

分子準位共鳴トンネルによる神経型デバイス

Neuromorphic devices using resonance tunneling through molecular levels

阪大理 ○松尾将矢, 川嶋悠哉, 坂本怜央, 西嶋知史, 大塚洋一, 大山浩, ○松本卓也

Osaka Univ., Masaya Matsuo, Yuya Kawashima, Leo Sakamoto, Satoshi Nishijima, Yoich Otsuka,

Hiroshi Oyama, ○Takuya Matsumoto

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

【はじめに】 脳の動作原理をナノ材料ネットワークで模倣する「マテリアル知能」の考え方が注目されている。脳の神経回路は複雑な特性を示すが、神経型情報処理で必要となる神経細胞のミニマルモデルは、閾値を持つ非線形性とヒステリシスである。このミニマルモデルを分子系で実現する戦略として、分子骨格に関与せず、電極からも絶縁された遷移金属錯体の d 軌道に着目した。これまで Ru 錯体である N719 で修飾したナノギャップ電極を金微粒子で架橋したデバイスを形成し、適切な距離から分子軌道へ電子をトンネル注入すれば、10-300 K の広い温度領域で熱擾乱の影響を受けることのない急峻な閾値特性が得られることを明らかにした。本発表では十字型電極を用いてネットワーク化を試みたので報告する。

【実験】 電子ビームリソグラフィによる重ね合わせ描画と、抵抗加熱による真空蒸着法を用いて 100 nm のナノギャップを複数有する金電極を作製した。次に、電極を 6-AHT と N719 のエタノール溶液にそれぞれ 24 時間ずつ逐次的に浸漬し、SAM 膜と N719 の分子膜を形成した。その後、粒径 150 nm の金微粒子溶液を滴下して金微粒子架橋構造を形成した。

【結果】 Fig.1(a)に電極構造、(b)に微粒子架橋の様子、(c)に得られた I-V 曲線を示した。電極ギャップには幅があるので、複数の金微粒子の吸着が可能である。また、金微粒子がギャップの周りで凝集したときには、複数の微粒子を介した電気伝導が期待できる。I-V 特性には経路による多様性があるが、閾値電圧は分子軌道のアラメントにより決まっているので、1 V 近くで安定して現れてる。分子準位共鳴トンネルを利用することにより、神経ネットワーク型の情報処理において、閾値電圧の安定性と結合係数の多様性を両立することができた。

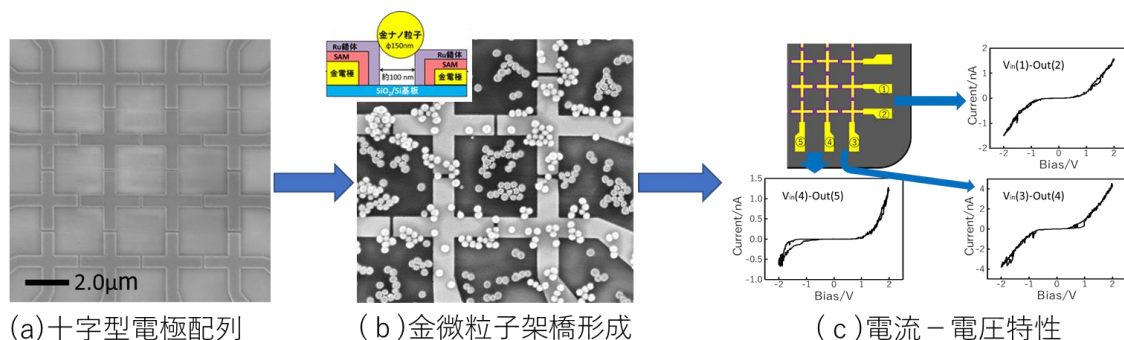


Figure 1 金微粒子架橋によるRu錯体分子接合のネットワーク化

[1] S. Nishijima et al., *Nanotechnology*, **29** 245205 (2018).[2] Y. Otsuka et al., *ACS Appl. Mater. Interfaces*, (2019) DOI:10.1021/acsami.9b05569