

ナノ電極を用いたポリアニリンネットワークによる物理リザーバー実装

Toward physical reservoir system composed of polyaniline nano-network

阪大院理¹, 九工大生命体工², 九工大 Neumorph センター³ ○(M2)川嶋 悠哉¹, 宇佐美 雄生^{1,2,3},

琴岡 匠², 田中 啓文^{2,3}, 松本 卓也^{1*}

Osaka Univ.¹, Kyushu Inst. Tech. LSSE², Kyushu Inst. Tech. Neumorph Center³, °Yuya Kawashima

Yuki Usami^{1,2,3}, Takumi Kotooka², Hirofumi Tanaka^{2,3}, Takuya Matsumoto^{1*}

E-mail: kawashimay19@chem.sci.osaka-u.ac.jp

[序] リザーバーコンピューティング(RC)はリザーバー層で行われる演算を物理現象に置換する情報処理システムである[1]。RC デバイスを開発するためには、デバイス内に非線形応答が必要である。我々はこれまで導電性高分子である自己ドーピング型ポリアニリン(SPAN, Fig1)を用いて、非線形電気特性が発現することを見出した[2]。しかし、先行研究ではマイクロギャップ電極を用いており、非線形応答が弱く、また非線形特性の発現確率が低いという課題があった。本研究では、ナノギャップ(30nm)電極を用いて SPAN ネットワークに強い電界を与えることで、電子ホッピングの実効的な活性化エネルギーを変化させて非線形 I-V 特性を得た。本発表では、ナノギャップ電極を用いた SPAN ネットワークの RC デバイスとしての適用可能性を報告する。

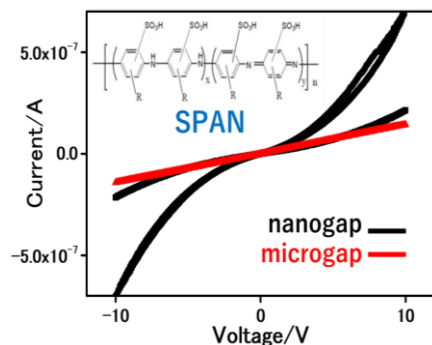


Figure 1. I-V curve of SPAN with nano- and micro-electrodes.

[実験] EB リソグラフィ法を用いナノギャップ多電極の作製を行い、SPAN (濃度 5.0×10^{-4} wt %) 溶液を滴下・乾燥することで SPAN ネットワークを形成した。 10^{-3} Pa の真空下で、1 入力端子-多出力端子の構成で行った。電気特性は ± 10 V の電圧範囲で検討した。RC デバイスとしての性能評価のために 11Hz の正弦波を共通電極から入力し、それぞれ異なる電極から得られた 15 の出力を目標波形に近づけ、波形生成学習を行った。

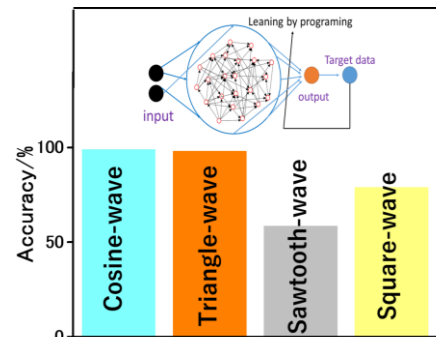


Figure 2. The accuracies of waveform generation task.

[結果と考察] Fig.1 にナノギャップおよびマイクロギャップ電極を用いた時の SPAN の I-V カーブを示す。ナノギャップ電

極では、①はっきりとした非線形特性と②伝導パスにおける試料の不均一性に由来する多様な電気特性が得られた。このような特性を活用して、RC による様々な波形学習を試みたところ、Fig.2 に示したように、様々な目標波形に対して高い精度が得られた。以上の結果から、分子ナノネットワークとナノ電極のシステムを用いることで、室温かつ真空下で動作する RC による演算処理機能が発現することが示された。現在 RC のベンチマークタスクである Short-term memory task と実践的なデモンストレーションとして音声認識を試みている。

参考文献: [1] G. Tanaka et al., *Neural Netw.* **115**, 100 (2019).

[2] Y. Usami et al., *Jpn. J. Appl. Phys.*, **56**, 128001 (2017).