

< 技術解説 >

亞鉛도금 - 現在의 技術과 將來의 動向

Zinc Plating - Present Technology and Future Trends

이 구 종 역 *

概 要

여러가지 많은 種類의 亞鉛도금이 현재 工業적으로 利用되고 있다. 이들 各電氣도금浴의 特證에 대하여 끝마무리면의 良否, 조작의 경제성, 浴管理의 容易 如否 및 生態에 의한 影響을 특히 강조해서 기술한다. 여기서 기술하는 浴은 보통의 시안化物浴 알칼리性 非시안化物浴 및 酸性浴이다.

1. 緒 言

亞鉛도금은 鐵系金屬의 大氣中에 있어서의 부식에 대하여 우수한 防食效果를 나타내고 無毒하고 또한 값이 싼 點 등으로 現在의 도금법에 널리 취급되고 있다. 또 最近의 기술의 발달에 따라 끝마무리外觀을 光澤니켈-크롬 끝마무리의 外觀에 가깝게 할 수 있어 장식용에 亞鉛도금을 사용함이 可能해졌다. 많은 도금업자가 工業排水의 水質에 대한 새롭고 보다 嚴格한 法律에 따라 그들의 工場의 將來에 對하여 불안감을 갖게 됨은 당연한 일이다. 現在 및 將來의 公害의 規制를 만족시키기 위하여는 도금업자는 모든 이용할 수 있는 工業적 도금액, 이들 중 많은 것은 最近에 開發된 것이나 그것들에 대한 知識을 갖고 있을 必要가 있다. 이러한 일은 도금과 排液과의 양쪽의 要求를 만족시키는 가장 적합한 도금법을 選擇하는데 있어 基礎가 되는 것이기 때문이다. 亞鉛도금업자는 또 排液의 規制에 대한 모든 法律을 알고 있지 않으면 안된다. 즉 그것들은

- a) 排出水의 州의 水質基準
- b) 生活環境保護를 위한 有害物質의 排水基準

Plating and Surface Finishing Vol.62
681~686(1975)

* 工業試驗院 表面處理課長

準案 또는 法律

c) 急性 또는 慢性毒性的 影響을 防止하기 위한 毒物汚濁排水基準案 또는 法律등이다.

만일 이것들이 施行된다고 하면 航行水域에의 汚濁物의 排기는 1983年 7月 1日 이후에는 許可되지 않게 된다.¹⁾

1977年 7月 1日 까지의 도금有害物質에 대한 規制案은 表1과 같다.²⁾ (亞鉛은 녹이나 스케일 또는 그리스나 스맛트의 附着한 面에 도금을 할 수는 없다. 그렇기때문에 亞鉛도금전에 제품을 化學적으로 깨끗하게 하는 것은 대단히 중요하다.

浸漬세척에 대하여는 적합한 組成의 세척액중에서 陽極電解세척을 行하면 기름이나 그리스가 除去된다. 녹의 제거는 強鹽酸 抑制劑를 添加한 5~10% 黃酸 또는 다른 市販中의 녹제거 溶液中에서 行한다.

세척이나 녹 제거후 충분히 水洗하는 것은 다음의 工程의 녹제거액이나 도금액에 汚染物의 持込을 防止하기 위하여 必要하다. 도금한 그대로의 亞鉛도금제품을 适当的 不動態化溶液에 浸漬하면 도금 外觀 및 耐食性을 상당히 개선시킬 수가 있다.

크로메이트化成皮膜은 透明한 銀白色 光澤에서 부터 밝은 黃色내지 부른즈皮膜을 거쳐서 어두운 올리브색을 띤 색깔까지 여러가지가 있으며 이들은 亞鉛電氣도금에 사용되고 있다.

도금業者는 도금액藥品の 廢液處理 뿐만 아니라 使用이 끝난 세척액 녹제거한 液 크로메이트處理液의 廢液處理에도 주의를 쏟지 않으면 안된다.

亞鉛도금은 다음의 세분야로 大別된다.

