

ウェットウェア創生に向けたポリマーシナプス素子の開発

Development of polymer synaptic device for the creation of wetware

阪大院工¹, 北大院情報², [○]萩原成基¹, 浅井哲也², 桑原裕司¹, 赤井恵^{1,2}Osaka Univ.¹, Hokkaido Univ.², [○]N. Hagiwara¹, T. Asai²,Y. Kuwahara¹, M. Akai-Kasaya^{1,2}

E-mail: hagiwara@ss.prec.eng.osaka-u.ac.jp

脳神経系にヒントを得た情報処理技術である人工ニューラルネットワーク(Artificial Neural Network: ANN)はソフトウェア上で実装され、AI技術の発展に貢献してきた。しかし ANN は並列的な演算であるため、従来のノイマン型コンピュータ上ではその構造上、計算効率や消費電力の面で課題がある[1]。そこで我々はこれまで、実際の脳のごとく液中でネットワーク形成が可能なシナプス素子及びこれを用いた新方式プロセッサ「ウェットウェア」を提案してきた[2]。電解重合によってワイヤー状に成長して任意の電極間を架橋できる PEDOT:PSS(poly(3, 4-ethylenedioxythiophene):polystyrene)と呼ばれる導電性高分子は、自在に配線可能なシナプス素子となり、特徴抽出型ニューラルネットワークといった情報処理回路を形成して学習することが出来る。

今回、電極間に架橋させた PEDOT:PSS ワイヤー1本の導電性変化を利用した電極間コンダクタンス値の制御を試みた。まず、マイクロギャップを持つ Au 電極対が平面的にパターンニングされた電極基板上に、モノマー材 EDOT(3, 4-ethylenedioxy-thiophene) 0.135 M、電解質材料として PSS 0.02 M を混合した溶液を滴下する。電極間に矩形波ポテンシャルを印加することでワイヤーが成長し、電極ギャップ間を架橋する (図 1)。我々はこの架橋させたワイヤーに-2.5 V のパルス電圧 (幅 10 ms) を数回ほど印加すると、電極間コンダクタンス値が急激に上昇することを見出した。さらにこの状態で ± 1.5 V 程度のパルス電圧 (幅 10 ms) を印加すると、パルス電圧の正負に応じてコンダクタンス値が増減し、条件によって過渡的な変化も見せるが、到達したコンダクタンス値を一定時間保持し得ることが明らかとなった (図 2)。以上の結果から、PEDOT:PSS ワイヤーがシナプスの可塑性を再現できることが示された。今後ワイヤーの配線技術を確認することで、実際のニューロンにおいて見られる軸索誘導とシナプス可塑性を両立して模倣し得るシナプス素子が実現出来る。

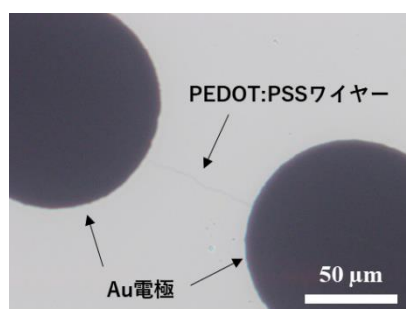


図 1 電極間を架橋するポリマーワイヤーの光学顕微鏡像

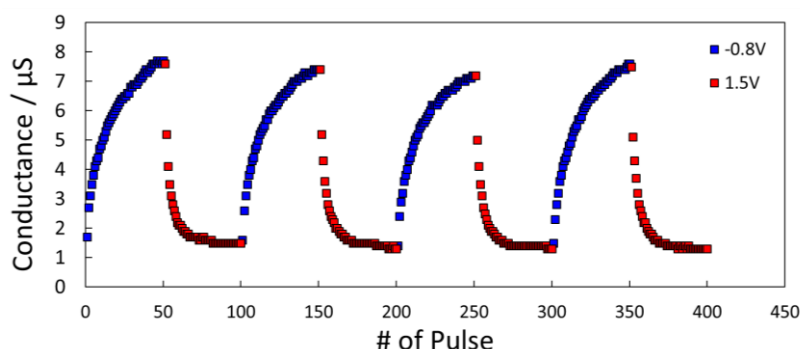


図 2 パルス電圧印加による電極間コンダクタンス値変化

[1] Paul A. Merolla *et al.*, Science **345** (6197), 668-673, (2014)[2] M. Akai-Kasaya *et al.*, Japanese Journal of Applied Physics **59**, 060601 (2020)