

ミニマル Cu めっき装置の Cu めっき面内膜厚分布

Thickness Distribution of Cu Film in Half-Inch Area by Minimal Cu Electroplating Tool

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, 釜崎 佳代², 井関 伸至², 井上 道弘¹, クンブアン ソマワン^{1, 3}, 原 史朗^{1, 3}

○Fumito Imura¹, Kayo Kamasaki², Shinji Iseki², Michihiro Inoue¹, Sommwawan Khumpuang^{1, 3} and Shiro Hara^{1, 3}

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

【はじめに】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、高性能化を目的として、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するための再配線層(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において、複数チップをハーフインチサイズ基板に搭載し、レーザビアと RDL 形成によりチップ間接続する技術が開発されてきた[1]。パッケージ面内で RDL により全チップ間を高歩留りで電氣的接続を実現するためには、RDL 形成の中核である信頼性のある Cu めっきプロセス技術を確立しなければならないが、一般的に電気めっきでは電界が集中しやすいウェハエッジ部でめっき膜厚が厚くなるという技術課題がある。これまでに、開発した Cu めっき装置を用いてレーザビアへのコンフォーマル Cu めっき成膜について断面 SEM 観察を行い評価してきたが[2]、ハーフインチ面内での Cu めっき膜厚分布について評価していなかった。今回、Cu めっき膜厚の面内分布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ア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、Cu めっきの基本条件を定電流 50mA/cm²、めっき時間 270s、室温とし、基板回転速度を変化させて Cu めっきを行った。Cu めっき後は、フォトリソ、Cu ウェットエッチング、レジスト剥離を行い、φ180μm の円形 Cu パターンを、1mm ピッチでハーフインチ面内に形成した。この Cu パターンの段差測定を行い、Cu めっき膜厚の面内分布を評価した。

【結果】図 2 に、基板回転速度 10rpm と 2500rpm のときの Cu めっき膜厚の面内分布とヒストグラムを示す。回転速度 10rpm では平均膜厚 5.16μm であり、めっき析出速度は 1.04 μm/min. であった。Cu 電気化学当量 1.186 g/Ah、Cu 密度 8.93 g/cm³ (20℃)を用いてファラデー則より算出しためっき析出速度 1.12μm/min. と同程度のめっき析出速度が得られていることがわかった。両者とも Cu めっき膜厚は、外周部が中央部よりも厚いことがわかる。これは一般的に被めっき面の外周部により多くの電流の流れが集中する電流分布となることがわかっているためであると推測される。また、高速回転 2500rpm のほうが低速回転 10rpm よりも中央部の膜厚が薄く、面内ばらつきも大きいことがわかる。めっき中はめっき整流器により設定した -66mA の一定電流が印加されている。このとき、10rpm では印加電圧は -0.2V 一定で安定していたのに対して、2500rpm では -0.3 ~ -0.8V とばらつきが生じ不安定であった。このことから、2500rpm では高速回転によって何らかの原因で基板中央部においてめっき析出が阻害された可能性がある。今後、基板の高速回転によるめっき浴槽のめっき液流の変化やカソード近傍の Cu²⁺イオンの輸送現象について解析し、この課題を解決する必要がある。図 3 に、基板回転速度の変化に対する Cu めっき膜厚分布の標準偏差を示す。回転速度が速くなるにつれてばらつきが大きくなる傾向がわかる。ばらつきを低減するには、被めっき面への電流分布、基板回転速度の最適化が有効であることが示唆された。

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 68 回応用物理学会春季学術講演会, 19p-Z24-6, 2021.
- [2] 居村他, 第 68 回応用物理学会春季学術講演会, 19p-Z24-4, 2021.

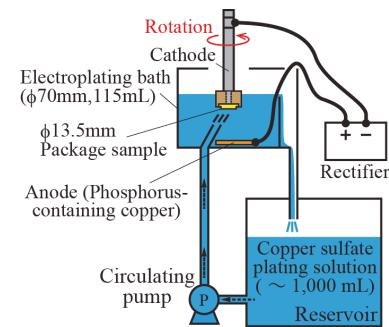


図 1. ミニマル Cu めっき装置の概略

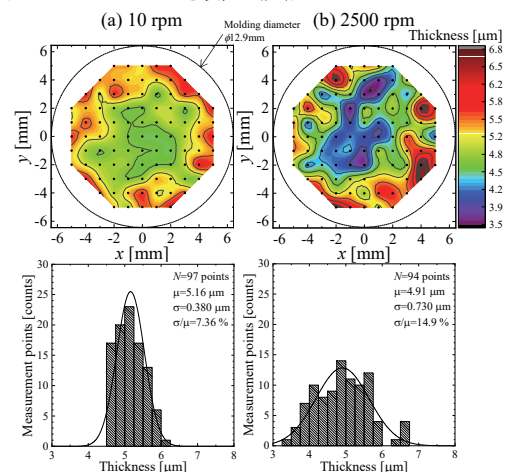


図 2. Cu めっき膜厚の面内分布

(a) 基板回転速度 10rpm, (b) 2500rpm

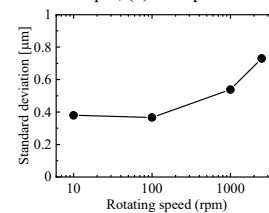


図 3. 基板回転速度と Cu めっき膜厚標準偏差の関係