

2114
工业生产先进經驗汇编

电 镀 技 术

(第 一 輯)

上海市生产技术局 編

上海科学技术出版社

工业生产先进经验汇编

电 镀 技 术

(第一辑)

上海市生产技术局 编

江苏工业学院图书馆
藏书章

上海科学技术出版社

內 容 提 要

上海市电镀行业的广大职工,在党的领导下,针对生产上的关键问题,积极开展了技术革新和技术革命运动,取得了一定的成绩。为了使这些先进经验能及时传播交流,上海市生产技术局特选择近年来在生产上较成熟的、有推广价值的部分先进经验汇编成册,供大家参考。

本书内容包括光澤性电镀、单金属电镀、合金电镀、氧化与钝化、综合工艺、镀层公差与测试设备、镀槽及其控制设备、镀液分析与维护等八个部分。

本书可供电镀行业的技术人员和工人参考。

工业生产先进经验汇编 电 镀 技 术 (第一辑) 上海市生产技术局 編

上海科学技术出版社出版 (上海瑞金二路450号)
上海市书刊出版业营业许可証出093号

商务印书馆上海厂印刷 新华书店上海发行所发行

开本 850×1156 1/32 印張 8 排版字數 209,000
1965年4月第1版 1965年4月第1次印刷
印數 1—9,500

統一書号 15119·1813 定价(科四) 0.90 元

前 言

电镀是許多工业部門生产技术上的重要工艺之一。各种产品构件各有不同鍍层的技术要求:防护鍍层要求經濟实用,达到特定的防护能力;裝飾鍍层要求光亮夺目,兼具耐磨、耐腐蝕等性能;技术性鍍层要求滿足一定的物理特性。随着我国社会主义建設的迅速发展,工业生产与科学技术的突飞猛进,电镀技术也日益显出其重要作用。

上海市电镀行业的广大职工,在党的领导下,奋发图强,自力更生,几年来在开展比、学、赶、帮增产节约运动中,为了摆脱生产上的落后面貌,针对一些薄弱环节和关键技术問題,开展了技术革新与技术革命,采用推广了一批电镀新工艺、新技术,发展了新的鍍层,創造了新的技术装备。这些經驗对发展产品品种,提高产品质量,提高生产效率,节约原材料起了較大的作用。

为了总结提高和交流推广这些經驗,一九六四年三季度末,我們曾選擇了在生产上比較成熟、有推广价值的經驗五十多項汇编成册,进行交流推广。最近我們又根据各方面需要,請有关电镀专业工厂、車間和科研单位进一步进行了总结,并且补充了一些新的經驗,改編为《工业生产先进經驗汇编——电镀技术》委托上海科学技术出版社出版,以供扩大交流参考之用。

本汇编内容包括:光澤性电镀、单金属电镀、合金电镀、氧化与鈍化、綜合工艺、鍍层公差与測試設備、鍍槽及其控制設備、鍍液分析与维护等八个部分,共汇编了六十三篇单項經驗总结。

本汇编中选編的各项技术资料,內容尚有不够完整之处,希讀者指正。

上海市生产技术局 1965年4月

目 录

前 言

一、光澤性电鍍	1
1. 光澤性鍍銅	1
I. 周期換向光澤性鍍銅工艺	1
II. 光亮性氰化鍍銅	5
III. 換向鍍亮紫銅	9
2. 电鍍鋅銅-光澤性銅錫-鎳	10
3. 全光亮鍍鎳新工艺	17
4. 具有韌性全光亮鍍鎳新工艺	26
5. 光亮性鍍鎳	37
6. 滾鍍光亮性鋅銅合金+鎳	38
二、单金屬电鍍	41
1. 新型黑色鍍層——黑鎳	41
2. 无裂紋鍍鎳工艺	46
3. 曲軸电鍍硬鎳的几点体会	52
4. 耐磨鍍鎳層的加鎳与补鎳工艺	55
5. 鎳上鍍鎳	59
6. 黑色鍍鎳的改进	60
7. 电子管鉄皮鍍厚鎳	61
8. 提高鍍鋅層厚度的均匀性	62
9. 氟硼酸盐快速鍍銅	68
三、合金电鍍	71
1. 电鍍鋅銅鎳三元合金的研究	71
2. 焦磷酸盐-氰化物溶液电鍍中錫青銅的研究	78
3. 电鍍鎳錫合金	95
4. 滾鍍鋅銅-銅錫合金層-涂有机覆盖层	97
5. 电鍍鋅銅-銅錫-鎳工艺	99
6. 焦磷酸盐-氰化物高錫青銅(滾鍍)	102
四、氧化与鈍化	105
1. 鍍鋅層鈍化处理的改进	105

