

半導体プロセス・デバイス・回路の モデリングとシミュレーション

シリコンテクノロジー分科会 阪大 小田中紳二

本シンポジウムは、半導体モデリングとシミュレーションに関する 8 件の講演で企画され、春季講演会期間中の 3 月 17 日に開催された。半導体モデリングとシミュレーション技術は、先端集積回路素子や集積回路システムの将来像にもかかわる科学技術課題であり、今回は、大きく 3 つの研究テーマを参加者と共に熱心に議論することができた。

その第 1 は、ナノスケール領域における半導体拡散モデリングである。CMOS 構造のさらなる微細化を進めるために重要となる研究テーマである。慶応大学と Selete との共同研究では、ナノスケール CMOS における不純物拡散の予測精度を高めるために、点欠陥の非平衡状態とミリ秒カソードアニール下の拡散問題が議論され、Si 格子間原子の寄与をより精密にモデル化する必要性が指摘された。また、提案された拡散モデルを現在広く利用されているプロセスシミュレータに組み込み、そのシミュレーション結果が議論された。パナソニックからは、KMC(Kinetic Monte Carlo)法を用いた原子レベル拡散モデルとミリ秒カソードアニールによる極浅接合形成への応用が報告された。この講演では原子レベルモデルの重要性と有効性が示されると共に、シミュレーション結果と高精度計測技術との比較検証の重要性も指摘され、今後の発展が期待された。

第 2 のテーマは、半導体モデリング・シミュレーションの新たな分野への展開である。東芝からの発表では、極微細素子の電子輸送解析に用いられてきた MC 法が金属中の電子輸送シミュレーションに展開された。このモデルを基に、今後益々重要となる配線の抵抗率のサイズ効果が議論され、今後、配線構造・材料の研究開発への貢献が期待される。また、同じく東芝から、酸化膜で囲まれたシリコンドットの電子状態についての研究成果も発表された。近年、半導体モデリング・シミュレーション技術は、シリコンテクノロジー分野だけではなく、バイオセンシング分野への展開にも大きな期待が寄せられている。特に、電荷輸送を伴う現象の数値モデリングには有力である。名大からの発表では、CMOS バイオセンシングで最も重要な役割を担う Ion-Sensitive-Field-Effect-Transistor の解析に展開された。

第 3 は、ナノスケール素子の電子輸送モデリングに関する議論である。大阪大学からは、フルバンド構造を考慮した 3D 非平衡グリーン関数法によるキャリア輸送モデルが報告された。強結合近似法を 3D-NEGF 法に導入することによって複雑なバンド構造を反映した輸送特性の評価が可能となることが示された。また、神戸大学からは、量子効果とキャリア散乱を考慮した輸送モデルの実現を目指し、Wigner MC 法の開発と共鳴トンネルダイオードへの適用結果が議論された。最後に、筑波大学より、ナノスケール MOSFET における電子輸送の描像が、極微構造 (< 10 数 nm) での素子特性劣化を明らかにしていくために議論された。極微 MOS 輸送特性と電気特性の関連を明らかにしていく研究は、MOSFET の将来像に深くかかわるものであり、今後も、このようなシンポジウムが、先入観に捉われない議論の深まりと最新結果を共有することに貢献できることを目指したい。