

Auナノギャップを用いたリザーバコンピューティングの検討

Reservoir Computing Using Electromigrated Au Nanogaps

東京農工大¹、一関高専²、釧路高専³

○坂井奎太¹、佐藤友美¹、八木麻実子²、伊藤光樹³、白樺淳一¹

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

○K. Sakai¹, T. Sato¹, M. Yagi², M. Ito³ and J. Shirakashi¹

E-mail: s185338q@st.go.tuat.ac.jp

近年、機械学習の一種であるリザーバコンピューティングが注目を集めている[1]。また、メモリスタの短期記憶特性をリザーバのダイナミクスとして用いた時系列データの認識・予測演算が報告されている[2]。これまで我々は、ナノギャップのトンネル抵抗制御を行う手法として、ナノギャップでの通電による原子の移動現象を利用したアクティベーション法を提案してきた[3, 4]。さらに、Au ナノギャップにおいてパルス型の通電を行うことで、Short-Term Plasticity (STP) のシナプス可塑性を模倣できる[5]。そこで今回は、Au ナノギャップを用いたシナプス素子をリザーバとして利用し、STP 特性を生かしたリザーバコンピューティングについて検討を行った。

はじめに、電子線リソグラフィーとリフトオフプロセスによって、数十 nm 程度の Au ナノギャップ構造を作製した。これら Au ナノギャップは図 1(a)に示したネットワークのリザーバ部として利用される。まず、リザーバの動作点を揃えるため、予め Au ナノギャップに対しアクティベーションを適用し、素子を低抵抗化させた。次に、時系列データの入力に対するリザーバの応答を測定した。時系列データとして図 1(b)に示した 6 通りの 4 ビットパターンを用い、入力が 1 の時は電圧パルス(74 V, 25 ms)、0 の時は Read 電圧(42 V)を Au ナノギャップへ印加した。入力パターンは 3 sec に 1 ビットのレートで入力され、リザーバの出力は Read 電圧の印加によって取り出した。図 1(b)より、リザーバの出力は、1 が入力されたとき増加し、0 が入力されたときには減衰する応答が得られた。このように、Au ナノギャップを用いたリザーバは STP の特性に従った応答を示し、4 ビットのパターン入力後では入力パターンの履歴に応じて異なった出力が得られた。以上の結果から、本手法を適用し Au ナノギャップの STP 特性をリザーバのダイナミクスとして利用したリザーバコンピューティングによるパターン認識機能が示唆された。

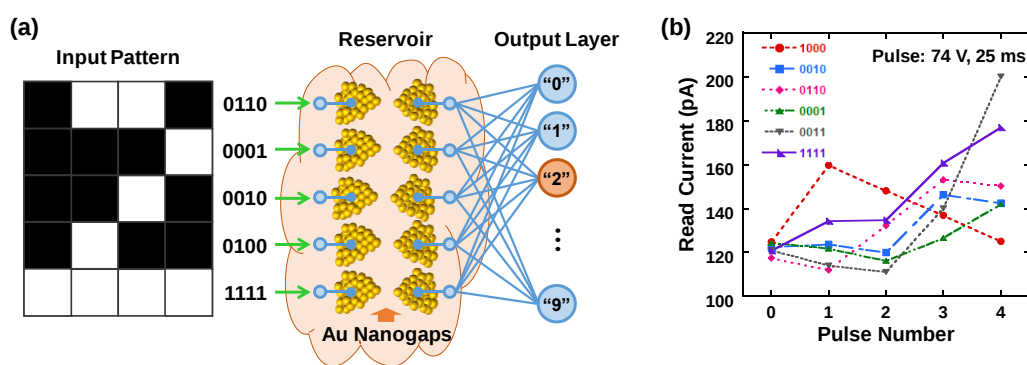


Fig. 1 (a) Reservoir computing system based on Au nanogaps. (b) Reservoir states used to differentiate different temporal inputs. The current responses are read with a read voltage of 42 V.

References

- [1] W. Maass, T. Natschläger and H. Markram, Neural Comput. 14 (2002) 2531.
- [2] C. Du, F. Cai, M. A. Zidan, W. Ma, S. H. Lee and W. D. Lu, Nat. Commun. 8 (2017) 2204.
- [3] S. Kayashima, K. Takahashi, M. Motoyama and J. Shirakashi, Jpn. J. Appl. Phys. Part 2 46 (2007) L907.
- [4] Y. Tomoda, K. Takahashi, M. Hanada, W. Kume and J. Shirakashi, J. Vac. Sci. Technol. B 27 (2009) 813.
- [5] K. Sakai, T. Sato, S. Tani, M. Ito, M. Yagi and J. Shirakashi, AIP Advances 9 (2019) 055317.