

量子ドット単電子ネットワーク内の電子移動解析

Analysis of electron transfer among the quantum dots in two-dimensional networks

横国大院工, [○]藤野 啓基, 大矢 剛嗣Yokohama National Univ., [○]Hiroki Fujino, Takahide Oya

E-mail: fujino@arrow.dnj.ynu.ac.jp

【はじめに】単電子回路は新たな情報処理デバイスとして注目されているが、熱などの雑音に脆弱である。我々の研究グループでは、本来排除すべき雑音を利用することによって正常動作させる単電子デバイスを報告している。しかしながら、このようなデバイスは、雑音によって信号の振幅が減少してしまう[1]。一方、巨大分子ネットワークを用いることにより、微弱信号を雑音によって増幅するという外部報告がなされている[2]。従って単電子回路においても、微弱信号を雑音によって増幅するデバイスを実現することが可能であると考えられる。これまでにその可能性について、量子ドット集積体を用いた単電子ネットワークの雑音環境下での挙動について報告を行っている[3]。今回は、雑音環境下における二次元量子ドットアレイの量子ドット間の電子移動について、雑音、バイアス電圧、配列される量子ドット数などの影響を評価したので報告する。

【シミュレーション】これまで、Fig.1 に示されるような二次元量子ドットアレイについて、各量子ドット間の電子移動や電流電圧特性をシミュレーションにより評価してきた。具体的には雑音、バイアス電圧、配列される量子ドット数による影響について考察を行ってきた。本発表では、Fig.1 に示される 4 つの方向の電子移動がどのような影響を受けるか調査する。Fig.2 は Fig.1 に示される 4 つの矢印の方向について、各バイアス電圧値における電子移動の総数を示したものである。Fig.2(a), (b)は、それぞれ温度条件が 5K, 10K の場合のシミュレーション結果である。

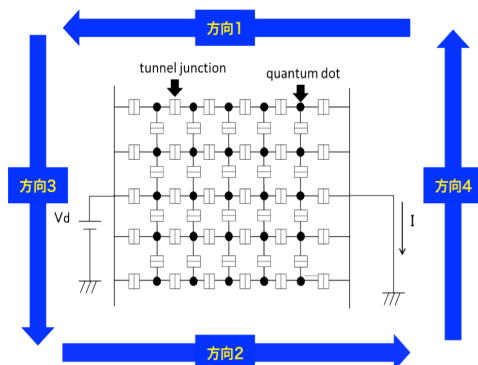


Fig.1 5x5 量子ドットアレイ(電子移動方向)

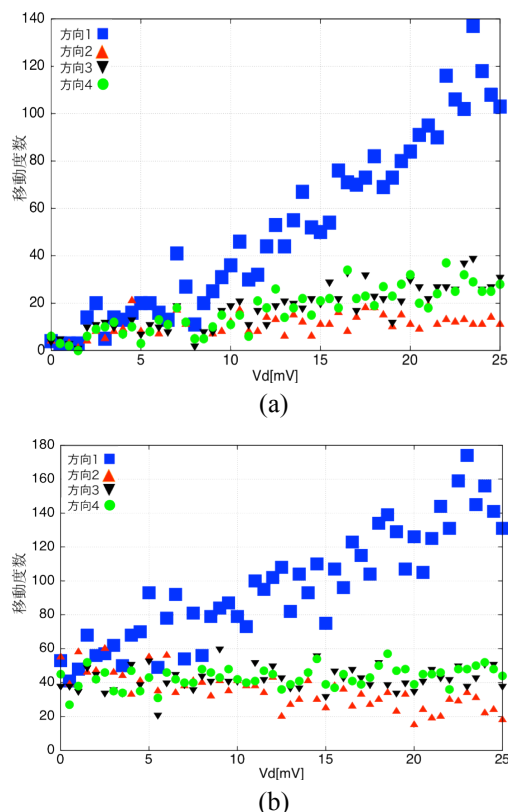


Fig.2 5x5 量子ドットアレイの電子移動総数の温度依存性 (a)5K (b) 10K

これらの結果から、バイアス電圧の影響が小さい範囲では熱雑音の影響が大きくなるため、各方向における電子の移動度数はほぼ一定である。また、雑音が大きいと各方向における電子の移動総数が大きくなる。一方、バイアス電圧が大きく雑音も大きい場合には、方向 2 で示される移動が少なくなり、方向 1 の移動が多くなっている。このことから系全体では、バイアス電圧の向きに電子の移動がおこるということがわかる。今後はネットワークを大きくした場合の影響についても考える。

【参考文献】

- [1] 伊藤 他, 春期第 59 回応用物理学講演会, 16p-DP3-6, 2012
- [2] 松本 他, 秋季第 72 回応用物理学講演会, 31p-ZQ-12, 2011.
- [3] 藤野 他, 秋季第 73 回応用物理学講演会, 12a-C8-10, 2012.

【謝辞】

本研究は JSPS 科研費 若手研究(B)(24710149)の助成を受け実施した。