

# バレルめっき法を用いた微小部品の Sn めっきに関する研究

望月 威夫・中村 聖名・三井由香里・串田 賢一・岩間 貴司・佐野 正明・川口 明廣

## Research on Sn Electroplating of the Minute Parts Using the Barrel Plating Method

Takeo MOCHIZUKI, Masana NAKAMURA, Yukari MITSUI, Ken'ichi KUSHIDA, Takashi IWAMA,  
Masaaki SANO and Akihiro KAWAGUCHI

### 要 約

バレルめっきの利点としては、一度に大量の製品をめっきすることが可能であることが挙げられるが、はんだ付け用微粒子など、微小部品をバレルめっきで行うと、微粒子同士が凝集し密着してしまう、くっつき現象などの問題が発生している。そこで本研究では処理技術の確立を目的として、バレルめっき法を用いたスズ (Sn) めっきについて検討した。加電圧を制御することにより、成膜速度を変化させてバレルめっきを行ったところ、いずれの加電圧でも約  $1\mu\text{m}$  の膜厚を境に密着現象が見られ、この現象は成膜速度によらないことが示された。また、微粒子の分散性向上を目的としてバレルの回転速度を変えてめっきを行ったが、回転速度を上げることでクラスター状の成長を抑制する傾向が見られた。さらに、ダミーボールを混入してバレルめっきを行ったが、ダミーボールを混入しても微粒子同士の密着現象が確認され、その効果は認められなかった。

### 1. 緒 言

めっきは、代表的な表面処理技術として、幅広く活用されている。近年の精密微細部品の必要性に伴い、表面処理であるめっき加工の要求が急速に進んでいる。特にエレクトロニクス分野においては、使われているチップ型セラミック電子部品、水晶振動子、コンタクトプローブ、その他導電性材料としての微粉末等、色々な形状の微小部品へのめっき加工が必要とされており、それ等に対応するバレルめっき法は表面処理における重要な生産技術のひとつになっている<sup>1)</sup>。バレルめっき法とは、バレルと呼ばれる容器の中に被めっき物を入れて回転させ、満遍なく転がり混合させながら電気めっきする方法であり、主にボルトナット、ビス類などへの亜鉛めっきや銅-ニッケル系めっき、電子部品用の金や銀およびスズ (Sn) めっきなどで広く用いられている。バレルめっき法の利点としては、部品をひとつずつ治具に引っかける手間が省け、一度に大量の部品をめっきすることが可能であることが挙げられ、小型部品や精密微細部品へのめっき加工においてはなくてはならないめっき方式である。しかし、この手法は引っかけ治具を使用するラックめっき法と比較して、直接陰極部と接触しているものは僅かで、大半は被処理物同士の接触を繰り返している<sup>2)</sup>。そのため、安定した通電が確保できないことからめっき膜厚にばらつきが出るなど、良好なめっきを行うためには部品の形状等によって各種工夫が必要である。また、

プリント基板同士をはんだ付けする際に用いる、はんだ付け用微粒子はバレルを用いて Sn めっきを行うが、めっきを行う過程において微粒子同士が凝集し、くっつきが発生してしまうなどの問題が発生している。このように、バレルめっき法で微小部品をめっきする際の問題を解決することが関係業界から強く求められている。

そこで本研究では、処理技術の確立と県内企業への普及を目的とし、バレルめっき法を用いた微小部品の Sn めっき法について検討を行う。

### 2. 実験方法

#### 2-1 めっき皮膜の作製

バレルめっきを行うにあたり、めっき素材には市販の銅球を用いた。所定重量の銅球に対し、前処理として脱

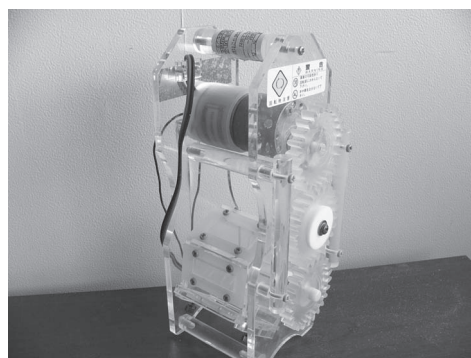


図1 使用したミニバレル

脂処理を施した後、酸による活性化処理を行った。その後のバレル処理には、(株)山本鍍金試験器製のミニバレルを用い(図1)、各種条件でめっきを行った。

## 2-2 めっき膜厚および金属組成の測定

めっき膜厚測定には蛍光エックス線装置(SII ナノテクノロジー社製 SEA-1200VX)を用い、FP法により測定した(Fundamental Parameter法)。

