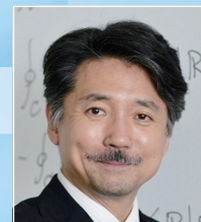


課題番号: GR065
助成額: 169百万円

トポロジカル絶縁体による革新的デバイスの創出



安藤 陽一 大阪大学産業科学研究所 教授
Yoichi Ando

グリーン・イノベーション

理工系

平成23年2月10日～平成25年5月30日 (補助事業廃止)

専門分野

物性物理学実験

キーワード

物性I / 半導体 / 超伝導 / メゾスコピック系 / トポロジカル絶縁体 / トポロジカル超伝導

WEBページ

http://www.sanken.osaka-u.ac.jp/labs/fmc/home_j.html

研究背景

最近、トポロジカル絶縁体という新しい種類の物質が発見された。この物質の内部は電気を通さない絶縁体なのに、表面には低損失で電気が流れるため、その表面の特長を利用した革新的な電子デバイスの実現が期待されている。しかしこれまでに発見されたトポロジカル絶縁体物質は、内部の絶縁性が低いなど問題点が多い。

研究目的的特色

トポロジカル絶縁体に特有の表面状態にはまだ未解明の部分が多々あり、ノーベル賞級の発見も予想されている。研究代表者は様々な量子機能物質の開発・評価で実績を挙げてきたので、物質特性の改善と精密物性測定によってトポロジカル絶縁体の学理の確立に挑むと共に、得られる知見を革新的デバイスの創出につなげる。

実績

代表論文: Nature Physics, 8(11), 800-804, (2012)
受賞: 井上学術賞、井上科学振興財団 (2014年2月)、Highly Cited Researcher 2014、トムソンロイター社 (2014年6月)
超伝導科学技術賞、未踏科学技術協会 (2013年4月)
大阪大学総長顕彰 (研究)、大阪大学 (2012年8月)
新聞: 日刊工業新聞朝刊「トポロジカル絶縁体、電子スピンの動作解明、東北大・阪大」(2011年5月18日)
一般雑誌: ScienceNews「Metal crust, superconducting filling」(2011年12月31日)

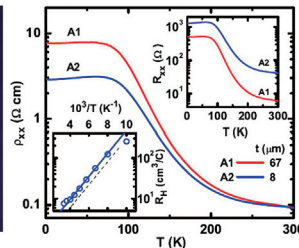
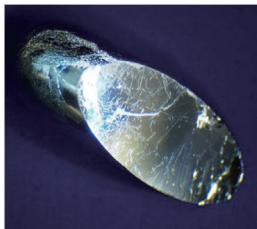
研究成果

試料のバルク絶縁性の確保

世界に先駆けて $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$ および $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_{3-y}\text{Se}_y$ というバルク絶縁性の高い物質を発見し、表面電気伝導度がバルク電気伝導度を上回る「表面支配伝導」を初めて実現した。これにより、トポロジカル絶縁体研究における最大の障害を解決した。

トポロジカル超伝導状態の検証

$\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$ 超伝導体の表面微分コンダクタンス測定により、この物質が表面にマヨラナ粒子の出現を伴う時間反転対称トポロジカル超伝導体の最初の具体例であることを発見した。



現状で最高の特性を示す3次元トポロジカル絶縁体 $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_{3-y}\text{Se}_y$ 単結晶の写真と、この物質で得られた表面支配伝導の実現を示すデータ。

2030年の
応用展開

トポロジカル絶縁体の表面状態を用いるとスピン流を自在に生成・制御できることから、新原理の超省エネルギー型情報処理デバイスの実用化が見込まれる。またトポロジカル超

伝導を利用すると擾乱に強いトポロジカル量子計算が可能になるため、複雑な問題を一瞬で解いてしまう量子コンピュータ実現への貢献が期待される。