



Title	ゲルマニウムおよびガリウム砒素のエレクトロ・レフレクタンスと電子帯構造に関する研究
Author(s)	西野, 種夫
Citation	大阪大学, 1971, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/30590
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

【2】

氏名・(本籍)	西野種夫
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 2357 号
学位授与の日付	昭和 46 年 6 月 24 日
学位授与の要件	工学研究科電気工学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	ゲルマニウムおよびガリウム砒素のエレクトロ・レフレクタンズと電子帯構造に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 犬石 嘉雄 (副査) 教授 山村 豊 教授 西村正太郎 教授 山中千代衛 教授 藤井 克彦 教授 川辺 和夫 教授 中井 順吉

論 文 内 容 の 要 旨

本論文はゲルマニウムおよびガリウム砒素のエレクトロレフレクタンズ効果に関する研究をまとめたもので本文 8 章および謝辞とからなっている。

第 1 章は本論文の序論として、半導体中の電子のエネルギー帯構造に関する研究の意義を述べ本研究をはじめた動機を明らかにしている。さらにエレクトロオプティカル効果の研究の沿革と現状に触れ本論文がこの分野において占める位置を明らかにしている。

第 2 章では半導体の光学定数と電子帯構造の関連性および光学定数に関する実験が電子帯構造の解明に果してきた役割を明らかにするとともに、光学定数を一種の微分形で測定するエレクトロオプティカル効果の概略を説明している。最後にエレクトロレフレクタンズ効果の観測量とエレクトロオプティカル効果で問題にされる量との関係を明らかにし、以下の章で議論される実験結果の解析に必要な基準を述べている。

第 3 章ではエレクトロレフレクタンズ信号を解析する上で、重要な broadening 効果について述べている。実測されるエレクトロオプティカル効果はフォノン、不純物、格子欠陥などとの相互作用のために生じる broadening 効果の影響を受けて なまったものになる。温度および電場による broadening を考えたときのエレクトロオプティカル効果を計算機で計算し、実験データと直接比較できるエレクトロオプティカル信号を求めた。さらにこれらの計算結果と実測値とを比較することによって温度による broadening 効果の大きさを表わす係数 Γ_T を実験的に決める方法を示している。

第 4 章は低温におけるエレクトロレフレクタンズ効果の実験方法について述べている。すなわちゲルマニウムおよびガリウム砒素のエレクトロレフレクタンズ効果の測定に用いた試料の製作方法、諸特性および測定系について述べている。特に低温でのエレクトロレフレクタンズ測定のために新しく開発した半導体-SnO₂ヘテロ接合型の試料を用いることによって、従来の方法では不可能であった

液体ヘリウム温度領域での測定が可能となったことを明らかにしている。また表面障壁電場を用いるエレクトロレフレクタンス測定で重要な flat band 変調法および表面電場の決定法を詳しく説明している。

第5章ではゲルマニウムおよびガリウム砒素の基礎吸収端におけるエレクトロオプティカル効果の、特に低温での測定結果について述べている。ゲルマニウムについてはエレクトロレフレクタンス信号の温度および電場依存性などより broadening 効果の影響を明らかにするとともに、本研究で求めた吸収端エネルギーを他の測定方法で得られているものと比較検討している。さらに横電場法によるエレクトロアブソープション効果の測定により観測されたエキシトンの電場効果についても触れている。ガリウム砒素については液体ヘリウム温度領域で不純物、エキシトンおよび基礎吸収端による信号を分離することができ、それぞれ求めたエネルギーについて考察している。

第6章はゲルマニウムおよびガリウム砒素の Δ_3 - Δ_1 帯端でのエレクトロレフレクタンス効果の測定結果ならびにスペクトルの解析について述べている。Broadening 効果を考慮したエレクトロオプティカル効果の計算結果を用いてスペクトルを解析した結果、これらの半導体の Δ_3 - Δ_1 帯端が M_1 型の帯端であることが実験的に明確にされた。さらにゲルマニウムについてはエレクトロレフレクタンス信号の振動周期の解析より、従来実験的に求める方法のなかった Δ_3 - Δ_1 帯端での還元有効質量を求めた。ガリウム砒素についてはスペクトルの温度依存性より温度による broadening 係数 Γ_T を求めた。

第7章ではエレクトロオプティカル効果の応用として、この効果を利用した電場による光強度の変調について述べている。その一例としてゲルマニウムPN接合を用いて行なった 1.6μ の赤外光の変調実験の結果について述べるとともに実用素子としての問題点について考察している。

第8章は本論文の結論として、ゲルマニウムおよびガリウム砒素のエレクトロレフレクタンス効果に関する研究で明らかにされた点をまとめている。

論文の審査結果の要旨

本論文ではエレクトロ・レフレクタンスの測定によってゲルマニウム、ガリウム砒素などの電子エネルギー帯構造を決定する方法と、その実験結果に検討を加え、エレクトロオプティカル効果の光変調への応用を述べている。

特に、 SnO_2 膜によるヘテロ接合をこれら半導体表面上に形成することによって、はじめて低温でのエレクトロ・レフレクタンス効果の精密な測定を可能にし、これを用いてゲルマニウム、ガリウム砒素のエネルギー帯の決定を行なったことは、著者の独特の業績として高く評価される。

さらに、この方法を用いて、ゲルマニウムの種々のエネルギー帯端の形、有効質量、エキシトンの効果などを検討し、ガリウム砒素についてもエネルギー帯端の形を同様にして検討すると共に、エキシトン及び不純物による信号を分離することに成功している。また、熱及び電界によるエレクトロ・レフレクタンス信号の broadening についても実験と理論の対比を行なった。

以上のように本論文では、半導体物性工学上基礎的に重要なエネルギー帯について、いくつかの重要

な知見をえており、学問的に寄与するところが大きい。

従って、本論文は博士論文として価値あるものと認める。