



Title	InAs/AlGaSbヘテロ構造の結晶成長と電子輸送現象に関する研究
Author(s)	尾迫, 伸一
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40589
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	お 尾 追 伸 一
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 3 8 3 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平成10年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科電子工学専攻
学 位 論 文 名	InAs／AlGaSbヘテロ構造の結晶成長と電子輸送現象に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 濱 口 智 尋 (副査) 教 授 吉 野 勝 美 教 授 尾 浦 憲 治 郎 教 授 西 原 浩 教 授 森 田 清 三 教 授 谷 口 研 二

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、InAs／AlGaSb ヘテロ構造の結晶成長と電子輸送現象に関する研究をまとめたものであり、全体で7章から構成されている。

第1章では、本研究の背景および目的について示している。

第2章では、第3章から第6章で用いたInAs／AlGaSb ヘテロ構造の特徴およびこの構造の最適な結晶成長法について示している。

第3章では、InAs／AlGaSb 量子井戸、量子細線における磁気抵抗の測定、特に高温における磁気フォノン共鳴の測定およびその解析について示している。まず、両試料を用いた磁気フォノン共鳴の観測結果を示している。そして、この結果から量子細線の $N=2$ の共鳴磁場が量子井戸の共鳴磁場よりも高磁場側にシフトしていることを確認している。電子密度の高い1次元系の磁気フォノン共鳴において、 $N=2$ の共鳴磁場が2次元の共鳴磁場に比べて高磁場側にシフトすることを計算により明らかにしている。

第4章では、Si-doped InAs／AlGaSb ヘテロ構造を用いた高濃度な試料で観測されるサブバンド間散乱について示している。まず、低温におけるシュブニコフ・ド・ハース振動の測定より第2サブバンドまで電子が存在していることを確認している。そして、高温における磁気抵抗の測定よりサブバンド間散乱の振動を確認している。このサブバンド間散乱とシュブニコフ・ド・ハース効果の違いを、磁気抵抗の振動振幅の温度依存性により明らかにしている。

第5章では、アンチドット格子を用いて、低磁場における電子のサイクロトロン運動による電子の輸送特性について示している。磁気抵抗測定を行った結果、シュブニコフ・ド・ハース振動以外に0.35 T付近に磁気抵抗の増大が観測されている。0.35 Tから見積もった電子のサイクロトロン半径とアンチドット格子の半径が一致することから、この磁気抵抗の増大が Weiss 振動であることを確認している。作製したアンチドットはサイズが大きく、ドット間隔が狭いためにドット1個の軌道を周回する軌道のみが観測されている。

第6章では、細線幅100nmの量子細線トランジスタを作製し、量子細線中における電子輸送現象について示している。まず、シュブニコフ・ド・ハース振動から電子のサイクロトロン運動の抑制を受ける領域を観測することにより、この量子細線の擬1次元性を確認している。また、その試料を用いてFET特性を測定し、2次元のFETの特性との比較、検討を行っている。

最後に、第7章で本研究による成果をまとめ結論としている。

論文審査の結果の要旨

InAs 系化合物半導体はGaAsに比べて有効質量が小さいために高電子移動度素子用の材料として期待されている。最近では、量子細線、量子ドット等の量子効果デバイスにも頻繁に使用されるようになってきている。しかしながら、極低温における観測は行われているが、実用化に向けた低温から室温領域までの広い温度領域での観測は行われていない。

本論文では、このような背景に基づいて、InAs/AlGaSb ヘテロ構造の結晶成長とその試料を用いた電子輸送特性、特に高磁場中における電子輸送現象の観測および解析を行っており、その研究成果には独創性と、新しい知見が含まれている。以下に主な成果を述べる。

InAs/AlGaSb ヘテロ構造の結晶成長に関する研究からは以下のことが解明されている。

- (1)MBE 法を用いた最適な条件での結晶成長により、InAs/AlGaSb ヘテロ構造において $T=77K$ における電子移動度が $2 \times 10^5 \text{cm}^2/\text{Vs}$ を越える試料の結晶成長に成功している。
- (2)ドーピング材料として Si (シリコン) を用いた場合、AlGaSb にドーピングするとホールが供給されるために、電子の供給には他のドーピング材料が必要とされてきたが、2 重量子井戸構造を用いることにより InAs/AlGaSb ヘテロ構造でも電子濃度を変化させることに成功している。

InAs/AlGaSb ヘテロ構造を用いた電子輸送特性に関する研究からは以下のことが解明されている。

- (3)InAs/AlGaSb 量子井戸、量子細線を用いた高温領域における磁気抵抗の測定から InAs/AlGaSb ヘテロ構造の 2 次元系、1 次元系において、電子とフォノンの相互作用によって生じる磁気フォノン共鳴振動を初めて観測している。
- (4)Si-doped InAs/AlGaSb ヘテロ構造を用いた磁気抵抗の測定から高電子濃度の試料で観測される第 1 および第 2 サブバンドのランダウ準位が一致したときに見られる電子と電子の相互作用により生じる磁気サブバンド間散乱を InAs/AlGaSb ヘテロ構造において初めて観測している。
- (5)InAs/AlGaSb アンチドット格子を用いた磁気抵抗の測定から電子のサイクロトロン半径とアンチドット格子の半径が一致したときに見られる Weiss 振動を InAs/AlGaSb ヘテロ構造において初めて観測している。

以上のように、本論文は、InAs/AlGaSb ヘテロ構造について多くの新しい知見をもたらすとともに、InAs 系化合物半導体を新しい半導体素子として用いる場合に重要な基礎的な情報を提供するもので、電子工学ならびに半導体物性工学に貢献するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。