

アセンブリによる Smart Skin Display 用フレキシブル基板貫通配線の形成と評価 Fabrication and Characterization of Through-X Via (TXV) for Smart Skin Display

○荒山 俊亮¹, 煤孫 祐樹², 小田島 肇², 星 匡朗¹, 木野 久志³, 田中 徹^{2,3}, 福島 誉史^{2,3}

(1. 東北大工, 2. 東北大院工, 3. 東北大院医工)

○S. Arayama¹, Y. Susumago², T. Odashima², T. Hoshi¹, H. Kino³, T. Tanaka^{2,3}, and T. Fukushima^{2,3}

(¹ School of Engineering, Tohoku Univ, ² Graduate School of Engineering, Tohoku Univ, ³ Graduate School of Biomedical Engineering, Tohoku Univ), E-mail: link@lbc.mech.tohoku.ac.jp

1. 緒言

これまで、FOWLP (Fan-Out Wafer-Level Packaging) により、ミニ LED とマイクロ LED、および 3D-IC チップレットのアレイをフレキシブル基板に埋め込んだ生体情報の取得・解析・表示が可能なスマートスキンディスプレイを提案した[1][2]。ミニ LED から皮膚に赤色光や近赤外光を照射し、3D-IC 表面のフォトダイオードにより反射光の強度を測定することで、血中酸素飽和度(SpO₂)や血量、血管の位置など複数の生体情報を取得し、3D-IC 上に積層されたマイクロ LED を通して表示できる。この新しいフレキシブル・ハイブリッド・エレクトロニクス(FHE)に必須なヘテロ集積化には、フレキシブル樹脂基板の表裏を接続する貫通配線 Through-X Via (TXV, ここで X は PDMS やハイドロゲル、フレキシブルエポキシ等を指す) を形成する必要がある。本研究では、従来の電解めっきでは煩雑になる高背貫通配線の形成に対し、微細な銅ピラーのアセンブリと FOWLP を用いて TXV を形成し、特性評価を行った。

2. 実験

評価試料の作製方法を図 1 に示す。まず、Si ウエハ上に熱剥離テープ A を貼り、直径 300 μ m、高さ 300 μ m の銅ピラーをチップボンダーでアセンブリして仮接着した。次いで、銅ピラーを埋めるように高制御フィルムアプリケーションを用いて PDMS を 300 μ m の厚さで塗布して硬化した。その後、パリレン 1 μ m を蒸着し、フォトリソグラフィとドライエッチングによりパリレンをパターンニングした。その上に Ti 15nm, Au 500nm をスパッタし、フォトリソグラフィとウェットエッチングにより表面配線を形成した。続いて熱剥離テープ B を貼った Si ウエハにサンプル全体を反転して転写し、熱剥離テープ A を剥離した。さらに表面配線と同様に裏面配線を形成した。最後に熱剥離テープ B を剥離し、TXV を介して表裏面を接続する配線を形成した。

3. 結果と考察

熱剥離テープ Rivalpha 上にピッチ 800 μ m で仮接着された銅ピラーの写真を図 2 に示す。本研究の Chip-first 法による FOWLP では、半田マイクロバンプなどを使用することなく表裏面の配線と TXV を接続することが可能である。ここでは、厚さ 300 μ m の PDMS 基板に内蔵した銅ピラーからなる 2 本の TXV に繋がる前記配線の I-V 特性の結果を図 3 に示す。この図から、PDMS 裏面の配線から PDMS に埋め込まれた 2 本の貫通配線 TXV を介して得られた配線の電流と電圧は線形関係にあり、オーミックな接続が得られていることが分かる。配線抵抗が理論値より高い点は、銅ピラーの酸化等の対策を検討して報告する。また、発表では作製した両面配線の繰り返し曲げ耐性の評価についても述べる。 μ LED のマストランスファも進展し、このような微小コンポーネントのアセンブリに基づくシステム集積はチップレット化を加速する。今回の「ワイヤレット」とも呼べる新技術は、今後の放熱設計等にも期待できる。

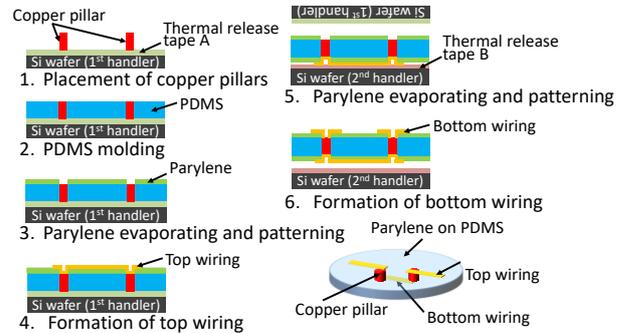


Fig. 1 Fabrication method of TXV.



Fig. 2 A photograph of copper pillars fixed on Rivalpha.

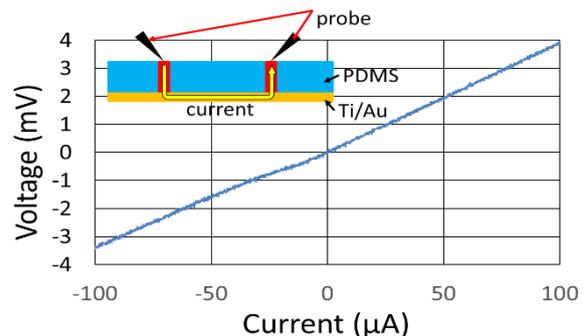


Fig. 3 I-V characteristics of a pair of TXV with a bottom wiring.

4. まとめ

両面電極 LED の使用等を想定し、高度にヘテロ集積化した FHE の実現のため、微細銅ピラーのアセンブリにより PDMS 基板に貫通配線 TXV を介した両面配線を作製した。TXV の寸法を変えることで直径 100 μ m、高さ 500 μ m などの貫通配線の形成も可能となり、厚さのある基板にも対応できる。現段階では逐次的な実装であるが、当研究室で開発した表面張力を駆動力とする自己組織化実装技術を併用すれば超並列なアセンブリも可能となる。

謝辞

本研究の一部は科研費 19KK0101, 21H04545 を用いて行われた。また、本研究は、東京大学 VDEC の活動を通して、日本ケイデンス株式会社の協力で行われたものである。

参考文献

- [1] 煤孫ら, 第 82 回応用物理学会秋季学術講演会予稿集, p. 11-063 (2021)
[2] Y. Susumago and T. Fukushima *et al.*, IEEE ECTC, pp. 34-39 (2021).