

シリコンウィスカ神経電極ブロックモジュール

Silicon-whisker electrode block modules for multi-channel neuronal recordings

豊橋技科大¹, EIIRIS² ○澤畑博人¹, 山際翔太¹, 守谷愛里¹, 大井英生², 安東頼子²,
沼野利佳^{1,2}, 石田誠^{1,2}, 鯉田孝和², 河野剛士¹
Toyohashi Tech.¹, EIIRIS², °H. Sawahata¹, S. Yamagiwa¹, A. Moriya¹, H. Oi², Y. Ando²,
R. Numano^{1,2}, M. Ishida^{1,2}, K. Koida^{1,2}, T. Kawano¹
E-mail: sawahata@ee.tut.ac.jp

はじめに： 刺入型電極アレイを用いたニューロンの多チャンネル同時計測は脳メカニズムの解明のために有効な方法だが、チャンネル数の増加に伴って脳組織に対する侵襲性の増大が課題であった。我々のグループでは過去に、選択的 Vapor-Liquid-Solid (VLS) 結晶成長法を用いた非常に細い（直径 10 μm 以下）のシリコンウィスカ電極アレイを提案した[Fujishiro et al., 2014]。これにより刺入時におこる 1 極あたりの組織損傷を軽減できるため、低侵襲な多チャンネルニューロン計測の実現が期待できる。しかしながら従来の製作手法では、電極の欠損や電気的特性のばらつきが一定確率で生じてしまうため、歩留まりの高い電極アレイを製作することは困難である。そこで我々は、小サイズのシリコンブロックにシリコンウィスカ電極を 1 極のみ形成した“単電極モジュール”を製作し、適切なモジュールのみを組み合わせることで歩留まりが 100%の電極アレイを製作する手法を考案した。本研究では、提案する手法の実現に向けて、単電極モジュールの設計・製作・電気的評価とマウス大脳皮質を対象としたデバイス有効性の評価実験を実施した。

製作手法： 単電極モジュールの製作手法を Fig. 1 に示す。まず(1) 低抵抗 (N 型、0.02 $\Omega\cdot\text{cm}$) のシリコン (111) 基板上に(2) VLS 結晶成長法を用いて直径 3 μm 長さ 160 μm のシリコンウィスカを形成し、(3) チタン及びプラチナを成膜、(4) parylene-C 絶縁膜を成膜後、(5) O_2 プラズマエッチングで電極先端を開孔し、(6) その後レーザーダイシングでシリコン基板を切断し 1 mm×1 mm 角のチップを製作した。最後に、(7)電極先端に Pt-black メッキを施し、インピーダンス 100 k Ω 以下 (1 kHz in saline)のウィスカ電極モジュールを得た (Fig. 2)。

評価実験： 電極としての性能を確認するために、マウス大脳皮質からの神経活動計測を実施した。麻酔下でマウスの頭蓋骨および硬膜を除去し右の大脳皮質を露出させた後、マイクロマニピュレータを用いてウィスカ電極を第一次視覚野(V1)に刺入した。視覚刺激として LED 光源によるフラッシュ刺激を左眼に与えた結果、視覚刺激に一定潜時(80-100 ms)で応答する神経スパイク信号が確認された(Fig. 3)。

結論： 歩留まりの高いシリコンウィスカ電極アレイデバイスの製作に向けて、単電極モジュールを製作・評価し、実際に神経スパイク信号の計測が可能であることが確認できた。今後、電極モジュールを結合しアレイ化することで歩留まり 100%のウィスカ神経電極アレイを製作する。

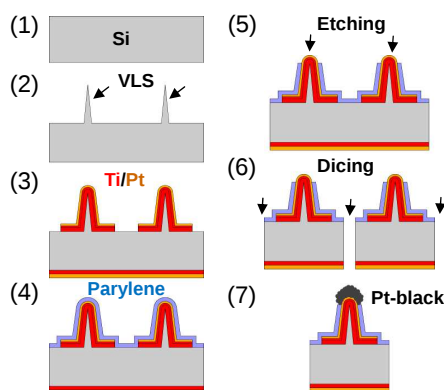


Fig. 1 電極モジュールの製作工程

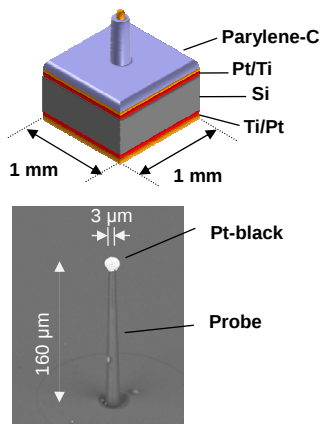


Fig.2 単電極モジュール

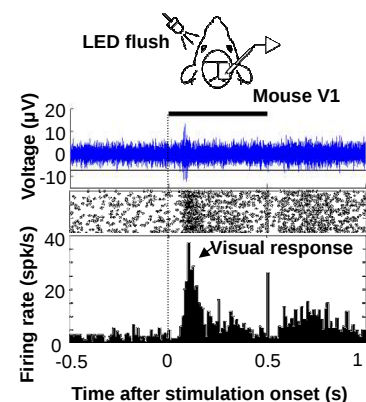


Fig.3 マウス大脳からの神経スパイク信号計測

[1] A. Fujishiro, et al., Scientific Reports, Vol. 4, No. 4868, May 2014.