

## 審査結果の要旨

氏名 齋藤真澄

本論文は、「Room-Temperature Operating Highly-Functional Silicon Single-Electron Devices」(和訳：室温動作高機能シリコン単電子デバイスに関する研究)と題し、英文で書かれている。本論文は、室温で動作する単電子デバイスの高機能化に関して述べたもので、全6章より構成される。

第1章は「Introduction」(序論)であり、限界が近いとされるシリコンMOSトランジスタの技術動向と、シリコンナノ構造を積極的に利用した新機能デバイスの重要性についてまとめており、本論文の背景と目的を明確にしている。

第2章は、「Silicon Nanocrystal Memory with Ultra-Narrow Wire Channel」(極狭細線チャネルを有するシリコン微結晶メモリ)と題し、シリコン微結晶メモリの特性を向上させるためにチャネル構造を極狭細線化する全く新しい手法を提案し、実験によりその有効性を実証している。

第3章は、「Fabrication of Room-Temperature Operating Silicon Single-Electron/Single-Hole Transistors」(室温動作シリコン単電子/単正孔トランジスタの作製)と題し、単電子トランジスタの動作原理を述べるとともに、単電子/単正孔トランジスタの動作温度を上げるためのデバイス構造とプロセス技術を提案している。また、シリコン量子ドットがチャネル中に自然形成される機構を明らかにし、単電子トランジスタより単正孔トランジスタの方が動作温度が高いことを実験的に示している。実際に単正孔トランジスタを作製し、室温で電流山谷比が40を越える単一ドットの単正孔トランジスタの作製に成功している。この室温山谷比の値は、単一ドット系単電子/単正孔トランジスタの世界最高記録である。

第4章は、「Quantum Mechanical Effects in Room-Temperature Operating Silicon Single-Electron/Single-Hole Transistors and Their Circuit Applications」(室温動作シリコン単電子/単正孔トランジスタにおける量子力学的効果とその回路応用)と題し、シリコン量子ドット中の量子効果がデバイス特性に与える影響とその回路応用について述べている。室温で大きなクーロン振動を示す単正孔トランジスタでは、シリコンドット径が約2nmと極めて小さいため、量子効果が発現する。その結果、単正孔トランジスタの特性に室温においても負性微分コンダクタンスが現れることを実験的に示している。この特性を利用したデバイスの高機能化として、単一のデバイスで2入力の論理動作を行う手法を提案し、室温において実証している。また、単正孔トランジスタとMOSトランジスタを集積した室温動作のSRAMの提案・実証にも成功している。

第5章は、「Room-Temperature Operating Integrated Silicon Single-Hole Transistor Circuits」(室温動作集積シリコン単正孔トランジスタ回路)と題し、室温動作単正孔トランジスタの集積化と回路応用について述べている。まず、単正孔トランジスタを集積化するためには高歩留まりが必須であることから、制御性のよいデバイス作製プロセスを開発し、室温動作単正孔トランジスタを2個集積した電流スイッチ回路の試作・実証に世界で初めて成功している。また、デジタル回路以外の単正孔トランジスタの応用として、アナログパターンマッチング回路を提案し、3個の集積単正孔トランジスタを用いて3成分のベクトルのマンハッタン距離を求める回路を試作して、室温においてその動作を実証した。この回路はこれまでにない単電子/単正孔トランジスタの新しい応用であり、単電子/単正孔トランジスタの有用性を実証する重要な成果である。

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、シリコン単電子/単正孔トランジスタを室温で動作させるデバイス・プロセス技術を開発し世界最大の振動特性を得ることに成功するとともに、室温動作単電子/単正孔トランジスタの高機能化を実現し、その特性を生かした回路応用を世界で初めて提案・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。