ポリアニリンナノ構造による神経型デバイス

Neuromorphic devices using polyaniline nano-structure

阪大理　川嶋悠哉，宇佐美雄生，鮑建楠，塚原由裕，大塚洋一，大山浩，°松本卓也

Osaka Univ. , Yuya Kawashima, Yuki Usami, Bao Jiannann, Yuya Tsukahara, 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。高分子物質は自己組織的にネットワーク型構造をつくることができるので、ネットワークの一部に非線形特性を持つ部位を導入することができれば、神経細胞のミニマルモデルとなる。

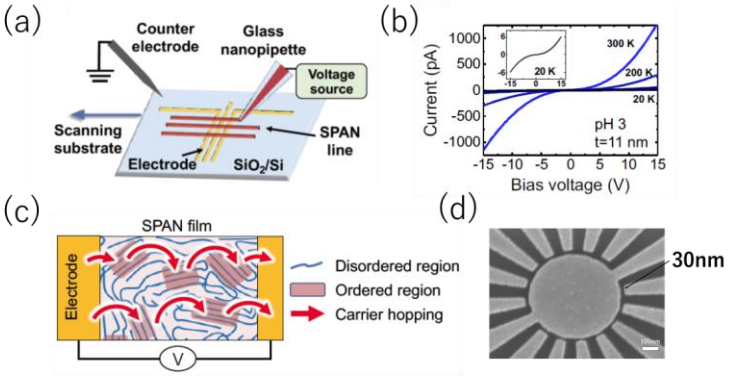

Figure 1. (a) キャピラリーリソグラフィー　(b) 電流-電圧特性 (c) 電気伝導性高分子のホッピング伝導　(d)ナノギャップ電極

ポリアニリンスルホン酸は、スルホン酸による自己ドープにより、優れた電気伝導性を示すだけでなく、水溶性であることからナノ構造を容易に形成することができる。ポリアニリンのナノ構造を形成することにより、非線形特性の導入を試みた。

【金微粒子導入】ポリアニリン薄膜に金微粒子を導入すれば、ポリアニリンの秩序構造を局所的に乱すことができる。金微粒子の周りでは、ポーラロンが減少しキノイド構造となっていることが顕微ラマンスペクトルの測定から明らかになった。金微粒子近傍を通る電流経路では、I-V カーブは非線形特性を示した。

【ボトルネック導入】一般に電気電導性高分子は、電気伝導性グレインと乱れた絶縁相の混合状態であり、伝導性グレイン間のホッピング伝導を示す。キャピラリーリソグラフィーにより、幅と厚さを制限すれば、ホッピング伝導の経路が限られたボトルネックが生じる。ボトルネックの前後では、ホッピング経路が数多くあるためにオーミックな電気特性を示すので、ボトルネックの両端に電界が集中する。その結果、ホッピング障壁が局所的に崩壊して、非線形電気特性を示すことが分かった。

このようなホッピングバリアの崩壊は、電極間距離を短くすることでも観測される。微細加工により作成したギャップ間隔 30 nm の電極を用いてポリアニリンの電気伝導測定を行うと、非線形 I-V カーブが得られた。

【リザバー計算への応用】】複数電極を持つ非線形試料を用いて、神経型計算を試みている。

© 2022年 応用物理学会