2. 防止銅零件鈍化后变色	111
3. 茜素染料常温着色	113
五、綜合工艺	115
1. 梭心套擦光擦亮工艺	115
2. 双金属元件及热元件的防蝕和稳定接触电阻的措施	117
3. 解决滾鍍件泛点的方法	118
4. 新型拋輪粘結剂	120
5. 电鍍挂具絕緣办法	121
6. 消除鍍鍍針孔麻点的新潤湿剂	123
7. 氯化物含量在鍍鍍液中影响的研究	126
8. 鍍鍍液中发光剂的制备及其应用經驗介紹	135
I. 磺化蓖麻油的制备及其应用	135
II. 磺化魚肝油的制备及其应用	145
9. “OP” 乳化剂在电鍍中应用	146
六、鍍层公差与測試設備	150
1. 电鍍件的公差配合問題	150
2. 鍍层螺紋的控制	163
3. 90 型盐水噴霧箱	170
4. 工业性气体腐蝕試驗器	174
I. 63-1 型二氧化硫工业气体腐蝕試驗箱	174
II. 62-1 型工业气体快速腐蝕試驗箱	178
5. 鋁氧化膜測厚仪器	181
6. EDTA 法測定鋅或鍍鍍层厚度	182
七、鍍槽及其控制設備	184
1. 鍍槽蒸汽加热温度自动控制	184
2. 电鍍設備塑料化	186
3. 新型滾鍍机	194
I. 微型潛式滾鍍机	195
II. D 64 型微型滾鍍机	196
III. 輕便滾鍍机	199
4. 电鍍用直流电源——硅整流器	200
5. 周期換向电鍍設備	205
I. 机械控制式	205

II. 电子控制式	206
III. 离子控制式	207
6. D 63 型倾斜式潜钟滚镀机	208
7. 新型镀液过滤机	210
I. DG 102 型塑料过滤机	210
II. 自动連續过滤器	213
III. 自动循环过滤机	216
8. 圓管件无心磨拋专用机	217
9. 自动換向凸輪控制器	218
八、鍍液分析与維護	222
1. 鍍液的几种分析方法	222
2. 焦磷酸盐-氰化物电鍍中錫合金溶液分析方法	226
3. 化学鍍镍溶液的維護与再生	231
4. 电化学拋光溶液的校正及其再生	242
5. 鋁化学拋光溶液中鋁含量的測定	246

一、光澤性電鍍

1. 光澤性鍍銅

I. 周期換向光澤性鍍銅工藝

上海自行車鎖廠

換向鍍銅工藝所獲得的鍍層，比不換向鍍層來得細潔、平滑、光亮。國內對光澤性鍍銅已有不少研究，但由於鍍液難以掌握，常常出現鍍層脆性等問題，以致幾年來沒有被普遍採用。在1963年10月，為了有效地提高電鍍質量，我們對鍍層光澤、槽液穩定性等進行了一系列試驗，以期在不過多地增加勞動力、設備及不顯著地提高成本的前提下，迅速提高電鍍層防蝕能力，滿足生產不斷發展的需要。

(一) 實驗部分

(1) 電流換向設備

由於鍍槽使用的電流在150安以上，大容量的接觸點在製造上比較困難，因此在槽邊裝設自動觸點式倒極裝置較難實現。為此，我們採用了改變發電機激磁電流極性來得到換向電流。我廠裝用的發電機是自激式的，因此除了需要時間繼電器（現以電鐘改制代用）和中間繼電器外，另外配置了一台50安（或100安）發電機作為外電源來源，以使自激式改為他激式（綫路圖另見周期換向

設備)。

(2) 槽液成份的選擇及操作條件

換向鍍銅配方,我們是在參觀學習兄弟廠經驗的基礎上,添加酒石酸鉀鈉和硫氰酸鉀作為活化劑和光澤劑,開始在 14 升小槽內進行試驗,其配方及操作條件如下:

