



Title	半導体デバイスのモデリング及びシミュレーションとその応用に関する研究
Author(s)	今永, 俊治
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/42690">https://hdl.handle.net/11094/42690</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	いま なが しゅん じ 今 永 俊 治
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 5 7 7 8 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 12 年 11 月 27 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	半導体デバイスのモデリング及びシミュレーションとその応用に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 谷 口 研 二
	(副査) 教 授 濱 口 智 尋    教 授 尾 浦 憲 治 郎    教 授 吉 野 勝 美 教 授 森 田 清 三    教 授 西 原 浩    教 授 谷 野 哲 三 教 授 北 山 研 一    教 授 岸 野 文 郎

### 論 文 内 容 の 要 旨

本研究は GaAs, Si, GaN を用いた電子素子のモデリングとシミュレーション及びその応用に関する研究をまとめたものであり、全体で 6 章から構成されている。

第 1 章では、本研究の背景及び目的について示した。

第 2 章では、デバイスシミュレーションの基本式がポアソン方程式とボルツマンの輸送方程式である事を示し、解を得る為の近似方法として、モンテカルロ法、エネルギー・運動量バランス法、ドリフト・拡散法の紹介をおこなひ、各手法のボルツマン輸送方程式との関係を示した。

第 3 章では GaAs/AlGaAs ヘテロ構造を用いたホットエレクトロン・トランジスタ (HET) に於いて、エネルギーの高い電子が GaAs 中を走行する際のエネルギー損失から HET の電流増幅率を求めた。シミュレーション結果と実験結果の比較から、バレー間散乱とプラズモン散乱が HET の電流増幅率を決める主要な因子である事を明らかにした。

第 4 章では、MOS FET に関して、以下の事を述べた。

- (1) モンテカルロ法による FET の 2 次元シミュレーション結果と実験結果との比較から基板電流の実験結果を再現するインパクトイオン化率のエネルギー依存性を求めた。
- (2) MOS 反転層中の電子が低エネルギーの時は 2 次元電子ガスとして扱い、高エネルギーになると 3 次元電子として扱うモデルで電子速度－電界特性を求め、このモデルが効率良く実験結果を再現することを明らかにした。

第 5 章では、GaN 系 FET に関して、以下の事を述べた。

- (1) 電荷制御の一次元シミュレーションにより GaN 系 FET の最適縦構造が基板側にのみ電子供給層を持つヘテロ MIS-FET である事を明らかにした。
- (2) ピエゾ効果がヘテロ MIS-FET の特性に及ぼす影響をシミュレーションし、piezo 効果は FET の有効動作領域を広げ特性を向上させる事を明らかにした。

最後に、第 6 章で本研究による成果をまとめ結論とした。

## 論文審査の結果の要旨

21世紀の高度情報化社会の実現に向けて必要となる半導体デバイスの開発には新デバイスの考案、デバイスの最適化、設計サイクルの短縮化や試作回数を減らしてコストを削減する事が重要な課題となる。その為には初期の段階で、新しいデバイスの持つ可能性を評価したり、様々な構造、作製条件、動作条件に於けるデバイスの特性予測が重要になる。本論文はこれを行う為のデバイスのモデリング及びシミュレーション技術に関する研究をまとめている。

この研究の内容には応用技術面での独創性と、新しい知見が含まれている。その主要な成果は次の通りである。

- (1) GaAs/AlGaAs ヘテロ構造を用いたホットエレクトロン・トランジスタ (HET) のモンテカルロシミュレーションを行い、バレー間散乱とプラズモン散乱が HET の電流増幅率を決める主要な因子である事を示している。
- (2) モンテカルロ法による MOS FET の 2 次元シミュレータを作製し、シミュレーション結果と実験結果との比較から基板電流の実験結果を再現するインパクトイオン化率のエネルギー依存性を求めている。
- (3) MOS 反転層中の電子を低エネルギーの時は 2 次元電子ガスとして扱い、高エネルギーになると 3 次元電子として扱うモデルでモンテカルロシミュレーションにより電子速度-電界特性を求め、このモデルが効率良く実験結果を再現することを示している。
- (4) 電荷制御の一次元シミュレーションにより GaN 系 FET の最適縦構造が基板側にのみ電子供給層を持つヘテロ MIS-FET である事を明らかにしている。
- (5) ピエゾ効果がヘテロ MIS-FET の特性に及ぼす影響をシミュレーションし、ピエゾ効果は FET の有効動作領域を広げ特性を向上させる事を示している。

以上のように、本論文は、HET の主要な特性決定要因と設計指針及び MOS FET の輸送に関する新たなモデルを示し、半導体デバイスの最適構造を決定する手法を提示している。この手法は、今後の半導体デバイスのモデリング及びシミュレーションとその応用に向けた有益な情報を提供するもので、半導体工学・電子工学の発展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。