

脳領域への光刺激に向けたマイクロ LED プローブの作製と温度評価 Fabrication and evaluation of MicroLED probe for Brain Stimulation Device

豊橋技科大・工¹, 名市大・院・薬², JST さきがけ³

○安永弘樹^{1,3}, 新古大輔¹, 中山雄晟¹, 大澤匡弘², 関口寛人^{1,3}

Toyohashi Tech¹, Nagoya city Univ.², JST PRESTO³,

○H. Yasunaga^{1,3}, D.Shinko¹, Y. Nakayama¹, M. Ohsawa², H. Sekiguchi^{1,3}

E-mail: yasunaga.hiroki.rs@tut.jp, sekiguchi@ee.tut.ac.jp

近年、脳領域間や脳層間に点在する神経細胞が複雑に高速で絡み合っていることがわかってきた。従来、行われてきた電気・薬剤による刺激では広い空間に影響を及ぼしてしまうため、新たな局所刺激ツールとして青色光が注目を集めている[1]。深部領域や多領域に渡って光刺激を行うために、マイクロ LED を針型に集積したマイクロ LED プローブの作製がされてきた[2]。しかしながら、生体内で駆動させるデバイスのため、体温を超えるデバイス温度は熱刺激や脳ダメージにつながるためデバイスからの熱の影響を考慮して抑制しなければならない。また、針型形状であるマイクロ LED プローブにおける熱分布については不明瞭である。そこで本研究では、マイクロ LED プローブの温度変化に関して評価を行った。

マイクロ LED は発光波長 460 nm の Si 基板上 LED ウエハを用いて、直径 50 μm のマイクロ LED を有するプローブを作製した。シャンク幅は 80 μm でシャンク長は 1.1 mm と 3.3 mm である。立ち上がり電圧が 2.8 V の整流特性が観測され、明瞭な青色発光が観察された。次に、マイクロ LED の光出力特性を Fig.2 に示す。細胞の活性化には 10 mW/mm^2 以上の光出力が求められるが 1 mA 以下で達成できており、この時の外部量子効率率は 2.9% であった。次に、パルスで駆動させた時のマイクロ LED からの発熱を大気中で 10 mA の電流注入駆動で評価した(Fig.3)。動物実験では最大 1 kHz のパルス駆動を行うが、測定系の関係から周波数を 1、10、50Hz としてパルス幅を 2~500 msec で変化させて駆動を行った。同周波数内でパルス時間が上昇すると比例して温度変化も大きくなる。また、パルス幅が長くオフの時間が短いほど温度変化が大きくなるという結果が得られた。これは、オフの時間が短いと熱がデバイス外に放出、または、Si 基板を通してマイクロ LED 以外に拡散していると考えられる。今後は、脳内を模した生理食塩水内におけるマイクロ LED 駆動および動物への刺入実験をしていく。

【謝辞】本研究の一部は JST さきがけ(JPMJPR1885)、光科学技術研究振興財団、日東学術振興財団の援助を受けて行われた。

【参考文献】 [1]Boyden ES, *et al.*, *Nat Neurosci* **8**: pp.1263–1268 (2005). [2]J. G. McCall, *et al.*, *Nat. Protoc.*, **8**, pp. 2413–2428 (2013).

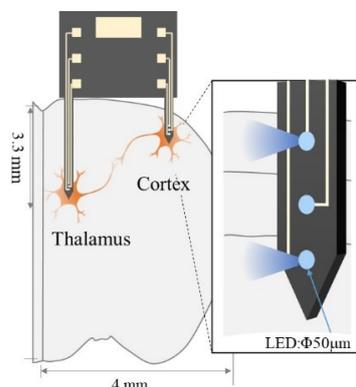


Fig.1 Emission image of invasive GaN-MicroLEDs probe into the differential area.

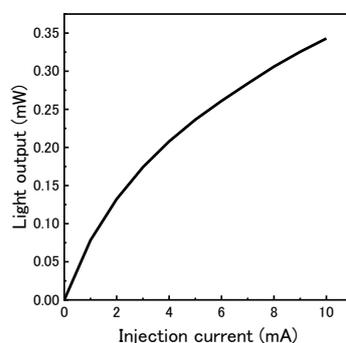


Fig.2 Emission intensity as a function of current MicroLED probe.

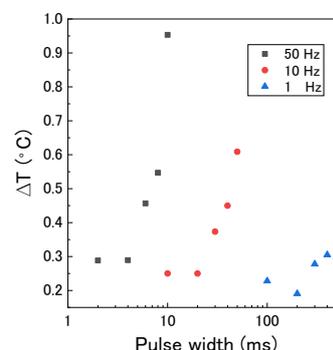


Fig.3 Measured peak temperature of various pulse width.