

単電子回路への一筆書きアルゴリズム実装検討

Application of unicursal curves theory to single-electron circuit

○塚田 聖司、大矢 剛嗣 (横国大院理工)

○Seiji Tsukada, Takahide Oya (Yokohama National Univ.)

Email: tsukada-seiji-wm@ynu.jp

1. 研究背景・目的

近年、ナノテクノロジーの発展により、多種多様なナノデバイスが台頭してきている。そのうちの一つとして、電子一個単位で制御をする単電子回路が存在する。この回路の特徴として、低消費電力、高集積性、並列処理に優れることなどが挙げられるが、未だに最適な情報処理の手法が確立されていない。

単電子素子を複数接続することで、電子トンネルの発生を連鎖させることができ、反応の拡散する様子を波の伝搬として表現できる^[1]。波の伝搬を応用することで、より高度な問題を効率的に解くことが可能となる。そこで、最短経路問題や巡回セールスマン問題等のグラフ理論の問題を表現することとの相性が良いと考え、グラフ理論のうち、一筆書きの定理^[2]を単電子回路上に表現することを本研究の目的とする。

2. 研究内容

本研究では、単電子回路に一筆書きアルゴリズムの実装をする回路の設計手法を提案する。一筆書きの定理は次の三つの段階によって構成される。まず一つ目はグラフの奇点の数を調べるという段階である。ここで、奇点とは辺の数が奇数の頂点を指す。次に、グラフに存在する閉路をすべて探索する段階。これは、一度使用した辺は使えないことと、奇点から奇点も閉路の一つとすることを条件とする。ここで、閉路とは始点と終点と同じ路のことを指す。最後に、探索された閉路をある法則に基づいて通り、実際に一筆書きをする段階である。ある法則とは、奇点が存在する場合には奇点から、存在しない場合には任意の点から一筆書きを始め、途中で別の閉路に当たった場合にはその閉路を完成させてから元の閉路に帰ってくるというものである。本研究ではこれらの段階をそれぞれ、奇点探索フェーズ、閉路探索フェーズ、一筆書きフェーズと名付け、これらの段階を単電子回路により順番にクリアすることで一筆書きの定理を実現する。

前回の報告^[3]では、奇点探索フェーズを行う回路の設計について述べた。これにより、グラフに存在する奇点の数と位置を把握できた。今回の報告では、閉路探索フェーズを行う回路設計について述べる。通常、単電子メモリの二次元配列は電子トンネルの波が全方向に伝搬するが、Fig. 1 に示す回路によって伝搬する方向を一方向のみに制限できた。これにより、グラフに存在する閉路を導き出すことに成功した。発見された閉路をつなぎ合わせることでにより最後の段階である一筆書きフェーズを完成させることができる。詳細は講演にて述べる。

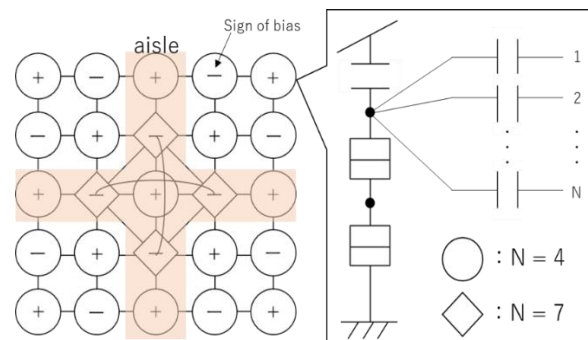


Fig. 1 Designed searching cycle phase circuit

【参考文献】

- [1] T. Oya, et al., Int'l J. Unconv. Comp. **1**, pp. 177-194, (2005).
- [2] N. ハーツフィールド・G.リングエル, "グラフ理論入門," 鈴木晋一 訳, サイエンス社, pp. 53-61, (1992).
- [3] 塚田聖司, 大矢剛嗣, 第 68 回応用物理学会春季学術講演会, 19p-Z16-5, (2021).

【謝辞】

本研究の一部は JSPS 科研費・基盤研究(A)(JP18H03766), (B)(JP19H02545)の助成を受け実施された。