

粘菌の挙動を模倣した多層単電子情報処理回路の設計

Design of Multi-layer Single-Electron Circuit Mimicking Behavior of Slime-Mold

○里見 航汰、大矢 剛嗣 (横国大院工)

○Kota Satomi, Takahide Oya (Yokohama National Univ.)

E-mail: satomi-kouta-vh@ynu.jp

【研究背景・目的】

我々は単電子回路の電子トンネル由来であるユニークな挙動に着目している。単電子回路は電子 1 個単位で駆動するため、超低消費電力であり高集積性を持つことなどが特徴として挙げられる。しかしながら、未だ単電子回路の最適な情報処理手段は確立されていない。そこで、情報処理システムの手本として非常に効率のよい情報処理を行っていると思わせる粘菌の挙動に注目した。粘菌の集団は単細胞生物でありながら、効率よく餌を摂取することが知られている。またその性質を活かすことで経路の最適化問題などに代表される非線形問題を解く能力があることも報告されている[1]。

本研究の目的は以上に説明される単電子回路の他デバイスには見られない特徴的な挙動と、粘菌の餌摂取を行うための挙動を一対一対応させることによる、単電子粘菌回路の設計及び問題への適用を行うことである。

【研究内容】

前回の報告[2]では、単電子回路の 1 つに数えられる単電子振動子と単電子トラップを用いることで出力結果を保存するための構造を回路上で実現した。単電子振動子とは抵抗、量子ドット、トンネル接合を直列に接続した回路であり、単電子トラップとは容量、量子ドット、トンネル接合(2 個)を直列に接続した回路である。単電子振動子をバイアス電圧が正負交互になるように 2 次元上に接続した時、ある振動子で電子トンネルが起きるとその電位変化が隣接する振動子に影響を与え、電子トンネルが誘発される[2]。この電子トンネルを起因とする電圧変化の波を粘菌の挙動と対応付け、更に電子の移動を記憶することのできる単電子トラップを回路に接続することで、出力結果を保存す

るための構造を実現した。

今回はより粘菌の情報処理アルゴリズムに近い挙動を目指し、多層単電子回路の設計・動作確認を行った。設計した回路の各層における条件式は以下に示される。ただし *input* は外部電圧の入力、*setting feed* は餌を置いた地点とする。

$$\begin{aligned}
 1st &= \begin{cases} tunneling & (input = 1) \\ no \ tunneling & (input = 0) \end{cases} \\
 2nd &= \begin{cases} 1 & (1st = tunneling) \\ 0 & (otherwise) \end{cases} \\
 3rd &= \begin{cases} 1 & (setting \ feed) \\ 0 & (otherwise) \end{cases} \\
 4th &= \begin{cases} tunneling & (2nd \cdot 3rd = 1) \\ no \ tunneling & (otherwise) \end{cases} \\
 5th &= \begin{cases} 1 & (4th = tunneling) \\ 0 & (otherwise) \end{cases}
 \end{aligned}$$

今後は回路を 2 次元に拡張し動作確認を行うとともに、簡単な問題への適用をすることで設計回路の妥当性について評価する。詳細は講演にて報告する。

【謝辞】

本研究の一部は JSPS 科研費・新学術領域研究(25110015)及び基盤研究(C)(15K06011)の助成を受け実施された。

【参考文献】

- [1]A. Adamatzky, et al., International Journal of Unconventional Computing, 8, 235, (2012).
- [2]里見 他, 第 63 回応物学会春季講演会, 20p-P8-1, (2016).
- [3]T. Oya, et al., International Journal of Unconventional Computing, 1, 177, (2005).