

筑波大学物理工学域専攻セミナー

非平衡グリーン関数法を用いたジャンクションレス FET のシミュレーション

2016 年 2 月 3 日

(3F800 セミナー室、16:00~17:30)

植田 暁子

筑波大学数理物質系助教

Si MOSFET は、微細化によって高性能化と低消費電力を実現してきたが、製造行程の難しさをショートチャネル効果などの問題によって、スケール限界に達しつつある。これらの問題を解決する次世代トランジスタの候補として、ジャンクションレストランジスタが挙げられる。ジャンクションレストランジスタは、ソース、チャネル、ドレインのすべての領域に同じ不純物が均一にドーピングされている接合のないトランジスタである。結合がないので作製が容易であり、ショートチャネル効果が小さいとの報告があることから、微細化に向いていると期待されている。しかしながら、不純物が高濃度にドーピングされているため、不純物散乱による移動度の悪化が危惧されている。不純物散乱の電気伝導への影響はボルン近似の範囲で理論的に調べられてきたが、高濃度の不純物濃度を含むジャンクションレストランジスタの場合には適さない。

我々は、不純物が高濃度にドーピングされたナノワイヤ形状の Si ジャンクションレストランジスタの電気伝導特性を調べた。量子効果を考慮するため、 $sp^3d^5s^*$ tight-binding model と非平衡グリーン関数法を用いて電気伝導特性を計算した。従来の用いられるボルン近似では取り扱えない複数の不純物間の相関を取り入れるため、ポアソン方程式を解くことによって、不純物ポテンシャルを取り入れた。その結果、我々は、キャリア濃度が高いほどキャリアによる遮蔽効果が高いため、移動度が増加することを明らかにした。また、高濃度の不純物がドーピングされたとき、近接した不純物間のトンネル効果により移動度が向上することを示した。これらはナノワイヤジャンクションレストランジスタの実用化に有利な結果である。講演では、新たな研究課題として次世代トランジスタの他の候補である層状物質を用いたトランジスタを展望したうえで、今後の研究方針と将来計画について述べる。