



Title	化合物半導体のルミネッセンスと電気的特性に関する研究
Author(s)	佐治, 学
Citation	大阪大学, 1967, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/29248">https://hdl.handle.net/11094/29248</a>
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、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> 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

## 【 7 】

氏名・(本籍)	佐 治 学 まなぶ
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 1193 号
学位授与の日付	昭 和 42 年 3 月 28 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	化合物半導体のルミネッセンスと電気的特性に関する研究
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 中井 順吉

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は化合物半導体のルミネッセンスと電気的特性と題しⅡ—Ⅵ，Ⅲ—Ⅴ族化合物半導体の電場発光と電気的特性の関連を実験的に研究し物性論的見地から発光機構を基礎的に究明することを目的としたもので6章より成っている。

第1章は緒論で従来のⅡ—Ⅵ，Ⅲ—Ⅴ族化合物半導体の電場発光，レーザ発光に関する研究経過と問題点を解説し本論文の目的と意義を明らかにしている。

第2章はCdS単結晶中の伝導機構と題し，Ⅱ—Ⅵ族化合物半導体の代表としてCdS単結晶中の空間電荷制限電導について調べた結果を述べている。気相再結晶法及び溶融引上法で作成したCdS単結晶にオーム性電極をつけ，電圧・電流特性を温度，厚さ，光照射などを変えて求め，それがLampertなどの空間電荷制限電流の理論とよく合うことを見出し，それからトラップ準位の深さと濃度，ドリフト移動度などを求め別に熱刺激電流，暗電流の温度特性などから求めた値と比較している。特にドリフト移動度がホール移動度よりはるかに低いことを確かめている。

第3章はZnSけい光体の発光機構と題し，従来電場発光体としてよく用いられて来たⅡ—Ⅵ族のZnSけい光体の電場発光機構に関するものである。即ちCu，Clなどで活性化したZnS粉末けい光体にパルス状のこぎり波電圧を加えたときの電場発光波形を電圧の繰返し周波数，立上り時間，及び温度などを変えて観測し3種類の発光ピークを見出しa，b，cピークと名付け，各発光の温度特性からそれぞれに関連するトラップの深さを求めている。これらの結果を従来の方形波及び正弦波電圧印加のばあいの発光と比較して，その機構を論じている。特にcピークは著者によって見出されたものであるとして前のパルスで電離した極めて時定数の長い発光中心と次のパルスで励起された自由電子の再結合による機構を提案している。他の2つの発光ピークについて在来のZalamなどの結果を支持するデータを得ている。

第4章は GaAs ダイオードの発光現象と題し、Ⅲ—V族化合物半導体である GaAs PN 接合レーザ・ダイオードの発光と、電気的特性について述べたものである。Te をドーピングした n 型 GaAs に Zn を拡散して作った縮退 PN 接合に順方向の 1~10  $\mu\text{sec}$  の方形波パルス電流を加えたときの発光波形、near field pattern などと同時に電気的特性を測定している。その結果ダイオードの発光スペクトルはパルス励起中、長波長側へずれて行くこと、パルス中の短いときは発光のスペクトル分布の包ら線は時間と共に長波長側へずれて行くが Mode の位置はずれないことを見出し、それが単に発熱によるバンド中の減少だけでは説明出来ず不純物準位の占有率が時間的に変化することを考えねばならないことを提案している。また順方向電流はトンネル効果による過剰電流、バルクの抵抗による電圧降下の影響をさし引けば、Shockley の拡散電流の式にあてはまり発光強度もレーザ発光の閾値までは、それに比例することを見出している。

第5章は GaAs ダイオードへの放射線照射効果と題し、GaAs ダイオードの電場発光に及ぼす格子欠陥の影響を明らかにするため、前章で述べた GaAs レーザ・ダイオードに  $\gamma$  線照射を行なったときの発光スペクトル、電気的特性の変化などを調べた結果をのべたものである。即ち  $\gamma$  線照射による格子欠陥の導入によって発光の量子効率が下り、レーザ発光の電流閾値が増加すると共に電圧・電流特性ではトンネル電流がふえ、バルクの抵抗が増加した発光スペクトルは照射によって短波長の方へ移動することを見出している。これらの  $\gamma$  線照射による変化は焼鈍によって回復し、第1段の焼鈍は 120°C~200°C で起るが、発光スペクトルの移動のみは回復せず却って増強されることを報告している。また、これらの現象を照射によって生じた欠陥を通じての再結合などと結びつけて議論している。

第6章は結論で以上の結果を総括したものである。

## 論文の審査結果の要旨

本論文は近年注目されているオプトエレクトロニクスの分野の基幹素子である電場発光・レーザ素子について、その発光機構を基礎的に研究したものである。

即ちⅡ—Ⅵ族及びⅢ—Ⅴ族化合物半導体の代表として、ZnS, CdS 及び GaAs をとりあげその電場発光と電気的特性を互に関連させながら実験的に究明し、その結果に物性論的考察を加えることによって発光機構を明らかにしようとしたものである。

本論文の特徴は、Ⅱ—Ⅵ族化合物半導体に対しては、CdS の空間電荷制限電導の理論と実験を巧みに組合せることによって初めてドリフト移動度、トラップ密度などを決定することに成功したこと、ZnS けい光体の電場発光の新しい機構を見出したことであり、Ⅲ—Ⅴ族化合物半導体に対しては、GaAs ダイオードの発光スペクトルの時間的変化、放射線効果などを詳しく調べることによって GaAs レーザダイオードの発光に及ぼす格子欠陥の影響、スペクトルの時間的変化の機構などを初めて実験的に明らかにしたことである。

以上の結果はこれら半導体の電場発光、レーザ発光を利用するオプトエレクトロニクスの分野に極めて重要な貢献をするものであり、本論文は博士論文として価値あるものと認める。