

脳に密着可能な広域脳領域を標的とするフレキシブル μ LED の開発

Development of flexible MicroLED array film

widely covering and adhering to brain regions for small animals

豊技大¹, ALLOS², 獨協医大³, JST さきがけ⁴°北出泰己¹, 松平颯¹, 神田稜太¹, 西川敦², A. Loesing², 瀬戸川将³, 大川宜昭³, 関口寛人^{1,4}Toyohashi Tech¹, ALLOS², Dokkyo. Med. Univ.³, JST PRESTO⁴, °T. Kitade¹, H. Matsuhira¹R. Kanda¹, A. Nishikawa², A. Loesing², S. Setogawa³, N. Ohkawa³, H. Sekiguchi^{1,4}

E-mail: kitade.taiki.zc@tut.jp, sekiguchi@ee.tut.ac.jp

光感受性タンパク質を神経細胞に発現させることで神経活動を特定の光で制御できる光遺伝学的手法は時空間分解能が高く注目されているが、その制御範囲は局所的な神経細胞群に限られている。更なる脳機能の解明には広範囲の任意の領域をパターン的に光刺激することが求められる。これまでにプロジェクタとミラーを用いた組み合わせた手法が報告されているが^[1]、慢性的に同一個所を光刺激することは難しい。脳に密着可能な生体埋め込み型 LED デバイスがあれば、慢性的に空間的にパターン化された生体光刺激を実現できる。本研究では、脳に密着可能であり、広範囲を制御可能領域としてカバーしつつ極局所を標的とした生体光刺激も可能とするマイクロLED(μ LED)アレイフィルムを開発したので報告する。

フレキシブルシート上へと μ LED を並べるため、 μ LED 転写技術の開発を行った。まず GaN-LED/Si ウェハを用意し、中空構造をもつ LED アレイの開発を行った。これまで中空構造の作製では XeF₂ ガスによる等方性 Si エッチング技術を用いていたが、等方性であるために中空構造の高密度化が図れなかった。そこで、KOH 溶液による異方性ウェットエッチングを採用することで高密度化を図ることとした。GaN-LED/Si チップを用いて 7×6 で並べられた 80 μ m 角の μ LED アレイを作製後、 μ LED 周囲の GaN 領域をドライエッチングし Si 基板を露出させ、さらに露出した Si 層を 1 μ m ドライエッチングした(Fig. 1(a))。続いて、80°C の 40wt%KOH 溶液に浸すことで Si ウェハの [1-10] 結晶方位が優先的にエッチングされ、中空構造をもつ μ LED アレイが作製された(Fig. 3(c))。次に、作製した μ LED アレイをフレキシブルシートとなるパリレン薄膜上へと一括転写することを試みた。熱剥離シートを用いて μ LED アレイをピックアップし、パリレンシート上へと熱剥離シートを置き、150°C で加熱することで μ LED が熱剥離シートから離れパリレンシート上へとすべて μ LED が欠けることなく配置された。また転写された各 μ LED において位置ずれ、回転は確認されなかった。最後に、Ti/Au 金属配線(50/400 nm)を行い、フレキシブル μ LED フィルムが実現された。作製されたフレキシブルシート上の μ LED の電流-電圧特性を調べたところ、転写前後で特性劣化のない立ち上がり電圧 4.5V 程度の明瞭な整流性が確認された。明るい青色発光が得られ、ピーク EQE は 4%であった。本デバイスの開発により、生体埋め込み可能とする空間パターン光刺激デバイス実現の可能性が切り拓かれたと言える。

参考文献: [1] A. K. Dhawale *et al.*, *Nat. Neurosci.*, **13**, 1404 (2010).

謝辞: 本研究の一部は JST さきがけ(JPMJPR1885), カシオ科学振興財団の援助を受けて行われた。

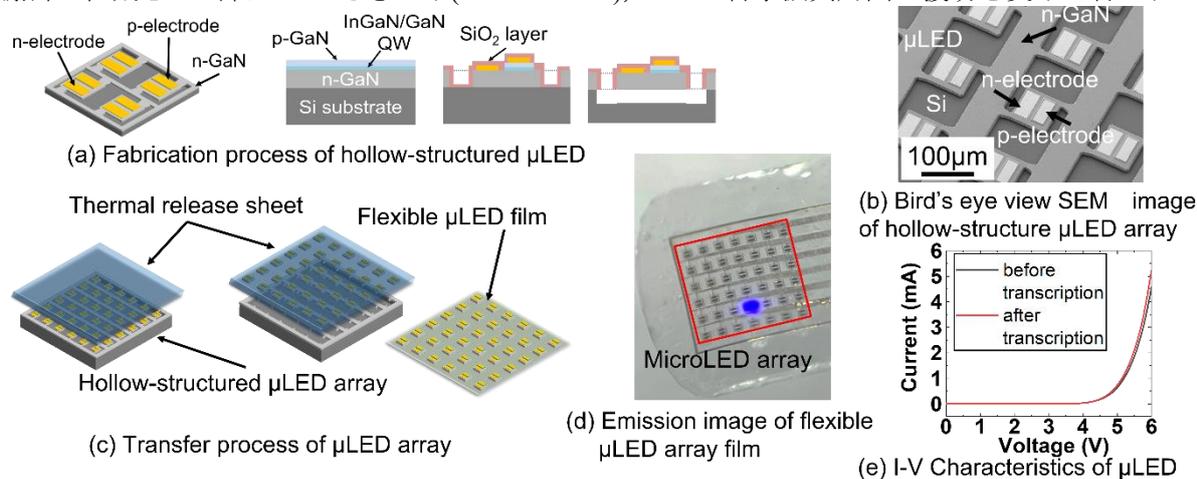


Fig.1 Development of flexible MicroLED Film