

エピタキシャル強磁性合金/*p*-Ge/強磁性合金 縦型構造におけるスピン伝導

Spin transport in epitaxial ferromagnetic alloy (F)/*p*-Ge/F vertical structures

阪大基礎工¹, 東京エレクトロン株式会社² °山東 浩平¹, 河野 慎¹, 井川 昌彦¹,

酒井 宗一朗¹, 佐藤 浩², 山田 晋也¹, 金島 岳¹, 浜屋 宏平¹

Osaka Univ.¹, Tokyo Electron Ltd.², °Kohei Santo¹, Makoto Kawano¹, Masahiko Ikawa¹,

Shuichiro Sakai¹, Hiroshi Sato², Shinya Yamada¹, Takeshi Kanashima¹, and Kohei Hamaya¹

E-mail: kouheisantou116@s.ee.es.osaka-u.ac.jp

我々は *p*-Ge/Fe₃Si エピタキシャル接合を作製することに成功しており^[1], 最近, この構造を用いた横型スピンバルブ素子において *p*-Ge 層を介した正孔スピン伝導の検出に成功している^[2]. 今回, エピタキシャル Fe₃Si/*p*-Ge/Fe₃Si 縦型素子構造^[3]において *p*-Ge 層を介したスピン伝導の観測に成功したので報告する.

低温分子線エピタキシー法により, 高抵抗 Si(111)基板上に Fe₃Si(10 nm)/*p*-Ge(5 nm)/Fe₃Si(25 nm)縦型構造をエピタキシャル成長した. 電子線リソグラフィや Ar イオンミリング等を用いて Fig. 1 のような縦型素子とした. 作製した素子の電流電圧特性は半導体パラメータアナライザを用いた DC 測定で評価し, スピン伝導特性はロックインアンプを用いた AC 測定 ($I_{AC} = 0.2$ mA) で評価した.

縦型伝導素子の 2 端子抵抗は, 低温側で増加する傾向を示し, 中間層に半導体品質の Ge 層が存在することが確認された. 10 K における電流電圧曲線は非線形であり, トンネル伝導が示唆された. Fig. 2 に 10 K で測定した磁気抵抗信号 ($\Delta R_S = \Delta V_S / I_{AC}$) を示す. ΔR_S は明瞭な矩形のヒステリシスを描いており, Fe₃Si/*p*-Ge/Fe₃Si 縦型構造を介したスピン伝導を観測することに成功している. 講演では, ΔR_S の温度依存性, バイアス依存性などについても議論する.

本研究の一部は科研費基盤研究(A)(No. 25246020, No. 16H02333), 科研費新学術領域研究「ナノスピン変換科学」(No. 26103003), および科研費特別研究員奨励費(No. 26・3485)の支援を受けた.

- [1] S. Yamada *et al.*, Cryst. Growth Des. **12**, 4703 (2012);
M. Kawano *et al.*, Appl. Phys. Lett. **102**, 121908 (2013).
- [2] M. Kawano *et al.*, Appl. Phys. Lett. (submitted).
- [3] K. Hamaya *et al.*, Mater. Trans. **57**, 760 (2016).

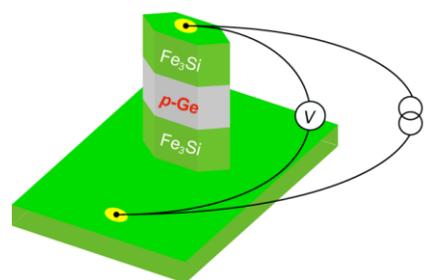


Fig.1 Schematic of an Fe₃Si/*p*-Ge/Fe₃Si spin valve.

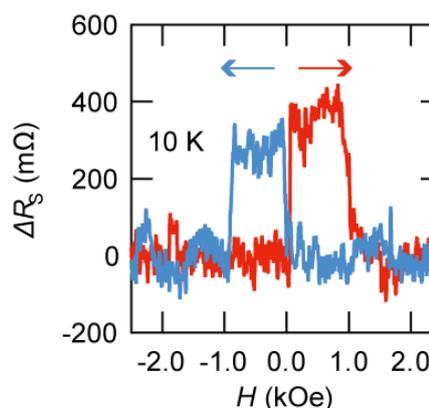


Fig. 2 Magnetoresistance curve of an Fe₃Si/*p*-Ge/Fe₃Si spin valve at 10 K.