

位置および構造制御された並列多重量子ドット系の電子輸送特性

Electron Transport in Position- and Structure-Controlled Multi-Dot Systems

北海道大学情報科学研究科¹, 量子集積エレクトロニクス研究センター² ○葛西誠也^{1,2}, 浅井哲也¹, 大矢剛嗣¹, 長谷川英機^{1,2}

Graduate School of IST and RCIQE, Hokkaido University, S. Kasai, T. Asai, T. Oya and H. Hasegawa

E-mail: kasai@rciqe.hokudai.ac.jp

はじめに：次世代高度情報処理ハードウェアとして量子ナノ物性を活かした高度情報処理デバイス・システムの開拓が重要になっている。最近、並列量子ドット系における単電子の確率的挙動を利用した新しい情報処理手法の提案がされた[1]。本研究では、独自のショットキーラップゲート(WPG)制御量子ナノデバイス技術を適用し、この新単電子情報処理アーキテクチャの基礎となる並列多重量子ドット系の試作と基本特性の評価を試みた。

実験と結果：試作した素子構造を図1に示す。並列 AlGaAs/GaAs エッチングナノ細線を形成しショットキーラップゲート(WPG)を2本近接させて設けることにより、並列多重量子ドット系を構成した。並列数は50である。WPG 構造を利用することで、ドット数・位置・構造が完全に制御されているのが特長である。測定したドレイン電流-WPG 電圧特性の温度依存性を図2に示す。30K以下では僅かな電流ピークが見られるが、温度上昇とともに電流振動が急激に大きくなった。有限温度(39K)で最も振動が顕著になり、その後急速に平滑化した。単体の WPG 単電子トランジスタとは全く異なった振動特性であり、かつ振動観測温度も通常より高い。この特性はストカスティック振動に類似するが、並列ドット系のため不均一離散エネルギーの温度補償では説明できず、量子ドット間で電子が協調動作する機構が存在することを示唆している。

参考文献：[1] Oya et al., Proc. of 2nd Int. Conf. of Brain-inspired Information Technology, p. 78, 2005.

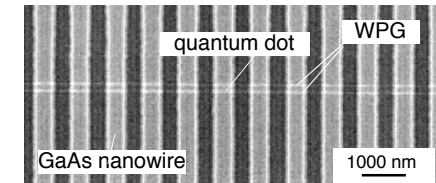


図1 試作並列量子ドットデバイス

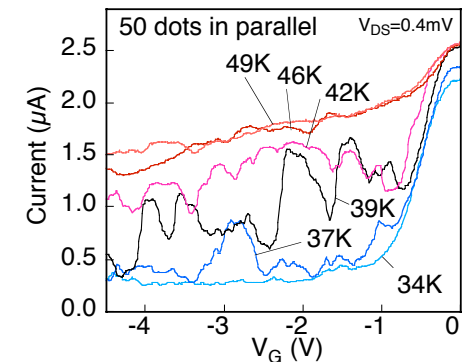


図2 ドレイン電流振動特性