

※課題番号 : F-12-OS-0004
※支援課題名 (日本語) : 擬ゼロホール係数材料を用いた電流-スピン流変換機能
※Program Title (in English) : Generation of spin current using quasi-zero Hall coefficient conductors
※利用者名 (日本語) : 酒井政道
※Username (in English) : Masamichi Sakai
※所属名 (日本語) : 埼玉大学大学院理工学研究科
※Affiliation (in English) : Graduate School of Science and Engineering, Saitama University

※概要 (Summary) :

本研究では、2種類の方法によって、擬ゼロホール係数材料へのスピン注入を検討した。第1は、磁性を有する擬ゼロホール係数材料 $Gd_xY_{1-x}H_2$ ($x \approx 0.4$) を使用する方法であり、第2は、チャンネル領域は非磁性体である擬ゼロホール係数材料 YH_2 にしたまま、チャンネル長を約 $10 \mu m$ と短くした上で、ソース電極として強磁性体 Co を用いる方法である。ローレンツ力由来では説明が困難な大きなホール抵抗と横磁気抵抗が、第1と2の方法共に観測された。

※実験 (Experimental) :

利用した主な装置は、電子ビーム蒸着装置、スパッタ蒸着装置、高真空電気炉、スピンコーター、マニュアルベーク・クーリング装置、反応性ドライエッチング装置、マスクライナーなどである。合金 Gd_xY_{1-x} を電子ビーム蒸着法によって、成膜後、水素化して、 $Gd_xY_{1-x}H_2$ ($x = 0.39$) を得た (ホール素子 A)。チャンネル長は約 3 mm である。また、 YH_2 をチャンネル領域 (チャンネル長 $\approx 10 \mu m$) とする微小ホール素子は光学リソグラフィ及び電子ビーム蒸着法で作製した (ホール素子 B)。

※結果と考察 (Results and Discussion) :

ホール素子 A におけるホール抵抗及び横磁気抵抗共に、 140 K 以上では、温度上昇に伴い急増、 212 K で極大値を示し、その後、温度上昇に伴い減少する。ホール素子 B におけるホール抵抗は $\pm 3 \text{ T}$ 付近に極値をとる3次関数的となり、横磁気抵抗は、 YH_2 固有のローレンツ力由来の値に比べて約 100 倍大きい正の値となった。ホール素子 A と B に共通して云える事は、ローレンツ力だけでは説明が難しい大きなホール抵抗及び正の横磁気抵抗が観測される点である。アップおよびダウンスピンのキャリアが独立に電気伝導に寄与するという二流体モデルを用いて、ホール抵抗及び横磁気抵抗の計算を行った結果、測定結果と良い一

致が得られた。

※その他・特記事項 (Others) :

なし

共同研究者等 (Coauthor) :

櫻庭琢士, 大越朋哉, 平間弘晃, 大友貴史, 春山翔太 (埼玉大学大学院理工学研究科)

長谷川繁彦, 大島明博 (大阪大学産業科学研究所), 岡 壽崇, 樋口宏二, 北島 彰 (大阪大学ナノテクノロジー設備共用拠点)

論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

(1) M. Sakai, D. Kodama, T. Sakuraba, Z. Honda, S. Hasegawa, A. Kitajima, A. Oshima, K. Higuchi, and O. Nakamura, Jpn. J. Appl. Phys. 51 (2012) 023001.

(2) M. Sakai, K. Kakizaki, S. Hasegawa, A. Kitajima, A. Oshima, and H. Awano, Jpn. J. Appl. Phys. 52 (2013) 013004.

(3) T. Okoshi, M. Hayakawa, H. Hirama, M. Sakai, K. Higuchi, A. Kitajima, A. Oshima, S. Hasegawa, J. Cryst. Growth (in press).

(4) T. Sakuraba, H. Hirama, M. Sakai, Z. Honda, M. Hayakawa, T. Okoshi, A. Kitajima, A. Oshima, K. Higuchi, S. Hasegawa, J. Cryst. Growth (in press).

(5) H. Hirama, M. Hayakawa, T. Okoshi, M. Sakai, K. Higuchi, A. Kitajima, A. Oshima, S. Hasegawa, J. Cryst. Growth (in press).