

Au ナノギャップを用いたリザーバーの制御パラメータの検討

Effect of Experimental Parameters on Dynamics of Reservoir Computing Using Electromigrated Au Nanogaps

東京農工大¹、一関高専²、釧路高専³

○渡部健太¹、清川莉玖¹、小山諒也¹、八木麻実子²、伊藤光樹³、白樫淳一¹

Tokyo University of Agriculture & Technology¹, NIT, Ichinoseki College², NIT, Kushiro College³

○K. Watanabe¹, R. Kiyokawa¹, R. Koyama¹, M. Yagi², M. Ito³ and J. Shirakashi¹

E-mail: s172221z@st.go.tuat.ac.jp

近年、機械学習の一つであるリザーバーコンピューティング(RC)が時系列データを扱う手法として注目を集めている。これまで我々は、Auナノギャップにおけるトンネル抵抗の制御法として、エレクトロマイグレーションを利用したアクティベーション法を提案してきた[1]。また、本手法を適用したAuナノギャップは、シナプスが持つShort-Term Plasticity特性を示し、RCに応用できることを報告してきた[2-4]。さらに、リザーバーの記憶能力を評価するShort-Term Memory (STM)タスク[5]及び、非線形処理能力を評価するPolity Check (PC)タスク[4]を適用することで、リザーバーとしての有用性を示した[5]。そこで今回は、Auナノギャップのリザーバーとしての最適な動作点を定めるため、さまざまな制御パラメータを用いてSTMタスク及びPCタスクを検討した。

はじめに、ギャップ幅が数十 nm 程度のAuナノギャップにアクティベーション法を適用し、学習の動作点を調整。図1にAuナノギャップを用いたRCの概要図を示す。まず、2値の時系列データに 1 または 0 の値を持つ仮想ノード10 のBinary Mask[6]を適用し、入力電圧波形を生成した。このとき、0 に対応する入力は素子の状態を維持させるRead Voltage、1 に対応する入力はStimulation Pulseとした。次に、生成された入力電圧波形をAuナノギャップに印加し、得られた出力電流波形より仮想ノードを得た。最後に、Readout部にロジスティック回帰を用いて学習を行った。このシステムにおいて、200 ビットを学習データ、50 ビットをテストデータとした。今回は、遅延 $D = 1$ の時のSTMタスクについて検討した。Read Voltage を3 Vと固定し、Stimulation Pulseを4 V、5.5 V、7 Vと変化させた。このときの正答率は、それぞれ0.69、0.90、0.58となった。この結果より、入力の制御パラメータによってAuナノギャップのダイナミクスが変化し、リザーバーとしての最適な動作点が存在することが示唆された。

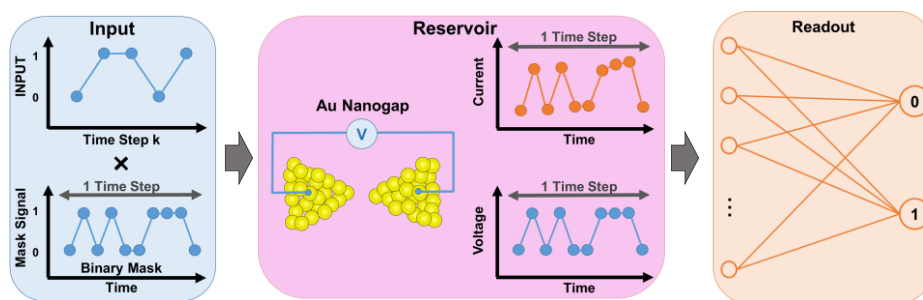


Fig. 1 Schematic of delay-based reservoir computing using Au nanogaps.

References

- [1] S. Kayashima, K. Takahashi, M. Motoyama and J. Shirakashi, Jpn. J. Appl. Phys. Part 2 46 (2007) L907
- [2] K. Sakai, T. Sato, S. Tani, M. Ito, M. Yagi and J. Shirakashi, AIP Advances 9 (2019) 055317.
- [3] 坂井、清川、小山、八木、伊藤、白樫: 第 68 回応用物理学会春季学術講演会 14a-A301-6 (2020).
- [4] K. Sakai, T. Sato, R. Kiyokawa, R. Koyama, M. Yagi, M. Ito and J. Shirakashi, Jpn. J. Appl. Phys. 59 (2020) 050601.
- [5] S. Tsunegi, T. Taniguchi, K. Nakajima, S. Miwa, K. Yakushiji, A. Fukushima, S. Yuasa and H. Kubota, Applied Physics Letters 114(16) (2019) 164101.
- [6] J. Kuriki, J. Nakayama, K. Takano and A. Uchida, Optics Express 26(5) (2018) 5777-5788