



Title	ELECTRON TRANSPORT PROPERTIES OF GaAs/AlGaAs HOT ELECTRON TRANSISTORS
Author(s)	長谷, 伊知郎
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/39641">https://hdl.handle.net/11094/39641</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">大阪大学の博士論文について</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

氏 名	長 谷 伊 知 郎
博士の専攻分野の名称	博 士 ( 工 学 )
学 位 記 番 号	第 1 2 1 3 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 7 年 1 0 月 2 3 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第2項該当
学 位 論 文 名	ELECTRON TRANSPORT PROPERTIES OF GaAs/AlGaAs HOT ELECTRON TRANSISTORS (GaAs/AlGaAs ホットエレクトロントランジスタの電子輸送特性)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 冷水 佐壽 (副査) 教 授 張 紀久夫    教 授 中島 尚男    教 授 濱口 智尋

### 論 文 内 容 の 要 旨

GaAs/AlGaAs/GaAs 単一障壁ダイオードおよび GaAs/AlGaAs ホットエレクトロントランジスタ (HET) を MOCVD 法により作製しそれらの電子輸送特性を調べた。

GaAs/AlGaAs/GaAs 単一障壁ダイオードの  $I-V$  特性およびその温度依存性は数値計算結果との比較から AlGaAs 障壁を透過して流れるトンネル電流と障壁を越えて流れる熱放出電流 (thermionic emission current) の競合によって非常に良く説明でき、MOCVD 成長した AlGaAs 障壁が低温においてはリーク電流のほとんどない良好なトンネル障壁となることが確かめられた。また Al 含有量の大きな AlGaAs 障壁において X-バンド端がトンネルの過程に影響を及ぼすことを示唆する結果を初めて得た。GaAs/AlGaAs 伝導帯端のエネルギー不連続量に関しては 60% ルールを支持する結果が得られた。

GaAs/AlGaAs HET に対してはベース接地電流利得  $\alpha$  (transfer ratio) の電子注入エネルギー ( $V_{eb}$ ) 依存性、ベース濃度、ベース幅依存性を調べた。 $\alpha$  の  $V_{eb}$  依存性からは  $\Gamma$  谷から L 谷, X 谷への電子遷移が電流利得を大きく減少させることの明白な証拠を得た。また,  $\alpha$  のベース濃度依存性は電子-電子散乱が電流利得を激しく減少させることを示唆した。構造の最適化により GaAs/AlGaAs HET では最大のエミッタ接地電流利得, 4.2K で 5.6, 77K で 4.6 の値が得られた。

HET の特性を更に改善するために  $\Gamma$  谷と L 谷のエネルギー間隔のより大きな InGaAs をベース層に有する GaAs/AlGaAs/InGaAs HET を初めて作製した。これにより, 77K において 30, また室温においても 2 の電流利得を得ることが可能になった。

ホットエレクトロンスペクトロスコピーの手法を GaAs/AlGaAs HET に適用し GaAs L 谷の底よりも高いエネルギー領域における準弾性的電子輸送の確証を得た。またホットエレクトロンのエネルギースペクトルにおいて高エネルギー領域においては電子の谷間遷移が, 低エネルギー領域においては電子-電子散乱が原因と考えられる強い散乱がホットエレクトロンのエネルギー又は運動量を激しく緩和させることが観察された。

## 論文審査の結果の要旨

本論文の内容は、超高速のトンネル現象を利用したホットエレクトロントランジスタ (HET) の物理の研究と、その実用性にむけた素子特性の改善を行ったものである。

第2章では、HETのトンネルエミッター部に当たるGaAs/AlGaAs単一障壁ダイオードの電子輸送特性について調べており、以下の点について明らかにされている。このダイオードの電流-電圧特性はAlGaAs障壁を突き抜けて流れるトンネル電流と障壁上を熱的に乗り越えて流れる熱放出電流が競合するモデルで良く説明出来る。量産性の高いMOCVD法で作製されたAlGaAs障壁がリーク電流のほとんどない良好なトンネル障壁となる。さらに、Al組成比の大きいAlGaAs障壁の場合には、 $\Gamma$ バンド端だけでなくXバンド端もトンネル電流に影響している。

第3章と第4章では、GaAs/AlGaAs HETの作製とGaAs/AlGaAs HETの電子輸送特性について述べている。ベース接地電流利得は、電子が走行中に $\Gamma$ バレーからLバレーやXバレーに遷移することにより、大きく減少することが明らかにされた。これに基づき素子構造の最適化を進め、GaAs/AlGaAs HETでこれまでに得られている最大のエミッター接地電流利得 (4.2Kで5.6, 77Kで4.6) が達成されている。また、ベース層のGaAsをInGaAsに変えることにより、すなわちInGaAs/AlGaAs HETを作製することにより、さらに大幅な電流利得の向上 (77Kで30, 温室で2) が得られている。

第5章では、ホットエレクトロンスペクトロスコピー法をこのGaAs/AlGaAs HETに適用して、ベース層を走行するホットエレクトロンのエネルギー分布を調べている。高エネルギー領域では、電子の $\Gamma$ バレーからL, Xバレーへのバレー間散乱が、そして、低エネルギー領域では、電子-電子相互作用による散乱が、主としてホットエレクトロンのエネルギー緩和と運動量緩和に寄与していることが明らかにされている。

このように、本論文では、GaAs/AlGaAs HETの電子輸送特性について系統的研究がなされ、トンネル電流やホットエレクトロンについて新しい知見が得られている。また、その結果を基に、HETの素子特性の向上が達成されており、この内容は、エレクトロニクス分野の科学技術の発展に寄与するものであり、工学博士論文として価値あるものと認められる。