

| | | | | | |
|--|-----------|--|---------|------------|--------------|
| 研究テーマ (和文) AB | | 高速動作スピndeバイs実現に向けた新奇トポロジカル絶縁体スピン偏極材料の開発 | | | |
| 研究テーマ (欧文) AZ | | Fabrication of the novel topological crystalline insulator material for realization of the high-speed spin-device. | | | |
| 研究氏 代 表 名 者 | カナ CC | 姓) アキヤマ | 名) リョウタ | 研究期間 B | 2013~ 2014 年 |
| | 漢字 CB | 秋山 | 了太 | 報告年度 YR | 2014年 |
| | ローマ字 CZ | Akiyama | Ryota | 研究機関名 | 筑波大学 |
| 研究代表者 CD 所属機関・職名 | | 筑波大学 助教 秋山 了太 | | | |
| 概要 EA (600字~800字程度にまとめてください。) | | | | | |
| <p>本研究ではトポロジカル結晶絶縁体である SnTe を扱っている。トポロジカル結晶絶縁体は、トポロジカル絶縁体の一種で、スピndeがロックされたディラックコーン状の表面状態を持ち、キャリア質量が 0 で移動度が極めて高いなどの基本的な特徴はトポロジカル絶縁体と同じである。しかし、トポロジカル表面状態をもたらす反転対称性は、トポロジカル絶縁体では時間反転対称性なのに対し、トポロジカル結晶絶縁体は空間鏡像対称性であることが大きく違う。そのため、空間構造対称性を崩さないように磁性元素添加することで磁性を持ったトポロジカル結晶絶縁体を作製できる可能性があるなど、応用面においても期待が持てる物質である。本研究では、SnTe におけるトポロジカル表面状態を観測し、より質の良い結晶作製を通じて将来的に高速動作するデバイスを作製するための基礎的研究を行うこととした。</p> <p>SnTe は Sn 欠陥が非常に生じやすいため、as grown でもハイドープな p 型となる。理想的なトポロジカル絶縁体ではバルクが絶縁体で表面状態がメタリックとなるため、電気伝導を測定した時に、キャリア密度が高いとフェルミレベルが価電子帯と重なりバルク寄与が大きくなり、表面状態の観測が困難になる。そのため、SnTe 薄膜を作成し精密に分子線フラックス量を制御し、なおかつ成長温度などを最適化することでよりバルクキャリア密度の低い試料の作製を目指した。結果的には成長条件最適化によってキャリア密度を 10^{20}cm^{-3} 台に下げ、また不純物ドーピングによって更に系統的にキャリア密度下げること成功した。また原子層レベルで良質な単結晶を作製することで、トポロジカル表面状態に特有の 2 次元弱反局在効果の観測に成功した (R. Akiyama <i>et al.</i>, Jour. of Phys: Conf. Ser., in print)。</p> <p>現在は、より平坦性のよく、またキャリア密度の低い単結晶作製を目指して結晶成長を行っている。それによって、シュブニコフドハース振動の観測などによって詳細な物理的性質の解明や、スピndeデバイsの作製へとつなげていきたい。</p> | | | | | |
| キーワード FA | トポロジカル絶縁体 | トポロジカル結晶絶縁体 | 量子ホール効果 | スピndeトロニクス | |

(以下は記入しないでください。)

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--|--|--|--|-----------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 助成財団コード TA | | | | | 研究課題番号 AA | | | | | | | | |
| 研究機関番号 AC | | | | | シート番号 | | | | | | | | |

| 発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。） | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------|---|-------------------|--|--|--|--|--------------------|--|
| 雑誌 | 論文標題 ^{GB} | Weak antilocalization in (111) thin films of a topological crystalline insulator SnTe | | | | | | | |
| | 著者名 ^{GA} | Akiyama Ryotaほか | 雑誌名 ^{GC} | Journal of Physics: Conference Series (採録決定) | | | | | |
| | ページ ^{GF} | 未定～ | 発行年 ^{GE} | | | | | 巻号 ^{GD} | |
| 雑誌 | 論文標題 ^{GB} | | | | | | | | |
| | 著者名 ^{GA} | | 雑誌名 ^{GC} | | | | | | |
| | ページ ^{GF} | ～ | 発行年 ^{GE} | | | | | 巻号 ^{GD} | |
| 雑誌 | 論文標題 ^{GB} | | | | | | | | |
| | 著者名 ^{GA} | | 雑誌名 ^{GC} | | | | | | |
| | ページ ^{GF} | ～ | 発行年 ^{GE} | | | | | 巻号 ^{GD} | |
| 図書 | 著者名 ^{HA} | | | | | | | | |
| | 書名 ^{HC} | | | | | | | | |
| | 出版者 ^{HB} | | 発行年 ^{HD} | | | | | 総ページ ^{HE} | |
| 図書 | 著者名 ^{HA} | | | | | | | | |
| | 書名 ^{HC} | | | | | | | | |
| | 出版者 ^{HB} | | 発行年 ^{HD} | | | | | 総ページ ^{HE} | |

欧文概要 EZ

We investigated the topological crystalline insulator SnTe. Topological crystalline insulators have Dirac cones which have the spin-locked band structure where massless Fermions transport, and therefore the mobility is very high. These characteristics are the same as topological insulators. However, the reversal symmetry which protects the topological surface state in topological crystalline insulators is different from the time reversal symmetry in topological insulators, and it is mirror symmetry in the crystal. This means that we can make the magnetic topological crystalline insulators by doping the magnetic impurities with keeping mirror symmetry. Thus, topological crystalline insulators are promising materials which can be applied to the fabrication of the spin-device. In this study, we aimed to observe and investigate the topological surface state by fabricating the higher quality crystals for realizing the next generation high-speed device.

SnTe has many vacancies in the as grown sample, leading to the high-doped p-type conductivity. In ideal topological insulators, the bulk is insulating and the surface state is metallic. If the bulk carrier density is high, the Fermi level closes to or overlaps the valence band. In that situation, the surface state is no longer detected well. For this reason, we were tried to decrease the carrier density by optimizing the growth conditions such as the substrate temperature, the flux ratio, and the thickness of SnTe. As a result, we successfully decrease the hole density down to $\sim 10^{20}$ cm³ by using SnTe not Sn and Te as the source of the molecular beam. Furthermore, the hole density decreased more by doping the donor impurity. We observed the 2 dimensional weak antilocalization effect at the low temperature (~ 4 K), which is essential effect to the topological (crystalline) insulator (R. Akiyama et al., Jour. of Phys: Conf. Ser. (in print)).

We are trying to make the film whose hole density is lower and whose surface morphology is smoother. With such film, we aim to observe the Shubnikov-de Haas effect to investigate the detailed surface state, and to make the prototype spin-device.