

レーザビアへのコンフォーマル Cu 電解めっき成膜

Conformal Cu Electroplating on Laser-Vias

¹産総研, ²熊本防錆工業, ³ミニマルファブ推進機構

¹AIST, ²Kumamoto Bosei, ³Minimal Fab Promoting Organization,

○居村 史人¹, 吉永 孝文², 釜崎 佳代², 菊野 敏博²,

井上 道弘¹, クンプアン ソマワン^{1,3}, 原 史朗^{1,3}

○Fumito Imura¹, Takafumi Yoshinaga², Kayo Kamasaki², Toshihiro Kikuno²,

Michihiro Inoue¹, Sommawan Khumpuang^{1,3} and Shiro Hara^{1,3}

E-mail: fumito.imura@aist.go.jp

【はじめに】センサ、信号処理チップなど複数のチップをパッケージ内に集積した、IoT デバイスは、広く研究開発されている。IoT デバイスでは複数チップの集積化パッケージの薄型化、高性能化を意図して、パッケージ基板を用いず直接パッケージのモールド樹脂上にチップ間接続を目的とする再配線層(RDL: Redistribution Layer)を形成したファンアウト・ウェハレベルパッケージ (FOWLP)が実用化されている。しかし、この FOWLP は一般的に後工程よりも高コストである前工程のプロセス技術を導入しているため、設備投資が巨額になる問題が生じてしまう。このパッケージングも含めた半導体工場の設備投資の問題を解決するために、超小型半導体生産システムのミニマルファブが開発され、IoT, AI などに広く要求される少量多品種の電子デバイス製造を実現するミニマルファブの IoT デバイス製造プラットフォームの構築が進められている[1]。これまで、複数チップをハーフィンチサイズの基板の上に搭載するマルチチップボンディング(MCB)装置を用いて、Si チップ 6 個を 1 枚の基板の上に搭載したパッケージを作製し、レーザビアと RDL によるチップ間電気的接続について評価してきた[2]。モールド樹脂にはフィラーと呼ばれる SiO₂ の球状粒子が含有されており、レーザビア内壁ではこのフィラーがモールド樹脂から露出してしまい、凹凸形状となってしまう。このように、モールド内壁ではモールド表面やビア底と Cu めっきの下地形状が異なるため、ビア内の Cu めっき成膜にビア形状がどのように影響するかなど、レーザビアへの Cu めっき成膜プロセスについて理解する必要がある。レーザビアへの Cu めっき成膜の信頼性については、レーザビアを用いる全てのパッケージングプロセスに共通する課題である。今回、Cu めっき後の断面 SEM 観察を行い、ビアへの Cu めっき成膜について評価したので報告する。

【実験】ミニマルパッケージング装置群を用いて、Si ハーフインチウェハを 42 アロイ基板(φ13.5mm)に Ag ペーストを用いて貼り付け、Si ウェハをモールドし、レーザビアを形成した。Cu 膜とモールド樹脂表面の密着力向上のため、モールド表面をレーザブレーションで粗化する加工を行った。Cu スパッタ成膜(膜厚 0.5μm)後、図 1 に示すミニマル Cu めっき装置を用いて、Cu めっきを行った。硫酸銅めっき液を用い、定電流 50mA/cm²、室温、基板回転速度 1,000rpm の条件下で Cu めっきを行った。Cu めっき後は、断面 SEM 観察を行い、ビア形状、Cu めっき膜厚を測定した。

【結果】図 2 に、Cu めっき時間 270s のときのビア断面 SEM 写真を示す。ビア上部のモールド表面には高低差 2.0μm、ビア内壁には高低差 2.5μm の凹凸形状を有している。この凹凸形状を完全に Cu めっき膜が覆い、ビア底、ビア内壁、ビア上部に連続して成膜できており、Cu めっき膜表面はモールドの凹凸形状と比較して平滑化されていることがわかった。図 3 に、Cu めっき時間に対するビア各所の Cu 膜厚の実験結果を示す。めっき時間に対しておおむね比例して Cu 膜厚が成膜されており、Cu 膜厚はビア内壁、ビア上部、ビア底の順に厚いことがわかった。用いた硫酸銅めっき液には抑制剤が添加されており、基板の高速回転によってめっき液流速が速いモールド表面には抑制剤がビア内壁よりも多く付着したことでモールド表面の Cu 膜厚がビア内壁の Cu 膜厚よりも薄くなったのではないかと推測している。また、ビア底の Cu 膜厚がモールド表面の Cu 膜厚よりも薄いことについては、モールド表面と比較して、ビア底では Cu めっき液が更新されにくく、Cu 成膜に寄与する Cu²⁺イオンの供給が少なかったからではないかと推定している。

謝辞 この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の助成事業(JPNP12004)の結果得られたものです。

参考文献

[1] 居村他, 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会, 10a-Z10-6, 2020.

[2] 居村他, 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会, 10a-Z10-7, 2020.

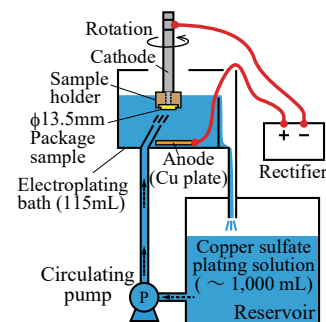


図 1. ミニマル Cu めっき装置の概略

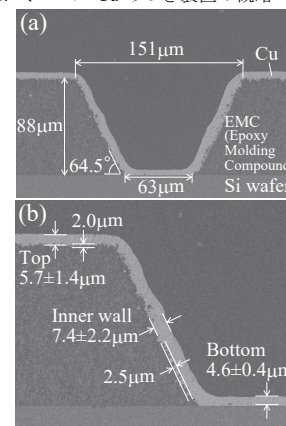


図 2. Cu めっき後の断面 SEM

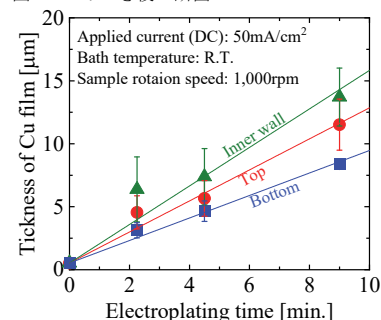


図 3. Cu めっき時間に対する Cu 膜厚の変化