- (1) 바렐도금
- (2) 정지도금
- (3) 엷은 鋼板 및 鋼線의 연속도금

表 1. 現在 利用할 수 있는 가장 좋은 處理技術(BPCTCA)를 기본으로 하여 1977年 7月 1日까지 達成할 수 있다고 생각되는 電氣도금工業에서의 排水液 濃度限度

算 出 基 準	排 水 液 濃 度 限 度					
	도 금 면 적 당		通 電 量 당		BPCTCA에 따른排水 농 도	
單 位	mg/m ² , lb/10 ⁶ ft ²	mg/A-hr, lb/10 ⁶ A-hr	mg/l	lb/10 ⁶ gal		
亞 鉛	40	8.2	1	2.2	1	8.4
6價 크롬 (Cr ⁶⁺)	4	0.8	0.1	0.2	0.1	0.8
全크롬 (CrT)	40	8.2	1	2.2	1	8.4
시안化物, 酸化가능한 것 (CN)	4	0.8	0.1	0.2	0.1	0.8
全시안化物 (CN)	40	8.2	1	2.2	1	8.4
全懸濁物 (TSS)	1,200	250	30	6.6	30	250
pH範圍 8.5 ~ 9						

2. 바렐도금

바렐도금액은 양호한 均一電着性을 갖지 않으면 안된다. 이는 물건을 넣은 바렐안의 電流分布가 아주 不均一하게 되기 때문이다. 均一電着性이 나쁜 電解液(例를 들면 工業的으로 使用되고 있는 니켈 또는 크롬도금액 또 黃酸亞鉛 또는 弗化亞鉛電解液)에서는 바렐中の 裝入量을 아주 적게 하든가 單純形狀의 물건에 도금하는 것 외에는 均一한 두께의 도금을 얻을 수는 없다.

바렐도금은 프레스 가공재, 볼트 너트 및 락크식 도금에서는 困難하든가 또는 비경제적인 것과 같은 각종 小型製品의 경제적 亞鉛도금방법이다. 最近의 도금設備는 自動化되고 있다. 즉 浴에서 浴으로 도금바렐탱크를 연속적으로 移動시키는 것도 前處理의 세척 도금 그리고 後處理까지의 工程을 프로그램에 의하여 自動호이스트로 바렐탱크를 移動시키는 것이다.

근래 일부 개봉되어 뚜껑이 없는 振動바렐장치가 水平型 바렐장치를 自動化하는 기회에 도달하였다. 보통의 회전 바렐탱크에서는 물건을 保有하기 위하여 뚜껑을 必要로 하고 있으며 물건의 出入을 自動化하기가 困難하나 이것은 물건의 出入의 自動化가 可能하다. 이 새로운 뚜껑이 없는 바렐탱크는 또 電流의 흐름에 대하여 전기 저항이 적은 形狀으로 되어 있으므로 高電流로 도금을 할 수 있다. 代表的 振動바렐탱크는 46 × 76 cm (18 × 30 인치)의 六角形의 바렐탱크로서 136 kg의 물건을 넣을 수 있으며 도금은 18 V 1,200 ~ 1,500 A에서 행한다.

3. 락크식 도금

바렐도금을 할 수 없는 큰 물건은 락크식도금에 의하여 도금된다. 몇년간인가 이와 같은 락크식도금은 靜止浴에서 行하였고 사람손에 의하여 移轉되었다. 今日的 새로운 裝置 즉 프로그램에 의한 自動호이스트 및 콘베이어형의 도금裝置는 水洗를 包含한 前處理 도금 後處理를 통하여 달아 놓은 것을 移動시킬 수 있도록 되어있다. 陰極電流密度는 860 A/m² (80 A/ft²)까지 使用되고 있으며 이것은 바렐도금에 使用되고 있는 平均電流密度 108 ~ 106 A/m² (10 ~ 15 A/ft²)보다 높은 것이다. 락크식도금浴에는 高速度도금이 얻어 지게 높은 亞鉛濃度의 組成의 液이 많이 使用되고 있다. 도금業者는 亞鉛도금浴으로서 工業的으로 利用할 수 있는 5種의 亞鉛도금액으로부터 選擇할 수가 있다. 그들은 시안化物液 鹽化物液 진게이트液 黃酸鹽液 및 弗化物液이다. 가장 적합한 液을 選擇하는데 基準이 되는 事項은

- (1) 도금 工程全体的 經濟性
- (2) 完成品에서 要求하는 性質
- (3) 도금하는 물건의 形狀
- (4) 도금 排出液基準에 適合시키는 處理法
- (5) 도금液 및 排水處理에 利用 또는 必要로 하는 裝置이다.

