μLED 埋め込み型フレキシブルオプト神経プローブの開発

Development of μLED-Embedded Flexible Opto-Neural Probe

○島 智大[1], 煤孫 裕樹[1], 張 博文[1], 浦山 翔太[2], 木野 久志[3], 福島 誉史[1], 田中 徹[1,4]
(1. 東北大院工 2. 東北大工 3. 東北大学際研 4. 東北大院医工)
○Chidai Shima[1], Susumago Hiroki[1], Zhang Bowen[1], Shota Urayama[2], Hisashi Kino[3], Takafumi Fukushima[1], and Tetsu Tanaka[1,4]
(Graduate School of Engineering[1], School of Engeering[2], Frontier Research Institute for Interdisciplinary Sciences[3], Graduate School of Biomedical Engineering[4], Tohoku Univ.)
E-mail: link@lbc.mech.tohoku.ac.jp

近年の脳科学研究において、光応答性因子を特定の神経細胞に遺伝導入し、狙った神経細胞の活動電位を光刺激で制御するオプトジェネティクスと呼ばれる手法が注目されている。そのため、脳内の神経細胞の活動電位や LFP を記録する従来の神経プローブに加え、光ファイバ[1]や光導波路[2]、μLED を搭載して光刺激可能なオプト神経プローブの開発が盛んに行われている。その中でも μLED は極小かつ電気制御が可能なため、ワイヤレス給電による完全埋込型[3]や多点光刺激[4]のための神経プローブに用いられている。μLED を神経プローブ上に作製する方法として、GaN ウェハ上に配線を形成して針形状化する方法[4]が検討されているが、サファイア基板と脳は弾性率の差が大きいため、侵襲性が高くなる恐れがある。柔軟なポリイミド基板に μLED をバンプ接合する方法[5]も検討されているが、脳に刺入する際に別途治具が必要であり、この治具による侵襲性増大も懸念される。

本研究では Fan-Out Wafer-Level Packaging (FOWLP) 技術を応用した μLED 埋め込み型フレキシブルオプト神経プローブを提案する。提案する μLED 埋め込み型フレキシブルオプト神経プローブの模式図を図 1 に示す。また、その作製工程を図 2 に示す。脳への侵襲性及び刺入用治具の観点から、プローブ基材として弾性率 1GPa のエポキシ樹脂を選択した。フレキシブルオプト神経プローブには、サイズ 125μm×225μm×100μm の μLED を埋め込み、複数の記録電極を形成した。μLED を熱剥離テープに仮固定後、アンカー層としてパリレン C を成膜した。アンカー層によって μLED 電極面へのエポキシ樹脂の回り込みが抑制でき、μLED と配線の良好な電気的接続が可能になる。さらに μLED の配線と信号記録電極を形成し、プローブ形状に加工した。配線形成後の μLED の写真と発光強度-入力電力特性を図 3 に示す。作製したオプト神経プローブから Channelrhodopsin-2(ChR2)の閾値 1mW/mm^2 以上の発光が可能であることを確認した。講演では、信号記録電極のインピーダンス特性や脳ファントムへの刺入特性について詳述する。

本研究は JSPS 科研費 JP18H04159 の助成を受けたものです。

参考文献

[1]T. Morikawa and T. Tanaka, *et al.*, JJAP 56, 04CM08, 2017
[2]S. Kanno and T. Tanaka, et al., EMBC 2013, 253-256
[3]G. Shin and A. Rogers, *et al.*, Neuron 93, 509-521, 2017
[4]N. McAlinden and K. Mathieson, *et al.*, Frontiers in Neural Circuits, May 2015, Volume 9, Article 25
[5]S. Ayub and P. Ruther, *et al.*, Procedia Engineering 2015, 472-475

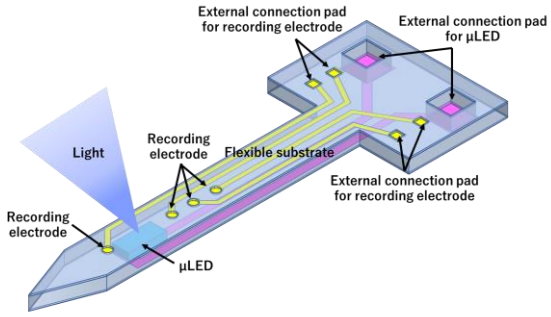


Fig. 1. Schematic drawing of μLED-embedded flexible opto-neural probe.

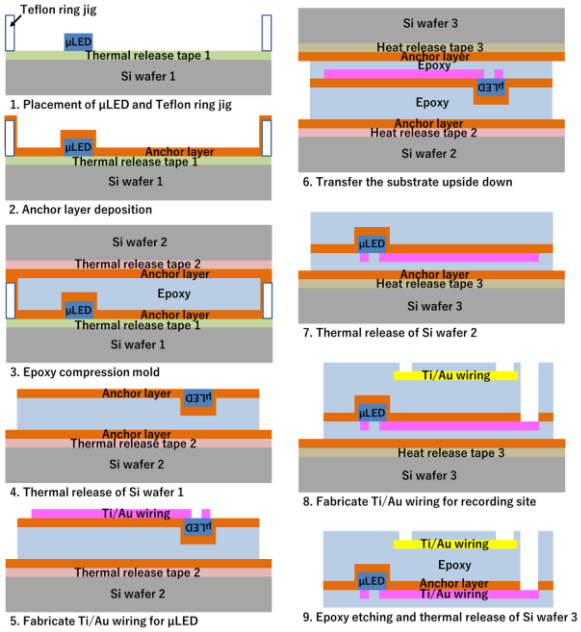


Fig. 2. Fabrication process flow.

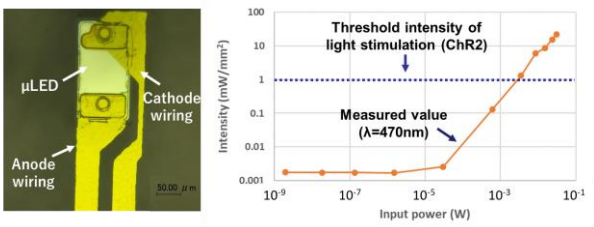


Fig. 3. Photograph and light intensity measurement result of embedded μLED.

© 2019年 応用物理学会