氰化亞銅	60 克/升
游离氰化鈉	6~8 克/升
酒石酸鉀鈉	15~20 克/升
硫氰酸鉀	15 克/升
溫度	55°C
電流密度 D_k	2.5~3 安/分米 ²
陰陽極比例	1:2
正向電鍍時間	10 秒
反向電鍍時間	1 秒
周期換向係由人工控制	

在此條件下所獲得的鍍層,雖然比沒有添加酒石酸鉀鈉、硫氰酸鉀來得細潔、光滑,但不能符合光亮要求。為了解決光澤問題,曾加鉛鹽來提高鍍層光澤,可是由於鉛鹽添加控制不便,因而產生鍍層時亮時暗,並出現鍍層發脆、脫落等缺陷。對此曾進行了十餘次反復試驗,在輕工業學校的幫助下,找到了出現暗影、毛刺等的原因,主要是:人工換向誤差大;試驗槽液太小;溶液溫度控制不嚴;氰化亞銅與游离氰化鈉比例不相適應;酒石酸鉀鈉含量偏低,影響反鍍時陰極作為陽極的活化作用;以及反電時間太短,在反鍍時不能起到作用等。為此,調整配方和操作規範如下:

氰化亞銅	55 克/升
游离氰化鈉	12~15 克/升
酒石酸鉀鈉	30~35 克/升
硫氰酸鉀	15~20 克/升
氫氧化鈉	15~17 克/升
正向電鍍時間	25 秒
反向電鍍時間	5 秒

温度	55°C
电流密度 D_k	1.8~2 安/分米 ²
电镀时间	30 分
镀层厚度	8~10 微米
阴阳极比例	1:1 $\frac{1}{2}$

添加剂：称取硫酸锰 50 克、酒石酸 40 克溶解成 1 升，按镀液每升加添加剂 3~5 毫升，换算硫酸锰为 0.15~0.2 克/升

在此规范下所获得的镀层光泽好，可塑性极好，可忍受变形而不出现镀层脱落，无脆性脱壳，镀层孔隙率大大降低，抗蚀能力在盐水喷雾防锈能力达 28 小时以上*（铜——8 微米、镍——1.5 微米、铬——0.4 微米）。由于镀层的光泽较好，因此零件可免去繁重的机械抛光工艺。为了稳定工艺和配方，我们着重进行了一个多月的试验，正确掌握配方和操作条件，并以一个月左右的时间为正式投入生产创造条件，在 1963 年底突击赶制了有关设备。经过五个月的试生产证明，效果良好，并已在部分兄弟厂推广使用。

(3) 工艺过程

滚桶甩光（包括去油去锈）→上挂具→酸洗→清洗→氰化溶液活化→镀铜→清洗→酸洗→镀其他镀层。

(4) 遇到的一些故障及解决措施

1) 毛坯件在上挂具时，由于动作较慢产生较多的氧化膜，而在酸洗时酸洗槽不能保证有效地去除氧化膜，造成镀层起泡。

2) 游离氰化钠低于 10 克/升时，造成阴极沉积，速度过快，镀层粗糙。

3) 阴阳极比例虽为 1:1 $\frac{1}{2}$ ，但如全部采用铜阳极，将造成金属铜逐渐增高，镀层粗糙。对此可用 1/2 不溶性阳极，稳定铜离子。

4) 酒石酸钾钠和氢氧化钠应控制在中值为较佳，否则将会出现镀层发暗。

5) 硫酸锰应定期补充，我厂是每生产 10000 分米² 零件时

* 轻工业研究所测定。

添加 120 克左右。

6) 換向控制器應定期檢查,以防止接觸點不良而造成間隙停電等電氣故障致使鍍層無光澤和毛刺等疵病。

7) 在沒有分析硫酸錳、硫氰酸鈉含量時,凡遇添加硫酸錳和硫氰酸鈉時應用赫爾槽做樣板試驗,以免過多加入而引起疵病。

8) 槽液長時間(20~30 天)生產必然會出現混濁,應嚴格建立槽液定期過濾制。

(二) 經濟效果及推廣價值

(1) 鍍層細潔、平滑、光亮如能遵守一定的電解規範,所獲得的鍍層可以不進行機械拋光,這樣能節省較多的人力、拋車設備和輔助材料,從而克服了研磨工藝薄弱環節。據初步統計,我廠永字車鎖二只主要零件採用新工艺後,可節省拋車 10 余台,拋車工 20 余人,以及拋布等輔料。

