

# 硫酸銅メッキによる銅薄膜の形成

池田 哲・園田正樹・秋本 恭喜・北坂 学  
生産技術部

Electroplating of Cu Thin Films on Ni / Si Substrate  
Tetsu IKEDA · Masaki SONODA · Yasuki AKIMOTO · Manabu KITASAKA  
Production Engineering Division

## 要旨

本研究は、高価な真空装置を使用せずに、簡便に金属薄膜を形成する方法を確立することを目的として、電気メッキによる銅薄膜の形成をおこなった結果、硫酸銅メッキ法により光沢があり、平滑面を有する膜厚 $1.0\mu\text{m}$ 以下の銅薄膜が得られた。

### 1. はじめに

中小企業では金属薄膜作製のために真空蒸着装置、スパッタリング装置など高度な設備を導入・維持していくことは非常に難しいため、湿式法など構造的に単純な装置により金属薄膜作製を行うことが求められている。そこで本研究では、金属薄膜作製の簡素化、行程の短縮、コストダウンの技術を確立することを目的とし、配線材料として使用される銅薄膜の形成を電気メッキによりおこなったので、以下に報告する。

### 2. 実験方法

#### 2.1 実験装置

Fig.1のようにドラフト内部に、ホットスターラー、ビーカー、スタンド、定電流発生器からなる電気メッキ実験装置を構築した。メッキ溶液を入れたガラスビーカーをスターラー上に配置し、加熱攪拌できるようにし、定電流発生器に接続した陽極と陰極をメッキ溶液中に設置した。

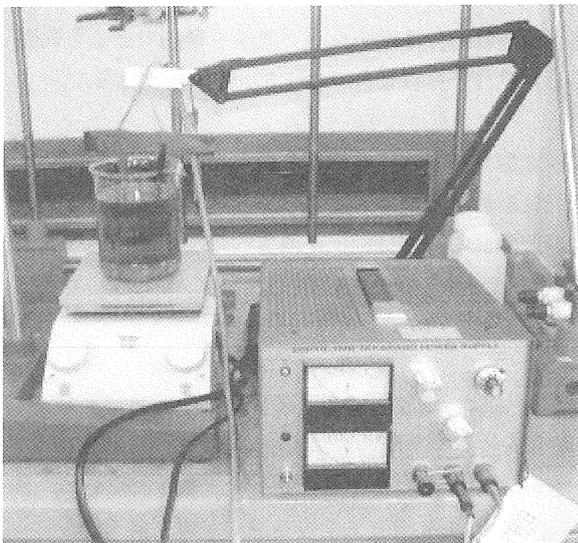


Fig.1 Experimental System of electroplating

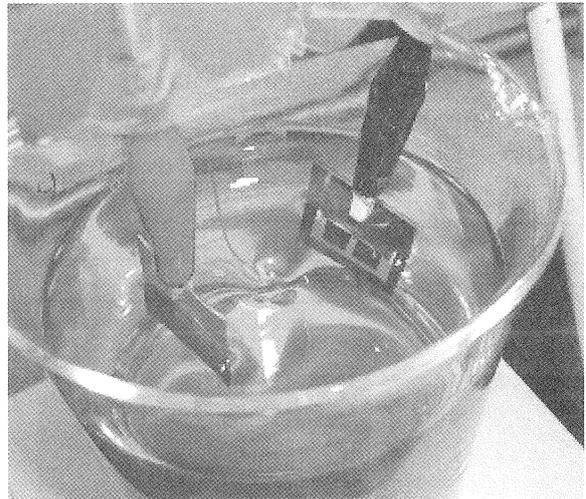


Fig.2 Copper sulfate electroplating method

メッキ方法は硫酸銅メッキ法でおこない、メッキ液として蒸留水 500ml に硫酸銅(II)135g、硫酸 17ml を加えたものを使用し、メッキ液を 25-35℃に加熱攪拌し、定電流発生器により電極間 40mm に設置された陽極と陰極間に電流を流すことにより、陰極に保持した基板に銅が堆積する方法を採用した。この際、陽極は陰極の2倍の面積となるようにした。Fig.2は、陰極に保持された基板の上に銅薄膜が堆積していく様子である。

#### 2.2 基板

シリコン基板自身は電氣的に絶縁性であるので、電気メッキ処理のための導電性を確保するため、シリコン基板 (25×25mm) 上に $0.53\mu\text{m}$ 膜厚のニッケル薄膜をスパッタリングした基板を用意し、そのニッケル薄膜上に銅薄膜をメッキすることにより実験をおこなった。Fig.3は基板として使用したニッケル薄膜付のシリコン基板である。

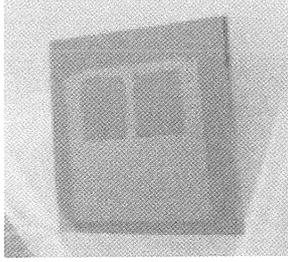


Fig.3 Ni deposited Si substrate (25×25mm)

