

# 単電子回路によるプリム法の表現のための電子トンネルカウント回路

## Design of new single-electron circuit to count number of electron tunneling occurrence for expression of Prim's algorithm on single-electron circuit

○石井 峻平<sup>1</sup>, 大矢 剛嗣<sup>1,2</sup> (1 横国大院理工、2 横国大 IMS)

○S. Ishii<sup>1</sup>, T. Oya<sup>1,2</sup> (1 Grad. School Eng. Sci., Yokohama Nat'l Univ., 2 IMS, Yokohama Nat'l Univ.)

Email: ishii-shunpei-ph@ynu.jp

### 【研究背景・目的】

近年、新たな情報処理手法実現のためのデバイスとしてナノデバイスの研究がなされている。その1つとして単電子回路がある。単電子回路は量子効果を利用することで、電子を1個単位で制御することが可能であり、並列処理に優れているなどの特徴を持つ。そのため、ノイマン型コンピュータが苦手とするタイプの情報処理を実行可能なデバイスとして期待されている。しかし、依然として最適な情報処理手法が確立されていないという課題がある。

そこで最小全域木問題の解法の1つであるプリム法に注目した<sup>[1]</sup>。単電子回路の素子の1つである単電子振動子には、二次元マトリクス状に接続することで波の伝搬を表現することができる<sup>[2]</sup>。この挙動をプリム法のプロセスと対応付け、単電子回路上でプリム法を表現し、新たな情報処理手法を確立することを目的とする。

### 【研究内容】

前回の報告では、単電子振動子の二次元配列の持つ経路幅に応じて波の伝搬速度が異なるという特性を応用し、時間経過で動的に経路幅を調整することで、グラフの重みを表現する回路について述べた<sup>[3]</sup>。

しかし、前回報告した回路では、電子トンネルの回数を比較することによって、重みの最も小さい辺の探索を行っていたため、電子トンネル回数をカウントする回路が必要となる。そこで、単電子回路の素子の一つである単電子メモリと単電子振動子を組み合わせることで、電子トンネル回数を単電子回路上でカウントすることを試みた。

単電子メモリとはバイアス電圧  $V_d$ 、コンデンサ、トンネル接合二つを直列に接続した素子であり、ヒステリシス特性を持ち、異なる二状態を保持することができるという特徴を持つ (Fig. 1)。このような特徴を持つ単電子メモリと単電子振動子を接続した回路を複数用意することで、電子トンネルの回数をカウ

ントする回路の設計を試みた (Fig. 2)。詳細は講演にて述べる。

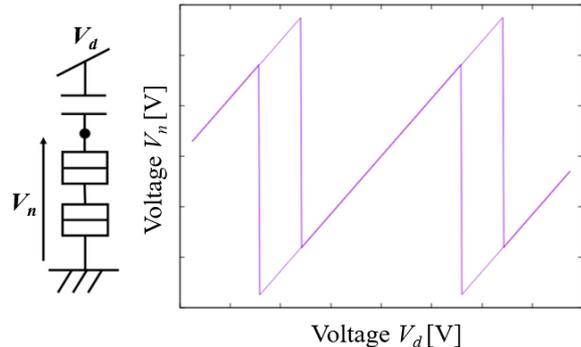


Fig. 1. Circuit structure and sample operation of single-electron memory.

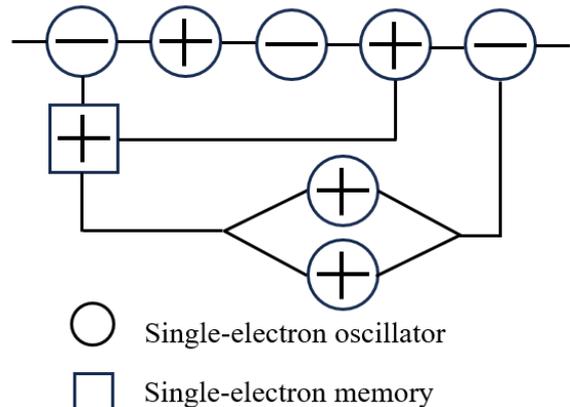


Fig. 2. Designed counting the number of electron tunneling occurrence. “+” and “-” in each symbol indicate polarity of bias voltage.

### 【参考文献】

- [1] 惠羅 博, 土屋守正, 増補改訂版 グラフ理論, 産業図書, pp. 47-55, (2010).
- [2] T. Oya, et al, Journal of Unconventional Computing, vol.1, pp. 177-194, (2005).
- [3]. 石井 他, 第 85 回応物秋季講演会, 16p-B2-15, (2024).

### 【謝辞】

本研究の一部は JSPS 科研費・基盤研究 (A)(JP23H00169)の助成を受け実施された。