

課題番号 : F-21-NU-0021
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 磁性トポロジカル絶縁体の微小接合作製と評価
 Program Title (English) : Fabrication of micro-devices on magnetic topological insulators
 利用者名(日本語) : 柏谷聡
 Username (English) : S. Kashiwaya
 所属名(日本語) : 名古屋大学大学院工学研究科応用物理学専攻
 Affiliation (English) : Department of Applied Physics, Graduate School of Engineering, Nagoya University
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置, 接合, ナノエレクトロニクス, マテリアルサイエンス

1. 概要(Summary)

トポロジカル絶縁体はその表面に高移動度なスピン偏極電子が存在する絶縁体である。この表面状態は外乱や構造乱れなどに強く安定して存在できると期待されている。ここへ磁性が存在すると表面状態が変化し、ゼロ磁場であってもホール抵抗が量子化される量子異常ホール効果と呼ばれる現象などの新奇現象が数多く発現すると期待されている。本研究ではその中でも Fe をドーパした (Bi,Sb)₂Te₂Se (Fe-BSTS) に着目し、その特異な表面物性の解明に取り組んでいる。表面状態の寄与を大きくするために、結晶を薄片化した微小デバイスを作製し特性を評価した。単結晶をへき開して基板へ転写し、図(a)(b)のように測定用電極を取り付けた。輸送特性は、薄片化結晶ではバルク結晶と比較して抵抗率が 2 桁減少しており、表面状態が支配的な振る舞いの観測ができた。さらに高移動度の表面状態を反映した抵抗の量子振動現象などを本物質において初めて観測した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

マスクレス露光装置, デジタルマイクロスコープ一式

【実験方法】

バルク結晶 Fe-BSTS をスコッチテープ法で剥離して基板上に転写し、マスクレス露光装置等を用いて微小デバイスを作製した(Fig. 1 (a) (b))。この微小デバイスの縦抵抗率とホール抵抗を 2 - 300 K で同時に測定した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

バルク結晶(厚さ 17 μm)と微小デバイス(厚さ 100 nm 程度以下)は共に 100 K 以上では降温で抵抗率が增大する半導体的振る舞いを示した。しかし低温ではバルク結晶では抵抗率がほぼ飽和したのに対して微小デバイスでは金属的に抵抗率が減少した。抵抗率の絶対値も微小化

デバイスの方が 2 桁以上も小さいことが確認できる。これらは薄片化により表面寄与率が増大したことを意味している。さらに高磁場において抵抗率が振動する量子振動を観測した。解析の結果、この振動成分は高移動度な電子状態が由来となっていることがわかり、輸送特性から表面状態の存在を示唆する結果を得た。

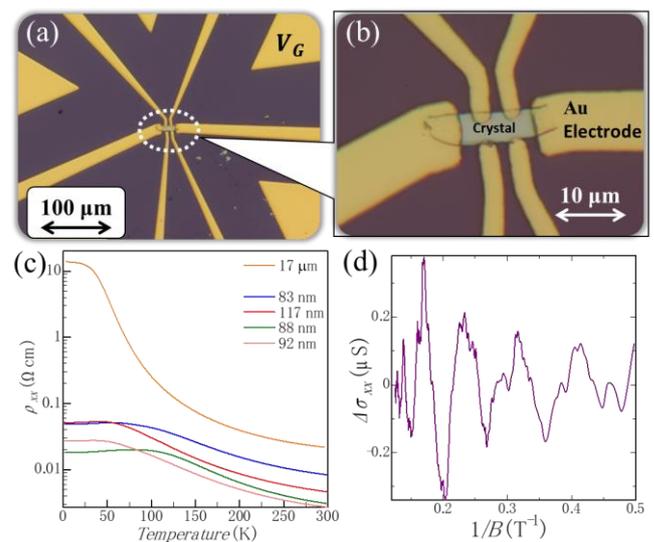


Fig. 1 Fabricated typical device (a) and its zoomed photograph (b). T -dependence of resistivity with different sample thickness (c). Quantum oscillation of conductance at $T \sim 2$ K. (d).

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 反田 他、日本物理学会 2021 年秋季大会, 22aD1-9 (2021).
- (2) R. Yano, *et al.*, J. Phys. Chem. Lett., **12**, 4180 (2021).

6. 関連特許(Patent)

なし。