

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 マイクロプローブ電極デバイスの神経刺激応用 High-performance PEDOT/Pt black microelectrode for neurostimulation

○高橋昇志¹、山口健太郎¹、山際翔太¹、澤畑博人²、沼野利佳³、鯉田孝和⁴、河野剛士¹

(1.豊橋技大 電気・電子情報、2.産業技術総合研究所、3. 豊橋技大 環境・生命、4. 豊橋技大 EIIRIS)

○N. Takahashi¹, K. Yamaguchi¹, S. Yamagiwa¹, H. Sawahata², R. Numano³,
K. Koida⁴, and T. Kawano¹

(1. Toyohashi Tech. Electrical and Electronic Information Engineering, 2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. Toyohashi Tech. Environmental and Life Science Engineering, 4. Toyohashi Tech. EIIRIS)
E-mail: takahashi-n@int.ee.tut.ac.jp

はじめに: 脳計測に用いられる刺入型の微小電極は、電気的な細胞の計測だけでなく局所空間における細胞の刺激を可能とする刺激応用も期待される。組織や細胞の損傷低減のためには、組織に刺入する電極の更なる微細化が求められている。しかし、電極の微細化に伴い、電気的インピーダンスの増加、電荷注入能力の低下により効率的な細胞刺激が困難となる。そのため、電極の微細化においても、低インピーダンス特性、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[1]。Poly (3,4-ethylenedioxythiophene) (PEDOT) は優れた導電性を持つ高分子材料であり、高い電荷注入特性や生体適合性の観点から注目されている。また、Pt black (白金黒) はナノ多孔質構造を持ち立体的に実効表面積を増やすことができる。本研究では、直径 5 μm (長さ 400 μm) のプローブ電極を用いて、その先端に Pt black、その上に PEDOT を成膜した PEDOT/Pt black を提案し、目的とする局所空間での細胞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マイクロプローブ電極 (白金, Pt) の先端部に Pt black を選択的に成膜し、その上に PEDOT を同様に成膜することで、PEDOT/Pt black を先端とするマイクロプローブ電極を製作した[2]。電気めっきの成膜条件は、それぞれ Pt black が 0.4 V (400 μA)、PEDOT が 1.4 V (20 min) であった。

結果: 製作した 5 μm 直径の PEDOT/Pt black 電極のインピーダンスは、PBS 中において 412 k Ω (1 kHz) を示した。これは Pt black のみ電気メッキしたプローブ電極 (361 k Ω) より高い値となった。しかし、電荷注入特性においては、Pt black 電極 (238 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$) の 4.3 倍の値である 1017 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ を示した。過渡応答特性評価においては、PEDOT/Pt black 電極の出力電圧は 2.97 V_{pp} を示し、これは Pt black 電極 (3.13 V) よりも低い値であった。各電極材料のめっき条件を最適化することで、今後更に低電圧刺激が可能なマイクロプローブ電極が実現できると考えている。

[1] S. Yamagiwa, et al., *Sensors and Actuators B*, 206, 205-211, 2015.

[2] K. Yamaguchi, et al., *IEEE MEMS*, 2016.

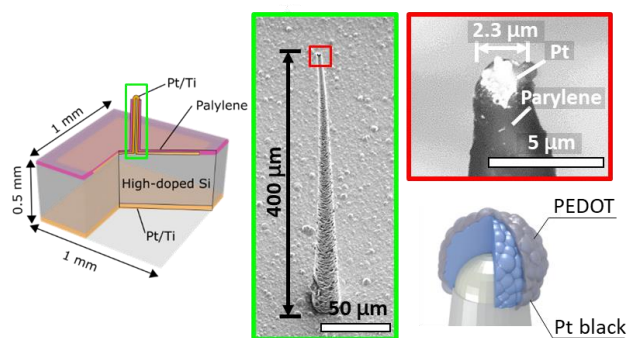


Fig. 1 Schematics for PEDOT/Pt black microelectrode.

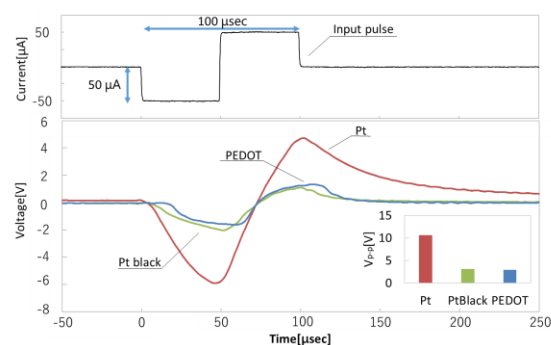


Fig. 2 Voltage transient of microelectrodes in response to biphasic, symmetric current pulse.