The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	抵抗結合したゲートおよび環境インピーダンスを用いた単電子トランジスタに関する研究
Author(s)	若家, 冨士男
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1559
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

氏　　名　若　家　富士男（わか や ふじお）

博士の専攻分野の名称　博　士（工　学）

学位記番号　第　17991　号

学位授与年月日　平成15年3月25日

学位授与の要件　学位規則第4条第2項該当

学位論文名　**抵抗結合したゲートおよび環境インピーダンスを用いた単電子トランジスタに関する研究**

論文審査委員　（主査）
教　授　蒲生　健次

（副査）
教　授　小林　　猛　　教　授　岡本　博明

論文内容の要旨

単電子トンランジスタは、提案からすでに約 20 年が経ち、実験的な検証もされ、その多彩な物理を我々の前に現している。しかし、単電子トランジスタは、デバイス単体としての特性がすべて解明されたわけではなく、新しい型の単電子トランジスタの研究は単電子エレクトロニクスの今後の発展のために非常に重要である。そのような観点から、本論文は単電子トランジスタの新しい制御法についての研究成果をまとめた。

結合型単電子トランジスタは、提案以来実現されてこなかったが、ゲート抵抗としてトンネル抵抗を利用すれば、当初提案されたデバイス特性に近い特性をもつ単一電子トランジスタが実現できることを提案した。そのようなデバイスを変調ドープ GaAs/AlGaAs ヘテロ基板と金属ショットキーゲートを用いて実現し、低温で特性を評価した。また、オーソドックス理論を基に伝導特性を数値計算した。その結果、ゲートにトンネル抵抗を用いて実現された単電子トランジスタは当初の提案通り電圧ゲインが大きくできることを明らかにした。

単一電子トンネル現象は、環境インピーダンスと呼ばれる外部インピーダンスの影響を強く受けることは知られていたが、その現象を利用すれば、単電子トランジスタの制御に使えることを提案し、自己無撞着な数値計算でその特性を示した。さらに上述の方法と同様の方法によって実際にそのようなデバイスを作製し、低温での特性評価を行った。その結果、環境インピーダンスを変調することにより単電子トランジスタの制御が可能であることを実証した。

論文審査の結果の要旨

単電子トンランジスタは、電子1個を情報担体としてその動きを制御して、メモリ、論理演算などができる究極のデバイスとして注目されており、基礎特性の解明、新しい型の単電子トランジスタの開発はエレクトロニクスの今後の発展のために非常に重要である。申請者は、抵抗結合型単電子トランジスタの特性および環境インピーダンスの影響を調べ新しいデバイス特性の制御の可能性を示し、基礎特性の解明に寄与した成果をまとめている。

抵抗結合型単電子トランジスタは、提案以来実現されてこなかったが、ゲート抵抗としてトンネル抵抗を利用すれば、ほぼ、当初提案されたデバイス特性をもつ単電子トランジスタが実現できることを提案している。実際に、そのようなデバイスを変調ドープ GaAs/AlGaAs ヘテロ基板と金属ショットキーゲートを用いて試作し、低温で特性を評

価している。また、オーソドックス理論を基に伝導特性を数値計算し実験結果を解析している。それらの結果から、ゲートにトンネル抵抗を用いて実現された単電子トランジスタは当初の提案通り電圧ゲインが大きくできることを示している。

単一電子トンネル現象は、環境インピーダンスと呼ばれる外部インピーダンスの影響を強く受けることは知られていたが、申請者は、その現象を利用すれば単電子トランジスタの制御に使えることを提案し、自己無撞着な数値計算でその特性を示している。さらに上述の方法と同様の方法によって実際にそのようなデバイスを作製し、低温での特性評価を行っている。その結果、環境インピーダンスを変調することにより単電子トランジスタの制御が可能であることを実証している。

このように本論文は、単電子トランジスタの新しい制御法の提案、数値計算による伝導特性解析、デバイスの試作を行い、単電子トランジスタの動作を実証したもので、エレクトロニクスの発展にとって重要な成果を得ており、学位（工学）論文として価値あるものと認められる。