引っかけ(ラック)めっきと装置

小林 善 秋^a

^a(株) JCU (〒 110-0015 東京都台東区東上野 4-8-1 TIXTOWER UENO 4 階)

Rack Plating and Equipment

Yoshiaki KOBAYASHI^a

^aJCU Corporation (TIXTOWER UENO 4F, 4-8-1, Higashiueno, Taitoh-ku, Tokyo 110-0015)

Keywords : Rack Plating, Plating Equipment

1. はじめに

今日、めっきを含む表面処理技術およびその装置は各分野の高機能化・高付加価値化の進展に合わせ多様な技術開発が行われている。そのような中で、めっき技術および装置の中で最も基本的とも言える引っかけ(ラック)めっきと装置に関して構成要素とその機能について以下に説明する。

2. めっき装置の分類

2. 1 めっき方式による分類

薬液槽を用いる湿式電気めっき装置はめっき方式により以下のように分類することができる。

(1) 引っかけ(ラック)めっき装置

引っかけを使用しめっきを行う装置で、引っかけとはめっきされる品物を取付けめっき槽内で品物に電流を供給する支持具である。引っかけはラック、治具、ハンガーなどの呼び

方もある。図1および図2に引っかけ(ラック)を示す。

本稿ではこの引っかけ(ラック)めっきと装置を中心に説明する。

(2) バレルめっき装置

バレルを使用しめっきを行う装置で引っかけめっきが引っかけに品物を取付けてめっきを行うのに対して、例えばボルト・ナットなどの小形部品のめっきではバレルに品物を入れてめっきを行う。図3にバレルの外観図を示す。バレルはめっ

図1 自動車外装部品を取り付けた引っかけ

図2 引かけの構造

図3 バレル

きの処理液が通る小孔が多数あいた樽状で、バレルの中に品物を入れてめっき液に浸漬しバレルを回転させながらめっきを行う。バレルにはPVCやPP、アクリルの樹脂材料が使用される。

(3) 連続めっき

板材や線材の巻かれた長尺物を送り出しコイルから送り出して巻き取りコイルで巻き取り、その間にめっき処理を連続的に行うもの。送り出しコイルと巻き取りコイルがなく、例えば一定寸法のプリント基板を個別に送る方式も含まれる。

2. 2 搬送方式による分類

搬送方法の違いからは次の方式に分類される。

(1) 固定タクト搬送方式(プッシャ型、エレベータ型、アーム型)

品物を引っ掛け(ラック)に取り付けてめっきするラック方式と、バレルに入れてめっきするバレル方式どちらにも対応可能である。ラックまたはバレルを設備導入時に決められた処理工程(槽配列)の順に入出槽させ決められた時間でめっき処理を行う装置である。少品種多量生産に適した装置であるが、処理工程や処理時間の変更が必要な場合は大幅な改造が必要となる。図4にエレベータ型装置の外観図を示す。

(2) プログラム搬送方式(片持ち走行型、天井走行型)

この方式もラック方式、バレル方式どちらにも対応が可能

である。現在、引っ掛け(ラック)方式の装置ではこの方式が主流である。

配列された処理槽に対して複数台の搬送キャリヤがそれぞれ決められた運行プログラムによりラックまたはバレルを搬送しめっき処理を行う装置である。搬送キャリヤとはラックまたはバレルを搬送する走行および昇降機構を備えた搬送機のことである。搬送キャリヤの運行プログラムを変えることにより処理工程と時間の変更が容易である。

片持ち走行型は搬送キャリヤの駆動部分が側面にあって搬送アームが片持ち式のものであり、搬送するワークの重量が軽く比較的小型の装置で、プリント基板や小物部品のめっきに用いられている。図5に片持ち走行型装置の外観図を示す。

天井走行型は2列の走行レールにまたがる形の搬送キャリヤの上部に駆動部があり、小物部品から大型部品まで全てに対応可能な装置である。図6に天井走行型装置の外観図を示す。

(3) ラックレス搬送方式(水平移送型)

