

高い電荷注入能力と低インピーダンス特性を持つ PEDOT/Pt-black マイクロ電極デバイスの神経刺激応用

High-performance microelectrode of PEDOT/Pt-black for low voltage neurostimulation

○山口健太郎¹、田中将徳¹、山際翔太¹、澤畑博人¹、沼野利佳³、石田誠^{1,2}、河野剛士¹

(1. 豊橋技大 電気・電子情報、2. 豊橋技大 EIIRIS、3. 豊橋技大 環境生命)

○K. Yamaguchi¹, M. Tanaka¹, S. Yamagiwa¹, H. Sawahata¹, R. Numano³,

M. Ishida^{1,2}, and T. Kawano¹ (1. Toyohashi Tech. Electrical and Electronic Information Engineering.,
2. EIIRIS, 3. Environmental and Life Science Engineering.)

E-mail: yamaguchi-k@int.ee.tut.ac.jp

はじめに: 近年、脳神経科学の分野において局所空間における細胞の記録と刺激を可能とする神経電極の微小化が求められている。しかし、電極の微小化に伴い、電気的インピーダンスの増加、電荷注入能力の低下が課題である。そのため、電極の微小化においても、電極自身の低インピーダンス特性、細胞を刺激においては十分な電荷注入能力を可能とする電極材料が必要となる。Poly (3,4-ethylenedioxythiophene) (PEDOT) は導電性を持つ高分子材料であり、優れた導電性、高い電荷注入特性や生体適合性の観点から様々な分野で注目されている。また、Pt-Black (白金黒) はその表面にナノスケールの多孔質構造を持つことで立体的に実効表面積を増やすことができる。本研究では、この立体的に実効表面積を増やす Pt-Black 上に PEDOT を成膜した電極材料を新たに提案し、目的とする局所空間での細胞記録・刺激に有効な神経電極の製作・評価を行った。

デバイス製作: 電気めっき法により Pt 電極上に Pt-black を成膜し、その後 PEDOT を成膜することで、PEDOT/Pt-Black マイクロ電極を製作した。成膜 (めっき) 条件は、それぞれ Pt-Black が 400 mV (10 sec)、PEDOT が 1.0 V (60 sec) であった。

結果: 製作した 30 μm 直径の PEDOT/Pt-black 電極は 684 mC/cm^2 の電荷注入特性を示し、これは同直径の Pt-black 電極の 1.6 倍の値であった。直径 8 μm の電極を用いたインピーダンス特性評価においては、PBS 中において 120 $\text{k}\Omega$ (1 kHz) を示し、これは同直径の Pt-black 電極 (195 $\text{k}\Omega$) より低い値を得た。実際に製作した直径 8 μm の PEDOT/Pt-black 電極を用いてマウスの坐骨神経の刺激実験を行った。刺激可能な電圧閾値は 400 mV であり、これは私たちが高い電荷注入特性を示す材料として開発した同直径の IrOx/Pt-black (> 700 mV) [1]より低い電圧で刺激できる結果であった[2]。

[1] S. Yamagiwa, A. Fujishiro, H. Sawahata, R. Numano, M. Ishida, T. Kawano, *Sensors and Actuators B*, 206, 205-211, 2015.

[2] K. Yamaguchi, M. Tanaka, S. Yamagiwa, H. Sawahata, R. Numano, M. Ishida, T. Kawano, *IEEE MEMS*, 2016.

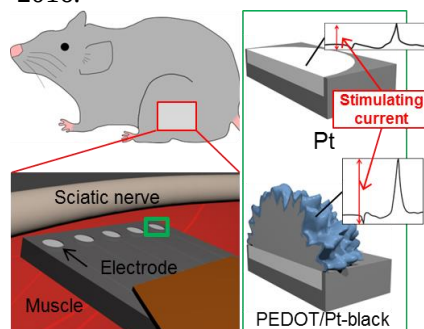


Fig. 1 Schematics for
PEDOT/Pt-black microelectrodes.

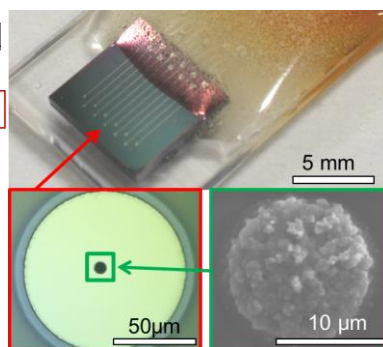


Fig. 2 Fabricated
PEDOT/Pt-black electrodes.

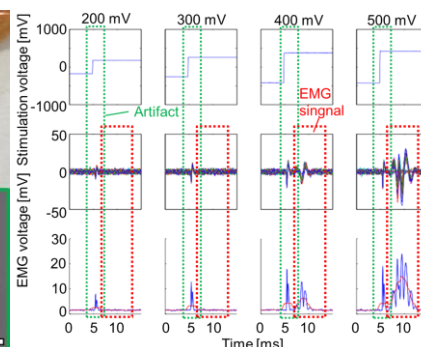


Fig. 2 EMG waveforms during *in vivo* nerve stimulation.