めっき液の温度コントロールシステム

谷 口 正 実*

Thermo-Controller for Electroplating

Masami TANIGUCHI*

Key Words : Electroplating, Thermo-Controller

めっき液の温度制御はますます高精度なものを求められるようになった。本稿では温度コントロールシステムを構成しているセンサー、温度計、温度調節器について述べる。

1. はじめに

近年、めっき技術の進歩とともに、電気・電子産業をはじめとする種々の産業において、めっき技術の多様な応用が試みられ、実施されるようになった。そのため、めっき皮膜の物性に対する要求も厳しくなり、精度の高いめっきの管理技術が必要となった。そのめっき条件の管理項目としては、例えば浴組成、電流密度、pH、浴温がある。

本稿では、上記の項目のうち、浴の温度コントロールシステムについて述べる。

2. 温度計算式（簡略式）

図1及び計算式を参考として必要とする電力を計算することができる。まず、薬液名と上昇温度（現状温度と希望温度との差）、その希望温度までの時間と液量を確認しなければならない。更に、タンクの寸法、液面の高さから、容量を計算式に組み入れ、放熱ロスを掛けると、おおよその値を

$$[\text{公式}] \quad \text{kWH} = \frac{L \times \text{比重} \times \text{比熱} \times \text{上昇温度} (^\circ\text{C})}{860\text{kcal}} \times \text{放熱ロス}$$

図1 上昇温度と必要電力の関係

得ることができる。正確な値を得るためには、その外に、液の比重、比熱、熱伝導率等を考慮しなければならない。ただ一般的には、簡略式で計算していることが多いようである。

3. 温度センサー

温度コントロールシステムの中で、測温体（センサー）の精度は非常に重要である。ここでは、めっき工場で使用されているセンサーについてまとめてみたい。なお、センサーは、あくまで、温度を感知する部品なので、これを表示、あるいは、コントロールする機器については次の項でふれることとする。

めっき液には各々適温があり、必要とする温度精度、さらに経済性、耐食性、使用条件によって

* 憐谷口製作所（〒141 東京都品川区西品川1-20-20）
Taniguchi Seisakusho Co., Ltd.
(20-20, Minami-Shinagawa 1-chome, Shinagawa-ku, Tokyo 141)

設計段階で温度センサーを選択しなければならない。

3. 1 温度センサーの種類

3. 1. 1 サーミスタ抵抗式

(温度範囲：① 0～50℃，② 0～100℃，③ 0～150℃)

サーミスタ抵抗式センサーは、メーカーや適用温度範囲により抵抗値が異なる。また、精度及び感度は他のセンサーに比べるとやや劣るが、安価である。主として、めっき液及び150℃以内の乾燥機の温度センサーとして使われている。

3. 1. 2 白金測温抵抗式

(温度範囲：① 0～50℃，② 0～100℃，③ 0～150℃，④ 0～200℃，⑤ 0～300℃)

白金測温抵抗式センサーの抵抗値はPt100Ωが一般的である。このセンサーの精度及び感度は上記温度範囲の中で0～200℃位の比較的低温の範囲において優れている。精度としては0.3級、0.5級などがある。めっき液及び200℃以内の乾燥機の温度センサーとして使われる。

3. 1. 3 CA熱電対式 (クロメル—アムメル)

(温度範囲：① 0～300℃，② 0～400℃，③ 0～600℃)

CA熱電対式センサーは、150℃以上の比較的高温に使用される。主として、乾燥機・電気炉の温度センサーとして使われる。

3. 2 センサーの保護管の材質

センサー素子により3.1のように分類できる。しかし、めっき液の場合には液の種類—酸性かアルカリ性かにより、その他に溶剤などの影響も考慮してセンサーの保護管の材質を選択しなければならない。

センサーの保護管の材質として、耐薬品性、耐食性の点から次の3つが使用されている。

(1) ステンレス保護管 (SUS304, 316)

用途：アルカリ性めっき液

溶剤液、乾燥機、電気炉

(2) テフロン保護管

用途：強酸性めっき液

(3) 石英エンビ付保護管

用途：酸性めっき液

3. 3 センサーの形状、取付方法

センサーの取付位置、周辺の槽の状態によって形状、寸法を考えなければならない。

(1) 投込式

キャップの下部にフックがあり、槽の側面にフックを折り曲げ引掛けて吊す。

(2) ねじ込み式

槽の側面にめすねじを取付けてねじ込む。

ねじのサイズとしては、PT1/2, PT3/8, PFなどがある。

(3) 潜水式

槽の液の中にセンサーを潜水チューブと共に入れる。潜水チューブの材質は耐薬品性を考慮し、その長さは槽の高さを考慮する。また、めっき液の蒸発、めっき液が潜水チューブの外のリードにかからないようにしなければならない。

