

モード結合スペクトル法を用いた量子輸送解析の
高速・高精度化に関する研究

Development of fast and accurate quantum transport simulator based on
coupled mode space spectral method

神戸大院工 ○藤川広樹, 相馬聡文, 小川真人

○Hiroki Fujikawa, Satofumi Souma, and Matsuto Ogawa

Department of Electrical and Electronic Engineering, Faculty of Engineering, Kobe University

E-mail: 121t253t@stu.kobe-u.ac.jp

スケーリング則に従う微細化によって性能向上が図られてきたトランジスタは今や現在数十ナノメートルレベルにまで達しているが、そのような微細化に伴い種々のリーク電流が発生し、それが引き起こす発熱が微細化限界の要因となっている。これらトランジスタの微細化に伴う性能劣化を的確に予測し、それらを打破するような素子設計を支援するデバイスシミュレータの開発が重要となっている。シミュレーションに必要な方程式や関数としてシュレディンガー方程式、ポアソン方程式、グリーン関数などがあり、従来、これらの数値解法には有限差分法 (FDM) が主に用いられてきたが、FDM では計算に用いる分割点の数が増えることで計算時間と計算コストが膨大になってしまうという課題があった。そこで本研究では、従来の計算手法に代わる高速且つ高精度な計算手法 Bridge function Pseudo Spectral Method (BPSM) を提案する。この BPSM を用いることで従来の手法よりも高速かつ高精度にデバイスを解析することが可能となる。

本研究では新構造半導体である Si ナノワイヤ FET (図 1) を解析対象とする。解析方法には基底の選び方によって実空間展開法とモード空間展開法があるが、本研究ではモード空間展開法を用いる。モード空間展開法とは、各モード (エネルギー準位) それぞれを独立したデバイスだとみなし、それらを足し合わせる事で全体の解析を行う手法である。電子の輸送方向 (x) に対する各断面内にはいくつものモードが存在する (図 2 赤丸)。隣り合う断面間で異なるモード同士が及ぼし合う影響 (モード結合) は、解析対象が図のような電子輸送方向に対して形状が一定であるモデルならば無視してもかまわないが、対象が途中で形状変化するようなモデルである場合はその影響が無視できなくなる。本講演では、BPSM をより汎用性の高い計算手法とし、隣り合う断面間での異なるモード同士の影響を取り入れた解析結果を報告する。

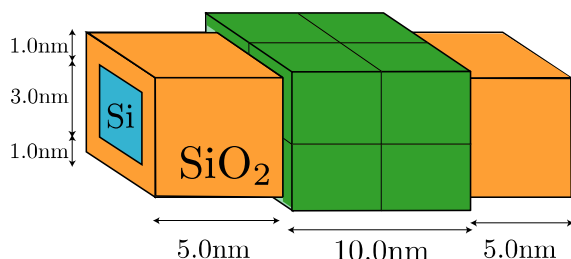


図 1 Si ナノワイヤ FET のモデル図

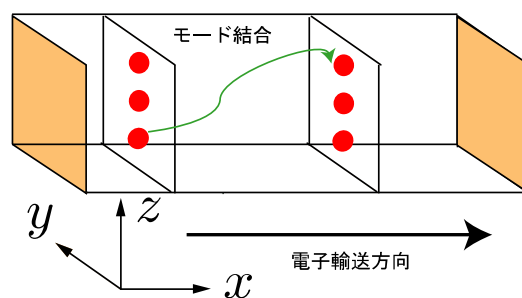


図 2 モード結合の概念図