

Co₂(FeMn)Si ホイスラー合金を用いたスピン蓄積 MR センサーの高出力特性

白鳥 聡志、橋本 進、高岸 雅幸、上口 裕三、岩崎 仁志、山田 健一郎
東芝 研究開発センター

Non-local spin-valves using Co₂(FeMn)Si Heusler alloy with large output
S. Shirotori, S. Hashimoto, M. Takagishi, Y. Kamiguchi, H. Iwasaki, and K. Yamada
Corporate R&D Center, Toshiba Corporation

背景

再生ヘッドには TMR 効果を用いたスピバルブ型素子が用いられているが、低抵抗化に加えて、厚い反強磁性層を伴うため 20 nm 以下のシールド間隔(RG)の実現が課題である。一方、スピントロニクス分野ではピン層とフリー層を平面配置してスピン拡散を利用したスピン蓄積型 MR 素子 (non-local-spin-valves, NLSV) が注目を集めており、15 nm 以下の RG が可能である。しかし、メタル系 NLSV に関する既報告の出力は大変小さく (<20 μV)¹⁾、再生ヘッドへの適応は困難である。1次元モデル²⁾によると NLSV の出力は微細化により急上昇する。そこで本研究では、50nm 級に微細化したホイスラー合金 NLSV 素子の出力特性を調べた。

実験方法

磁性層に(110)配向の多結晶 Co₂(Fe_{0.4}Mn_{0.6})Si (以下、CFMS) を用い、400°C で 1 時間のポストアニールを行った³⁾。その後、ナノインプリント法と Ar イオンミリングを用いて 2 本の磁性細線(CFMS1, CFMS2)を形成し、非磁性層の Cu を成膜し、磁性細線と同様の方法で非磁性細線を形成した。2 本の磁性細線幅、磁性細線間幅、非磁性細線幅はいずれも同じ幅 (W) で、50 nm から 150 nm とした。ここで、CFMS1 細線から Cu 細線にスピン偏極電流を注入し、純スピン流が Cu 細線で拡散伝搬されることによって、CFMS2 細線との間でスピン信号が得られる。磁性細線方向に磁場を印加して、室温での非局所 MR 測定を行った (図 1)。

実験結果

図 2 に W と 1mA 当たりの出力 ΔV の関係を示す。W=150nm では、 $\Delta V = 15 \sim 20 \mu\text{V}$ であり、単結晶ホイスラー合金 NLSV の出力と概ね一致する^{1),4)}。W を 50 nm に狭めると、約 40 倍の 0.7 mV の出力が得られた。2 mA まで電流を印加することで最大 1.2 mV の出力が得られた。この実験結果は Cu のスピン拡散長(λ_N)を 200nm とした際の一次元モデル²⁾と良い一致を示した。1次元モデルから、W = 10 nm では 10 mV 級の出力が予想され、NLSV は狭 RG および狭トラック幅再生に適する。

本研究の一部は、戦略的省エネルギー技術革新プログラム (NEDO) の援助により実施した。

参考文献

- 1) Y. K. Takahashi, et al., Appl. Phys. Lett. **100**, 052405 (2012)
- 2) S. Takahashi et al., Phys. Rev. B **67**,052409 (2003).
- 3) 長谷他、日本磁気学会学術講演会予稿集 3pC-1 (2013)
- 4) S. Sakuraba et al., Digests of 58th MMM, BP-13 (2013)

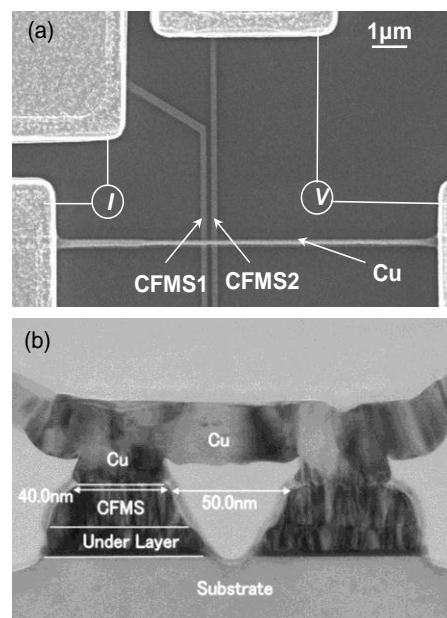


図 1 (a)NLSVs の平面像(W = 150 nm)
(b)NLSVs の断面 TEM 像(W = 50 nm)

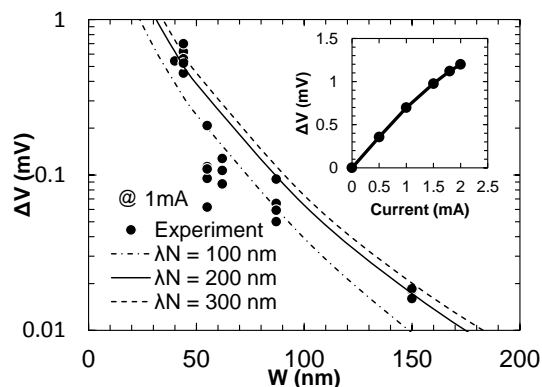


図 2 出力のデバイスサイズ W 依存性と注入電流依存性(挿入図)