

次世代高耐圧・超高速デバイスの実現に向けたシミュレーション技術の開発

ユニットリーダー の氏名・所属	氏名 森 伸也	役職 准教授	所属(部局・専攻・講座) 大阪大学大学院・電気電子情報工学専攻・エレクトロニクスデバイス講座
ユニットの概要	<p>本ユニットでは、次世代の高耐圧・超高速デバイスのためのシミュレーション技術の開発を行う。次世代パワーエレクトロニクス・超高速エレクトロニクスに要求される耐圧性・周波数特性を実現するためには、材料・デバイス構造から回路構成にわたる膨大な選択肢の中から最適な解を探し出さなければならない。本ユニットでは、①第一原理に基づくバンド計算・材料選択技術、②過渡応答モデリング技術、③高電界輸送モデリング技術、④回路シミュレーションモデルを開発・構築し、それらを統合することにより、次世代の高耐圧・超高速デバイスの実現に向けたシミュレーション技術の開発を行う。</p>		
研究背景 および目的	<p>トランジスタの動作周波数を上げるためには、ゲート長を短くすることが重要である。しかし、ゲート長を短くすると</p> <p>① トランジスタの動作電圧が一定の場合、ゲート長に反比例して電界強度が増加するため、発熱・衝突電離・絶縁破壊が起りやすくなる</p> <p>② ゲート下の電気伝導が弾道輸送となり、時に Dyakonov-Shur プラズマ不安定性が発現するため、現在用いられている流体型モデルやドリフト拡散モデルではデバイス特性を予測できなくなる</p> <p>などの深刻な問題が生じる。①の問題を打破するデバイスとして、禁止帯幅が広く高耐圧である窒化物半導体を n 型チャンネルに用いる FET が注目されている。従来は GaN チャンネルが中心であったが、InN, InGaN, AlGaIn のチャンネル応用についても強い期待が寄せられている。②に関連しては、モンテカルロ法や量子輸送モデルに基づくシミュレータの開発が世界の研究機関で始められている。</p> <p>以上のような背景のもと、本ユニットでは、次世代の高耐圧・超高速デバイス開発支援に向けたシミュレーション技術の開発を行うことを目的とする。</p>		

IDER ユニットの構成

氏名	役職	所属
[ユニットリーダー] 森 伸也	准教授	電気電子情報工学専攻
[ユニットメンバー] 鎌倉 良成 Gennady V. Mil'nikov 辻 博史 古橋 壯之 三成 英樹 児玉 和樹 Prabhath Samindra Weerawardhana Thenandalu Mudalige	助教 PD PD PD D1 M1 B4	電気電子情報工学専攻 電気電子情報工学専攻 電気電子情報工学専攻 電気電子情報工学専攻 電気電子情報工学専攻 福井大学大学院工学研究科・電気電子工学専攻 電気電子情報工学専攻
[ユニットアドバイザー] 葛原 正明		福井大学大学院工学研究科・電気電子工学専攻

平成 19 年度の研究成果

本ユニットでは、次世代の高耐圧・超高速デバイス開発支援に向けたシミュレーション技術の開発を行うことを目的とする。具体的には以下のシミュレーション技術の開発を行い、それらを統合したシミュレータを実現する（各メンバーの持つシーズおよびメンバー間の連携体制は下図を参照）。

- ① 第一原理に基づくバンド計算・材料選択技術：バルクのバンド構造だけでなく、高耐圧デバイスで重要な役割を演じると予想される界面・欠陥状態を第一原理的手法に基づき予測する
- ② 過渡応答モデリング技術：GHz 域以上の高周波特性を古典論を超えた枠組みでシミュレートする
- ③ 高電界輸送モデリング技術：高電界輸送の物理モデル（精密な衝突電離のモデル化など）、フルバンドモンテカルロシミュレータの開発およびデバイス構造の検討を行う
- ④ 回路シミュレーションモデル：以上①～③の結果を回路設計で利用できるようなコンパクトなモデルにまとめる

シミュレータを開発することにより、結晶成長が難しく実験試作が遅れているデバイスの特性（耐圧、高周波特性など）について理論予測を行い、デバイス構造・回路構成の検討と材料選択の面からデバイスの極限性能を探究する。

本年度は、①浅くトレンチ分離されたシリコンウェハ中のストレスによる電子状態変化（J. Appl. Phys. **103**, 026103 (2008)), ②低次元系におけるエネルギー散逸と電子輸送との関係（Phys. Rev. B, **76**, 245303 (2007)), ③極めて薄いシリコン層を持つデバイスにおけるフォノン散乱移動度のコンパクトモデル（Jpn. J. Appl. Phys., **46**, L923 (2007)), ④多項式基底を用いたシミュレータの高速化（Jpn. J. Appl. Phys. **46**, 5734 (2007)), ⑤多段および傾斜フィールドプレートを有する AlGa_N/Ga_N HEMT の理論検討（電子情報通信学会技術研究報告, **107**, 47 (2007)), ⑥低温 Poly-Si TFT におけるリーク電流のヒステリシス特性, ⑦周期的な不純物原子配列を有する半導体の電気伝導シミュレーションなどを行った。

