

デュアルゲートデバイスによるトポロジカル絶縁体表面の磁気輸送特性制御

Controlling Surface Magnetotransport Properties of a Topological Insulator with a Dual Gate Device

東工大フロンティア研¹, 産総研計量標準総合センター²

○三澤哲郎^{1,2}, 福山康弘², 中村秀司², 岡崎雄馬², 名坂成昭¹, 金子晋久², 浦野千春², 笹川崇男¹

MSL/Tokyo Institute of Technology¹, National Metrology Institute of Japan/AIST²

Tetsuro Misawa^{1,2}, Yasuhiro Fukuyama², Shuji Nakamura², Yuma Okazaki¹, Nariaki Nasaka¹,

Nobu-Hisa Kaneko², Chiharu Urano² and Takao Sasagawa¹

E-mail: misawa.t.aa@m.titech.ac.jp

トポロジカル絶縁体は、絶縁的なバルクと金属的な表面をあわせ持った物質である。トポロジカル絶縁体の表面電子系は、スピン縮退が完全に解けた特徴的な線形分散を持つことから、電子・スピンドバイスへの応用が期待されている。

これまで我々は、バルクが高い絶縁性を持つトポロジカル絶縁体 $\text{Sn}_{0.02}\text{Bi}_{1.08}\text{Sb}_{0.9}\text{Te}_2\text{S}$ (Sn-BSTS) における表面電子伝導の測定を目標とし、単結晶育成・評価 [1] および素子化を試みてきた [2]。トポロジカル絶縁体においては薄片であっても上下面がそれぞれ伝導を担うため、これらを同時に制御する必要がある。本研究では上下面のフェルミ面を独立に制御可能な、デュアルゲートデバイスを作製することにより、この課題の解決を試みた (図 1a-c)。ここでは Sn-BSTS 上面をイオン液体による電気二重層形成により、下面については SiO_2 を絶縁膜とした電界効果により、それぞれフェルミ面の制御を行った。

上面ゲート電圧を適当に制御することにより自然に存在していた n 型キャリアを低減した上で、様々な下面ゲート電圧 V_{bg} において、ホール抵抗の磁場依存性を測定した。その結果、 V_{bg} の制御によって、符号反転までする、傾きの顕著な変化が観察された (図 1d)。これは下面ゲート電圧の印加によりキャリア濃度が大きく変化し、支配的となるキャリアが n 型から p 型まで制御できたためだと理解できる。縦抵抗についても、 V_{bg} に応じた大きな挙動の変化が見られた (図 1e)。特に $V_{bg} = -5$ V の場合に、磁気抵抗 (MR) が飛躍的に増大する効果が見出された。この状況は、上面および下面がそれぞれ n 型および p 型キャリアを持つ場合に対応することから、電荷補償したセミメタルの巨大磁気抵抗と同様の機構で説明できる可能性がある。一方で、面直方向に p-n 状態が誘起できたことは、外部電場で極性を持つトポロジカル絶縁体 [3] が実現可能であることを示している。

[1] T. Misawa *et al.*, *IEEE Trans. Instrum. Meas.* **66**, 6 1489-1495 (2017)

[2] 三澤ら、第 65 回応用物理学会春季学術講演会 17p-F202-3 早稲田大学 (2018)

[3] Y. L. Chen *et al.*, *Nature Phys.* **9**, 704-708 (2013).

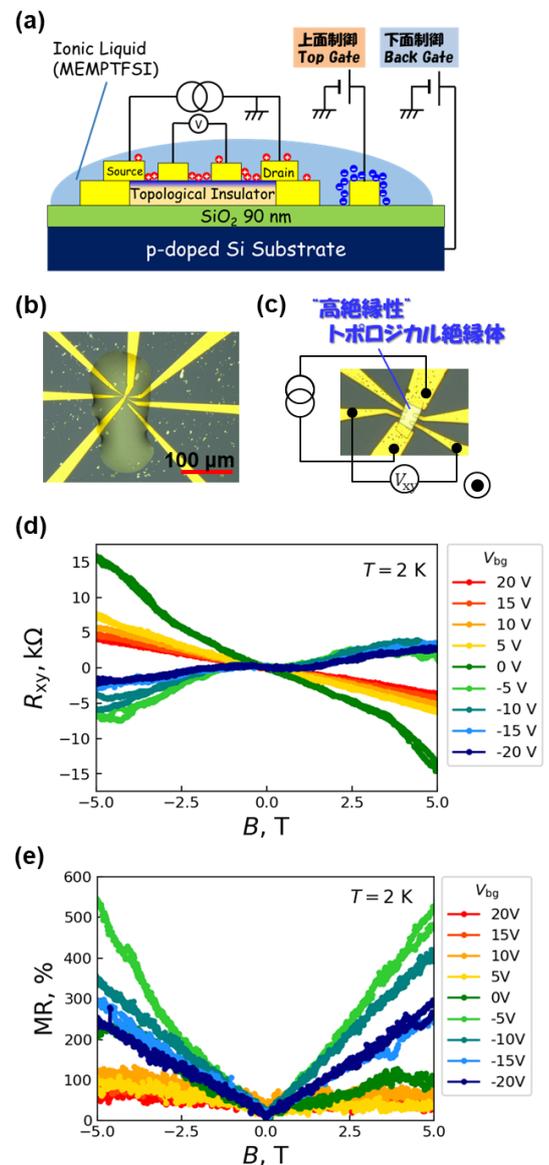


図 1 (a) デュアルゲートデバイスの断面模式図 (b), (c) デバイスの光学顕微鏡写真 [2] (d) 様々な V_{bg} に対するホール抵抗および (e) 磁気抵抗 (MR)