



Electronic Materials

DOW ELECTRONIC MATERIALS

INTERCONNECT TECHNOLOGIES

**The evolution of electroless copper plating technology for high density
and reliability electronic devices**

Rikiya Shimizu

The article is currently published at Electronic Journal, January Issue 2011

高密度・高信頼性電子回路形成を実現する無電解銅めっき技術の進化 多機能化・高性能化・高速処理能力が要求される電子デバイスを支えるめっき技術

電子デバイスの高性能化に伴い、高密度配線形成に必要な不可欠な無電解銅めっき技術に対して、配線幅の減少に伴う基材との密着性向上、種々の材料への適応能力向上、小径化するビアおよびスルーホールなどの微細構造への均一処理能力、微細表面形状に対する緻密な導体形成能力、導体接合面積減少による接合信頼性の向上など、さらなる性能向上が求められている。

新開発「CIRCUPOSIT™ 3328 Conditioner（サーキュポジット 3328）」では、分子間相互作用および無機・有機複合材料への吸着性を制御する特性を持つ化学組成物を採用。これにより高密度かつ信頼性の高い無電解銅めっき皮膜形成を実現。以下、その特性および性能について説明する。

● 無電解銅めっき技術

高密度ビルドアップ配線板や半導体パッケージ基板製造に用いられる無電解銅めっきプロセスは主として以下に示すような化学処理工程を有する。

- 1) コンディショニング
- 2) マイクロエッチング
- 3) 触媒吸着
- 4) 触媒活性化
- 5) 無電解銅めっき

高密度配線形成において高温信頼性向上、寸法安定性向上、高周波特性向上を目的としさまざまな種類の材料が用いられる。また、高密度化のためにスルーホールの小径化、ビアの小径化など、構造の微細化および接合面積に縮小が進んでいる。材料・構造・信頼性などが多様化する中、無電解銅めっきプロセスには、以下に挙げる機能や性能の向上・改良が求められる。

- a) 微細形状・構造に対する均一析出性
→ スルーホール・ビアの小径化、低粗化樹脂への適応性
- b) 樹脂・ガラス・フィラー各種材料への適用性
→ 各種材料・構造変化への適応性
- c) 内層銅とめっき界面における接合強度
→ 減少する接合面積減少への適応性

- d) 接合界面における高温接合信頼性
→ 鉛フリー実装や高温使用環境への適応性

めっきプロセス中の各薬品処理工程はそれぞれ固有の表面処理機能を有していると共に、各工程での機能が相互に深く結びついている。このため、前述の要求特性を満たす上では単一工程の性能向上のみならず、それぞれの工程の持つ機能と相互

作用を考慮し一貫した表面処理技術として理解し、性能向上を図ることが重要である。特にコンディショニング処理は、触媒吸着特性や無電解銅めっき析出密度、導体接合信頼性に影響を与える重要な表面処理工程の一つである。

● 「CIRCUPOSIT™ 3328」コンディショナー性能

一般にコンディショニング処理では、種々の界面活性剤を主成分とし、被めっき物（樹脂・ガラスクロス）の表面電荷を正電荷に調整し、後工程の触媒付与において各素材表面に触媒吸着が行われるようにすることを目的としている。しかし、高密度配線形成および層間接続信頼性向上を図る上では本機能に加え、以下のような特性を付与する必要がある。

- a) 組成物の分子レベルでの均一吸着性
→ 均一かつ緻密な触媒吸着と銅めっき析出
b) 銅表面に吸着した組成物の易除去性・接合強度への影響低減
→ 耐熱性の向上、接合信頼性向上

● 無電解銅めっき析出状態（均一性・密度）

図1に CIRCUPOSIT™ 3328 によるコンディショニング処理を行い無電解銅めっきを行った後のめっき析出状態を示す。比較として一般的なコンディショナーを使用。図1に示すように、CIRCUPOSIT™ 3328 は、上段のスルーホールバックライト試験において欠陥の無い無電解めっき析出が得られている。また特にコンディショナー組成物およびパラジウム触媒が吸着しにくいガラスクロス上にも非常に緻密かつ均一なめっき析出が得られていることがわかる。このことから、要求される異種材料への被覆性、微細形状への均一吸着性において優れた性能を有していることがわかる。

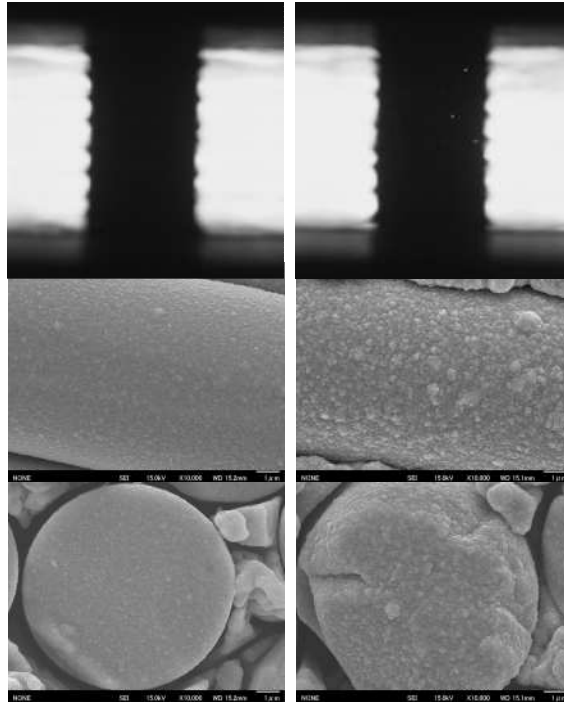


図1 スルーホール内およびガラスクロス表面への無電解めつき析出状態
(左：CIRCUPOSIT™ 3328、右：比較)

