■ 特集／バレルめっき

振動法による新しいめっきシステム

杉 藤 晋 一*

A New Plating System Using Vibration Technology

Shinichi SUGITO*

小型部品、特に電子部品のめっきに要求される品質、コストダウンは近年著しいものがあり、従来法ではそれらを十分にクリアーできにくくなってきている。振動を応用したユニークな装置が良い成果を上げているので紹介する。

1. はじめに

ここ10年間コネクター、半導体業界での電子部品への要求は、質・量ともに非常に高くなって来た。即ち、より強い市場競争力を得るため、できる限り高品質で、しかも低いコストで、と言うものである。そしてこれらの実現のため、広範囲な分野で新しい装置の開発が行われている。

電気めっきの分野も例外ではなく、電子部品の小形化、高信頼性及び低コスト化という要求を効率的に実現できる製造設備が求められている。

今回、従来のバレル法で行われている小形部品のめっきに、振動の原理を利用した装置がスイスのOSCI（オッシ）社によって開発され、各方面で良好な成果を上げているので紹介したい。

2. 振動めっきの特徴

ラジアル振動は長い間、自動充填、自動組立等

の装置に用いられ、また研削、研磨の分野においてもこれらの技術が応用され、特に、非常にデリケートで壊れやすい部品も正しい条件下では、ほとんどあるいは全く変形を生ずることなく処理、加工できることが良く知られている。

(1) この振動技術を応用しためっきは、従来バレル法と比較し、次のような大きな特徴を持つ。

バレル内における部品の動きは、その部品の自重による自然落下がに依存している。このために、いくらかの例外はあるものの、数多くの問題を抱えている。

a. 処理量の増大に伴い、表面を流動する部品に比べ、内部だけを動く部品の比率が大きくなっていく。これは膜厚のバラツキを大きくし、めっき不着等を生じやすく、量の加減が重要となっている。この傾向は部品が小さくなるほど大きくなる。これを防ぐために、バレルの形状、回転または羽根、ダンギュラー等様々な改善が成されたが、複雑になりやすい。

b. 部品の引掛り等の相反現象を誘引しやすくなる。これらの解決の一つとして様々な形状、重量のダミーが用いられる事が多い。

c. また、個々に駆動源を装備したもの以外は回転速度が固定である為、一つのラインで異なる部品、めっき、といった展開に容易に応じ切れない要素を持つ。

など、ウィークポイントを持っはいるが、この技術は、ほとんど熟成されており、大量生産が可能である。また、一連のライン設置が容易であること等の理由で現在では、小物部品めっきの主

* ミコ ジャパン(株) 代表取締役

(〒105 東京都港区愛宕1-3-9, ☎03-434-1251)

Meco Japan Co., Ltd.

(3-9, Atago 1-chome, Minato-ku Tokyo

105)

流の位置を占めている。

(2) これに対して、振動めっきの部品の動きは、慣性に依るものであるため、部品の個々がバスケットに対して駆動力を持つ。このことから、円形のバスケットの中央部を除いては、めっきのパラッキ、引掛りに対し優れている。また、振動周波数、振幅を個々のユニットごとに随時調節できるので、一つのラインで、広範囲な種類のめっきに対応できる。

さて、これらの優れた特徴を持つものではあるが、従来の振動法によるめっき装置（図1）では、

- ・振動源が処理槽の下にあり、液のシールが難しい。

- ・1処理槽で全処理を行うため、生産性が低い。

- ・また、液のクロスコンタミの危険がある。

等、優れた特徴を生かし切れていなかった。

これらの点について、振動源とバスケットで、ユニットを構成し、これを処理槽から処理槽へとシーケンスプログラムに沿って搬送できるようにしたものがオシユニット、オシラインである。

3. オシユニット

オシユニット（図2）は、以下の3個の部分から構成される。

- ① 振動ユニット
- ② バスケット
- ③ サポートフレーム

3. 1 振動ユニット（写真1）

振動ユニットは、複数の電磁石が取り付けられた水平な下部プレートと上部プレートで構成され、上下のプレートは、弾性のある板で結合されている。上部プレートの振動は、中央のシャフトを介してバスケットに伝達され、下部プレートは弾性体でサポートフレームに固定され、振動は減衰される。複数の振動源を持つことで、この種の装置に起こりやすい偏振動を極少にし、また強力な振動を処理バスケットに供給できる。

このユニットには、発振コントロールユニットが付随している。これは、2つの任意の周波数をプリセットする事が可能であり、粘度の異なる液中でも同じ振動が得られ、常に最適のかくはん条

