

空間的パターン光刺激のための GaN- μ LED アレイの作製Fabrication of GaN- μ LED array for spatially precise optical control豊橋技科大¹, 沖縄科技大², JST さきがけ³, 増田 海斗¹, 安永弘樹¹, 福永泉美², 関口寛人^{1,3}Toyohashi Tech¹, OIST², JST PRESTO³, K. Masuda¹, H. Yasunaga¹, I. Fukunaga², H. Sekiguchi^{1,3}

E-mail: sekiguchi@ee.tut.ac.jp

オプトジェネティクスは、光を使って神経活動を制御するための新たなバイオツールとして注目されている。神経活動の光操作は高い時間分解能、そして可逆性を有するために脳機能を理解するためにとっても有効な手段となっており、更なる脳機能の理解に向けて最近では脳表面への空間的にパターン化された光刺激が試みられるようになってきている。現在はパターン化された光刺激を実現するためにプロジェクタのような DMD などによる空間変調器と光デバイスを組み合わせることでそれを達成しているが、実験動物の自由行動下や数日にわたった光刺激を位置を変えことなく正確に連続的に行うことは困難である。この要求を達成しうる手法として、埋植によって固定させるマイクロ LED アレイの活用が期待されている。本研究では脳表面の嗅神経をターゲットとした埋植可能なマイクロ LED アレイの作製を行ったので報告する。

嗅神経に対応する 1mm 四方の領域に対して 30 個の GaN- μ LED アレイが集積されるように設計を行った。Fig. 1 に作製した μ LED アレイの模式図を示す。本研究で作製する μ LED アレイはマウスの脳上部へと埋植することを想定したためマウスにとっての負担のない 2g 以下となるようフレキシブルプリント基板(FPC)への実装を考慮した設計とした。チップサイズは縦 3.5 mm×横 1.7 mm, μ LED のサイズは $40 \times 40 \mu\text{m}^2$, LED 間隔は $100 \mu\text{m}$ とした。また各 μ LED から $1450 \sim 3000 \mu\text{m}$ の長さのリード配線を延ばし、バンプによるフリップチップ実装のための Au パッドへとつなげた。 μ LED アレイの作製プロセスは次の通りである。発光波長 460nm である 6 インチ Si 基板上 LED ウェハを用意した。n 型層にアクセスするため、ドライエッチングによりメサ構造を形成し、電子ビーム蒸着法にて n 型電極(Ti/Al/Ti/Au/Ti)を形成した。その後、プラズマ CVD 法によりリード配線のための層間絶縁膜として SiO_2 を堆積した。p 型電極形成のためのコンタクトホールを開けたあと、ITO 透明電極, Ti/Au によるリード配線を形成した。立ち上がり電圧 2.6 V となる整流特性が観測され、明るい青色発光が得られた。これらの LED は独立駆動が可能のため、発光強度・発光箇所を自在に制御可能である。Fig. 2 に μ LED を 1 つ駆動させた際の顕微鏡下での発光像を示す。この点において 1mA のときの発光出力はおおよそ 30 mW/mm^2 であり、光刺激に十分な発光出力が得られた。Fig. 3 に 1mA の電流を注入した 30 個の μ LED の発光出力の分布を示す。多少のばらつきはあったものの光刺激に十分な出力がいずれの μ LED においても確認された。今後は本デバイスを実装し、マウスへの埋植実験へと応用していくことが求められる。

【謝辞】本研究の一部は JST さきがけ(JPMJPR1885), 東海産業技術振興財団, 内藤科学技術振興財団の援助を受けて行われた。

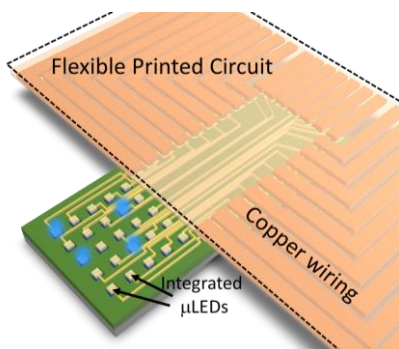


Fig. 1 Schematic diagram of micro-LED array for optogenetics

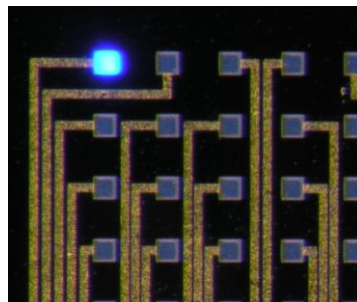


Fig. 2 Emission image of blue emitting GaN- μ LED under a microscope

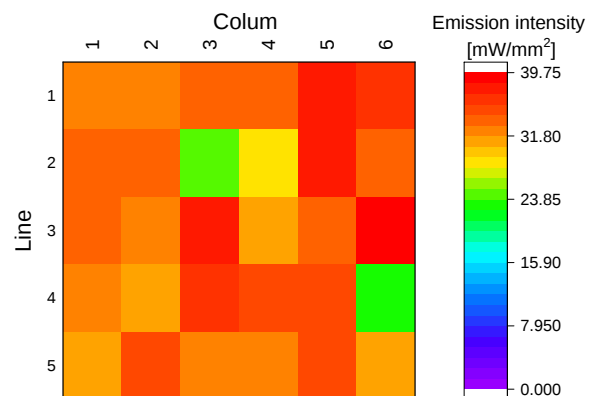


Fig. 3 Distribution of light output of a μ LED array driven at 1 mA