

SrIrO<sub>3</sub> 薄膜における非線形電荷-スピン変換Nonlinear charge-spin conversion in SrIrO<sub>3</sub> thin films

物材機構<sup>1</sup>, 筑波大<sup>2</sup>, JST-PRESTO<sup>3</sup> ○小塚 裕介<sup>1</sup>, 磯上 慎二<sup>1</sup>, Saikat Das<sup>1</sup>,  
藤岡 淳<sup>2</sup>, 葛西 伸哉<sup>1,3</sup>

NIMS<sup>1</sup>, Univ. Tsukuba<sup>2</sup>, JST-PRESTO<sup>3</sup>, Yusuke Kozuka<sup>1</sup>, Shinji Isogami<sup>1</sup>, Saikat Das<sup>1</sup>,  
Jun Fujioka<sup>2</sup>, Shinya Kasai<sup>1,3</sup>

E-mail: KOZUKA.Yusuke@nims.go.jp

電荷流とスピン流の相互変換はスピントロニクスにおいて重要な技術である。その効率は、スピンホール効果によって見積もられ、物質固有のスピン軌道相互作用や界面での結晶反転対称性の破れに由来する。これまで、スピンホール効果は電流に比例するものと考えられてきたが、近年中心対称性のない物質において電流の2次以上の非線形項の重要性が明らかになり、トポロジカル絶縁体 Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> やワイル半金属 WTe<sub>2</sub> において観測された [1]。

本研究では、バルクでは中心対称性のあるペロブスカイト型酸化物 SrIrO<sub>3</sub> の薄膜において、非線形の電流-スピン変換を観測した。SrIrO<sub>3</sub> 薄膜はパルスレーザー堆積法を用いて LSAT(001)、GdScO<sub>3</sub>(110)、NdGaO<sub>3</sub>(110)基板上に作製した。電気測定のため、フォトリソグラフィによって図1(a)に示すホールバーを作製した。スピンホール効果の電流に対する2次成分は、ホール測定配置において、ロックインアンプによる2次高調成分( $V_{yx}^{2\omega}$ )の面内磁場( $H$ )の角度依存性( $\phi$ )を測定することで評価した。測定はすべて室温で行った。

図1(b)に示すように、2次高調成分は  $\cos\phi$  依存性を示し、その振幅  $\Delta R_{yx}^{2\omega} = V_{yx}^{2\omega}/I$  からスピンホール効果の2次成分が見積もられる。この効果は電場と磁場に比例するため、電場と磁場で規格化した2次の非線形感受率  $\chi_{yxx} = \Delta\rho_{yx}^{2\omega}/E_x H$  ( $\Delta\rho_{yx}^{2\omega} = \Delta R_{yx}^{2\omega} d$ ,  $d$ : 膜厚,  $E_x$ : 電流方向の電場)によって大きさを評価すると、LSAT基板上では  $\chi_{yxx} = 0.017$ 、GdScO<sub>3</sub>基板和NdGaO<sub>3</sub>基板上では最大  $\chi_{yxx} = 0.1$  程度の値を示した。後者の値はトポロジカル絶縁体 Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> が 5 K で示す値  $\chi_{yxx} = 0.02$  [1] を大きく超えており、SrIrO<sub>3</sub> が室温でも非常に大きな非線形

スピンホール効果を示すことが明らかとなった。SrIrO<sub>3</sub> 薄膜の反転対称性の破れには、基板との界面と格子歪が重要な役割を果たしていると考えられる。

[1] P. He *et al*, Phys. Rev. Lett. **123**, 016801 (2019).

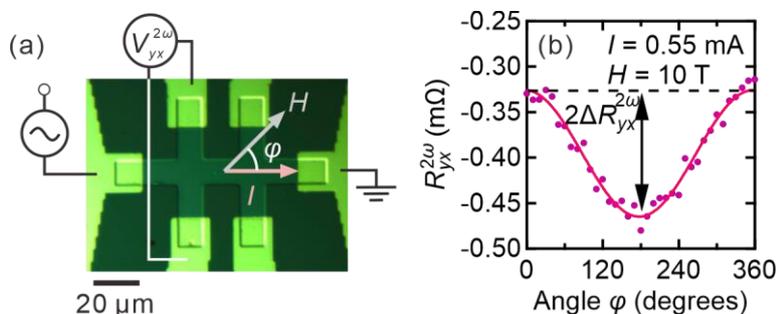


Fig. 1. (a) Measurement geometry with a current ( $I$ ) under an in-plane magnetic field ( $H$ ). Second-harmonic signal as a function of angle ( $\phi$ ) between  $I$  and  $H$  for a SrIrO<sub>3</sub> film grown on LSAT (001) substrate with  $I = 0.55$  mA and  $H = 10$  T.