



鍍銅技術

COPPER PLATING

黃奇松編著・香港萬里書店出版

鍍銅技術

黃奇松編著

香港萬里書店出版

鍍銅技術

黃奇松編著

出版者：萬里書店有限公司

香港北角英皇道486號三樓

電話：5-632411 & 5-632412

承印者：海聲印刷廠

柴灣新安街四號15樓B座

定價：港幣十元

版權所有 * 不准翻印

(一九八一年三月印刷)

目次

導 論.....	1
1. 銅的性質和電鍍原理(The principles of copper plating)	3
2. 光銅電鍍的設備(Copper plating apparatus).....	7
過濾泵的構造和操作	7
電鍍槽的構造	20
打氣泵	23
整流器	24
冷卻設備	26
3. 酸性鍍銅 (Acid copper electroplating)	27
原理	27
特點	34
硫酸銅鍍浴的性質和維持	37
基底材料的觸擊鍍	46
酸性硫酸銅鍍液的配製	49
酸性銅鍍浴的淨化處理	50
溶液的事故與原因分析	52
4. 鹼性鍍銅(Copper plating from cyanide baths)...	57
早期典型的鍍浴	58

鍍浴的成份組成及其特點	60
典型鍍浴的特點分析	63
近代典型的鍍浴	69
溶液的製配方法	73
溶液的染污和淨化	74
溶液的事故和原因分析	74
5. 焦磷酸銅的電鍍 (Pyrophosphate copper plating)	77
焦磷酸銅浴鍍銅時的工作流程	78
鍍前的氰化物浴觸擊打底電鍍	79
焦磷酸銅電鍍原理	80
標準的化學組成和操作條件	81
鍍浴的管理和維持	83
溶液對染污的影響	84
故障及其發生原因	85
6. 超級焦磷酸銅的電鍍 (Super pyrobrite plating) ...	87
溶液的組成和操作條件	88
新溶液的製配方法	89
使用超焦磷酸銅電鍍的工序流程	89
溶液的特性和維持	91
工作中出現故障及其原因	93
7. 黃銅電鍍 (Brass plating)	95
黃銅電鍍原理	96
溶液的組成	97
溶液的製備	101
浴組成物的職能	102
操作條件	104
溶液的事故和原因分析	111

8. 錫青銅電鍍 (Bronze plating)	115
9. 銅的電鑄(Electroforming and electrotyping in copper)	119
塑模材料	120
工作溶液及操作條件	121
10. 穿孔印刷電路板 (Plate-thru-hole)	129
穿孔印刷線路板的技術要求	129
穿孔線路板製造流程	132
附錄 :	147
1. 表面處理化學原料介紹	147
2. 由毫米(mm) 化為吋(inch)	153
3. 由克/升(g/l) 化為 oz/gal (安士/加侖)	155
4. 由克(Grammes) 化為安士 (Ounce)	157
5. 電流密度由 Amp/ft ² 化為Amp/dm ²	159

導 論

銅的電鍍在金屬表面整理 (Metal finishing) 的領域中佔着絕對重要而不可缺少的位置。有些金屬，例如鋅合金 (Zinc base diecastings)、銅合金 (Brass, Bronze)、馬口鐵 (白鐵皮 Tinned sheet iron)、軟鋼 (Mild steel)、展性鐵 (Malleable iron) 等在經過鍍鎳和鍍鉻之前必定要經過鍍銅處理，傳統性的電鍍次序是：

基底金屬——銅——鎳——鉻或塑膠——銅——
鎳——鉻

對於塑膠電鍍來講，光銅的電鍍是整個電鍍過程中最重要的步驟，特別是近年來塑膠電鍍技術突飛猛進，銅電鍍技術的完善更是重要的因素。

在印刷工業中，需使用銅電鑄的印刷版，這種技術稱為 **Electrotyping**。

在塑膠工業中，如塑膠玩具吹氣模型的製造，必須依靠銅的電鑄製出模型。電鑄的意義是一種快速而長時間的電鍍沉積，術語稱為 **Electroforming**，亦可

稱為 Heavy deposition。

在電子工業中，有些綫路板，其兩面的綫路需由板中間某些圓孔來連接作為導電之用，這些環氧類的塑膠材料板上的圓孔表面必須電鍍銅，因此要對這種 Printed circuit boards 進行 Plated-through-holes 的處理，這種技術比塑膠電鍍的技術更為複雜，因為必須綜合化學鍍、絲網印刷或光感應技術和鍍層某部份的剝除等方法。