図1 振動めっき装置の一例

図2 オシユニットの概略図

写真1 オシユニット

件となるよう、自動または手動で切換えることができる。

例えば、小さい部品は早く（5～10秒／周）、また軽い部品はゆっくり（15～30秒／周）動かすことで部品の形状、重量に合った条件を設定できる。

3. 2 バスケット

部品を入れるバスケット（図3）は、直径160mmから650mm迄9種類用意され、処理ロットの重量、かさに依って適切なサイズを選択できる。因みに650mm径のものでは、最大25kg又は15Lの部品を処理できる。このバスケットの底面は、部品の流れに沿って傾斜がつけられ、部品のミキシングに有効な羽根を持っている。

この底板には、スリットの入った交換可能なカプセルが、はめ込まれ、めっき中の液の循環及び処理後の液切りを良好に行える。またカソードコンタクトとしてステンレス製のボタンが取付けられており、これも交換可能となっている。コンタクトボタンは、底板内部で補強を兼ねたステンレスバーに接続される。このバーは更にシャフト内部でステンレスシャフトに接続されている。ステンレスシャフトは振動ユニットの上部プレートに固定され、振動をバスケットに伝達する。

底板に取付けられたカプセルは、数種のスリット形状、サイズが用意されている。これらの数、底板の傾き、羽根の形状等も処理部品の種類、形

図3 めっき用バスケットの底部詳細

写真2 オシラインの一例（運搬中及び傾けられた振動ユニット）

状、量に応じて各種の選択が可能である。

3. 3 サポートフレーム

オシユニットのサポートフレームは、いくつか機能を持っており、第一の役割は、バスケットを各種の処理タンク上に正確に置くことである。また、フレームの両端の端子を通してめっき用と振動に必要な直流電流が供給される。さらにフレームについたフックでユニットはトランスポートホイストより次のモジュールに移動される。

4. オシライン (写真2)

オシラインは、以下のもので構成される。

- ①ラインモジュール
- ②トランスポーター
- ③制御部

4. 1 モジュール

基本的なラインは、ステンレス製のフレームでできたモジュールの組み合わせによって構成されている。このために、増産等の要求にもモジュールの追加で容易に対応することができる。モジュールの長さは1mで、各種の処理を1モジュール内で行うことが可能であるため、ライン全長をコンパクトにまとめることができる。例えば、コンタクトピン等のめっきラインの場合、以下のような構成となる。

めっき: Ni→2 μ m, Au→0.3~1.3 μ m,

Sn/Pb→6 μ m

処理量: 約50万個/バッチ (450型ユニット)

タクト: 15~20分/バッチ

必要モジュール数

Ni→4, Au→1, Sn/Pb→2, Cu→1,
前処理→2, 後処理・回収→4, 予備→1, ロード・アンロード→3 合計18モジュール

同条件のパレルラインの場合約40mのラインが必要となるが、本法では18mで良い。増産の場合、バスケット又はユニットの変更で対応することが可能である。

4. 2 トランスポーター

オシユニットを処理槽から処理槽へ運搬する搬送機構が装備される。これはモジュール上に設置するものと、天井に取付けるものとがある。

走行は、コンピューターによって制御され、ユニットを正確に搬送することはもちろん、各種の部品をランダムに投入しても、個々の部品のめっき構造に応じた処理が行われるようにユニットを搬送する。

4. 3 制御部

ラインの全てを集中制御する部分で、別置きのカビネット内に収められている。(写真3)

内蔵されたコンピューターに依って、固定シーケンス又はフレキシブルなシーケンスに沿って、搬送、バルブの開閉、ポンプの運転等の制御が行われる。液温、整流器等もこれでコントロールされる。カビネットのパネルには、各種の操作スイッチ、液温、積算電流等の計器、及びCRTディスプレイ、キーボードが取付けられている。

5. モジュール

モジュールは、以下のものがある。

- ① 処理モジュール
- ② ロード・アンロードモジュール
- ③ 乾燥モジュール
- ④ 予備モジュール

5. 1 処理モジュール

ラインの主体となる標準モジュールで、上部に処理槽、下部には1個か2個の貯蔵タンクを備えている。これらは何れもポリプロピレンで作られている。また裏面には給排水の配管系及びバルブが取付けられている。処理槽上部には2個のスプレッドヘッドがあり、貯蔵タンクには1個又は2個

写真3 制御部

の浸せきポンプ、ヒーター、及び液レベル、温度等のセンサー他を備えている。

5. 2 ロード・アンロードモジュール

このモジュールは、処理モジュールと同寸法のステンレスフレーム製で、エアシリンダーを備えており、部品の取出し時には、ユニットを90度傾けることができる。バスケットが空になると、ユニットは垂直位置に戻り、処理する部品を投入する。その後のシーケンスで初段の処理モジュールが空いた時、トランスポーターがこのユニットを、そこに運搬し、製品に応じた処理のプログラムがスタートする。

5. 3 その他のモジュール

部品の乾燥のためのセクションを、処理モジュールとロード・アンロードモジュールとの間に設けることができ、最終の純水洗浄の後、部品に振動を加えながら比較的低温（約60℃）で乾燥できる。