主にプリント基板のめっきに用いられていて、ワークは搬送ローラー上に水平に置かれて各処理工程を搬送処理される。この方式の特徴は被めっき物を単独(ラックレス)で搬送するため、投入・取出しの自動化が容易であることである。また、

図4 エレベータ型装置

図6 天井走行型

部分抜粋図

拡大図

図5 片持ち走行型

装置全体が密閉に近く作業環境上好ましい装置である。

(4) フープ連続巻き取り方式

帯板状または線材状のワークがロード(アンコイラ)からアンロード(コイラ)までの処理工程を連続的に移動し処理を行う装置である。

3. 引っかけ(ラック)の構造

引っかけはラック、治具、ハンガー、吊り具などとも呼ばれるもので、めっきする品物を支持し電流を品物に供給するための支持具である。

引っかけの構造は、陰極棒に取り付ける接続部分とそこから伸びる主骨があり、主骨から枝骨が分岐し枝骨には品物を取り付けるフックがある。図2に示す例は最もシンプルな主骨からフックが伸びるタイプである。

陰極棒に取り付ける部分と品物を取り付けるフックを除いてPVCゾルコーティングで絶縁されている。陰極棒は品物を取り付けた引っかけを搬送する機能を兼ねるのでキャリヤバーなどと呼ばれる。

引っかけは、作業性、めっきの品質、生産数に直接影響を与える非常に重要な部材である。具体的には品物への通電状態が均一になること、陰極棒への着脱容易性、品物の着脱容易性、めっき中の品物脱落がないこと、より多くの品物取付けができること、薬液への耐蝕性があること、めっき皮膜が付かないことなど多岐わたる要求を満たす必要がある。

引っかけの詳細について以下に説明する。

(a) 陰極棒(キャリヤバー)への接続部

①自重式。引っかけと品物の自重で陰極棒に接触している方式で、陰極棒への引っかけの着脱作業性が良いが、液の攪拌の影響で揺れて通電不良になる場合がある。②バネ式。バネ力により接触の確実性を増して通電不良を低減した方式である。③ネジ式。ネジの締め付け力で通電が確実になるが着脱に手間がかかる。

(b) 品物の接続部

①自重式。品物の自重で接触し通電する方式で、品物の着脱性は良いが液の攪拌で揺れて通電不良の可能性があるので自重が大きい金属部品で有効な方式である。②バネ式。フックのたわみによるバネ力を利用する方式で、品物の自重にかかわらず確実に取付けができるので樹脂めっきも含め多く用いられている。

4. めっき装置の構成

プログラム搬送方式の装置を例として、めっき装置の構成について以下に説明する。

4.1 フレーム・ベース

めっきの薬液槽・水洗槽を設置固定するベースフレーム、搬送キャリヤを設置・走行させる支柱や走行レールなどで構成される。

4.2 搬送キャリヤ

めっき処理のため配列された薬液槽・水洗槽に対して決められた運行プログラムにより品物を搬送する搬送機である。薬液槽・水洗槽に順次品物を搬送していくため走行と昇降の駆動部を備えている。処理量を多くするためより高速で走行

と昇降することが重要だが、走行の加減速による品物の揺れや上昇・下降中の液抵抗による品物の脱落に対して注意が必要である。また、走行・昇降動作にともなう薬液ミストがキャリヤに付着するため、耐蝕性確保のためにキャリヤ各部品の材質や塗装・コーティングに注意を要する。

4.3 処理槽

めっき装置に使用する槽は前処理の薬液が入る前処理槽、めっきを行うめっき槽、前処理・めっきそれぞれの後の水洗槽に分けられ、耐薬品性・耐熱性・電気絶縁性が求められる。材質により樹脂槽と鉄槽に分けられるが現在は樹脂槽が主流になっている。樹脂槽に使用される樹脂の種類と特徴を以下に示す。PVC(塩化ビニル)は液温が概ね50℃未満、PP(ポリプロピレン)は概ね80℃未満、FRP(繊維強化プラスチック)はそれ以上に使用される。また、腐蝕性の高いエッチングや六価クロムの液に使用する槽では内面接液部がPVDF(ポリフッ化ビニリデン)で外面がFRPの複合板を用いる場合がある。いずれも槽の大きさにより外面に鋼材による補強を取り付ける。鉄槽は鋼板にPVC、FRPなどをライニングして使用する。

