

審査結果の要旨

氏名 宮地 幸祐

本論文は、「Study on Applications of Room-Temperature Operating Silicon Single-Electron Transistors」(和訳：室温動作シリコン単電子トランジスタとその応用)と題し、英文で書かれている。本論文は、室温動作のシリコン単電子トランジスタの特異な特性を応用するための技術とその可能性を論じたもので、全6章より構成される。

第1章は「Introduction」(序論)であり、大規模集積回路を構成するMOS電界効果トランジスタの微細化の状況をまとめるとともに、新しい原理で新機能をもたらす単電子トランジスタの必要性とその課題を述べており、本論文の背景と目的を明確にしている。

第2章は、「Room-Temperature-Operating Silicon Single-Electron/Single-Hole Transistors and Their Characteristics」(室温で動作するシリコン単電子・単正孔トランジスタとその特性)と題し、室温動作単電子トランジスタの特性に現れるクーロンブロックード振動と負性微分コンダクタンス特性の基礎をまとめている。また、室温動作の単電子・単正孔トランジスタを作製するためのプロセスと、直径数ナノメートルという微小量子ドットが形成される機構について述べている。

第3章は、「Compact Analytical Model for Room-Temperature-Operating Single-Electron/Single-Hole Transistors with Discrete Quantum Energy Levels」(離散量子準位を有する室温動作単電子・単正孔トランジスタのコンパクト解析モデル)と題し、室温動作単電子トランジスタを用いた回路をシミュレーションするためのデバイスモデルについて論じている。室温動作の単電子トランジスタでは量子ドットが極めて小さいため離散量子準位を考慮する必要がある。実験で観測される負性微分コンダクタンスおよび非周期的クーロンブロックード振動を再現することに成功し、HSPICEにて簡単な回路シミュレーションを行う環境の構築に成功している。

第4章は、「Control of the Negative Differential Conductance Characteristics in Silicon Single-Hole Transistors」(シリコン単正孔トランジスタにおける負性微分コンダクタンス特性の制御)と題し、単正孔トランジスタのパラメータ変化させることにより負性微分コンダクタンスの半値幅を変化させる方法について論じている。負性微分コンダクタンスの半値幅がトランジスタの利得に依存することを初めて見だし、回路応用に有利な半値幅の小さな負性微分コンダクタンス特性を得るための設計指針について述べている。

第5章は、「Control of Full Width at Half Maximum of Coulomb Blockade Oscillation in Silicon Single-Hole Transistors at Room Temperature」(室温動作シリコン単正孔トランジスタにおけるクーロンブロックード振動の半値幅制御)と題し、極薄埋込酸化膜を有するSOI基板を用いてクーロンブロックード振動の半値幅を基板バイアスにより変化させる新しい方法について論じている。実際にデバイスを試作し、半値幅の変調に室温で成功している。

第6章は「Conclusions」(結論)であり、本論文の結論を述べている。

以上のように本論文は、室温動作シリコン単電子・単正孔トランジスタの応用を目的として、離散準位を考慮したコンパクトモデリングを行うとともに、負性微分コンダクタンス制御およびクーロンブロックード振動の半値幅制御を実験を通じて実証したものであって、電子工学上寄与するところが少なくない。

よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。