

UV-LED 内蔵ハイドロゲルフレキシブル基板を用いた殺菌絆創膏の作製と評価 Fabrication and Characterization of Sterilization Hydrogel Patch with Embedded UV-LED

◦高橋 則之¹、煤孫 祐樹²、王 喆²、小田島 鞏²、木野 久志³、田中 徹^{1,2}、福島 誉史^{1,2}

(1. 東北大院医工、2. 東北大院工、3. 東北大学際研)

◦N. Takahashi¹, Y. Susumago², Z. Wang², T. Odashima², H. Kino³, T. Tanaka^{1,2}, and T. Fukushima^{1,2}

(Graduate School of Biomedical Engineering¹, Graduate School of Engineering², FRIS³, Tohoku Univ.)

E-mail: link@lbc.mech.tohoku.ac.jp

1. 緒言

最近、無機単結晶半導体の性能と有機基板の柔軟性を融合したフレキシブル・ハイブリッド・エレクトロニクス (FHE) の研究が注目されている。我々は、LSI チップを有機基板に埋め込んだファンアウト型のウエハレベルパッケージング技術を利用した新構造 FHE の研究に取り組んできた[1]。これまで、ポリイミドに比べて柔軟性が高く、PDMS に比べて物質透過性が高いハイドロゲルを基板として採用し、その上に微細な金属配線を形成して Si チップを内蔵する基盤技術について報告した[2][3]。本稿では、その技術を応用し、殺菌用の UV-LED を内蔵したハイドロゲル絆創膏の作製と評価について述べる。Fig. 1 にその概念図を示す。近年、湿潤環境を保持して滲出液を取り込み効率的に創傷を治癒するタイプの絆創膏としてニチバンのケアリーヴTMや Johnson & Johnson のキズパワーパッドTM (英語名 Hydro SealTM) が主流となっている。提案するデバイスでは、同様の効果が期待できるハイドロゲル基板に UV-LED を埋め込み、紫外線によって創傷部の細菌を消毒することで、従来よりも高い創傷治療効果が見込まれる。

2. 実験

ここでは、厚さ 0.43mm、一辺 1mm 角の UV-LED (中心波長 265nm) を用いた。UV-LED 内蔵ハイドロゲルのウエハレベル作製方法を述べる。まず、可視光に反応して分解するレーザー剥離層を成膜した支持無アルカリガラスウエハに耐熱性接着剤をスピコートして乾燥させた。次に、スパッタリングとフォトリソグラフィにより Au 配線層を形成した。続いて、電解めっき法を用いて Cu/Sn バンプを Au 配線上に形成した。フリップチップボンディングによりチップを接合した後、アンダーフィルを行い、絶縁層としてパリレンを成膜した。その後、熱硬化型ハイドロゲルをパリレン上に注型し、室温で 30 分静置して硬化させた。最後に、支持ガラスウエハからハイドロゲル基板をレーザー剥離した。

3. 結果及び考察

作製した UV-LED 内蔵ハイドロゲルの写真を Fig. 2 に示す。UV-LED の電極から、ファンアウト型の Au 配線をハイドロゲル上に引き出して接続することに成功した。用途としては、床擦れによる腰や糖尿病由来の足の踵などの慢性的な創傷の治癒を目的としているが、曲率半径 10mm の人差し指に装着しても損傷の無い高い曲げ耐性を有することも分かった。また、Fig. 3 に示す通り、提案したプロセスフローの各工程 (具体的には、アンダーフィル、およびレーザー剥離) の前後で、UV-LED の I-V 特性に大きな変化は見られず、ハイドロゲルに内蔵した UV-LED チップを駆動することに成功した。発表では、殺菌試験の結果も併せて報告する。

4. まとめ

水を主成分とするハイドロゲルに対して先端のウエハレベルパッケージング技術を応用し微細配線を形成し、LED を内蔵することに成功した。また、この技術を用いて殺菌用紫外線 LED 内蔵ハイドロゲル絆創膏の作製できる可能性を示した。

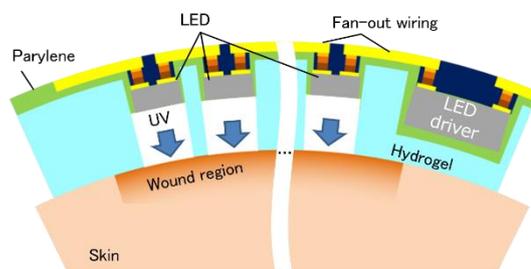


Fig. 1 Conceptual schematic of sterilization hydrogel patch embedding UV-LED based on fan-out wafer-level packaging (FOWL).

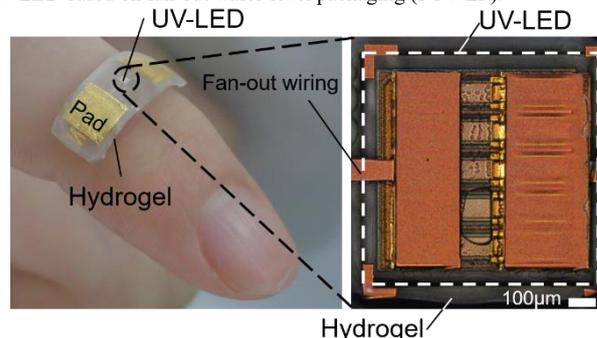


Fig. 2 Photomicrograph of UV-LED embedded in hydrogel.

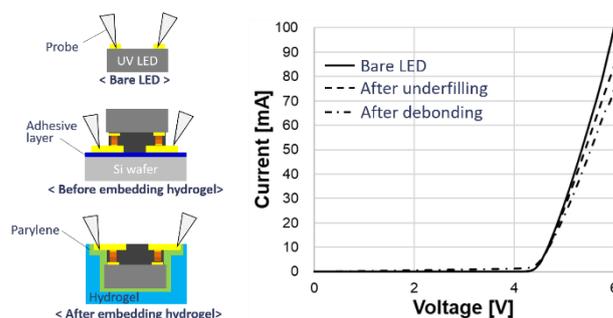


Fig. 3 I-V characteristics of UV-LED before and after each process.

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 19KK0101 を用いて行われた。

参考文献

- [1] T. Fukushima *et al.*, *IEEE Trans. CPMT*, vol. 8, pp.1738-1746, 2018.
- [2] 高橋ら, 第 66 回応物春季学術講演会予稿集, p.418, 2019.
- [3] 高橋ら, 第 80 回応物秋季学術講演会予稿集, p.385, 2019.