

平成 20 年度顕在化ステージ 事後評価報告書

シーズ顕在化プロデューサー所属機関名： アドバンスソフト株式会社

研究リーダー所属機関名： 明治大学

課題名： MOS 反転層内量子化された電子の弾道(パリストティック)輸送の研究

1. 顕在化ステージの目的

半導体デバイスは産業を支える基盤技術であり、能動素子である MOSFET は高性能・高機能を目指し、限りなく微細化が進められている。ナノメートル領域を運動する電子は古典的輸送から弾道輸送へと移行し、増幅率や応答速度にプラスの効果が期待される。今後のデバイス開発には MOS 反転層内 2 次元量子効果を受けた電子とドレイン近傍のバルクの電子の弾道輸送を統一的に扱える設計ツールの存在が必要不可欠となる。そこで、大学が持つ基礎研究をシーズとし反転層の擬 2 次元電子ガスの輸送モデルの研究、企業側でデバイス一般構造への拡張方式を検討、併せて、ナノ領域デバイス設計シミュレータ開発の為の基礎を築く事を目的とした。

2. 成果の概要 研究実施者の完了報告書より抜粋

大学の研究成果

MOS 反転層擬 2 次元電子ガスの輸送モデリング研究をモンテカルロ(MC)法に基づく粒子モデルとボルツマン方程式に基づく流体モデルの両面から行った。については表面反転層に量子化されたエネルギーサブバンドを基に、サブバンド内・サブバンド間の遷移に係る量子干渉効果とチャンネル内電子のホットキャリア化の定式化を、更に MC 法を駆使し緩和係数の算出を可能とした。については運動量バランス式において非局所性移動度モデルによる高速化の提案を行った。は緩和係数のエネルギー依存性問題として企業へ基礎データを提供し、の提案は企業側で MOSFET 構造へ拡張された。極微細 MOSFET の MC シミュレーションを行い、総合評価の基準例題を提示した。

企業の研究成果

MOSFET における弾道輸送モデル実用化研究を行った。流体モデルのアルゴリズム研究と非局所性移動度モデルの MOSFET への適用化研究、緩和係数決定因子と因子間の相関関係の理論研究、緩和係数の高精度簡易モデルの研究を推進した。簡易モデル開発により緩和係数の高精度準備を可能とし、エネルギーバランス(EB)式と非局所性移動度モデルを用いたデバイスシミュレータ(EB モデル)を試行的に開発した。極微細 MOSFET のデバイス解析を EB モデルで実行し、弾道輸送効果の発現[ドリフト拡散(DD)モデルと比べ電流値が約 3 倍増]を確認した。DD モデルに対し計算時間の増加は 3 倍以内であった。モンテカルロ法と比べ電流値は非常に良い一致を得、実用化の基礎を築いた。

3. 総合所見

概ね期待通りの成果が得られ、イノベーション創出が期待される。擬 2 次元電子ガスの輸送モデルという学側のシーズを緩和モデルとして計算アルゴリズムまで漕ぎ着け、当初の目標を達成した。物理モデルに基づくデバイス・シミュレーターとしての第一歩を踏み出せたと言え、海外の強力な競合に対する優位性獲得の可能性を期待させる。新規提案モデルの市場への浸透を期待したい。