(2) 由於換向作用,當零件在很短時間內作為陽極時,有一部分鍍覆的銅被溶解,特別是鍍層尖端,因而可使鍍層金相組織排列得更緊密、平滑,避免鍍層粗糙和多孔性,使鍍層抗蝕能力大大提高。

(3) 在換向時,陽極有短時間作為陰極,可使陽極表面鈍化膜還原而消除,從而促使陽極更好地溶解。允許採用高的電流密度,以縮短鍍銅時間,提高勞動生產率。

(4) 允許在較低的游離氰化鈉濃度下生產,可減少氰化鈉的消耗,尤其在鍍液表面添加泡沫塑料,減少鍍液與空氣接觸分解,以及在電解時溶液隨氣霧帶出時,例如受鍍零件面 4000 平方分米左右,氰化鈉的消耗僅在 2.5 公斤左右。

(5) 此新工艺僅適用於部頒二、三類零件產品,經濟效果良好。

(6) 此新工艺也可適用於部頒一類零件中作為底層或中間鍍層,可提高抗蝕能力和相應減少拋車工時。

(三) 目前存在問題和今後努力方向

(1) 存在的主要問題

- 1) 电流密度未能达到 $3 \sim 4$ 安/分米², 因而沉积速度較慢。
- 2) 硫氰酸鈉迄今尚未摸出正确測定方法, 給控制槽液比例带来困难。
- 3) 填平作用还未达到理想的要求, 故对毛坯零件本身光洁度要求較高。
- 4) 电流輸出时大时小, 影响鍍层光亮, 在控制器方面还没有摸出最适宜的繁复操纵器。

(2) 今后努力方向

- 1) 如何提高槽液氰化亚銅含量和槽液温度, 提高电流密度, 加快沉积速度。
- 2) 加强维护鍍液清洁, 装置合理阴极移动, 提高电流密度, 加快沉积速度, 压缩生产时间。
- 3) 迅速寻找正确化驗硫氰酸鈉含量的方法, 加强鍍液管理。
- 4) 改制現有換向控制器, 装置长短交差周期, 提高填平作用, 降低毛坯零件的光洁要求。
- 5) 防止鍍层氧化变色, 加强工序銜接, 拟取消鍍鑲工序, 而直接套鍍。
- 6) 进一步改进現有控制器, 使电流輸送得更稳定, 确保鍍层光澤。

II. 光亮性氰化鍍銅

长宁电镀厂

采取光亮性电镀能达到半光亮, 或是鏡面般的外观。鍍后可以不需抛光, 或仅需稍加抛光, 这样不但节省了抛光工时和抛光材料, 还可以克服抛光中的缺陷, 大大提高了劳动生产率。由于光亮性鍍銅是在周期換向条件下进行的, 故鍍层的孔隙率要比非光亮性鍍銅来得低, 因而提高了鍍层的抗蝕性能, 延长了产品的使用寿命。

近年来, 我厂在光亮性鍍銅方面作了試驗并投入生产。在試

驗过程中,曾以砷、碲、銻、鉛、鈦、銻、鈇、錳、鋅等金属盐和某些有机添加剂的組合进行了多方面的試驗,掌握了数组发亮剂能获得半光亮或全光亮的鍍层。其中以硫酸錳和硫氰酸盐所获得的鍍层,不論在光亮度、鍍层的韌性等方面,都要比其他光亮剂来得优良。

硫酸錳是以錳氰化鈉存在于氰化鍍銅液中的。由于該添加剂中的金属离子与鍍液中的銅离子,在一定量氰化鈉存在下可使电位接近形成共沉积,因而改变了鍍层晶格的方位,提高了鍍层的光亮度。但是利用金属盐作为光亮剂,其平整作用是不够理想的;为了提高平整作用,还必须加有周期換向装置,以及其他条件結合。

