Auナノギャップシナプス素子のLearning-Forgetting特性

Synaptic Learning-Forgetting Characteristics of Electromigrated Au Nanogaps

東京農工大[1]、一関高専[2]、釧路高専[3]

○佐藤友美[1]、坂井奎太[1]、八木麻実子[2]、伊藤光樹[3]、白樫淳一[1]

Tokyo University of Agriculture & Technology[1], NIT, Ichinoseki College[2], NIT, Kushiro College[3]

°T. Sato[1], K. Sakai[1], M. Yagi[2], M. Ito[3] and J. Shirakashi[1]

E-mail: s193007w@st.go.tuat.ac.jp

我々は、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[1]による Au ナノギャップのシナプス動作を検討してきた[2]。これまで、パルス電圧の印加によって、Short-Term Plasticity (STP)や Long-Term Plasticity (LTP)、Spike-Timing-Dependent Plasticity (STDP)などのシナプス可塑性を模擬した学習動作が Au ナノギャップにおいて可能であることを確認してきた[2, 3]。さらに、学習動作を利用した、ナノギャップアレイでのパターン記憶についても検討を行った[4]。より複雑な脳型演算を行うためには、シナプス素子の忘却動作も重要となる[5, 6]。そこで、今回は Au ナノギャップのシナプス動作における忘却特性について検討した。

はじめに、数十 nm 程度のギャップ幅を持つ Au シングルナノギャップ構造のシナプス素子を、電子線リソグラフィーとリフトオフプロセスによって作製した。まず、作製したナノギャップ構造に対して、ランプ電圧によるアクティベーション法を適用し、素子の Forming を行った。次に、図 1 に示すように positive pulse と negative pulse を印加し、素子の Learning-Forgetting 動作を検討した。Learning では、positive pulse (58 V, 25 ms)を 0.25 s 周期で印加することで、電流値が 99 pA から 384 pA に増加した。この電流値の増加が、素子の学習量に対応している。続けて、Forgetting として negative pulse (-46 V, 25 ms)を 3 s 周期で印加し、電流値が 369 pA から 145 pA に減少することを確認した。さらに、本手法をシナプス素子を集積した Au ナノギャップアレイに適用した結果、パターン忘却動作が可能であることも明らかとなった。これより、negative pulse の印加による Au ナノギャップシナプス素子での忘却動作が可能であることが示唆された。

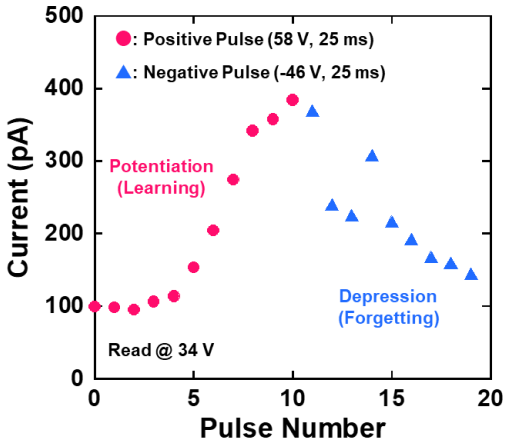

Fig. 1 Potentiation and depression processes of Au nanogap.

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、佐藤、南、谷、伊藤、八木、白樫: 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会 21p-221A-6 (2018).

[4] 佐藤、坂井、南、谷、伊藤、八木、白樫: 第 66 回応用物理学会春季学術講演会 11p-W810-6 (2019).

[5] G. Liu, C. Wang, W. Zhang, L. Pan, C. Zhang, X. Yang, F. Fan, Y. Chen and R. Li, Adv. Electron. Mater. 2 (2016) 1500298.

[6] J. Yin, F. Zeng, Q. Wan, F. Li, Y. Sun, Y. Hu, J. Liu, G. Li and F. Pan, Adv. Funct. Mater. 28 (2018) 1706927.

© 2019年 応用物理学会