3-1 酸性鹽化亞鉛浴

現在 光澤이나 平滑에 대하여 가장 좋은 마무리면이 얻어지는 浴은 最近 開發된 酸性鹽化亞鉛浴이다. 이 溶液은 상당히 높은 濃度の 鹽化암모니움과 모든 것 중에서 가장 중요한 性質인 光

澤 平滑을 促進하고 또한 浴의 均一全着性を 높이는 새로운 添加劑를 함유하고 있다. 이 酸性浴은 光澤알칼리性浴以上の 平滑能을 갖고 있기 때문에 보다 좋은 外觀을 얻어진다. 이 새로운 鹽化亞鉛浴은 一般的인 酸性電氣도금浴에서 보통 볼 수 있는 性質에 비해서 特異한 것을 가지고 있다. 즉 陰極電流效率은 거의 減少하지 않는데 均一한 電着性이 얻어지는 것으로 이는 이 溶液에서 도금하는 複雜한 形狀의 陰極上에 있어서 浴中の 有機添加劑 및 亞鉛 암모니아錯鹽의 分極作用에 의하여 電流分布(이를 二次 電流分布라 부르고 있다)가 거의 均一하게 되기 때문이라고 생각된다.

또 이 酸性電解液은 양호한 陰極效率을 나타내고 도금중에 水素의 發生은 거의 없고 도금부품에 대한 水素脆性을 最低로 할 수가 있다는 利點이 있다. 또 알칼리性 亞鉛浴에서는 多孔性의 鏽鐵이나 各種의 熱處理部品과 같이 高炭素系 鋼部品에 도금하기가 困難하며 보통 카드뮴 도금속에서 도금되고 있으나 이 鹽化亞鉛浴에서는 이들 부품에 대하여도 도금을 할 수 있다. 또한 도금浴으로서 이 종류浴의 좋은 性質은 低電壓에서 도금을 可能케 하는 높은 電氣傳導性을 갖는 것이다. 또 한가지 利點은 알칼리性 도금액과는 달리 이 電解液中에는 炭酸鹽이 存在하지 않는 것이다. 이는 이 溶液은 pH 7 以下에서 使用되기 때문이다. 中性液의 pH는 이보다 얼마간 높다.

이 鹽化物의 缺點은 다음과 같다.

a) 높은 부식성의 電解液에서 耐食性材料에 의한 裝置를 使用할 必要가 있다.

b) 고로이드狀 酸化第一鐵의 축적을 生기케 하므로 연속적 餘과가 必要하다.

c) 鹽素化法에 의한 암모니아의 排水處理가 必要하다.

d) 보다 嚴重한 脫脂 세척이 도금전에 必要하다.

바렐도금 및 락크식도금에 사용하는 代表的 鹽化亞鉛電解液의 組成은 다음과 같다.

	바 렐	락크식도금	適用範圍
鹽化亞鉛	20.2g/l	31.5g/l	7.5~75 g/l
鹽化암몬	218 g/l	200. g/l	100~250g/l

操作條件

溫 度 18~ 30 °C (65~ 85 F)

陰極電流密度 108~646 A/m² (10~ 60 A/ft²)

陽極電流密度 108 ~ 538 A/m² (10~ 50 A/ft²)

電 壓 2~8V

攪 拌 必 要

이 새로운 鹽化亞鉛浴은 工業的으로 성공리에 使用되고 있기 때문에 信賴性이 있음은 이미 立證되고 있다.

3-2 보통의 시안화 亞鉛浴

거의 대부분의 亞鉛도금은 最近까지 보통의 시안화亞鉛電解液으로 되고 있다.

이들 시안화물溶液은 1917年 Proctor³⁾에 의하여 처음으로 工業的으로 使用되게 研究가 되었다. Blum, Liscomb 및 Carson⁴⁾는 이 溶液의 浴組成에 對하여 提案했다. 또 Wernland²⁾는 우수한 添加劑를 發見한 것으로 光澤시안화亞鉛도금의 아버지라 불리운다.

그외에 많은 有效한 添加劑가 그後에 계속해서 發見되었다. 이 가운데 중요한 것으로는 모리브덴化合物⁶⁾ 피페로나루⁷⁾ 포리비니루알콜⁸⁾ 티오시안화안몬·티오尿素樹脂⁹⁾ 아민縮合物¹⁰⁾ 및 四級니코틴酸鹽¹¹⁾ 등이 있다.

