

スピンホール磁気抵抗を用いた LaO のスピンパラメータの導出

Evaluation of spin parameters for LaO from spin Hall magnetoresistance

○神永 健一¹、岡 大地²、岡 博文¹、福村 知昭^{1,2,3,4}

(1. 東北大 WPI-AIMR & CRC、2. 東北大院理、3. 東北大 CSIS、4. 東北大 CSRN)

○Kenichi Kaminaga¹, Daichi Oka¹, Hirofumi Oka¹, Tomoteru Fukumura¹

(1. Tohoku Univ.)

E-mail: kenichi.kaminaga.d6@tohoku.ac.jp

【研究背景】 Pt/YIG に代表される重金属電極層と強磁性絶縁層とのヘテロ接合では、スピンポンピングやスピンゼーベック効果、スピンホール磁気抵抗(SMR)を介して、界面におけるスピン流を電流として検出できる。より高効率なスピン流-電流変換には、スピン軌道相互作用が大きい物質を検出用電極としたヘテロエピタキシャル接合が望ましい。その実現のために、ペロブスカイト SrRuO₃ [1]やルチル IrO₂ [2]などの貴金属酸化物が用いられてきた。しかし、これらのような酸化物ヘテロ接合において SMR の観測例はなかった。前回、我々は、キュリー温度 69 K の強磁性絶縁体である EuO を下部層とした、清浄で急峻な接合界面をもつ岩塩型 LaO/EuO ヘテロエピタキシャル薄膜において、SMR の観測を報告した[3]。今回、SMR の LaO 層の膜厚依存性から、LaO のスピンパラメータを導出したので報告する。

【実験結果】 パルスレーザー堆積法を用いて YAlO₃ (110)単結晶基板上に LaO (d_{LaO} [nm])/EuO (7 nm) ($d_{\text{LaO}} = 5, 6.5, 9, 19$ nm) (001)ヘテロエピタキシャル薄膜を作製し、2 - 50 K の温度域で SMR ($\Delta R_{xx}/R_{xx,\text{min}}$ [%]) を測定した。SMR の LaO 層厚依存性から理論式[4]を用いて、LaO のスピンパラメータとしてスピンホール角 (θ_{SH})・スピン拡散長 (λ_{SD})・スピンミキシングコンダクタンス ($g_{\uparrow\downarrow}$) を導出した (Fig. 1)。50 K において、 θ_{SH} , λ_{SD} はそれぞれ 0.036 ± 0.007 , 1.0 ± 0.04 nm で SrRuO₃ (0.027 ± 0.018 , 1.5 ± 0.6 nm [1]) と同程度であったのに対し、 $g_{\uparrow\downarrow}$ は $(6.0 \pm 1.5) \times 10^{19} \text{ m}^{-2}$ と SrRuO₃/LSMO: $(1.1 \pm 0.3) \times 10^{19} \text{ m}^{-2}$ [1]よりも倍以上の大きな値を示した (Table 1)。講演では、スピンパラメータの温度依存性についても議論する。

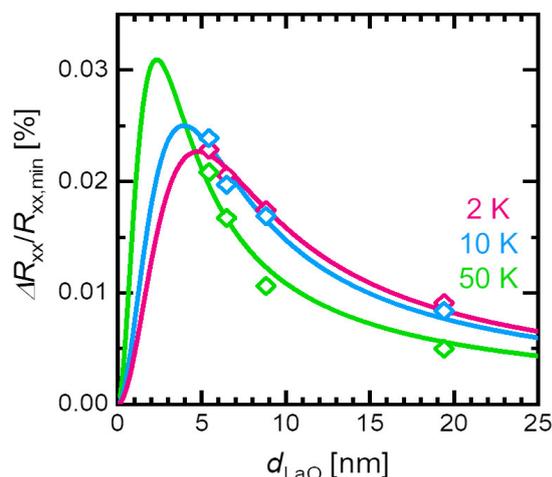


Fig. 1. LaO layer thickness dependence of SMR in LaO (d_{LaO} nm)/EuO (7 nm) from 2 K to 50 K. Solid lines indicate the fitting lines after Ref. [4].

Table 1. Spin parameters of Pt, IrO₂, SrRuO₃, and LaO.

	Pt /YIG (RT, 50 K)	IrO ₂ /YIG (RT)	SrRuO ₃ /LSMO (190 K)	LaO /EuO (50 K)
θ_{SH}	0.11 (0.08)	0.040	0.027 ± 0.018	0.036 ± 0.007
λ_{SD} [nm]	1.5 (1.5)	3.8	1.5 ± 0.6	1.0 ± 0.04
$g_{\uparrow\downarrow}$ [m ⁻²]	1 $\times 10^{19}$ (1 $\times 10^{19}$)	1.2 $\times 10^{16}$	(1.1 ± 0.3) $\times 10^{19}$	(6.0 ± 1.5) $\times 10^{19}$
Ref.	PRL 111, 176601(2013).	APEX 8, 083001 (2015).	Sci. Rep. 6, 28727 (2016).	This work

[1] M. Wahler et al., *Sci. Rep.* **6**, 28727 (2016). [2] Z. Qiu et al., *Appl. Phys. Express* **8**, 083001 (2015). [3] 神永健一ほか、18p-E311-9、第 80 回応用物理学会秋季学術講演会。[4] Y-T Chen et al., *Phys. Rev. B* **87**, 144411 (2013).

【謝辞】 本研究は、JSPS 科研費 18H03872, 18H03876, 19K15440, 三菱財団の助成を受けたものです。