

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 (第 2 報)

望月 威夫・中村 聖名・三井由香里・川口 明廣

Research on Sn Electroplating of the Minute Parts Using the Barrel Plating Method (2nd Report)

Takeo MOCHIZUKI, Masana NAKAMURA, Yukari MITSUI 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。

粒子同士の良好な分散を目的として、パルス電流を用いてバレルめっきを行ったが、パルス電流の効果は認められず、めっき膜厚が約 $1\mu\text{m}$ を境に密着現象が開始することが示された。また、析出電位の変化を目的として、キレート剤添加の効果について検討したが、いずれの条件においても密着現象に対してキレート剤添加の効果は認められなかった。さらに、合金めっきの効果を検討するため、Sn-Ni および Sn-Bi 溶液でバレルめっきを行った結果、膜厚が $1\mu\text{m}$ を超えても粒子同士の密着現象は見られず、良好なめっき膜の作成が可能であることが分かった。

1. 緒 言

めっき処理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、種々の形状の微小部品へのめっき加工が必要とされている。それら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¹⁾。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る。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不可欠なめっき方式である。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、直接陰極と接触している被めっき物は僅かで、大半は被めっき物同士の接触により通電する²⁾。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。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の工夫が必要である。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 めっきが行われている。その際、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った。

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 (直径 0.5mm) を用いた。所定重量の銅球に対し、前処理として脱脂処理を施した後、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(株), SEA5200) を用い, FP (Fundamental Parameter) 法により測定した。

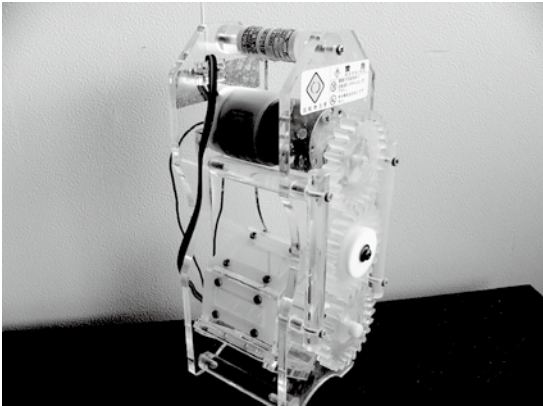


図1 使用したミニバレル

3. 結果および考察

3-1 パルス電流を用いたときの密着現象について

第1報では, 粒子同士の密着現象が発生する原因として, Sn めっきの皮膜形成速度が速いためであると考えられた。そのため, めっき電圧を 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。その結果, 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(図2), 粒子の密着現象は, めっき皮膜形成速度によらないことが示された。また, 粒子同士が密着し始めたときの膜厚を測定したところ, いずれのめっき電圧で処理を行った場合でも, 膜厚は平均で約 $1\mu\text{m}$ であった。このことから密着現象がめっき皮膜の形成速度によらず, 約 $1\mu\text{m}$ の膜厚を境に開始する傾向を示唆していると考えられた³⁾。

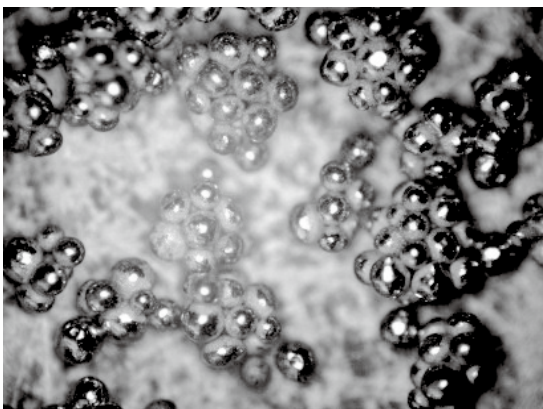


図2 粒子同士が密着した様子

粒子同士の密着現象が発生する原因のひとつとしては, 分散状態が十分でないために, 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

が密着すると考えた。そこで本年度はまず, 粒子同士の良好な分散を目的として, パルス電流を用いてバレルめっきを行い, その効果について検討した。

めっき液の組成を表1に, めっき処理条件を表2に示す。また, パルス電流条件は, 表3のように, 所定時間(30sec あるいは 60sec) 通電してめっきを行った後, 所定時間(60sec あるいは 120sec) 通電を行わずにバレルを回転させることで粒子の攪拌を行う。それを1サイクルとし, その繰り返しによってめっき処理を行った。処理後の粒子同士の密着性およびそれぞれのめっき膜厚を測定した。