4.4 電源装置

めっき液を使用する湿式の電気めっきに欠かせない機器である。電力会社から供給される交流を直流に変換し出力する機器であり、直流電源または整流器と呼ばれる。内部の回路方式にはサイリスタを使用するサイリスタ方式とインバータを使用するインバータ式がある。めっき用電源装置は低電圧大電流が特徴で、出力電圧は数V～20V以下、出力電流は数A～10,000A以下が多い。直流電源の制御方式としては自動定電圧方式、自動定電流方式がある。自動定電圧方式は交流入力電圧の変動や負荷の変化にかかわらず直流出力電圧を一定にする方法である。品物表面積の変動が多く、一定のめっきを必要とする場合に有効である。自動定電流方式は交流入力電圧の変動や負荷の変化にかかわらず直流出力電流を一定にする方法である。品物の表面積が大体決まっていって連続して長時間のめっきをする場合に有効である。めっき装置では1ラック-1電源として、あらかじめ品物ごとに各めっき工程別の設定電流値を登録しておき、品物をめっき装置に投入する時に選択された設定値が適用される制御を行っている。同時に品物がめっき槽に入槽後、徐々に電流値を上げたり途中で通電を止めたりといった制御を行う場合もある。めっき用の直流電源には積算電流計を内蔵する場合が多い。積算電流は出力電流の時間積分で求められるが、積算電流計は積算電流の測定が可能でその値を液管理に利用している。めっき液は流した電気量に応じて液の状態が変化する。例えば光沢剤などの添加剤が消耗したり、pHが変化するなどである。よってめっき装置は積算電流計の値を基に添加剤やpH調整用の酸・アルカリ液を自動補給する機能を持っている場合がある。

4.5 ろ過機

ろ過機はめっきの処理液・水洗水に工程過程で混入または発生する固体不純物を除去するための機器である。固体不純物はめっき表面のピット、ピンホール、光沢の欠陥などのめっき不良の原因となるためろ過機はめっき製品の品質を高める

ために欠かせない機器である。また、めっき液を循環させることにより、槽内の液濃度・液温度分布の均一化の効果も得られる。ろ過塔と循環ポンプが組み合わされたユニットになっている物が一般的である。ろ過機の台数は以下の台数を標準とする。

$$\text{台数} = \text{液量(L)} \times \text{ろ過循環回数(回/Hr)} / \text{ろ過能力(L/Hr)}$$

ろ過循環回数は槽容量の回転率であり、めっきの種類による例としては以下のようになる。

めっきの種類	循環回数(回/Hr)
前処理	2～3
硫酸銅めっき	3～5
ニッケルめっき	3～5
クロムめっき	1～2

4. 6 加熱装置

加熱装置は薬液を使用に適した温度に昇温し保持するために用いる。加熱装置には蒸気を熱源とする熱交換器と電気ヒーターが使用される。大型槽では大きな熱交換量が得られる蒸気を熱源とする熱交換器、小型槽では電気ヒーターが用いられる。熱交換器は槽内設置型と槽外設置型があり、槽内型ではSUS製、チタン製、テフロンチューブ製などが耐蝕性を考慮し使用する薬液の種類に応じて用いられる。電気ヒーターでも熱源の電気発熱体をSUS鋼管、チタン管、テフロン被覆等に内蔵し各薬液への耐蝕性を持たせている。槽外型は蒸気を熱源とするプレート式やシェル&チューブ式熱交換器が用いられる。

4. 7 冷却装置

冷却装置は薬液を使用に適した温度に冷却し保持するために用いる。めっき槽では電気めっきによる電解熱の発生や循環ポンプの駆動モーターの熱の吸収、さらに液温度が周囲の環境温度よりも低ければ周囲からの吸熱など液温上昇要因が存在するため冷却が必要となる。加熱装置同様、槽内式と槽外式が槽の大きさ、熱交換量、薬液の種類に応じて選択される。

