

課題番号 : F-20-OS-0039
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : ポリマー配線を用いたニューラルネットワーク型情報回路の創成
 Program Title (English) : Innovation of neural network circuits using conducting polymer wires
 利用者名(日本語) : 赤井恵^{1,2)}, 竹舘勇樹³⁾, 萩原成基³⁾, 新田純弥³⁾, 関崎翔馬³⁾
 Username (English) : M. Akai-Kasaya^{1,2)}, Y. Takeshima³⁾, N. Hagiwara³⁾, A. Nitta³⁾, S. Sekizaki³⁾
 所属名(日本語) : 1) 北海道大学情報科学研究院, 2) 大阪大学大学院理学研究科,
 3) 大阪大学大学院工学研究科
 Affiliation (English) : 1) Faculty of Information Science & Technology, Hokkaido University
 2) Graduate School of Science, Osaka University
 3) Graduate School of Engineering, Osaka University
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、成膜・膜堆積、形状・形態観察、電気計測

1. 概要(Summary)

導電性ポリマーとして知られる PEDOT:PSS (Poly(3,4-ethylenedioxy-thiophene):polystyrene sulfonate)のワイヤー状重合成長は空間配線材料としての応用が期待されている。本研究ではこのポリマーワイヤーを用いて、シナプスが結合強度を変化させるかの如く、空間的に離れた電極間のコンダクタンスを制御できる素子を作製することに成功した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

高速大面積電子ビームリソグラフィ装置、LED 描画システム、多元 DC/RF スパッタ装置

【実験方法】

まず、上記装置群を用いて作製したギャップ長 50 μm の金電極ギャップをモノマーとドーパントの混合前駆体溶液に浸した。その後、電極間へ矩形波交流電圧を印加することで電極先端におけるポリマーワイヤーの電解重合成長を誘起し、電極間を架橋させた。本実験ではこの、ポリマーワイヤー架橋後の電極ギャップに関して、電極間コンダクタンス変化を観察した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

一方の電極を接地した状態で、もう一方の電極へ 2.5 V の電圧パルスを 2 秒間隔で連続したところ、電極間コンダクタンスが徐々に増加していく現象が観測された(Fig. 1(a))。また、得られた値は半永久的に保持されることが確認された。このようなコンダクタンス変化挙動はシナプス長期増強(Long-term potentiation: LTP)と呼ばれる、脳

の長期記憶形成に関わるシナプスの働きに類似している。これは、パルス印加時に陽極近傍のポリマーワイヤー表面においてポリマーの酸化重合が進行し、ワイヤー径が局所的に増加することに由来する(Fig. 1(b))。

本成果により、導電性ポリマーを用いて脳のように学習できる情報処理回路の実現可能性が示唆された。

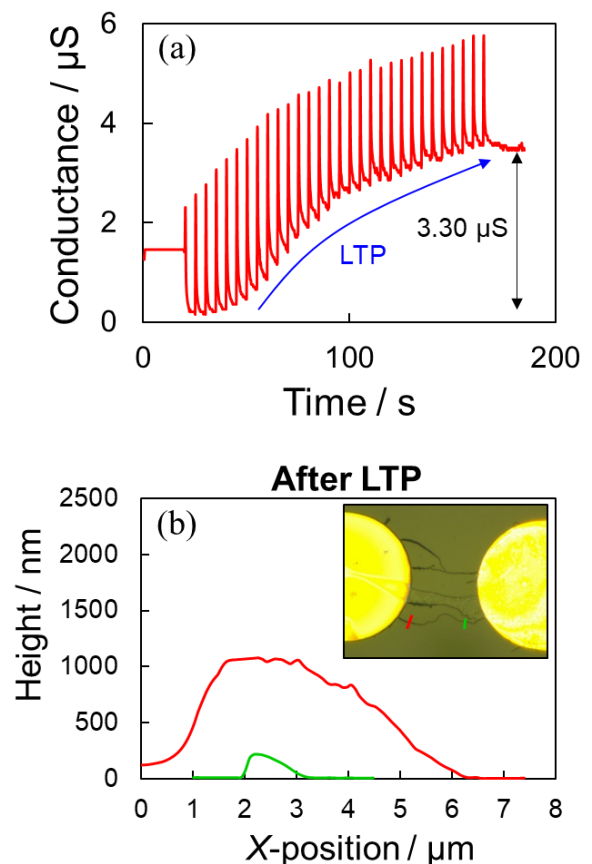


Fig. 1 (a)Change in conductance between the electrodes during continuous pulsing. (b)Optical microscope images and atomic force microscopy (AFM) height profiles of the polymer wire after pulsing.

4. その他・特記事項(Others)

・装置の操作方法について御指導頂きました微細加工 PF の支援員の方々に深く感謝致します。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) N. Hagiwara *et al.* *Polymers* **13**, 312 (2021).

(2) N. Hagiwara *et al.* “Long- and Short-Term Conductance Control of Conductive Polymer Wire Synapses”, Joint Symposium of JSPS-DST Bilateral Research Project, online, Japan, (Feb. 24 2021).

(3) 萩原 成基 他, “ウェアウェア創生に向けたポリマーシナプス素子の開発”, 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会, 9a-Z28-6, (オンライン開催), 2020 年 9 月 8-11 日.

6. 関連特許(Patent)

なし。