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)	0.8
浴 温 (°C)	50
陽 極	Sn
バレル回転速度 (rpm)	17

表3 パルス電流条件

電流 ON 時間(sec)	電流 OFF 時間(sec)
30	30
	60
60	60
	120

図3に, 通電時間 60sec, 無通電時間 60sec のサイクル条件でバレルめっきを行ったときに得られたサンプルの, めっき膜厚測定結果を示す。時間の経過とともにめっき膜が成長していることが分かる。2時間のめっき処理により, めっき膜厚が約 $0.7\mu\text{m}$ 形成されたが, 電圧 0.8V で通常のめっきで行ったときと比較して処理時間が約2倍となり, パルス電流を使用しても通電時間に比例してめっき膜が形成されることを確認した。

このとき, 粒子同士の密着性について観察したところ, 3時間処理したもから密着が開始することが確認された。めっき膜厚測定の結果から, 3時間処理したものは約 $1.1\mu\text{m}$ であることを考えると, めっき膜厚が約 $1\mu\text{m}$ を境に密着現象が開始することが示された。このことは, めっき膜形成速度を変化させてバレルめっきを行った昨年度の結果と同様の傾向を示した。このことか

ら、パルス電流を用いて無通電状態で粒子同士の分散を行っても、粒子の密着性に効果は認められないことが明らかとなり、密着現象は形成しためっき膜厚が重要な要素であることが分かった。

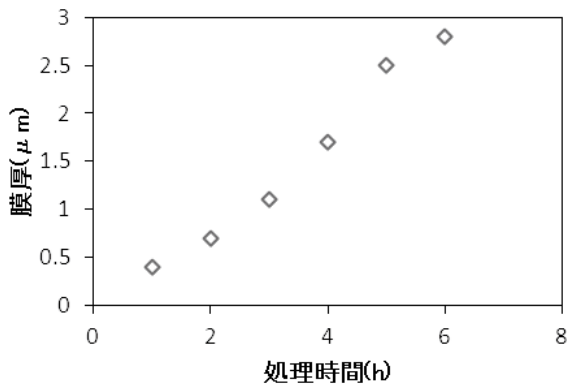


図3 めっき膜厚測定結果

3-2 キレート剤添加の影響について

昨年度の報告では、めっきの膜形成速度を変化させても密着現象が発生することから、膜の形成速度は密着現象と相関がないことが示された。しかし、析出電位を変化させることにより、Snの析出挙動が変化し、密着現象に変化が出てくる可能性がある。そこで、キレート剤添加の影響について検討した。キレート剤を添加することにより、溶液中のSnイオンと錯体を形成し、析出電位が変化し、密着性に影響が出ることを期待される。

キレート剤には、酒石酸ナトリウムカリウムを用いた。酒石酸ナトリウムカリウム濃度を、1g/L、2g/L、5g/Lに調整したSnめっき溶液を用い、めっき条件は表2のとおりで行った。得られたサンプルのめっき膜厚を測定し、密着現象との相関について検討した。

膜厚測定結果からは、いずれの濃度においても形成されるめっき膜厚の違いは見られず、めっき膜の形成速度にはキレート剤の添加効果は見られなかった。また、密着現象においても、キレート剤添加量の違いにかかわらず、約1μmを境に密着現象が発現することが確認された。このことから、Snめっき溶液へキレート剤を添加しても、密着性には影響がないことが明らかとなった。

3-3 合金めっきの影響について

ここまで、Sn単独のめっき溶液について各種検討してきたが、いずれの条件で処理してもSn単独では膜厚約1μmを境に密着現象が発生してしまうことが明らかとなった。そこで、本項では、Sn溶液にNiあるいはBiを添加して調整しためっき液を用い、合金めっきの効果について検討した。

