

課題番号 : F-18-OS-0032
 利用形態 : 共同研究
 利用課題名 (日本語) : 両極性伝導体への正孔及び電子スピン注入を目的とした van der Pauw 型微小ホール素子作製
 Program Title (English) : Fabrication of van der Pauw type Hall device for spin injection to bipolar conductor ScH₂
 利用者名 (日本語) : 酒井政道¹⁾、中村修²⁾
 Username (English) : M. Sakai¹⁾, O. Nakamura²⁾
 所属名 (日本語) : 1) 埼玉大学 理工学研究科 物理・機能専攻、2) 岡山理科大学 研究・社会連携室
 Affiliation (English) : 1) Graduate School of Science and Engineering, Saitama University, 2) Research Support Center, Okayama University of Science
 キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積, スピン注入, 両極性伝導体, ScH₂, TbFeCo

1. 概要 (Summary)

これまで、主に大阪大学微細加工 PF を利用して、電極にフェリ磁性体 Tb₂₆Fe₆₆Co₈、チャンネルに擬ゼロホール係数特性を示す両極性伝導体 YH₂ を用いた van der Pauw 型ホール素子を作製し、自己持続型スピン流に共鳴した異常ホール効果に関する研究を行ってきた[参考文献]。本年度では、Y と同様、希土類金属であるが、原子番号が Y の約半分である Sc を使った研究を行った。ScH₂ も、YH₂ と同様、非磁性体であるものの、正孔と電子の密度及び移動度がほぼ等しい両極性伝導特性を有すると考えられる。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】 EB 蒸着装置 アルバック “UEP-2000 OT-H/C”, マスクアライナー ミカサ “MA-10”

【実験方法】 ScH₂ チャンネル以外は先行研究 (課題番号 F-15-OS-0023, F-16-OS-0060, S-17-OS-0056) と同条件で作製した。チャンネル長は約 10 μm である。磁場 (磁場範囲 ±5T) を試料面に対して垂直に印加した状態で、電流値 50 μA 以下、周波数 10 Hz の交流電流を面内に流し、電流と交差する電極間電位差を計測して、ホール抵抗を評価した。測定はすべて室温で行った。比較の為に電極を、Tb₂₆Fe₆₆Co₈ の代わりに、Co にした素子も作製した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Co/Ti/ScH₂ および TbFeCo/Ti/ ScH₂ におけるホール抵抗の磁場依存性を Fig. 1 に示す。電極をフェリ磁性体 TbFeCo にすると、明確なヒステリシスの伴う異常ホール効果的信号が観測された。一方、電極を強磁性体 Co にした場合には、観測される異常ホール効果は極めて弱い。このような磁性電極依存性は、YH₂ の場合と全く同じであ

る。このことから、両極性伝導体にスピン注入するには、強磁性体ではなくフェリ磁性体を用いることが普遍的に重要であると考えられる。

ソース電極側からが正孔スピン流が、ドレイン電極側からは電子スピン流が注入される。これらが同時注入されることによって、チャンネル方向に反平行スピン流が形成される。観測された TbFeCo/Ti/ ScH₂ の異常ホール効果は、反平行スピン流に関するスピン拡散長が 10 μm 程度であることを示唆している。

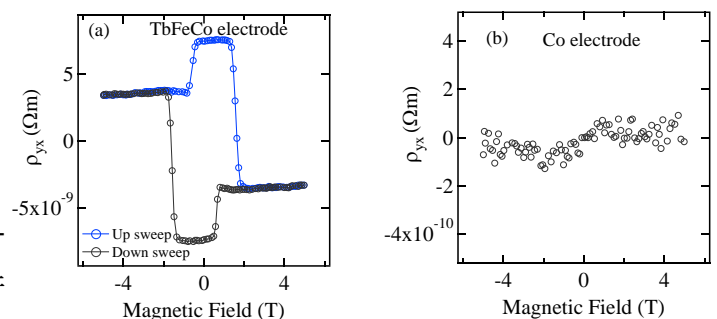


Fig. 1: Room temperature Hall resistivities in (a) TbFeCo/Ti/ScH₂ and (b) Co/Ti/ScH₂.

4. その他・特記事項 (Others)

- ・参考文献: M. Sakai et al., Resonant Hall effect under generation of a self-sustaining mode of spin current in nonmagnetic bipolar conductors with identical characters between holes and electrons, Jpn. J. Appl. Phys. 57 (2018) pp. 033001-1-13.
- ・共同研究者: 法澤公寛 (大阪大学 微細加工 PF)、北島彰 (大阪大学 分子・物質合成 PF)
- ・関連課題番号: S-18-OS-0024

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) T. Sakai, M. Sakai, T. Kobayashi, M. Yasutake, S.

Akisato, R. Mikami, N.Suganuma, Y. Takahashi, Y. Nakajima, M. Tokuda, Y. Fujii, T. Hanajiri, O. Nakamura, Low-temperature synthesis of hydride semiconductor $\text{YH}_{3-\delta}$ using Pt capped Y films and its chemical thermodynamics analysis, Thin Solid Films, **669**, 288-293 (2019).

6. 関連特許 (Patent)

なし