其他工業中，例如唱片的製造，表面選擇性的油漆加工的遮板都需使用銅的電鑄法。

在裝飾性的工業中，如黃銅和青銅的電鍍，或古代銅的仿製，都必須使用光銅或合金銅的電鍍，然後再來進行染色和拋光處理。

對於銅的電鍍有如下數種溶液：

- (一) 酸性硫酸銅溶液 (Acid copper solution) ;
- (二) 鹼性氰化物溶液 (Cyanide copper solution) ;
- (三) 焦性磷酸鹽溶液 (Pyrophosphate copper solution) ;
- (四) 氟硼酸鹽溶液 (Fluoborate copper solution) ;
- (五) 中性酒石酸鹽溶液 (Neutral tartrate solution) 。

1. 銅的性質和電鍍原理

(The principles of copper plating)

在化學元素週期表中，銅是位於鎳(Nickel) 和鋅(Zinc)之間，是屬於銅族（包括銅、銀、金。亦稱為 Ib 族）的元素。亦是位於鈣(Calcium)和鎔(Gallium)之間十種過渡元素內的第九位，它亦是第一種元素，而此種元素原子的第三層具有18個完整的電子 (Electron)。從其電子的排列可以看出，銅的原子價是 1，所以銅在其化合物中，是處於 + 1 的氧化態（即以 Cuprous 的亞銅狀態存在），這種性質與銀頗類似。

銅在元素的電動次序 (Electromotive series)中位於氫 (Hydrogen) 之下方，所以不能在溶液中取代氫。另一方面由於銅在電動次序中位於鐵 (Iron)、鋅 (Zinc)和鉛(Lead)等金屬之下，所以這些金屬在銅鹽的溶液中可將銅置換取代出來。

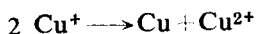
白金 (Platinum)、金 (Gold)、銀 (Silver) 和水銀 (Mercury) 等金屬，在電動次序中位於銅的下方，這些金屬的鹽類在溶液中可以被銅金屬所置換出來。

銅能夠很快地溶解在氧化酸中，同時亦可溶解於

有其他氧化劑 (Oxidising agent) 存在的酸中。舉個例來講，它可以溶解於硝酸 (Nitric acid) 和溫度高的濃硫酸 (Sulphuric acid) 中，亦可溶解於附加有硫酸鐵 (Ferric sulphate) 的硫酸中。在空氣中銅亦為亞摩尼亞 (Ammonia) 和銨鹽 (Ammonium salt) 所溶解。再者，銅在氰化鈉或氰化鉀溶液中亦會發生溶解的現象。

銅對大氣和海水具有高度的抗腐蝕作用，它在大氣中經長時間的暴露後，結果會形成一層青綠色的碳酸銅膜層。

銅由二系列的化合物所組成。其氧化態有 + 1 價者 (亞銅狀態 Cuprous) 和 + 2 價者 (二價正銅狀態 Cupric) 二種。已知道尚有數種不穩定 + 3 價的化合物。由於在水溶液中亞銅離子是不穩定的，所以亞銅鹽很快地分解而構成金屬和正銅鹽。如：



正銅離子在水中形成水合的 $\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4^{2+}$ ，其顏色為藍色。當加入亞摩尼亞時就會構成深藍色絡合的 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 。

氧化亞銅 (Cuprous oxide- Cu_2O) 和氧化銅 (Cupric oxide- CuO) 是兩種不同的氧化態。氧化亞銅是一種紅色的結晶材料，它很快地會被氫氣、一氧化碳、木炭、鐵等所還原而成為金屬銅。而氧化銅則是一種黑色的粉末，它溶解於礦物酸中可以形成藍色或綠色的溶液。

將氧化銅溶解於鹽酸(Hydrochloric acid)中可以製出氯化銅(Cupric chloride)，這種化合物對顏料的製造頗有用處。

大家都知道，硫酸銅(Cupric sulphate即 CuSO_4)是一種藍色的矾類(Vitriol)，這種銅鹽對銅的電鍍十分重要，市面上買到的是一種 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的結晶物，它具有鮮藍色。這種硫酸銅是由硫酸和氧化銅二種原料所製成的。硫酸銅溶解於水中但不溶解於酒精(Alcohol)。在硫酸銅溶液中銅很快被金屬鐵所置換。

