

## 主 論 文 要 旨

報告番号	乙 第	号	氏名	羽根 正巳
主論文題目				
サブ 100nm 世代 CMOS のプロセスモデリングの研究				
(内容の要旨)				
<p>微細 MOSFET の主な製造プロセスであるイオン注入、拡散の高精度シミュレーションモデルを開発し、そのモデルを用いたプロセス・デバイスシミュレーションによりデバイス特性の定量的解析（特に逆短チャネル効果）と真性ランダムばらつき量の予測と要因分析を行った。</p> <p>デバイス特性予測には製造プロセスにおける物理化学現象と半導体デバイス動作を計算機上でモデル化してシミュレーションを行う TCAD(Technology Computer-Aided Design)技術が重要である。その中でも特に不純物分布計算の従来モデルは、物理現象の理解が十分でなく実測結果とのフィッティング的要素が強いため高精度な予測を行うには不十分である。本研究においては、最終的には原子レベルのモデリングにより不純物分布シミュレーションの精度を向上させると共にデバイス特性の詳細な解析を行うことを目的とした。</p> <p>はじめに第 1 章にて、微細 MOSFET 開発に関わる設計要求例と従来のプロセスモデリング状況を概説した後、本研究の流れと論文の構成について述べた。</p> <p>第 2 章ではシリコン結晶構造を考慮したイオン注入のモンテカルロ(MC)シミュレーションについて述べた。多体効果を考慮した分子動力学(MD)計算を基に 2 体散乱計算手法を改良し、チャネリングテールを含む注入イオンの分布を低エネルギー(サブ keV)領域も含めて高精度に計算可能にした。更に独自の統計性向上手法と並列計算アルゴリズムにより MC 計算時間を従来比 100 倍程度高速化させた。また、MC イオン注入シミュレーション技法を応用し、浅い不純物分布の SIMS 測定自体をシミュレーションすることで測定誤差を補正する方法についても述べた。</p> <p>第 3 章にて、イオン注入後の熱処理時の増速拡散・活性化について、連続体モデルと原子レベルモデリングの両面について研究した結果について述べた。点欠陥と不純物のペア拡散モデルに基づくボロンと砒素の改良拡散モデルを構築し、イオン注入時の過剰点欠陥に起因して生じる逆短チャネル効果のシミュレーションを可能にした。更に原子レベルで計算する方法として、ボロン点欠陥複合体素過程と電荷を考慮した独自の拡散モンテカルロシミュレーション手法を開発し、急速熱アニールの“予測型”シミュレーションを可能にした。</p> <p>第 4 章には、本研究のイオン注入と拡散の原子レベルモデリングにより微細デバイス内部の個々の不純物原子位置を計算し、それに対応した 3 次元デバイスシミュレーションを行う新しい原子レベル 3 次元シミュレーションシステムの開発について述べた。これを用いて、微細化により顕著になる真性ばらつきも含めたデバイス特性の製造プロセス依存性の詳細な解析を可能にした。一例として、離散不純物とゲート端ラフネスに起因するばらつきの影響は、斜めイオン注入と極端な拡散抑制アニール法ではかえって増大する結果になることを見出した。</p> <p>第 5 章にて本研究の成果を総括した。</p>				
以上。				