また、予備モジュールを前以てラインに組込んでおき、将来の増産に備えておくこともでき、速やかなライン能力のアップができる。また、このモジュールは、回収水洗用のモジュールと一緒に休止する時のユニットのレストセクションとなる。

5. 4 処理モジュールの機能

めっきの一連の処理は、プログラムされたシーケンスに沿って行われる。処理モジュールにユニットが置かれると、処理槽のドレンが閉じられ、処理液が貯蔵タンクから処理槽にポンプアップされ、オーバーフロー→貯蔵タンクと循環する。処理後、ドレンが開き、全ての液は貯蔵タンクに戻される。その後、排水系路が切換えられ、回収水洗モードになる。このモジュールは2種類のリンスができる、即ち浸せきとスプレイリンスである。

浸せきリンスは、処理プロセスと同様で、水洗水は処理槽と水洗タンクとの間を循環する。

スプレイリンスは、2個のスプレイヘッドを使い、洗浄水は処理タンク底部から排水される。この2通りのリンスは共に振動を加えながら行なわれるが、特にスプレイリンスは効果的で、浸せきリンスより約70%水の消費を少なくできる。

これらのリンスを単独あるいは組み合わせて処理に応じた効果的なリンスを行うことができる。

各モジュールは、液の相互汚染、あるいは各処

理のアノードへの影響を避けるため、各工程専用とすることが望ましい。

例えばNiめっき→回収→リンス等は1モジュール内で行えるが、同一モジュールで異なるめっきを行う事は避けなければならない。

6. 応用分野

これらのユニット及びラインは次のような部品のめっきに特に利点がある。

- ① 平らな物、デリケートな物
(チップ部品、リードスイッチ等)
- ② 盲穴等のある物
(コネクターピン、キャップ等)
- ③ より均一な膜厚と高品質が要求される物
(コンタクター部品等複雑な形状の部品)

図4 ラインのフロー例

〔応用例〕

以下は、多くの特徴を持つ本装置で行われている実際例の一部である。

- 1) ダミーを全く使わないめっき

(ダイオード等)

- 2) 少量のダミーを使うめっき

(チップコンデンサ等)

バレル法 50 : 50

本装置 5 : 95

- 3) コネクターピンAuめっき膜厚分布

$N=4890$, $n=20$ (ランダム抽出)

$\bar{x}$: 2.770 μm

δ_{n-1} : 0.190 μm

$x\text{-max}$: 3.048 μm

$x\text{-min}$: 2.541 μm

以上のように各方面で良好な結果を得ているが、他にも、バッテリーキャップ等のめっきでは、キャップ内外の膜厚差を、平均値で3.0 : 5.4 μm から、3.3 : 4.1 μm と少なくできた例等もあり、特に貴金属めっきの分野では、薬品、メタルの消費量の節減に大きく貢献できるものと考えられる。

7. 結 論

以上のオシユニット、オシラインの説明をまとめてみると、

- 1) かくはん効果が良いため、良好な析出分布が得られ、薬品、地金使用量を節減できる。
- 2) 振動の周波数、振幅がユニットごとに調節できるため、部品に応じた適切な条件設定ができる。
- 3) 標準モジュール構成であるため、増設等が容易にでき、増産に対応し易い。

- 4) 処理モジュール内で回収、リンスを行うため、ライン長が短くなり、設置スペースを小さくできる。また、搬送中のバスケットからの雫は、水洗水以下の濃度で、しかもも少ないのでラインの汚れ、他の処理槽への汚染が非常に少ない。
- 5) 同じラインで異なるめっき品のものをランダムにめっきすることが可能であるため、1ラインで広範な部品の処理を行える。
- 6) 薬液は処理時以外は、P. P製の密閉タンクに貯蔵されるため、蒸発ロス、熱消耗が少なく、液管理が楽になり、省エネルギー効果もある。などが挙げられる。

本装置は、多種多様な部品へのめっきが良好にできるが、部品、あるいは処理によってバスケット材質を変更することもできる。即ち、無電解めっき等の場合、フッ素樹脂のバスケットが用いられている。また鋭いエッジを持つ物、あるいは針のような物では、何れの方法によるめっきでも治具のメンテナンス頻度が高くなるが、これらについても現在材質等の検討が加えられている。これらにより更に広い分野のめっきに適応できると考えられる。

参考文献

- 1) P.-A. Shopfer ; "Automated Plating System for Mass Production Based Upon Vibratory Technology", 72nd Annual Technical Conference Proceedings, SUR/FIN '85, AES
- 2) Edner ; Metalloberfläche, 39, 9, 1985
- 3) 松下哲夫 ; 被処理物によるバレルの適正, 本誌, 34, 9, 1987