

氏 名	坂本 裕則		
学位 (専攻分野)	博 士 (工 学)		
学 位 記 番 号	千大院工博甲第工 2 8 5 号		
学位記授与の日付	平成 3 0 年 3 月 3 1 日		
学位記授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
学 位 論 文 題 目	テラヘルツ領域室温連続発振レーザに向けたフォノン系電気双極子形成 および電磁誘起透明化の基礎原理開拓		
論 文 審 査 委 員	(主 査) 教 授	工藤 一浩	
	(副主査) 教 授	石谷 善博	准教授 森田 健
	(外部審査委員) 教 授	音 賢一	(千葉大学理学研究院)

論 文 内 容 の 要 旨

本研究は、近年大容量高速無線通信、様々な有機物質の物質同定や構造評価などに応用が期待されている THz 領域から中赤外光のコヒーレント光源開発の基盤研究に関するものである。従来の量子カスケードレーザやトンネル共鳴ダイオードでは、素子の冷却が必要であったり、数 THz 以上の短波長化が困難であるなどの問題があった。光と物質の相互作用エネルギー幅は、電子系に対してフォノン系では小さく、単結晶半導体では室温でも 1 meV 未満となり、フォノン系は光学利得を得ることに適している特性がある。本研究では、この特性を利用して縦光学 (LO) フォノンを用いた室温動作 THz レーザ開発のための基盤研究として、従来にない金属/半導体複合構造を用いた LO フォノン共鳴の電気双極子形成とフォノン系電磁誘起透明化を用いた光利得生成の可能性探索を研究目的としている。

電気双極子形成では、時間連続的生成が可能であることを示している。これは、電気双極子形成による誘電関数の変化を界面におけるフォノンポラリトンの分散曲線の実験・理論の両面における評価から実証している。量子干渉では、2 種 LO モードと価電子帯間の電子遷移との量子干渉が電磁誘起透明化のプラットフォームとなることを、同一振動面に 2 種のフォノンモードが成立する GaInP 結晶を用いて実証している。この結果、室温動作 THz 領域の新規コンパクトレーザ実現の必要条件となる電気双極子形成と利得生成の基本原理が実験的に示されたと言える。

論文審査の結果の要旨

本研究は、近年大容量高速無線通信、様々な有機物質の物質同定や構造評価などに応用が期待されている THz 領域から中赤外光のコヒーレント光源開発の基盤研究に関するものである。従来の量子カスケードレーザやトンネル共鳴ダイオードでは、素子の冷却が必要であったり、数 THz 以上の高周波化が困難であるなどの問題があった。光と物質の相互作用エネルギー幅は電子系に対してフォノン系では小さく単結晶半導体では室温でも 1 meV 未満となるため、フォノン系は光学利得を得ることに適している特性がある。本研究では、この特性を利用して縦光学 (LO) フォノンを用いた室温動作 THz レーザ開発のための基盤研究として、従来にない金属/半導体複合構造を用いた LO フォノン共鳴の電気双極子形成とフォノン系電磁誘起透明化を用いた光利得生成の可能性探索を研究目的としている。

電気双極子形成では、時間連続的生成が可能であることを示している。これは電気双極子形成による誘電関数の変化を界面におけるフォノンポラリトンの分散曲線の実験・理論の両面における評価から実証している。量子干渉では、2 種 LO モードと価電子帯間の電子遷移との量子干渉が電磁誘起透明化のプラットフォームとなることを、同一振動面に 2 種のフォノンモードが成立する GaInP 結晶を用いて実証している。この結果、室温動作 THz 領域の新規コンパクトレーザ実現に重要な 2 つの必要条件充足の基本原理が実験的に示されたと言え、本論文は工学的に重要な知見を含んでいる。

平成 30 年 1 月 26 日に剽窃チェックソフトウェアを使用して本論文がオリジナルであることが確認された。平成 30 年 1 月 29 日に最終審査会兼公聴会が開催され、申請者の口頭発表および質疑応答による審査により本論文が博士の学位にふさわしいことが全員一致で確認された。