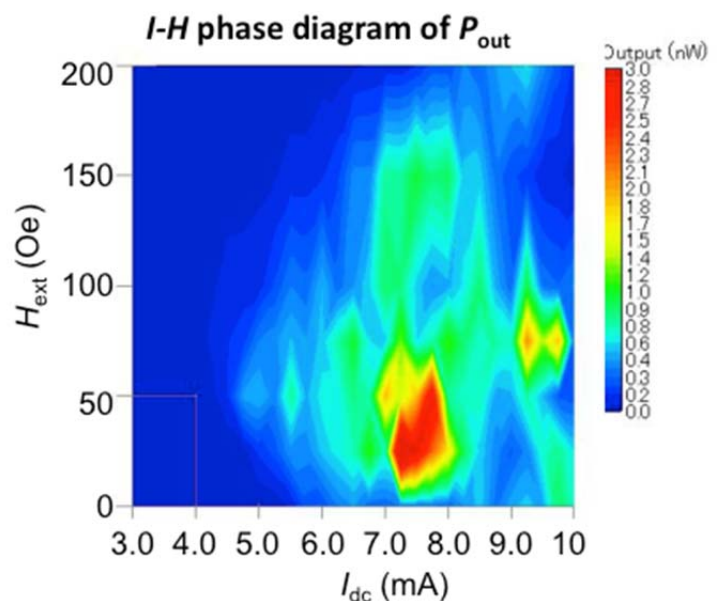


図 1 Co₂MnSi/Ag/Co₂MnSi CPP-GMR 素子の面内困難軸に磁場印可時の発振出力の I-H 相図