## 3. 結果および考察

### 3-1 成膜速度と密着現象について

バレルめっきを行う過程において、粒子同士が凝集し、くっつき(密着)が発生する原因としては、Snめっきのめっき皮膜形成速度が速いためとの指摘もある。そこで、加電圧を0.4V~1.2Vで制御することにより、Snめっきの成膜速度を変化させてめっきを行い、密着性との相関について検討した。今回、めっき素材には直径0.5mmの銅球を使用した。めっき液の組成を表1に、めっき処理条件を表2に示す。

表1 めっき液組成

Sn酸ナトリウム	100g/l
水酸化ナトリウム	10g/l
酢酸ナトリウム	15g/l

表2 めっき処理条件

電圧(V)	0.4, 0.8, 1.2
浴温(°C)	50
陽極	Sn
バレル回転速度(rpm)	17

各電圧でバレルSnめっきを行い、得られためっき皮膜の膜厚測定結果を図2に示す。加電圧が0.4Vでは1 $\mu$ mの膜厚を形成するのに約3時間要したが、1.2Vでは1時間で1 $\mu$ mの皮膜を形成した。加電圧を制御することにより、めっき皮膜形成速度が変化していることが分かる。さらに、6時間の処理では0.4Vでは約3 $\mu$ mの膜厚が得られたのに対し、1.2Vでは約19 $\mu$ mの膜厚が得られ、加電圧の増加に伴いめっき皮膜形成速度が急激に高まることが分かった。

ここで、めっき皮膜形成速度と密着性について検討したところ、いずれの電圧でめっき処理を行っても、密着開始時期に違いはあるものの、粒子同士の密着現象が認められた。このことから粒子の密着は、めっき皮膜形成速度によらないことが示された。

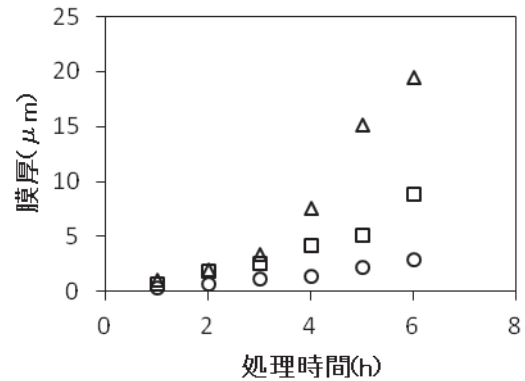


図2 めっき膜厚測定結果

(○ : 0.4V, □ : 0.8V, △ : 1.2V)

次に、粒子同士が密着し始めた様子を図3に示す。このときの膜厚を測定したところ、いずれの加電圧で処理を行っても、得られた膜厚は平均で約1 $\mu$ mであった。このことは密着現象がめっき皮膜の形成速度によらず、約1 $\mu$ mの膜厚を境に開始する傾向を示唆していると考えられる。

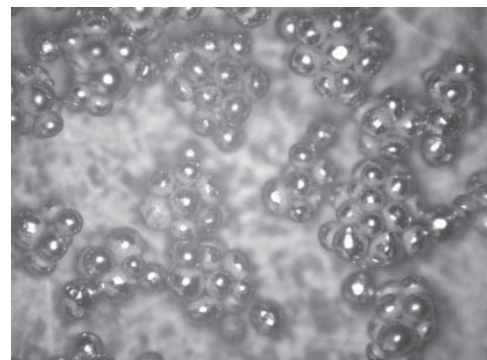


図3 粒子同士が密着した様子

さらに、このような密着現象が始まると、めっき処理時間の経過に伴い、凝集する粒子数が増加し、葡萄状に成長していく、いわゆるクラスター現象が発生することが確認された。また、その成長度合いは加電圧が大きいほど顕著であった。加電圧を増加させると皮膜の形成速度が急激に高まること示されたが、それはクラスター現象により、被処理物同士の接触が大きくなり、陰極部からの通電が起こり易くなるためと考えられる。また、その際めっき皮膜の成長はクラスター表面層において優先的に進み、クラスター内部ではめっき皮膜の成長が抑制されている傾向が認められた。これは、表面層と内部での電流密度の違いが影響しているものと考えられる。

