# シャボン膜の挙動を模倣した単電子デバイスの設計

## Design of bubble-inspired single electron device mimicking behavior of bubble film

○倉田 信彦、大矢 剛嗣（横国大院理工）

○Nobuhiko Kurata, Takahide Oya (Yokohama National Univ.)

Email: kurata-nobuhiko-wj@ynu.jp

【研究背景・目的】

単電子デバイスは、電子を 1 個単位で制御できるデバイスであるが最適な情報処理手法が確立されていない課題がある。そこで、情報処理システムの手本として物理現象や自然界で見られる現象に着目する。これは、物理現象や自然界には、効率よく高度な情報処理を行っていると見なせる現象が見られるためである。特に本研究では、物理現象の一つであるシャボン膜の挙動に注目する。

シャボン膜は表面張力により最短のネットワークを形成することが知られている。例えばプラスチックの板を二枚用意し、経由地点を柱として接続する。その後シャボン液に浸して引き上げると膜が収縮していき、最終的な形は全ての柱を結ぶ最短のネットワークになる[1]。(Fig. 1)

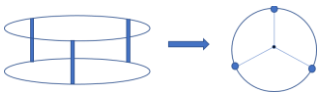

Fig.1 Behavior of bubble film

本研究では、シャボン膜の挙動を模倣した単電子デバイスを設計することで、非線形問題の 1 つである最短シュタイナー問題の解を発見する新たな情報処理システムの実現を目的とする。

【研究内容】

前回の報告では、単電子シャボン膜回路として 4 層構造の回路を提案した[2]。ここで用いた単電子振動子は、抵抗とトンネル接合が直列接続された回路[3]であり、単電子メモリは、キャパシタと二重のトンネル接合が直列接続された回路である。

Fig. 2(a)に示した単電子シャボン膜回路は、振動子のノード電圧が、他層のノード電圧の変化を受ける相互作用により、収縮の均一性を保てていない課題を改善した回路である。結果として、収縮の均一性は保たれたが、第一層の収縮層とそれ以外の層に働く相互の影響により、第四層の結果表示層にエラーが多数出力され経路が発現しない課題が生じた。そこで今回は、課題の解決策として 20 回のシミュレーションを行い、出力された結果を重ね合わせることを考案した。その結果を Fig. 2(b)に示す。また、柱を 4 つ設置した際の結果を Fig. 2(c)に示す。重ね合わせを行うことによりエラーが平均化され、経路の表示を確認することができた。詳細については講演にて述べる。

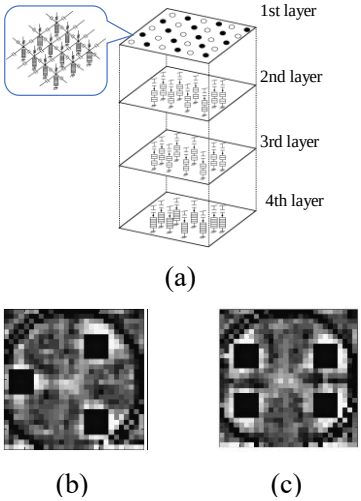


Fig.2 (a) New bubble-inspired circuit.
(b) Three pillars snapshots of simulated operation in 4th layer.
(c) Four pillars snapshots of simulated operation in 4th layer.

【参考文献】

[1] 大原洋平, 他, シャボン膜の性質を数学的に考察する教材の提案, 岐阜数学教育研究, vol. 10, pp. 99-105, (2011).
[2] 倉田信彦, 他, 第 79 回 応用物理学会秋季学術講演会, 17p-F210-7, (2018).
[3] Takahide Oya, et. al., International Journal of Unconventional Computing, vol. 1, pp. 177-194, (2005).

【謝辞】

本研究の一部は JSPS 科研費・挑戦的萌芽研究(JP16K14242)及び基盤研究(A)(JP18H03766)の助成を受け実施された。

© 2019年 応用物理学会