

光・化学遺伝学的同時操作のための LED/流路神経プローブの開発 Development of LED/fluidic channel neural probe to achieve simultaneous operation by optogenetics and chemical genetics

豊技大¹, 名市大², ALLOS³, JST さきがけ⁴

○大屋翔¹, 中山雄晟¹, 安永弘樹¹, 山崎久朗², 西川敦³, A. Loesing³, 大澤匡弘², 関口寛人^{1,4}

¹Toyohashi Tech, ²Nagoya City Univ., ³ALLOS, ⁴JST PRESTO

○K. Oya¹, Y. Nakayama¹, H. Yasunaga¹, H. Yamazaki², A. Nishikawa³, A. Loesing³, M. Ohsawa², H. Sekiguchi^{1,4}

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

脳機能解明に向けて局所的な神経活動を制御できる神経操作技術が注目されている。光で神経活動を制御できる光遺伝学技術は高い時間分解能で特定の神経活動を操作できる画期的な手法であるが、長期的な神経活動操作には向いていない。一方で、化学遺伝学的手法は長期的に特定の神経活動をできる一方で、短時間の活動制御には向かない。操作する神経細胞に応じてこれらの遺伝学技術を使い分けることができればより複雑な神経活動を制御し高次脳機能解明に迫ることができるが、異なるツールを用いるために併用するのは難しい。そこで、本研究では光操作するためのマイクロ LED 技術と薬液を投入するための流路デバイスを集積した新たな神経操作プローブの開発に取り組んだので報告する。

今回作製に取り組んだ神経操作プローブの模式図を Fig. 1 に示す。これまでに開発を進めてきたマイクロ LED を搭載した神経プローブに薬液を通すための流路を GaN 層下にある Si 基板に形成することを目的とした。まずマイクロ LED プローブの作製に向けて、発光波長 460 nm の InGaN 層を活性層を持つ Si 基板にエピタキシャル成長された GaN 系 LED ウェハを用意した。n 型層にコンタクトをとるためのメサ構造を形成後、p 電極、n 電極を形成した。ディープドライエッチング法を用いて脳に刺入可能な針型構造を得た。Fig. 2 に LED プローブの発光像を示す。直径 50 μ m のマイクロ LED が 6 つ搭載されており、独立駆動で青色の発光が得られた。

次に、開発する LED プローブへの流路チャンネル形成に向けて、GaN-LED/Si ウェハへの流路形成の検討を行った。ウェハ表面にプラズマ CVD により SiO₂ を 1 μ m 堆積させた後、マイクロチャンネルを形成するために幅 4 μ m、長さ 3mm もしくは 6mm の領域の SiO₂ を除去した。ICP-RIE を用いて GaN エピタキシャル層をエッチングし、さらにディープ RIE を用いて垂直方向に 20 μ m エッチングを行った。その後、横方向にチャンネルを広げるため XeF₂ ガスを用いた等方性エッチングにより幅 20 μ m、深さ 30 μ m のチャンネル領域を形成した。その後、プラズマ CVD 法によって SiO₂ を 5 μ m 成膜することでチャンネル上部を塞ぎ、流路を完成させた。その後、LED プローブの開発と同様に、ディープ RIE を用いた針構造形成技術により針型プローブ形状を得た。Fig. 3(a)に流路をもつ針型プローブの SEM 像を示す。針の先端に流路の出口が形成されていることが確認できる。ポリイミドチューブをデバイスに接続し、圧縮空気を用いた圧力制御により水を流したところ、100kPa 印加で 15 μ L/min の流量が制御された。これらの技術を組み合わせることで、LED/流路神経プローブが実現されると期待される。

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。

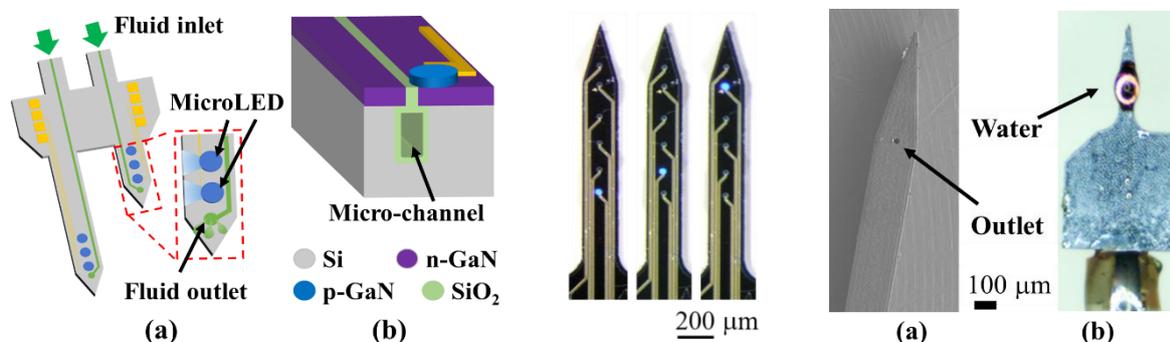


Fig. 1 (a)Schematic diagram of neural control probe, (b)Cross-section of needle tip Fig. 2 Emission image of microLED on probe Fig. 3 (a)SEM picture of the probe tip, (b)Dyeing water through the microchannel in the probe