

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	テトラダイマイト構造をもつトポロジカル絶縁体における光励起電子およびフォノン超高速ダイナミクス
Title(English)	Ultrafast dynamics of photoexcited electrons and coherent phonons in topological insulators having the tetradymite structure
著者(和文)	則松桂
Author(English)	Katsura Norimatsu
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10093号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:中村 一隆,笹川 崇男,小田原 修,吉本 護,和田 裕之
Citation(English)	Degree:, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10093号, Conferred date:2016/3/26, 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		則松 桂	
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名	
	主査	中村 一隆	准教授	審査員	和田 裕之	准教授	
	審査員	笹川 崇男	准教授				
		小田原 修	教授				
		吉本 護	教授				

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は「Ultrafast dynamics of photoexcited electrons and coherent phonons in topological insulators having the tetradymite structure」（テトラダイマイト構造を持つトポロジカル絶縁体における光励起電子とフォノン超高速ダイナミクス）と題して英文で書かれ、全 5 章から構成されている。第 1 章「General introduction」では、超高速現象の重要性と時間分解計測方法の概略を説明している。また、フォノンダイナミクスを研究するにあたって必要なコヒーレントフォノンについて、その発生方法を含めて説明している。さらに本研究での対象物質であるトポロジカル絶縁体の特徴について説明したあと、本研究の目的を述べている。

第 2 章「Sample characterization and experimental detail」では、本研究で用いたトポロジカル絶縁体（Bi₂Se₃, Bi₂Te₃, Sb₂Te₃）の特性と実験装置の詳細について述べている。物質特性については、X 線回折による結晶構造解析、キャリア密度計測、光応答の基礎特性としてバンドギャップ測定、定常状態での反射率測定の結果について述べている。

第 3 章「Phonon dynamics」では、近赤外光を用いた時間分解過渡反射率測定の結果について述べている。対象とするコヒーレントフォノンの振動モードに応じて測定手法を使い分け、全てのラマン活性振動モード（A_{1g}¹, A_{1g}², E_g¹, E_g²）の振動数や緩和時間を明らかにした。コヒーレントフォノンの全振動モードは 4 ps 以内に緩和することを見いだしている。非対称振動モードはポンプ光の偏光依存性が強いことを見だし、ラマンテンソルを用いて説明できることを明らかにしている。励起するポンプ光の偏光を結晶軸に対して正確に合わせることで、オーバーダンプしている振動（E_g¹モード）の観測にも成功している。また、剥離法で作製した厚さ約 3 nm の試料での過渡透過率計測では A_{1g}²モードを観測し、その振動数はバルクのものよりわずかに高エネルギー側へシフトし寿命がのびていることを見いだしている。3 種類の試料を比較したところ、振動数は原子質量に依存していることが分かり、結合の強さはほぼ等しいと考察している。

第 4 章「Carrier dynamics」では、p 型の Sb₂Te₃ 単結晶について近赤外光と中赤外光での時間分解過渡反射率測定の結果を述べている。反射率スペクトルの初期応答は、プラズマエッジを境に低エネルギーでは減少し、高エネルギー側では増加することを見いだしている。光励起直後 1 ps 以内に表面状態に電子が供給されることによりドルーデ重率が過渡的に減少し、それに伴ってプラズマ周波数が低エネルギー側へシフトしたあと、光励起電子は緩和時定数（約 3.3ps）で緩和することを見いだしている。Sb₂Te₃ は表面状態を介して緩和するため、電子緩和が非常に速いと考察している。

第 5 章「General conclusions」では、本研究で得られた成果を総括し、結論を述べている。

以上を要するに、本論文ではフェムト秒レーザーパルスを用いた時間分解反射率計測法を用いることで、テトラダイマイト構造を持つトポロジカル絶縁体（Bi₂Se₃, Bi₂Te₃, Sb₂Te₃）の光励起電子および

フォノンの緩和過程のダイナミクスをピコ秒の時間スケールで明らかにしている。よって、物性物理学の分野において学術的に価値が高く、物質科学の発展に貢献するところが大きく、本論文は博士（理学）の学位論文として十分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。