4. 8 攪拌装置

攪拌装置はめっきにおいて重要な要素であり以下の目的がある。a)液組成および液温度の均一化。b)電解により発生するガスを品物表面から離脱させピット(めっき面に生じる穴)を防止する。c)電解による液濃度の不均一を防止しめっきを高能率化する。d)品物表面の流れをつくり水洗などの洗浄効率を高める。

攪拌の種類は以下の通りである。a)品物揺動。品物を上下または水平方向に揺動させる方法である。水平方向には、キャリヤの進行方向に対して同じ方向と直角方向の2種類がある。一般的に揺動ストロークは50～100mm、揺動回数は20～30回/分程度である。従来、揺動の方向は上下方向あるいは水平方向の1方向が多かったが、めっき液の種類によってはXYZ3方向の3次元揺動の要求も出てきている。一般的に揺動機構の駆動源はモーターであるが、上下揺動をエアシリンダ駆動とし衝撃揺動としてプリント基板めっき装置の脱泡などに用いられる。b)空気攪拌。処理槽底に小孔付きのパイプを設置しブローアから供給される空気を吐出させる方法である。

4. 9 薬品補給装置

薬品補給装置は、電源装置の説明でも述べた通りめっきにより光沢剤などの添加剤が消耗したりpHが変化したときに、定量ポンプを用いて添加剤やpH調整用の酸・アルカリ液を自動補給するものである。添加剤の補給は積算電流計の値や処理の積算量を基に、pH調整用の酸・アルカリ液はpH計での測定値を基に補給する。

4. 10 排気設備

排気設備は処理槽から発生するガス・ミスト・蒸気を除去する設備である。ガス・ミスト・蒸気は作業者の作業環境を悪化させるだけでなくガスの種類によってはめっきの品質にも影響する場合がある。排気が必要な処理槽は硝酸・クロム酸・塩酸などの酸類、シアン系・苛性ソーダなどのアルカリ類、湯洗などの蒸気である。処理槽近傍に設置する排気フードから吸い込み、屋外の大気に放出する前に排気洗浄装置で有害物質を取り除いて排出する。

5. 制 御

電気制御はキャリヤ制御、付帯機器制御、整流器電流値制御、ロード設定制御などに分けられる。

キャリヤ制御部には一般的にシーケンサを使用し、運転モードは自動、手動、調整運転が設けられる。自動は通常の生産運転、手動は各キャリヤ等の操作SWを使用する個別手動運転、調整は装置メンテナンスや異常発生時の個別手動運転である。また、シーケンサとタッチパネルを接続し搬送キャリヤや品物の位置、動作表示、異常表示などを表示する。

付帯機器制御部はろ過機や循環ポンプなどの付帯機器類の運転停止、温度制御と異常表示、電気ヒーターの安全装置などが組み込まれる。

ロード設定制御はパソコンやバーコードリーダーを使用しロット管理などを行う。

6. 今後の動向

現在各企業、研究機関などでめっきの処理時間短縮、薬品使用量の削減による環境負荷の低減などを目指して高速めっき技術が開発・実用化されており、装置でも薬品の要求仕様に合わせて液循環や噴流などの対応をさらに進めて行く必要がある。

また、従来のめっき装置でキャリヤ搬送型ではキャリヤの運行プログラムを変えることにより処理工程と処理時間を容易に変更できることは先に述べた通りで、あらかじめ複数の運行プログラムが登録されていればその中から希望のものを選択すればよい。ただし、新規の運行プログラムを追加する場合はシーケンスソフト上で修正作業が必要であり、今後は希望の処理工程や時間を指定すれば装置側で対応するようなシステムの自由度を向上させた装置の開発が求められる。

(Received August 6, 2017)

参考資料

- 1) 斎藤 圃, 本間英夫, 山下嗣人; 新めっき技術(丸善出版, 2011).
- 2) 山名式雄; めっき作業入門(理工学社, 2003).