### 3. 実験結果

#### 3.1 電流の影響

硫酸銅メッキ法では、電流量が大きな影響因子となるので、電流量を2.0~0.01Aまで変化させた時の銅メッキ膜を評価した。その結果、0.2A以上の電流を流すと、メッキ膜厚が大きくなりすぎて、目標の1μm以下の膜厚に制御することが困難であった。逆に0.001Aでは、900秒電流を流しても、メッキが進まなかった。また0.01Aでは、メッキ可能であるが、メッキ膜表面が粗く、平滑面が得られなかった。これは電流が小さいと島状構造のまま膜形成が進行し、横方向への拡散が少ないためと考えられる。こうしたことから、硫酸銅メッキ法による銅メッキ膜は、電流値0.1A程度が良いという結果を得た。

#### 3.2 膜厚の制御

銅メッキ膜の膜厚は、電流量×通電時間に比例するはずである。そこで電流量と通電時間を変化させて、0.1A 30秒、0.01A 300秒、0.05A 150秒、0.1A 10秒の4種類のメッキ条件を基に実験をおこなった。その結果、0.1A 30秒でメッキした銅薄膜の膜厚は2.939μmであり、0.01A 300秒で2.38μm、0.05A 150秒で2.572μm、0.1A 10秒で0.226μmであった。

配線材料として使用される銅薄膜の形成を目標としているので、その表面は平滑であり、かつ1μm以下の膜厚を有することが要求されており、以上から電流値0.1Aで10秒間メッキすると、Fig.4(d)に示すような光沢のある0.226μm厚の銅メッキ薄膜を得ることができた。

Table1に銅メッキ実験の主たる実験方法とその実験結果を示す。

#### 4. おわりに

本研究では、硫酸銅メッキ法により銅薄膜を形成する方法を確立し、光沢があり、平滑面を有する銅薄膜を得ることができた。

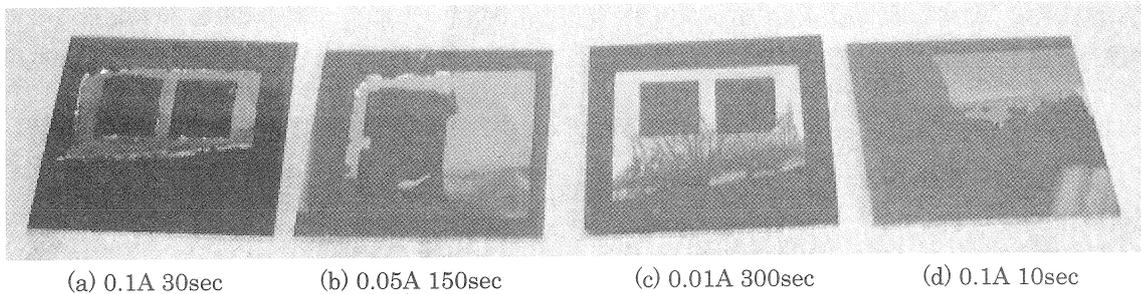


Fig.4 Electroplated Cu thin film under various conditions

Table 1 Result of electroplating of Cu thin films

No	基板		めっき											評価					備考
	材質	Ni膜厚 μm	硫酸銅 g	硫酸 ml	溶液 ml	温度 ℃	陰極 陽極	電流 A	電圧 V	電極間 距離 mm	時間 秒	ホルダ	攪拌	Cu膜厚 μm	光沢	しわ	付着	均一	
1	Si		135	17	500	25	1:5	0	20	40	600	クリップ	○		—	—	×	—	電流流れず、未付着
2	Ni/Si	0.53	135	17	500	25	1:5	2	6	40	300	クリップ	○		×	○	○	○	付着量大、Ni剥離
3	Ni/Si	0.53	135	17	500	30	1:2	0.5	2	40	45	クリップ	○		×	○	○	○	付着量大
4	Ni/Si	0.53	135	17	500	30	1:2	0.2	1	40	30	クリップ	○		×	○	×	○	剥離
5	Ni/Si	0.53	135	17	500	30	1:2	0.1	0.04	40	30	クリップ	○	2.939	○	○	○	○	
6	Ni/Si	0.53	135	17	500	30	1:2	0.001	—	40	900	クリップ	○		—	—	—	—	付着せず
7	Ni/Si	0.53	135	17	500	30	1:2	0.01	—	40	300	クリップ	○	2.38	×	○	○	○	表面荒れ
8	Ni/Si	0.53	135	17	500	30	1:2	0.05	0.3	40	150	クリップ	○	2.572	×	○	○	○	
9	Ni/Si	0.53	135	17	500	30	1:2	0.1	0.4	40	10	クリップ	○	0.226	○	○	○	○	