

ナノからマイクロにわたるめっきプロセス

Electro-and electroless plating process from micro to nano scales

関西大学システム理工学部、 新宮原正三

Kansai University, Faculty of System Engineering, Shoso Shingubara

shingu@kansai-u.ac.jp

めっき技術は電子実装基板から先端LSIの多層配線技術まで、広範囲に用いられている技術である。銅配線技術が1997年にIBMにより発表されてから、その後数年以内に多くのLSI製品においてCuダマシン配線技術が導入されたことは、集積回路技術分野での20世紀最後の大きな技術革新だった。ダマシン技術は微細配線の本格的な多層化を可能とし、スケール縮小に伴う配線信号遅延時間の抜本的な低減に大きく貢献した。その後LSI配線はさらに微細化が進展し、今日では最下層のM1では20nm幅を切るレベルまで来ている。また3次元LSI積層技術の進展とともに、シリコン基板貫通電極(TSV)形成において、やはり銅の電解めっき埋め込み技術が必要とされた。TSVはマイクロの領域であり、LSI配線はナノの領域となっている。

めっき技術は無電解めっきと電解めっきに大別される。Cuダマシン配線やTSV形成では、Cu電解めっきによるボトムアップ堆積技術(Superfill)が重要な役割を果たした。ボトムアップ堆積はCVDやALD法などでは殆ど実現されておらず、めっき法特有の現象であり、添加剤の効果によるものである。以前より実装基板の配線技術において、レベラーと呼ばれる表面平滑化の作用がある添加剤が使用されてきた。Cuのビアホールやトレンチへのボトムアップ堆積においては、複数の添加剤を用いることにより優れた埋め込み特性が得られることが明らかとなってきた[1]。典型的な添加剤の組み合わせは、SPSなどの硫黄有機化合物(促進剤)、抑止作用を持つPEG、そして塩素イオンである。分子量が小さい促進剤分子は素早くホール底部に到達して吸着し、底部でのCu還元反応を促進する。また分子量が大きい抑止剤分子は緩やかに拡散するため、ホール上部で濃度が高く、ホール上部や中部でのCu堆積を抑制する。また、塩素の働きは非常に微妙であるが、塩素は電子移動を促進するため促進剤の効果を強める。また、抑止剤の吸着と離脱、再吸着などが起きてボトムアップ効果をさらに著しくしているという説もあり、図1のようなほぼ完ぺきなボトムアップ堆積が報じられている。また一方で、無電解めっきによってもボトムアップ堆積が可能であることが著者達により明らかとなった[2]。SPSは無電解めっきでは抑止剤として働き、特に塩素とSPSの組み合わせでは著しい抑止効果を持つ。抑止剤分子はCu膜の成長とともに膜中に取り込まれるため、めっき膜成長の過程では、微細ホールの下部の方が抑止剤濃度が低くなり、それによってボトムアップ堆積が可能となるのである。この効果はホール直径が微細なほど著しいので、直径100nmの高アスペクト比ホールも埋め込み可能である(図2参照)。講演では、触媒アシストSiエッチング、及び無電解バリア・シードによるオールウェットTSVプロセスについても解説を行う予定である。

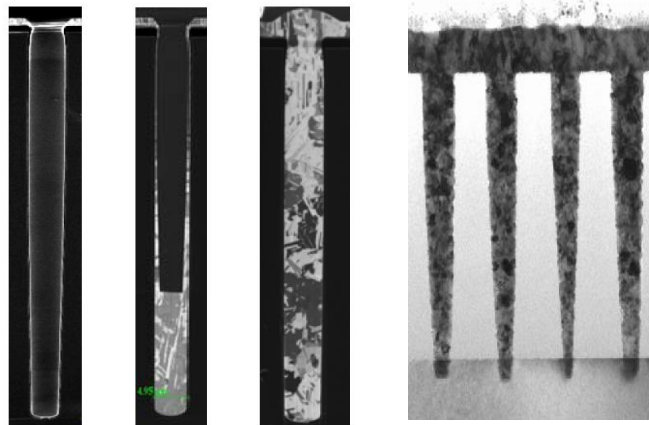


図1 電解Cuめっきによるボトムアップ堆積 (5 ϕ x 50 μ m) 図2 無電解Cuめっきによるボトムアップ堆積 (100 ϕ x 1000 nm)

[1] M.Kang and A.Gewirth, J. of Electrochemical Society **150** (2003) C426.

[2] S.Shingubara et al., Electrochemical Solid State Lett. **7** (2004) C78.