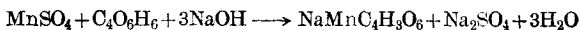
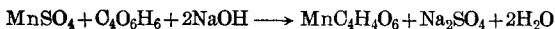
(一) 配方和操作規范

在試驗和生产实践中得到下列工艺配方能获得比較滿意的光亮銅层。

氰化亚銅 CuCN	50~70 克/升
氰化鈉 NaCN	65~92 克/升
酒石酸鉀鈉 $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	10~15 克/升
硫氰酸鉀 KCNS	12~18 克/升
氫氧化鈉 NaOH	28~35 克/升
硫酸錳 $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.08~0.1 克/升
潤湿剂 $\text{R} \begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \diagdown \quad \diagup \end{array} \text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	0.02~0.1 克/升
温度	55~65°C
电流密度 D_k	1.5~3 安/分米 ²
周期換向	25:5 秒
阴极移动(最好机械攪拌)	20 次/分
过滤	連續

注: (1) 硫酸錳有 $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 两种,使用时应进行換算。

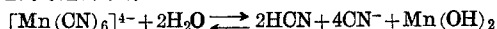
(2) 硫酸錳在添加时应先溶解,然后加入 3 倍量(硫酸錳)的酒石酸,充分混和后再以氫氧化鈉中和,其反应如下:



然后再以氰化鈉結合(应在通风下进行):



$\text{NaMn}(\text{ON})_6$ 络离子在稀的氰化钠中不稳定会形成 $\text{NaMn}(\text{ON})_3$ (綠色), 当溶液温度过高时还会水解:



为此, 必須在过量的氰化钠中結合, 也可以在氢氧化钠中和后直接加入鍍液內 (分次少量的进行)。

(3) 潤湿剂不宜多加, 过量后会使鍍液渾浊。

(二) 控制要点

(1) 值得注意的是 $\text{Na}_4\text{Mn}(\text{ON})_6$ 在鍍液中, 在电镀过程中受到阳极氧化而形成四价錳离子, 使鍍层色澤变暗, 溶液呈棕色, 所以必須定期以連二亚硫酸鈉 (俗称保險粉) 处理。

(2) 硫酸錳必須按分析补充, 如分析上有困难, 可以参照表 1-1 加入。

表 1-1

$\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (克/升)	外 观	$\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (克/升)	外 观
0.02	微 光 亮	0.12	光 亮
0.04	半 光 亮	0.14	光 亮
0.06	光亮帶有白霧	0.16	光亮帶白霧
0.08	光 亮	0.18	白 霧
0.1	光 亮	0.2	白 霧

(3) 游离氰化鈉最好保持在銅含量(規定範圍內)的 25~30%, 过低时使阳极鈍化, 銅鍍层呈暗紅色, 超过此規規則鍍层呈帶有云雾狀的表面, 严重时甚至呈暗黑色, 并使电流效率下降。

