

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	強いスピン軌道相互作用を持つビスマステルルハライドの単結晶育成と電子物性評価
Title(English)	
著者(和文)	加納学
Author(English)	Manabu Kanou
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9731号, 授与年月日:2015年3月26日, 学位の種類:課程博士, 審査員:笹川 崇男,中村 一隆,東 正樹,神谷 利夫,吉本 護
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9731号, Conferred date:2015/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	加納	学
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	笹川 崇男	准教授	吉本 護	教授
	審査員	中村 一隆	准教授		
		東 正樹	教授		
神谷 利夫		教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「強いスピン軌道相互作用を持つビスマステルルハライドの単結晶育成と電子物性評価」と題して書かれ、全6章から構成されている。

第1章の「序論」では、固体物理の分野において軌道角運動量とスピン角運動量の結合であるスピン軌道相互作用の効果が顕著に現れる物質に近年注目が集まっていることを述べ、スピン軌道相互作用に関する基礎的な理論背景を説明し、相互作用が強い場合に起こる諸物性についてまとめた上で、ビスマステルルハライドを本研究で対象とした理由と研究の目的を述べている。

第2章の「実験方法」では、試料の合成法と単結晶育成法、試料の組成や結晶構造の評価法、諸電子物性の測定法、そして電子状態の計算法について詳細に述べている。

第3章「BiTeIにおけるキャリア制御と不純物ドーピング効果」では、様々な育成法を試みることで、高品質な BiTeI 単結晶の合成法とそのキャリア濃度の調整法を確立したことについて述べている。BiTeI の電子構造を第一原理計算で明らかにし、得た結晶におけるフェルミエネルギーおよびスピントクスカとの関係を明らかにすることで、BiTeI が有望な3次元ラッシュバ物質であると結論している。

第4章「BiTeX (X=Br, Cl) におけるハロゲン置換効果」では、BiTeI をハロゲン置換した物質である BiTeBr と BiTeCl の単結晶育成、輸送特性、表面電子状態などについて述べている。小さなハロゲン元素で置換することで物理的に超高压力を印加した場合と同様な格子収縮が起こることに着目し、このような化学圧力を利用して電子状態をトポロジカル絶縁体化することが目的であると述べている。これら物質についても単結晶育成法を確立することに成功し、得られた結晶の角度分解光電子分光実験による電子状態の観測から、BiTeCl がラッシュバ効果によってスピンバンド分裂したバルク電子構造を持つとともに、トポロジカルな表面電子状態も持つことを見出している。これにより、BiTeCl が反転対称性の破れたトポロジカル絶縁体として最初の発見例になったことを報告している。

第5章「 $(\text{Bi}_2)_m(\text{BiTeX})_n$ (X=I, Br) における Bi_2 層挿入効果」においては、 $(\text{Bi}_2)_m(\text{BiTeX})_n$ (X=I, Br) の単結晶育成と結晶構造解析の結果、及びその電子構造について述べている。BiTeI のスピン軌道相互作用を増大させることを目的に(BiTeI)-(BiTeI)層の層間に Bi_2 層を挿入することに取り組み、 $m:n=1:1$ で交互に規則的に積層した Bi_2TeI の単結晶育成に成功している。構造解析の結果を反映させて第一原理計算を行い、電子構造の波動関数を解析することで、 Bi_2TeI が今までにほとんど報告例のない弱いトポロジカル絶縁体である可能性を議論している。さらに I を Br に置換した物質の結晶育成にも取り組み、 $m:n=1:1, 1:2, 1:3$ の単結晶を得ることに成功している。 Bi_2TeBr は Bi_2TeI に非常に似た電子バンド構造をもつことから、弱いトポロジカル絶縁体の可能性が高いことを議論している。

第6章「総括」では本論文を通して得られた結果に関して総合的な議論を行い、本論文を総括するとともに、この分野の将来展望を述べている。

以上を要するに、本論文はビスマステルルハライドを中心とした物質探索を通して、強いスピン軌道相互作用が導く諸電子物性を明らかにしている点で、理學上ならびに科学技術上貢献するところが大きい。よって、博士(理学)の学位論文として十分に価値があるものと認められる。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。