

環状単電子振動子アレイにおける確率共鳴

Study of Stochastic Resonance in Circular Single-Electron Oscillator Array

横国大院工¹, 北大院情報² ○大竹 央将¹, 石村憲意², 浅井哲也², 大矢剛嗣¹Yokohama National Univ.¹, Hokkaido Univ.²○Hiroyuki Otake¹, Kazuyoshi Ishimura², Tetsuya Asai², Takahide Oya¹

E-mail: otake-hiroyuki-zg@ynu.jp

単電子回路は電子 1 個単位のエネルギーで駆動するため超低消費電力デバイスであるが、熱などのノイズに脆弱であるという欠点を持つ。我々の研究グループは単電子回路の 1 つである単電子振動子に着目し、単電子振動子と熱や素子ばらつきなどのノイズとの関係について研究を行った^[1,2]。単電子回路とノイズの関係のさらなる研究のため、本研究では内部雑音に着目する。すなわち内部雑音によって動作する単電子振動子アレイの設計を行う。内部雑音とは回路がある動作を示した際に、その動作が付近に位置する回路に与える影響をノイズと見立てたものである。内部雑音と確率共鳴^[3]によって、入力された微弱信号を増幅して出力する単電子振動子アレイの設計を本研究の目的とする。神経に見立てたモデルを環状に接続することで内部雑音を利用することができる^[4]。神経と単電子振動子の挙動は類似しているため、単電子振動子を環状に接続することで内部雑音を利用して動作させることができる。環状単電子振動子アレイにおいて重要な要素は「M 個の素子で 1 つの環とする」ことと「N 番先の素子まで影響を与える」こと、及び「作用の重みづけの方法」である。本研究において重みづけは、近くの素子には強く作用が働き遠くの素子には弱く作用が働く、ということとする。M=12, N=3 とした時の環状単電子振動子アレイの模式図を Fig. に示す。Fig.において 1 つの円は 1 つの単電子振動子である。矢印はその方向に単電子振動子の動作の影響が伝搬することを示す。Fig.に示す回路に微弱な正弦波を印加した時、確率共鳴により出力の増幅を確認した。詳細は講演にて発表する。

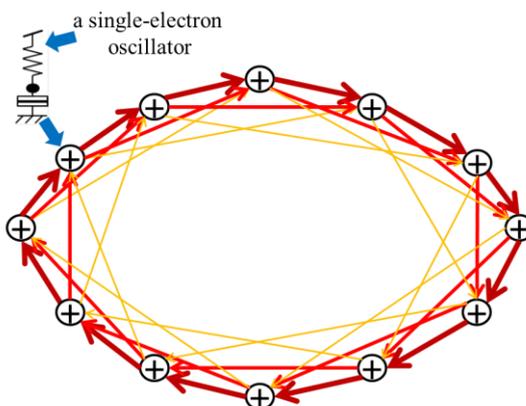


Fig.: Schematic of Circular Single-Electron Oscillator Array (M=12, N=3)

【参考文献】

- [1]Kurotaki D., Oya T, (2009), "Noise redundancy of a single-electron depressing-synapse network," 22nd Int. Microproc. and Nanotech. Conf., Sapporo, Japan, Nov. 16-19, 18D-7-47.
- [2]Murakami Y., Oya T, (2012), "Study of two-dimensional device-error-redundant single-electron oscillators system," Proc. of SPIE, 8463, 84631E_1-84631E_8.
- [3]Collins J.J., Chow C.C., Imhoff T.T., (1995), "Stochastic resonance without tuning," Nature, 376, 236-238.
- [4]Ishimura K., Komuro K., Schmid A., Asai T., Motomura M., (2014), "Stochastic resonance in a unidirectional network of nonlinear oscillators driven by internal noise," The 2014 Int. Symp. on Nonlinear Theory and its Applications, Luzern, Switzerland, Sept. 14-18.

【謝辞】

本研究は JSPS 科研費・新学術領域研究 (25110015)及び若手(B)(24710149)の助成を受け実施された。