

脳に密着可能なフレキシブルマイクロ LED アレイシートの作製

Fabrication of MicroLED flexible sheet adhering to brain

豊技大¹, ALLOS², 沖縄科技大³, JST さきがけ⁴,°松平颯¹, 前田吏輝¹, 西川敦², A. Loesing², 福永泉美³, 関口寛人^{1,4}Toyohashi Tech¹, ALLOS², OIST³, JST PRESTO⁴°H. Matsuhira¹, R. Maeda¹, A. Nishikawa², A. Loesing², I. Fukunaga³, H. Sekiguchi^{1,4}

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

【はじめに】特定の色に反応する光感受性たんぱく質を神経細胞に発現させることで神経活動を光で操作できる光遺伝学技術が注目を集めているが、制御範囲は局所的な神経細胞群に限られており脳の広範囲の任意領域の制御は難しい。微細集積を可能にするマイクロ LED は光遺伝学技術の適用範囲を飛躍的に拡大し、脳高次機能の解明に大きく貢献することが期待される。マイクロ LED を光刺激デバイスとして不規則な曲面をもつ脳へ適用させるには脳に密着可能なフレキシブルシートを開発する必要がある。本研究では PDMS スタンプによる転写技術を高めることでフレキシブルマイクロ LED シートの作製に取り組んだので報告する。

【実験と結果】フレキシブル LED シートは半導体プロセスにより作製されたマイクロ LED のエピタキシャル層のみを PDMS スタンプによりフレキシブルシート上へと一括で転写することで実現される。マイクロ LED 薄膜層の転写手法を Fig.1 に示す。エピタキシャル層のみを転写するため、中空構造をもつマイクロ LED を開発する。青色で発光する InGaN 活性層をもつ Si 基板上に成長された GaN 系 LED ウエハを用意した。サイズ $50 \times 50 \mu\text{m}^2$ のマイクロ LED を作製した後、 XeF_2 等方ガスエッチングにより LED 下部の Si 基板を除去することで中空構造が形成された。作製したマイクロ LED をピックアップするための PDMS スタンプを作製するが、ピックアップするための粘着力の制御が重要となる。PDMS(SILPOT184)を Si 基板上に滴下しベークすることで固めて作製する。粘着力はベーク温度に強く依存し、ベーク温度 70°C から 130°C の範囲で 1.2N から 0.4N の範囲で制御された。 110°C で作製した PDMS スタンプを用いてマイクロ LED をピックアップしたところ 90% 以上のマイクロ LED がピックアップされることが確認された。次にフレキシブルシートの作製を行った。生体適合性の観点からパリレンシートを用いたが、Fig.2(a)に示すように粘着力がないためにほとんど転写されない。そこで粘着力を得るためにパリレンシート上に PDMS 薄膜を形成することとした。

脳への密着性の観点から曲げ剛性 $1.8 \text{ GPa} \cdot \mu\text{m}^4$ 以下であることが求められるが^[1], パリレン $3 \mu\text{m}$, PDMS 薄膜 $5 \mu\text{m}$ とするとその曲げ剛性は理論上 $0.2 \text{ GPa} \cdot \mu\text{m}^4$ と予測され、十分な密着性が確保できると予想された。作製した PDMS/パリレンシートに転写を行ったところ、Fig.2(b)に示すように 29 個中 30 個のマイクロ LED が転写されることが確認された。フレキシブルシート上へと転写されたマイクロ LED の電流電圧特性を調べたところ、転写前と違いのない結果が得られ、明るい青色発光が得られた。以上の結果から、脳に密着可能なフレキシブルマイクロ LED シート実現への可能性が示唆された。

【参考文献】 [1] D. -H. Kim, et al., *Nat. Mater.* **9**, 511 (2010).

【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。

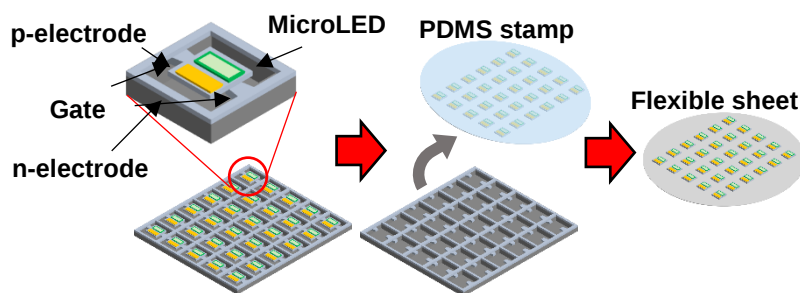


Fig. 1 MicroLED transfer process on flexible sheet.

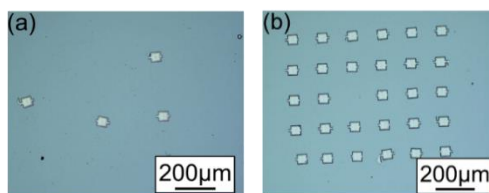


Fig. 2 Optical microscope image of MicroLED on (a) Parylene and (b) PDMS/Parylene.



Fig. 3 Emission image of transferred MicroLED.