

課題番号 : F-17-TT-0034
利用形態 : 共同研究
利用課題名(日本語) : 両極性伝導体 YH₂におけるスピンの自律モード発生と共鳴ホール効果
Program Title (English) : Resonant Hall effect by generation of a self-sustaining mode of spin current in bipolar conductor YH₂
利用者名(日本語) : 酒井政道
Username (English) : M. Sakai
所属名(日本語) : 埼玉大学大学院理工学研究科物質科学部門
Affiliation (English) : Division of Material Science, Graduate School of Science and Engineering, Saitama University,
キーワード/Keyword : スピンホール効果, スピン流, 両極性伝導体, YH₂, TbFeCo, 成膜・膜堆積

1. 概要 (Summary)

非磁性体に特有なスピンホール効果(SHE)は電荷蓄積を伴わないので、通常のホール電圧として検出できないが、磁性体電極を通じたスピン注入下で SHE を測定することによって、電荷蓄積の伴う異常ホール効果(AHE)として観測することは原理的に可能である。ただし、スピン拡散長と同程度以下のチャンネル長をもつホール素子が必要である。本研究では、自律型スピン流の共鳴発生を伴う場合には、スピン拡散長より遥かに長いチャンネル長であっても、スピン注入型 AHE が観測可能であることを、理論的に導くと共にそれに対応する実験的研究を行った。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】 多機能薄膜作製装置

【実験方法】 自律型スピン流とは、敢えて電流を流さなくても、電場とスピン依存化学ポテンシャルの下で発生するスピン流のことを指す。その自律型スピン流の発生条件とホール効果測定のための電流境界条件とが一致することが、両極性伝導体(正孔と電子が同時に電流に寄与する伝導体)ではあり得るといのが、我々の理論的予測である。両極性伝導体として YH₂ を用いて、フェリ磁性体 Tb₂₆Fe₆₆Co₈ 電極からスピン偏極した電流を注入しながらホール効果測定を行う。このときの YH₂ 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。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 1 に、室温ホール抵抗の磁場依存性の観測値(白丸)と共鳴ホール効果の理論計算(実線)を示す。計算では、正孔と電子に対して、ほぼ同一の濃度 ($3.25 \times 10^{27} \text{ m}^{-3}$)、移動度 ($5.5 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{Vs}$)、及びスピン軌道相互作用(有効磁場 225 T)を採用し、バイアス電流のスピン偏極度を約 0.15% とすると、AHE 的な挙動を説明出来る。電流スピン偏極度は小さいにも関わらず、AHE が観測されているのは、共鳴効果のためと考えられる。

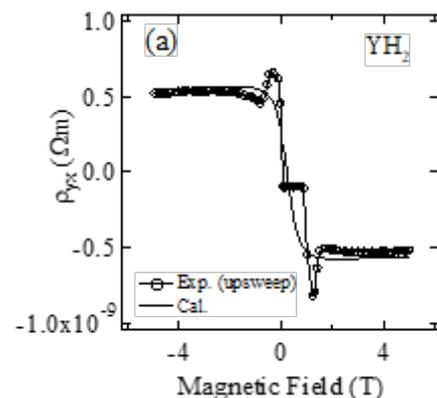


Fig. 1: Room temperature Hall resistivity in TbFeCo/YH₂.

4. その他・特記事項 (Others)

(1) M. Sakai, H. Takao, T. Matsunaga, M. Nishimagi, K. Iizasa, T. Sakuraba, K. Higuchi, A. Kitajima, S. Hasegawa, O. Nakamura, Y. Kurokawa, and H. Awano, Jpn. J. Appl. Phys. 57 (2018) pp. 033001-1-13.

共同研究対応者: 豊田工業大学 栗野博之教授

科学研究補助金(基盤研究(C)(一般)) 両極伝導性水素吸蔵体を利用した電荷・スピンの相反型蓄積機能

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation) なし

6. 関連特許 (Patent) なし