

両極性伝導体  $\text{YH}_2$  におけるスピン拡散長の評価Evaluation of spin diffusion length in ambipolar conductor  $\text{YH}_2$ 

°(M1)川口 颯天<sup>1</sup>, (M2)芦澤 優吾<sup>1</sup>, (M2)高橋 侑太郎<sup>1</sup>, (B)山崎 郁生<sup>1</sup>,  
 (D2) Mst. Sanjida Aktar<sup>1</sup>, 酒井 政道<sup>1</sup>, 吉住 年弘<sup>1</sup>, 花尻 達郎<sup>2</sup>, 徳田 正秀<sup>2</sup>, 藤井 泰彦<sup>2</sup>,  
 中村 修<sup>3</sup>, Pham Van Thach<sup>4</sup>, 栗野 博之<sup>4</sup>, 長谷川 繁彦<sup>5</sup>  
 埼玉大理工<sup>1</sup>, 東洋大<sup>2</sup>, 岡山理大<sup>3</sup>, 豊田工大<sup>4</sup>, 阪大産研<sup>5</sup>  
 °H. Kawaguchi<sup>1</sup>, Y. Ashizawa<sup>1</sup>, Y. Takahashi<sup>1</sup>, I. Yamazaki<sup>1</sup>, M. S. Aktar<sup>1</sup>, M. Sakai<sup>1</sup>, T. Yoshizumi<sup>1</sup>,  
 T. Hanajiri<sup>2</sup>, M. Tokuda<sup>2</sup>, Y. Fujii<sup>2</sup>, O. Nakamura<sup>3</sup>, P. V. Thach<sup>4</sup>, H. Awano<sup>4</sup>, S. Hasegawa<sup>5</sup>  
 Saitama Univ.<sup>1</sup>, Toyo Univ.<sup>2</sup>, Okayama Univ. of Sci.<sup>3</sup>, Toyota Technol. Inst.<sup>4</sup>, ISIR Osaka Univ.<sup>5</sup>  
 E-mail: [sakai@fms.saitama-u.ac.jp](mailto:sakai@fms.saitama-u.ac.jp)

**緒言** 補償金属をはじめとする両極性伝導体に電子スピンと正孔スピンの注入されると、スピン拡散長が電荷偏極度に反比例して増大することが理論的に指摘されている[1]。本研究の目的は両極性伝導体  $\text{YH}_2$  におけるスピン拡散長の定量評価である。スピン偏極電流注入端子にフェリ磁性体  $\text{GdFeCo}$ 、対向電極に非磁性体  $\text{Au}$  を用いた試料を作製し、スピン注入端子からの3種類の位置で Hall 抵抗値を測定した。

**実験方法** 作製した試料の構造は Hall-bar 型である。フォトリソグラフィ法によって石英基板上にパターニングした後、 $\text{GdFeCo}$ ( $\text{Gd:Fe:Co}=25:66:9$ )は RF マグネトロンスパッタリング、 $\text{Y}$  及び  $\text{Au}$  は EB 法によりそれぞれ蒸着した( $\text{Y}$  チャネル膜厚: 300 nm, チャネル長: 90 nm)。 $\text{Y}$  の水素化は3%水素ガス雰囲気中で行った。Hall 電圧測定は、真空中で外部磁場  $-0.3 \text{ T} \sim +0.3 \text{ T}$  を印加しながら交流電流(200  $\mu\text{A}$ , 480 Hz)を試料に流し、①-⑥, ②-⑤, ③-④端子間の組合せでそれぞれ行った。全ての測定は室温で行った。スピン注入端子の先端からの距離  $x$  は、③-④端子の位置で 20  $\mu\text{m}$ , ②-⑤端子で 40  $\mu\text{m}$ , ①-⑥端子で 60  $\mu\text{m}$  である。

**結果と考察** 全ての端子間で、Hall 電圧は負極性の異常 Hall 効果的挙動を示した。シグナルは③-④端子間で最も大きく明瞭に現れ、②-⑤端子間、①-⑥端子間とスピン注入端子から遠ざかるにつれ小さくなった。この結果は、フェリ磁性体  $\text{GdFeCo}$  から両極性伝導体  $\text{YH}_2$  へスピンが注入されたことを意味する。Fig.1 は、飽和した Hall 抵抗  $\langle \rho_{yx} \rangle$  (磁場範囲  $\pm 0.1 \text{ T}$  における平均値)と、スピン注入端子から電圧測定端子までの距離  $x$  との相関を示したグラフである。 $x$  の増加に伴ってスピン偏極状態が緩和し、Hall 抵抗値が指数関数的に減少したと考えられる。また、Johnson のスピン-電荷カップリングモデルを適用すると[2]、近似曲線から  $\text{YH}_2$  のスピン拡散長は約 43  $\mu\text{m}$  であると見積もられ、理論的予測と一致した[1]。

[1] M. S. Aktar et al. Appl. Phys. Express **12**, 053004 (2019)

[2] M. Johnson, J. Appl. Phys. **75**, 6714 (1994)

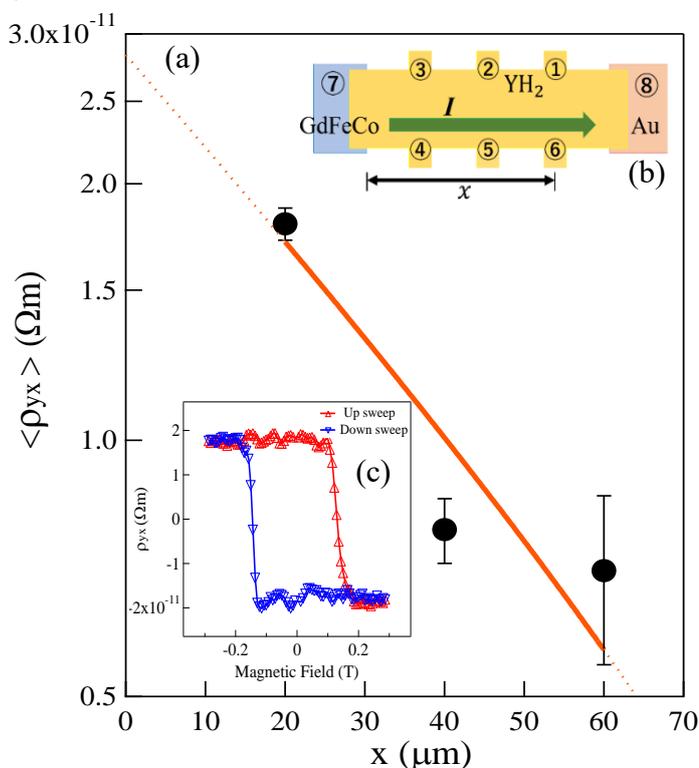


Fig. 1. (a) Semilogarithmic plot of residual Hall resistivity  $\rho_{yx}$  as a function of  $x$  at room temperature. (b) Schematic illustration of a Hall-bar device. (c) Hall resistivity  $\rho_{yx}$  versus perpendicular magnetic field for  $x = 20 \mu\text{m}$ .