

氏 名	林 敏 也 はやし とし や
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 3 号
学位授与の日付	昭 和 35 年 12 月 20 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	半導体界面の電気伝導機構とその応用に関する研究
	(主 査)
論文調査委員	教 授 田 中 哲 郎 教 授 清 野 武 教 授 大 谷 泰 之

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は半導体界面すなわち半導体と金属の接触部、p-n 接合部、および半導体表面に生じる特異な電気伝導現象について、その伝導機構を理論的ならびに実験的に追究し、特に半導体における電界放射現象と空間電荷制限電流および表面漏洩電流等の基礎的諸問題の解決をはかり、さらにこれらの特異な現象に関する技術的応用について研究をすすめ、新しい形式の電界効果トランジスタや半導体変調器あるいはスペーススタ等を提案して種々検討を加え、半導体応用の新しい分野を開拓しようとしたものである。

本論文は2編9章からなり、第1章から第4章までを第1編とし、この編では主として半導体界面の電気伝導機構に関する基礎的諸問題を取り扱い、第5章から第9章までの第2編においては主として技術的応用に関する諸問題を取り扱っている。各章ごとの内容を要約すると次のとおりである。

第1章緒論では半導体界面の電気伝導現象すなわち整流作用、逆方向電界による破壊現象、空間電荷に関する現象、あるいは表面伝導現象等に対する従来の研究経過を概説し問題点を明らかにし、著者の行なった電界放射現象、空間電荷制限電流、およびチャネル効果等の研究とこれら従来の研究成果との関連性などについて述べてある。

第2章は半導体と金属との接触界面における電界放射現象を取り扱ったものである。著者は表面に不純物含有量の少ない半導体薄層をもつ n 型または p 型ゲルマニウムを金属に接触させたときの逆方向電流の電圧特性が金属の電界放射現象におけるものにきわめて類似していることを見出し、詳細な実験を行なった結果、高電圧領域の逆方向電流電圧特性が真空中の金属の電界放射における特性の表式と同一の式で与えられること、この領域の電流に温度依存性がないことなどを確かめた。この電界放射機構はエネルギー準位図により説明されているが、著者はさらに点接触状態の注入端子から半導体の p-n 接合の空間電荷層へ電子または正孔を注入する現象もまた同一の電界放射機構で説明されることを述べている。

第3章は半導体における空間電荷制限電流に関する問題を取り扱い、p-n 接合部に存在する空間電荷層に第2の接合を設けてこれより電子または正孔を注入する場合、注入電流の電圧特性が半導体における

G. C. Dacey の空間電荷制限電流の表式に従い、その温度依存性がかなり著しいことを確かめ、さらに注入機構がエネルギー単位図ではどのように説明されるかについて論じてある。

第4章はチャネル効果とよばれる半導体表面の特異な導電現象を取り扱ったものである。ガスや蒸気の付着により発生する半導体表面の逆転層がp-n接合部に生じた場合に現われる導電性のチャネルは一般にダイオードやトランジスタの特性を害するものであるが、著者は水蒸気の影響で現われるチャネル効果につき詳細に実験を行ない、この効果により接合部の逆方向電流および静電容量が増大し、またチャネルの長さが逆方向電圧の平方根に比例して増すことを確かめ、かつこれらを独自のモデルを用いて理論的に説明している。

第5章は応用編に対する緒論になつており、電界効果トランジスタ、3極スペーススタ、半導体変調器、4極スペーススタ等の技術的応用に関する全般的概説と第1編で取り扱った基礎事項との関連性について述べてある。

第6章は著者の開発した電界効果トランジスタに関する事項を取り扱ったもので、ここでは第2章でのべた研究結果を基礎として製作容易な新形式の電界効果トランジスタが提案され、構造、動作機構、設計理論、製法、試作品の特性、長所、予想される用途などが詳細に論じられ、さらにこの着想のもとに将来開発が期待される多くの電子装置の可能性についても述べられている。

第7章は3極スペーススタを取り扱ったもので、第3章に述べられている研究結果にもとづき3極スペーススタの動作機構が検討され、あわせて著者の考案による3極スペーススタの動作原理、設計理論、製法、試作品の特性等が詳細に論じられている。

第8章は新形式の半導体変調器を取り扱ったもので、ここでは第7章で扱った3極スペーススタに電界放射現象をたくみに結合することによって生まれる全く新しい半導体変調器が提案されており、その動作原理、構造、製法、試作実験結果などが詳細に述べられている。

第9章では4極スペーススタの設計理論が扱われている。ここでは従来の4極スペーススタの理論が著者によつてさらに拡張された形で展開されており、詳細な解析の結果と設計上の多くの資料が与えられている。

結言は以上の研究成果を総括的に要約したものである。

論文審査の結果の要旨

本論文は半導体工学における最も基本的な問題の一つである半導体界面の電気伝導現象について、従来じゅうぶん明確にされていなかった伝導機構を研究の対象とし、半導体と金属の接触界面、p-n接合、ならびに半導体表面における特異な電気伝導現象につき、独創的な方法を用いてその伝導機構を明かにする種々の実験を行ない、本問題に関する多くの知見を与えているが、まず斬新な方法により半導体表面における電界放射現象の存在とその放射機構を明らかにし、これによって従来不分明とされていた種々の問題に対して解決の端緒を与え、また空間電荷層への電子または正孔の注入機構を明らかにするとともに、半導体表面に生じるチャネル効果に対しても独自のモデルを用い、現象を整理することによりその特質を明らかにし、半導体界面の諸問題の解明とその将来の理論的發展に寄与するところが少なくない。

さらに本研究においては基礎的問題の解明のみならず得られた成果の工学的応用についても多くの努力

が払われており、著者の開発した新形式の電界効果トランジスタはそれ自身工学的にはなほだ興味があり実用的にもすぐれたものであるが、発展性に富む著者の着想はこの方面の開拓の基礎を与えるものとして注目すべきものと考えられる。なお本論文ではこのほかスペーススタや半導体変調器等著者の考案になる新しい応用例が掲げられているが、これは半導体の最も基本的な現象に直結した研究成果であり、その業績は半導体の将来の技術的發展にも資するところが多いものと考えられる。

このように、本研究は半導体分野において学術上ならびに工業上貢献するところが少なくなく、工学博士の学位論文として価値あるものと認める。

〔主論文公表誌〕

- 第2章 電気通信学会雑誌 第42巻（昭. 34）第12号
- 第3章 電気四学会連合大会論文集（昭. 34）
- 第4章 電気通信学会雑誌 第41巻（昭. 33）第11号
- 第6章 電気通信学会全国大会シンポジウム予稿(2)（昭. 34）
- 第7章 トランジスタ研究専門委員会資料（昭. 33）
- 第8章 未 定
- 第9章 電気通信研究所成果報告 第114号（昭. 33）

〔参 考 論 文〕

な し