Sn-Ni および Sn-Bi のめっき処理条件を表4に示す。

表4 めっき処理条件

	Sn-Ni	Sn-Bi
電流値 (A)	1.5	0.5
浴温 (°C)	50	50
陽極	Ni	Sn
パレル回転速度 (rpm)	17	17

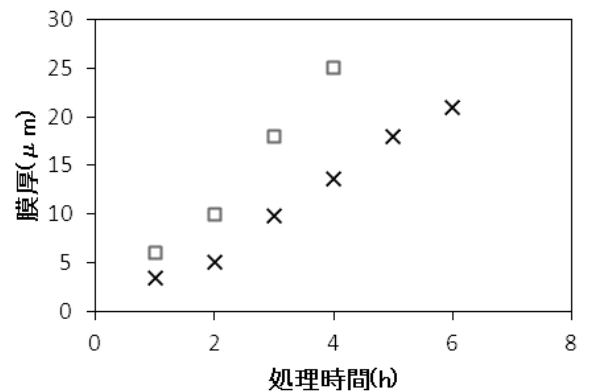


図4 めっき膜厚測定結果 (× : Sn-Ni, □ : Sn-Bi)

得られためっき皮膜の膜厚測定結果を図4に示す。Sn-Niめっきでは1時間の処理で約3μmの皮膜を形成したが、Sn-Biめっきでは1時間の処理で約6μmの皮膜を形成した。また、その後のめっき処理によりめっき膜はほぼ処理時間に比例して成長し、良好な膜厚が形成されていることが分かる。

ここで、めっき膜厚測定結果と密着性について検討したところ、Sn-Ni および Sn-Bi いずれのめっきにおいても膜厚が1μmを超えても、粒子同士の密着現象は見られなかった。めっき膜の成長に伴い、膜厚のばらつきが大きくなったが、これは被めっき物が大きくなると接触面積が大きくなり、陰極からの通電が起り易くなるためだと考えられる。膜厚が約10μm以内であれば、めっき膜厚のばらつきも抑制され、良好なめっき膜の作成が可能であった。図5にSn-Niめっきで3時間処理したサ

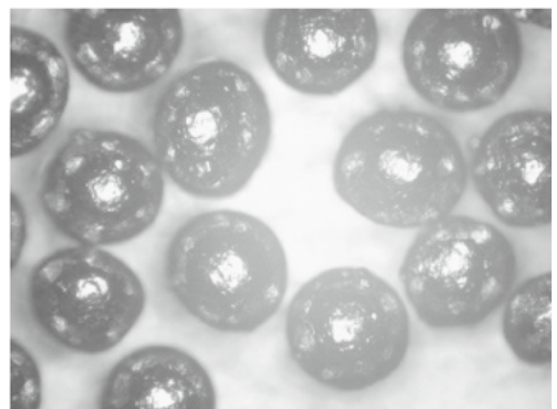


図5 Sn-Niめっきサンプルの様子

ンプルを示す（膜厚約 $10\mu\text{m}$ ）。密着現象が発生せずにめっきされている様子が確認できる。

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) 粒子同士の良好な分散を目的として、パルス電流を用いてバレルめっきを行い、その効果について検討した。その結果、めっき膜厚が約 $1\mu\text{m}$ を境に密着現象が開始することが示されパルス電流を用いて無通電状態で粒子同士の分散を行っても、粒子の密着性に効果は認められないことが明らかとなった。この結果は昨年度の膜形成速度を変化させて検討した場合と同様のものではなかった。
- (2) キレート剤を添加して析出電位を変化させることにより、密着現象に及ぼす影響について検討した。その結果、キレート剤添加量の違いにかかわらず、約 $1\mu\text{m}$ を境に密着現象が発現することが確認され、キレート剤添加の効果は認められなかった。
- (3) Sn 溶液に Ni あるいは Bi を添加して調整しためっき液を用い、合金めっきの効果について検討した。その結果、Sn-Ni および Sn-Bi いずれのめっきにおいても膜厚が $1\mu\text{m}$ を超えても、粒子同士の密着現象は見られなかった。膜厚が約 $10\mu\text{m}$ 以内であれば、めっき膜厚のばらつきも押さえられ、良好なめっき膜の作成が可能であることが分かった。

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) 中小企業総合事業団：めっき治具並びにバレルめっきとその加工の実際（2001）
- 3) 望月 威夫，他：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，山梨県工業技術センター研究報告，No.26，p.108-110（2012）