銅是一種具有展延性的金屬，它雖然不十分堅硬和穩固，但可以用冷加工來改善。舉個例來講，軟的銅材料其抗拉強度(Tensile strength)為30,000~35,000磅/吋²，但如果經過冷加工之後，其抗拉強度最大將可增高到70,000磅/吋²。冷加工後的銅材料將會降低其展延性，不過經過退火處理(Annealing)後就可將這種展延性恢復。

2. 光銅電鍍的設備 (Copper plating apparatus)

過濾泵的構造和操作

在電鍍工場內，外界的灰塵或任何粉末會跑入鍍槽中，這些粒狀物有些會溶解於溶液中而將電解液染污，但通常帶入的都是一些不溶解的物質粉末。另一方面，是由於磷銅陽極的黑色渣滓機械性地擴散到溶液中，這是懸浮在溶液中微細粉末的來源，至於其他的因素則是工作物隨掛鈎的帶入，這些懸浮於溶液中不溶性的微粒，於電鍍時特別是在大電流密度的操作下，對電鍍產品產生不良的作用而使其質量達不到標準，因此廢品率就會升高。

爲了取得高質量的光銅電鍍，必須絕對使用過濾機，這是決不可缺少的設備。

對於一個電鍍工作者來講，過濾機的使用，不僅要求能開動它，而且要求精通其構造、使用和修理等。這樣才能使工廠的技術改善並取得良好的效果。

在通常的情況下，倘若電鍍液中所存在的固體微

粒含量超過 0.01克/公升時，電鍍的產品外表面就會不光滑，而呈現許多的微細麻點。

過濾泵的目的就是要求把溶液中那些微細有害的固體微粒除去。因此，工廠技術人員要是精通過濾機的構造、性能，才能有效地發揮過濾機的作用。

下面分別介紹幾種實用的過濾泵構造，這些過濾泵適合香港和東南亞國家的工廠使用。

袖珍型過濾泵：

適合實驗室和ABS 塑膠化學鍍之用，其外形見圖2-1。

這種泵的外殼多數由環氧樹脂 (Epoxy-Resin) 所構成，其內部的簡單構造如圖2-2。

過濾泵的馬達開動後，就帶動磁體 B 產生一種旋轉性的轉動，因而磁體 A 也跟着磁體 B 一樣轉動。旋轉磁體 A 使葉片也旋轉，這樣葉片就將未過濾的溶液吸入經過濾布而由箭頭所示的方向離心排出，這種泵的重量約在14~34公斤之間，使用十分方便。