(4) 在正常的操作下溶液的温度应保持在 55~65°C, 温度低于 50°C 时得到的是非光亮、不均匀的鍍层, 超过 65°C 时获得的鍍层呈暗紅色。

(5) 金属銅含量的多少对光亮度无明显变化, 在 20~60 克/升变动(游离氰化鈉随之調整), 都能得到光亮的鍍层。

(6) 氢氧化鈉含量的变动範圍可在 15~40 克/升, 对鍍层无明显的影响。

(三) 故障及补充方法

故障及补充方法列于表 2-2。

表 1-2

故障情况	故障原因	纠正方法
镀层不光亮	(1) 温度低于 50°C (2) 四价锰存在 (3) 铬离子存在 (4) 周期换向反向电流过小 (5) 游离氰化钠过高 (6) 发亮剂太少	(1) 调整至工艺规范内 (2)、(3) 以连二亚硫酸钠还原, 用量在 0.05 克/升左右 (4) 增大阳极面积, 或调整反向电流 (5) 降低(在通风下加入硫酸铜溶液) 氰化钠 (6) 按分析补充发亮剂
镀层呈暗红色	(1) 游离氰化钠过少 (2) 硫氰酸盐不足 (3) 温度过高, 而电流太小 (4) 周期换向反向时间太短	(1) 按比例增加氰化钠 (2) 补充硫氰酸盐量 (3) 降低温度或升高电流 (4) 检查换向装置线路
镀层表面呈云雾状光泽不显明	(1) 四价锰少量存在 (2) 温度略低 (3) 游离氰略高 (4) 硫酸锰太少	(1) 加入连二亚硫酸钠 0.02 克/升 (2) 提高温度 (3) 补充铜盐(在通风下加入硫酸铜溶液) (4) 按分析调整
镀层呈黑色	(1) 游离氰化钠过高, 而电流过小 (2) 铬离子干扰	(1) 降低氰化钠含量及调整电流 (2) 用连二亚硫酸钠还原
镀层有针孔	(1) 润湿剂不足	(1) 补充 0.02 克/升润湿剂试镀
镀层粗糙有毛刺	(1) 电解液浑浊 (2) 阳极钝化	(1) 过滤电解液 (2) 补充酒石酸钾钠或硫氰酸盐
镀层脱壳	(1) 镀前表面有氧化膜 (2) 氰化钠过少, 而电流密度太高	(1) 检查镀前处理工作 (2) 补充调整氰化钠

(四) 效 果

(1) 我厂鍍克碼零件应用一只槽, 可以减少四个机械抛光人工; 一个月节约 104 个抛光人工, 抛光車减少 2 台。

(2) 由于鍍后不加抛光, 每月节约抛布 390 斤, 白油 234 条。

(3) 作为銅鍍銘等打底鍍层可以不加抛光或减少抛光。

III. 換向鍍亮紫銅

上海自行車厂

采用換向电流鍍銅所获得的鍍层比原用一般鍍銅来得細洁、平滑、光亮。茲将 2000 升鍍槽生产情况介紹如下。

(1) 配方及操作条件

氰化亞銅	50~60 克/升
游离氰化鈉	10~14 克/升
酒石酸鉀鈉	15~20 克/升
硫氰酸鉀	15~17 克/升
硫酸錳	0.15~0.2 克/升
氫氧化鈉	15~17 克
温度	55~60°C
电流密度	1.5~2 安/分米 ²
阴阳极比例	1:1.5~2
电鍍時間	1 小时
正向电鍍時間	24 秒
反向电鍍時間	4 秒

附加剂配制: 称取硫酸錳 50 克、酒石酸 40 克溶解成 1 升, 按鍍液每升加附加剂 3~5 毫升, 換算硫酸錳为 0.15~0.2 克/升

(2) 操作注意点

(1) 附加剂每星期加 250 克/升。

(2) 氧化鈉、氫氧化鈉、銅每天分析按比例进行調整。硫氰酸

鈉、酒石酸鉀鈉每二星期約調整 1 克/升。

(3) 毛坯要求光亮。

(4) 一般控制陰極與銅板比例為 1:0.8~1, 其餘用不銹鋼或鐵板代替。

(5) 為避免銅板垃圾影響應採用陽極袋或陰極袋。

(3) 優點

(1) 鍍層細潔、平滑、光亮, 耐腐蝕性能提高(與鍍紫銅相比), 一般照現有工藝可達到鹽水噴霧 24 小時以上。

(2) 能節約勞動力, 可取消拋光工序, 材料消耗也顯著減少。

(3) 若換向控制正常, 工藝易於掌握。

2. 電鍍鋅銅-光澤性銅錫-鉻

江寧電鍍廠

(一) 概 述

電鍍多鍍層中的光亮化是當前電鍍行業的首要任務之一, 這就是鍍層既要達到防腐蝕性能良好, 又要減少鍍層拋光的勞動強度, 提高勞動生產率, 使產量質量同時提高。

我廠加工產品主要是兩種類型: 鋅銅合金套鉻; 銅錫合金套鉻。在廠領導的重視和支持下, 我們初步向多鍍層和光亮化的目標努力, 在本廠原有鍍層的基礎上, 根據鍍層的特點, 如鋅銅是防銹能力良好的陽極性鍍層, 但易泛白點, 而銅錫鍍層不泛白點, 但厚度低於 20 微米時易產生孔隙, 採用 6~8 微米鋅銅作為底層 + 10 微米左右的光澤性銅錫(不進行拋光) + 0.3 微米左右鉻層。這樣除節約了拋光的原材料、勞動力等以外, 在質量產量方面也都有了提高。

光澤性銅錫的類型有多種, 列於表 1-3。