図2は、同コンディショニング処理を介し、パラジウム／スズコロイド触媒を吸着させた後の表面形状変化をAFM（原子間力顕微鏡）により解析した結果である。一般的なコンディショナーでは、触媒吸着が凹凸を帯びているのがわかるが（写真右）、新開発品では凹凸が非常に微細かつ均一性に優れていることがわかる。このことから、CIRCUPOSIT™ 3328 による処理では、被処理物に対し、吸着成分および正電荷を帯びる官能基が均一に分布していることが示唆される。

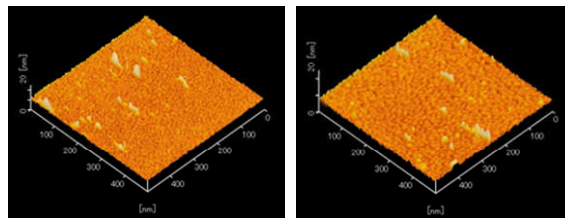


図2 AFMによる触媒吸着後の表面状態解析
(左：CIRCUPOSIT™ 3328、右：比較)

● 導体接合信頼性

図3は、ビア底部での銅箔引き剥がし試験を行った結果である。本試験ではコンディショナー組成物の影響を直接的に確認するため、従来用いるマイクロエッチ工程を除いてめっき処理を実施。一般的なコンディショナーでは引き剥がし後もビア内のめっき銅が残留しているが（写真右）、CIRCUPOSIT™ 3328 では引き剥がし後もビア底部の無電解銅めっき界面で剥がれることなく、銅箔が残留していることがわかる。これは、コンディショナー組成物が下地銅と無電解銅めっきとの相互接合に影響することなく、高い導体接合信頼性を実現していることを示す結果である。

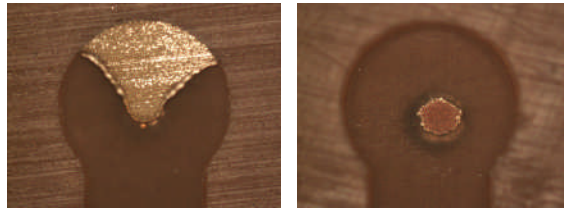


図3 めっき後のビア引き剥がし試験
（左：CIRCUPOSIT™ 3328、右：比較）

図4ではホットオイル試験の結果を示す。ビア径 100um、絶縁層厚 60um、FR-4 材、ビアを介したチェーンパターンを用い試験を実施。一般的なコンディショナーを用いたものは、約 194cy（165min 経過時）で抵抗値の上昇、つまりビア底部の接合面での断線を示唆する結果が見られるが、CIRCUPOSIT™ 3328 を用いたものでは抵抗値の上昇は観察されず安定しており、接合信頼性を維持していることがわかる。

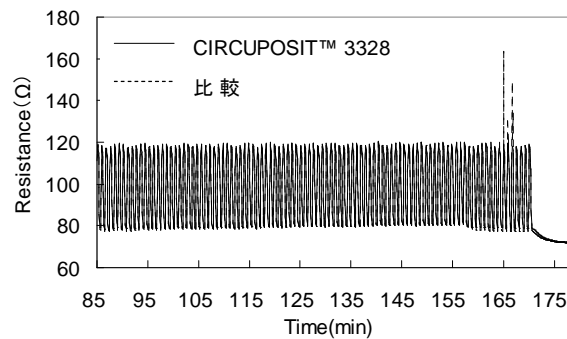


図4 ホットオイル試験
260°C 10sec ⇔ 20C 10sec、200cy

● 無電解銅めっき技術の進化

CIRCUPOSIT™ 3328 Conditioner の開発により、従来のコンディショナーが持つ特性上の課題を改善し、高密度配線設計においても高い信頼性を有する無電解銅めっき皮膜を形成することができる。今後も、さらに各工程における機能性化学表面処理技術の開発を推進し、さらなる多機能化・高性能化・高速処理が進展する電子デバイスの実現に貢献したい。

インターコネクト・テクノロジーズ事業部
セールス&マーケティング マーケティング
清水 力弥 (Shimizu Rikiya)

ローム・アンド・ハース電子材料株式会社
(ダウ・ケミカルグループ)

〒140-8617

東京都品川区東品川 2 丁目 2 番 24 号

天王洲セントラルタワー

TEL: 03-5460-4696

Email : shimizur@dow.com

®TM : ザ・ダウ・ケミカル・カンパニーまたはその関連会社商標