使用助濾劑的過濾泵：

在香港比較普遍使用的是日本廠出產的過濾泵，這種泵對於酸性的銅浴來講必須使用耐酸的外殼和耐酸的墊圈 (Packing)。其大小和外形的構造可參看圖2-3 所示。

這種泵的過濾原理是使用一種特殊耐酸的尼龍質過濾布，並在這種濾布的表面鋪上一層均勻厚度的助濾劑 (Filter aids)，這種助濾劑有助於把微小的粒子

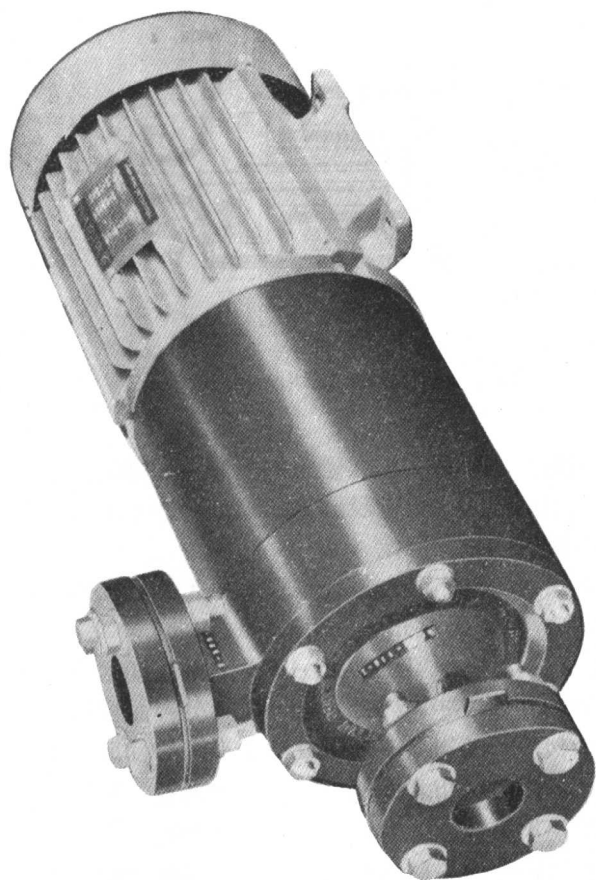


圖2-1 袖珍型過濾泵的外貌

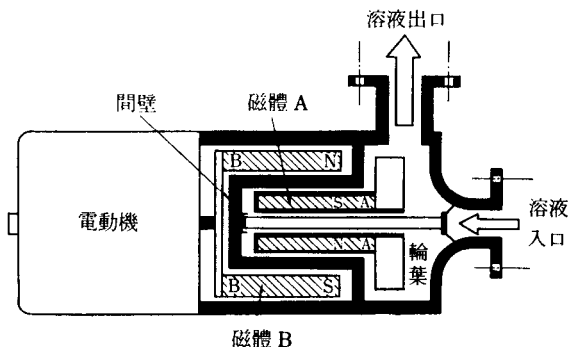


圖2-2 袖珍型過濾泵內部構造示意

徹底過濾。一般爲了加大過濾的效果，通常需把濾布的表面積加大，因此就設計出一種如圖 2-4 的塑膠片來支持濾布的位置固定。

然後再以濾布套上這種塑膠葉片，其套後的形狀如圖2-5。稱做過濾介體 (Filter medium)。

濾布的外表面可以鋪上一層助濾劑，通常將這層物質稱爲 **Pre-coating**。它是一種十分輕而極爲微小的白色粉末，其對過濾作用會產生良好的輔助作用和效果。如果將濾布表面一小部份放大來看，就可以明白過濾作用的機理了。圖 2-6 就是放大的示意圖。

如果沒有使用助濾劑，濾布的孔道就會被阻塞，因而就會增大過濾機馬達負荷，同時逐漸使溶液在過濾時通過能力下降。該種現象可由圖 2-7 來理解之。

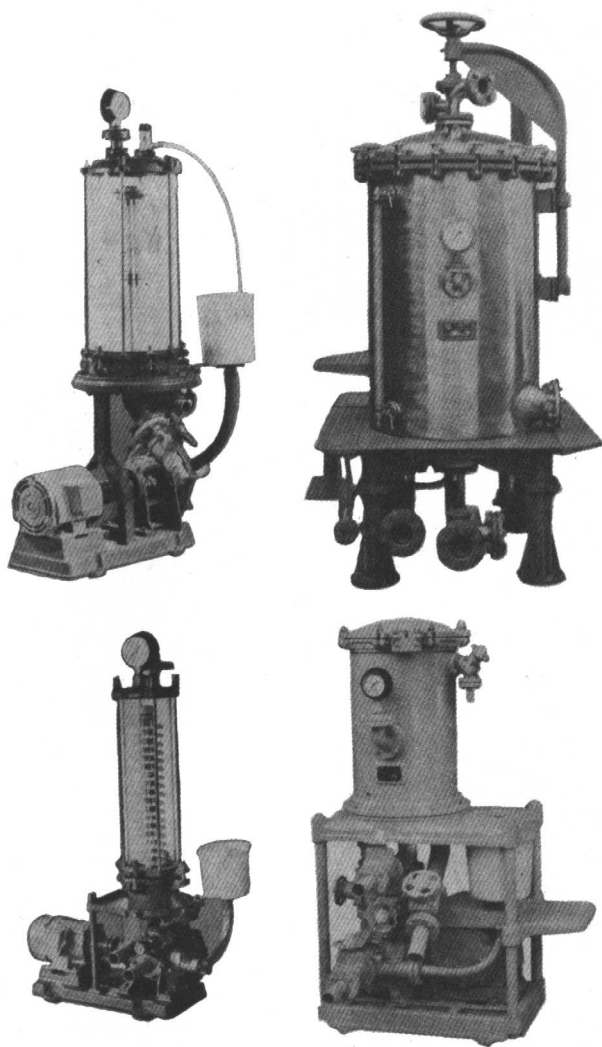


圖2-3 使用助濾劑的過濾泵外形圖