

バンプレス接合による Wafer-on-Wafer 積層のための 高耐熱性樹脂および仮接合樹脂の開発

株式会社ダイセル¹、東京工業大学² 新木直子^{1,2}、伊藤大祐¹、福田匡志²、大場隆之²

実装密度を向上し、さらなる高速化、低消費電力化を実現するには、設計技術まで踏み込んだ三次元集積実装技術の確立が必要である。当グループは BBCube (Bumpless Build Cube) を提案し、いわゆる DTCO (Design-Technology Co-Optimization) に向けた開発を行っている^[1]。BBCube はデバイス上下三次元配線の物理配線長を最小にする試みであり、これには薄化したウエハの WOW 技術がカギになっている。このような課題を解決するため、極薄化 (~10 μm) したウエハをウエハ単位で積層した後、シリコン貫通電極 (TSV) により半導体チップを最短距離で接続する三次元積層プロセス (Wafer-on-Wafer プロセス: WOW プロセス) が開発された^[1-2]。

WOW プロセスを実現するためには、高い熱安定性を有する永久接着剤と、これと組み合わせて使用できる仮止接着剤が必要である。我々は、特定の分子構造が良好な熱安定性と耐クラック性を有することを見出し、WOW プロセスに適用可能な低温硬化性 (硬化温度 < 200 °C) と熱安定性 (~300 °C) を両立する有機-無機ハイブリッドタイプの永久接着剤 (DPAS100) を開発した。また、永久接着剤と組み合わせて使用可能な仮止接着剤として、反応性ホットメルトタイプの仮止接着剤 (DTB-TP005) を開発した^[3-5]。さらに、本永久接着剤および仮止接着剤を用いて接合、TSV 接続した 300 mm ϕ 積層デバイスウエハでは低抵抗を示すことを確認した^[3-5]。ここでは、当社永久接着剤および仮止接着剤の各種特性について述べる。

当社永久接着剤は、優れた熱安定性と薄膜塗布性を示した。熱サイクル試験前後での永久接着剤の IR スペクトルに変化は見られず、その熱分解挙動は CYCLOTENE™ と同等、重量減少が 1 wt% に至る温度および時間は 320 °C で 1 時間であった。永久接着剤を用いて貼り合わせたシリコンウエハは、250 °C を超える高温に晒された後も接着性を維持した。また、WOW プロセス用に開発された仮止接着剤と組み合わせて使用することで、割れや欠けの無い、良好な薄化シリコンウエハ積層体を作製できることを確認した。

参考文献

- [1] T. Ohba, et. al., Electronics, 236 (11), pp. 1-57, (2022).
- [2] T. Ohba, et. al., Microelectronic Eng., 87 p. 485 (2010).
- [3] Y. S. Kim, et. al., Proceedings of the 2018 IEEE 68th ECTC, pp.1962, (2018).
- [4] N. Araki, et. al., Proceedings of the 2019 IEEE 69th ECTC, pp.1002, (2019).
- [5] N. Araki, et. al., Proceedings of the 2020 IEEE 70th ECTC, pp.56, (2020).