4. 温度計

センサー素子、保護管、形状、取付方法により温度計は分類される。現在、めっき液に使われている温度計を次に示す。

4. 1 隔測温度計 (主に壁掛型)

温度による水銀の膨張圧の変化をリード線により指示部内のブルドン管に導き、その動きを拡大してダイヤル (円形) 式に温度指示を行わせるものである。温度範囲としては、0～50℃，0～120℃，0～200℃，0～300℃の4種類がある。

隔測温度計のダイヤル目盛は1℃単位、5℃単位のものがあり、リード線の長さは2mから520m迄できる。ダイヤル部の直径はφ100mm，φ150mm，φ200mmのものもある。

図2 簡易式隔測温度計

図3 ねじ込み式隔測温度計

図4 時間比例による温度調節

(1)投込式一壁掛型(図2)

アルカリ液向き一ステンレス保護管

酸性液向き一石英, エンビ付保護管

強酸, 強アルカリ液向き一テフロン保護管

(2)ねじ込み式(図3)

トリクレン槽等にねじ込むタイプ。

主な材質はステンレス

ねじサイズ 例 PT1/2

4.2 ハンディ型温度計

ハンディタイプで, 温度センサープローブを液に入れて, 本体の温度計をみながら測定する。センサー素子はサーミスター式, 自動測温抵抗式, 熱電対CA式等があり, アナログとデジタル表示のものがある。

4.3 アルコール型温度計

投込式でタンクのへりに引掛けてガラス管内の温度表示を目視する。

4.4 デジタル表示型温度計

主にサーミスター式で温度計本体を壁掛けあるいは据置型に取付け, センサー保護管を投込式かねじ込み式に選択する。

入力するとデジタル表示で温度が見られる。

5. 温度調節器

温調器も温度センサーと同じようにセンサー素子で分類され, 更に, 制御方法で分類される。

5.1 センサー素子による分類

- (1)サーミスター式 0~150℃
- (2)白金測温抵抗式 0~300℃
- (3)CA熱電対式 0~600℃

センサー素子に合わせて温調器本体の基板の種類を同じものにする。

5.2 制御方法

(1)ON-OFF式(二位置式)

接点出力形で通常的に多く使用され, 経済的である。

例) 調節動作すきま

(SA): 0.2~5%FS

(2)時間比例式(図4)

接点出力形でON-OFF式について多く使われており, 又, それと比較して温度精度はよい。

例) PB: 1~20%FS, 周期: 30秒

手動リセット(MR)付

(3)電流出力形PID式

サイリスタ式電力調整器を制御する方法で(1),

(2)に比較して温度精度はよくなるが高価なものとなる。

例) 比例式PB: 1~20%FS

出力4~20mADC

手動リセット(MR)付

コンピューター等電源からのノイズを嫌う場合

図5 サーミスター式温度調節器(ミニ型)

図6 デジタル温度調節器

にも使用される。主に電気炉の制御でよく使われている。

5. 3 指示方法による分類

(1) 無指示形アナログ温度調節器

主にサーミスター式，他にPt100Ω，ロバートショーなど，油膨張式温調器があり，安価で，取扱簡便，また丈夫なため普及している。

(2) 指示付アナログ温度調節器

主にPt100Ω式，他にサーミスター式もあり，温度が指針で見ることが出来る。

(3) 指示付デジタル温度調節器 (図6)

温度設定はデジスイッチかあるいはダイヤル式があり指示温度表示はデジタル式で，センサーは，Pt100Ω式のものが多い，価格の手頃さから，近年，生産と研究の現場から需要が増えている。

6. おわりに

今まで上げてきた温度計・温度調節器は，あくまで液温のコントロールを目的としている。そのため，上昇のしすぎ（予熱）や，下限の微小な変化をコントロールしなければならない。ことに，電気ヒーターによる温度コントロールは，液温管理のプログラム制御や予熱のコントロールが可能であるため，高精度を要求するハイテク技術の現場等で見直されている。

(1989-8-18 受理)