$Tb_{33}Fe_{67}$ 電極から YH_2 へのスピン注入及び電極－チャネル間 Ti 膜の影響

Spin injection from $Tb_{33}Fe_{67}$ electrode to YH_2 and effect of Ti film between the channel and electrodes

○高橋 侑太郎 [1], 秋里 宗次郎 [1], 菅沼 奈央 [1], 三上 亮太 [1], 芦沢 優吾 [1], 川口 颯天 [1,]
酒井 政道 [1], 花尻 達郎 [2], 中島 義賢 [2], 徳田 正秀 [2], 藤井 泰彦 [2], 粟野 博之 [3]
埼大院理工 [1], 東洋大学 [2], 豊田工大 [3]
○Y. Takahashi [1], S. Akisato[1], N. Suganuma[1], R. Mikami [1], Y. Asizawa[1], H. Kawaguchi[1], M. Sakai[1],
T. Hanajiri[2], Y. Nakajima[2], M. Tokuda[2], Y. Fujii[2], H. Awano[3]
Saitama Univ. [1], Toyo Univ. [2], Toyota Univ. of Tech [3]
E-mail: sakai@fms.saitama-u.ac.jp

緒言　先行研究ではスピン偏極電流注入端子に TbFeCo, 電流チャネルに両極性伝導体である YH_2 を用いた van der Pauw 型の素子にて Hall 効果測定を行い，スピン流の自律モードに共鳴した Hall 効果を初めて観測した[1]. そこで，本研究では Hall-bar 型素子を採用し，YH_2 のスピン拡散長を評価した．また，水素化前 Y では，電流注入電極－チャネル間の Ti の有無により，Hall 効果測定結果に差異が見られた[2]. 本研究では，スピン偏極注入端子に TbFe, 電極に Au, 電流チャネルに YH_2 を用いた素子において，電流注入電極－チャネル間の Ti 膜厚を変化させ Hall 効果測定を行った．

実験方法　作製した試料は Hall-bar 型の素子である．スピン偏極注入端子はスパッタ法，電流チャネル及び電極は EB 法により蒸着した(電流チャネル厚: 300 nm, チャネル長 90 nm). チャネル下地の膜厚は 0, 5, 10, 20nm の 4 種類である. Y の水素化は 3%水素ガス雰囲気中で行った．測定は－0.3 T～＋0.3 T の磁場を印加した状態で，交流電流（50 μA, 10 Hz）を試料に流し, Hall 電圧を①－⑥, ②－⑤, ③－④の組み合わせで測定した．測定は室温(300 K)で行った．スピン注入端子の先端からの距離は，①－⑥と③－④が 20μm, ②－⑤が 40μm である．

結果と考察　Ti 膜厚 5, 20nm では全ての端子間, Ti 膜厚 0nm では③－④端子間で異常 Hall 効果的シグナルが観測された．このことから, YH_2 の電子と正孔のスピン拡散長は 20μm 以上であると考えられる．また, Ti 膜厚 0～20nm では，③－④間で最も明瞭にシグナルを観測した. Fig.1 はチャネル下地 Ti 膜厚が 0 nm, 20 nm である素子の③－④間における Hall 抵抗の磁場依存性である. Ti 膜によって異常 Hall 抵抗の大きさは約 2.5 倍に増大した．酸化した Ti 膜が障壁となってスピントンネル効果を起こしたことも考えられるが，スピントンネル効果の起きた障壁厚は 1～2nm 程度である[3]. したがって, Ti 膜によって異常 Hall 抵抗の大きさが増大したことには，別の原因があると考えられる．

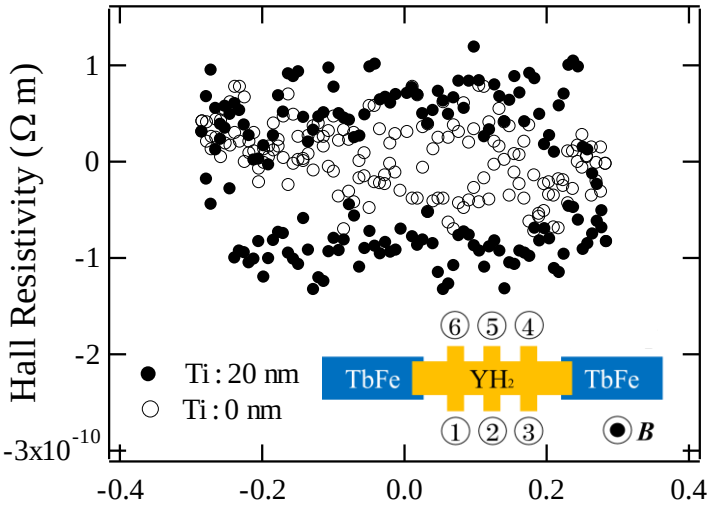

Fig.1　Hall resistivity of YH_2 at room temperature. The Hall voltage between 3 and 4 electrodes was measured. The inset is a schematics for Hall-bar device.

[1] M. Sakai et al, Jpn. J. Appl. Phys, **57**, 033001 (2018).
[2] 三上ら, 2019 年 第 66 回応用物理学会春季学術講演会
[3] S. O. Valenzuela et al, Appl. Phys. Lett, **85**, 5914 (2004)