### 3-2 バレル回転速度の影響について

粒子同士の密着現象は、分散状態が悪いため、粒子同士が凝集し、その状態でめっき皮膜の形成が進行するために粒子同士が密着してしまうためと考えられる。粒子同士のこのような密着現象を低減させるためには、良好な分散が重要であると考えられる。そこで、粒子同士の良好な分散を目的として、バレルの回転速度を変化させてバレルめっきを行い、その効果について検討した。

バレルの回転速度を 34rpm でめっき処理を行った結果、回転速度を上げて密着現象自体は発生した。しかし、回転速度を 17rpm でめっき処理を行ったときと比較して、凝集・密着する粒子数は減少し、クラスター状の成長が抑制される傾向が見られた。バレル回転速度を上昇させることにより、分散状態は良好となったものの、初期の段階では粒子同士の凝集が生じ、密着現象の発生に繋がったと考えられる。このことから、バレルの回転速度を上げることで、クラスター状の成長は抑制可能であるが、密着現象の解消には繋がらないことが分かった。

### 3-3 ダミーボールの効果について

粒子同士の凝集・密着を抑制するためには、粒子の分散性向上が重要であると思われる。そのため、粒子を分散させることを目的として、粒径の異なる銅球（直径 3～5mm）をダミーとして混入し、バレル Sn めっきを行った。ダミーの混入は粒子同士の接触が避けられるだけでなく、電流の分布を均一にする働きがあり、密着現象が低下することが期待された。図 4 に、加電圧を 0.8V でめっきを行ったときに得られたサンプルの様子を示す。ダミーを混入しても、粒子がダミーと凝集・密着していることが分かる。ダミー自体が凝集し、その空隙に微粒子が凝集してめっき皮膜が形成されたためと考えられる。このことから、3～5mm の銅球をダミーとして混入してもクラスター現象の低下には繋がらないことが分かった。今回はダミーとして球状のものを用いて試験を行ったが、めっき工場によっては L 字型や突起状のものなど、部品の形状に合わせて様々な形状のダミーが試されている。このことから、本研究においても別の形状のダミーを用いることで効果が現れる可能性も考えられる。

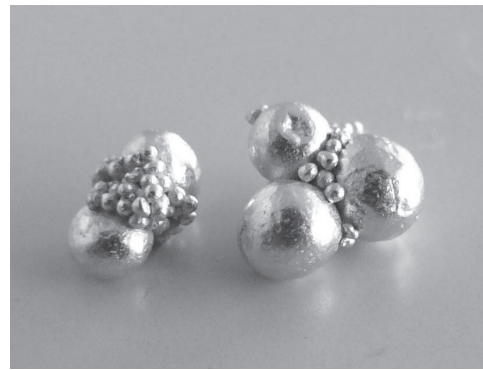


図 4 ダミーを混入してめっきしたときの様子

## 4. 結 言

本研究ではバレルめっき処理技術の確立を目的として、各種処理条件でバレル Sn めっきを行い、得られたサンプルについてめっき膜厚を測定し、めっき膜厚と密着性について検討した。その結果、以下の知見が得られた。

- (1) バレルめっきの加電圧を制御することにより、成膜速度を変化させたところ、密着開始時間に違いはあるものの、いずれの加電圧でも密着現象が認められ、密着現象は成膜速度によらないことが示された。また、密着開始時の膜厚を測定した結果、約 1  $\mu\text{m}$  の膜厚を境に密着現象が開始する傾向が見られた。
- (2) 粒子の分散性向上を目的として、バレルの回転速度を変化させてバレルめっきを行った。その結果、回転速度を変化させても密着現象は現れるものの、回転速度を上げることで、クラスター状の成長が抑制される傾向が見られた。
- (3) 粒子の分散性向上を目的として、直径 3～5mm の銅球をダミーとして混入し、バレルめっきを行った。その結果、ダミーを混入しても密着現象が現れ、ダミー混入効果は認められなかった。

## 参考文献

- 1) 梅川 雪夫：めっき技術便覧，日刊工業社新聞社
- 2) めっき治具並びにバレルめっきとその加工の実際：中小企業総合事業団（2001）