今日 市場에 나와있는 많은 시안化物浴中 옛날부터 있는 보통의 시안化液은 現在에도 아직 操作이 가장 容易하다. 代表的인 보통 시안化亞鉛浴의 현저한 特長을 들면

(1) 確實히 양호한 品質의 物건이 얻어진다. 즉 浴組成이 比較적 넓은 範圍로 變動하여도 도금불량이 生기기 어렵다.

(2) 많은 다른 亞鉛도금浴에 비해서 水洗系 라인에서 道금液에 그리스나 기름이 묻어 들어와 그리 큰 影響을 받지 않는다.

(3) 一般的으로 말하여지고 있는 바와 같이 이 浴은 低시안化物浴보다도 光澤劑에 對하여 보다 感受性이 強하다.

(4) 이 液은 高濃度의 시안化物을 含有하기 때문에 物건에 對하여 強力한 세척作用을 갖는다. 이는 道금한 物건에 對하여 얼룩등의 汚染을 적게 하는 것이다. 또 많은 金屬不純物은 多硫黃 내지 亞鉛粉末로 浴을 處理함에 의하여 除去할 수가 있다.

한편 이 보통의 시안化物의 缺點은 다음과 같다.

(a) 이 浴은 高濃度의 시안화나트륨과 濃度는 不定인 상당량 的 韋로시안화나트륨을 含有하고 있다는 것과 이는 어느 것이 나 有害物質이

다.

(b) 다른 시안화亞鉛液에 비하여 도금藥品의 묻혀나옴에 의한 損失이 많다.

(c) 高炭素鋼部品은 이 電解液으로 도금하기는 많은 경우 困難하다.

代表的인 보통의 시안化物浴의 組成은 다음과 같다.

	最適條件	適用範圍
金屬亞鉛	33.8 g/l	30~37.5 g/l
시안화나트륨	90 g/l	75~105 g/l
苛性소다	75 g/l	66~90 g/l
NaCN/Zn比	2.7	2.0~2.8

專用光澤劑 添加

操作條件

溫度 : 24~36°C (75~100°F)

陰極電流密度 : 108~1,076 A/m² (10~100 A/ft²)

陽極電流密度 : 215~430 A/m² (20~40 A/ft²)

電壓 : 3~25 V (바렐, 락크도금浴에의 하여 다름)

3-3 中濃度시안化物亞鉛浴

今日 亞鉛바렐도금에 가장 널리 利用되고 있는 것은 이 中濃度시안化物浴이라 불리우는 것이라 생각된다. 이 電解液은 보통의 시안化物浴과 비교하면 亞鉛 및 시안化物의 濃度는 약 반정도이나 苛性소다의 濃도는 같은 組成이다. 有效한 새로운 添加劑의 發見에 의하여 基本藥品에 드는 費用을 크게 減少시켜도 品質이 좋은 도금을 얻을 수가 있게 되어 있다. 이 浴의 管理는 嚴重히 행해지지 않으면 안되며 제안된 浴組成을 벗어나면 도금불량이 될 때가 있다.

	最適條件	適用範圍
金屬亞鉛	17.3 g/l	15~18.8 g/l
시안화나트륨	45 g/l	37.5~56.3 g/l
苛性소다	75 g/l	66~90 g/l
NaCN/Zn比	2.7	2.0~3.0

專用添加劑 添加

操作條件

溫度 : 24~36°C (75~100°F)

陰極電流密度 : 108~1,076 A/m² (10~100 A/ft²)

陽極電流密度 : 215~430 A/m² (20~40 A/ft²)

電壓 : 3~25 V (바렐, 락크도금浴에의 해 다름)

3-4 低시안化物亞鉛浴

工業的으로 사용할 수 있는 시안化物도금浴의 그룹에 새로이 添浴이 이 經濟性이 높은 低시안化物亞鉛浴이다. 이 電解液으로 양호한 品質의 물건을 얻을려면 有效한 添加劑의 添加와 電解液 組成의 嚴重한 管理가 必要하다. 이 浴液이 도금 업자에게 크게 매력에 있는 것은 亞鉛 및 시안 化物의 濃도가 낮은 점이다. 즉 묻혀나옴에 의한 藥品의 損失을 상당히 절감할 수 있기 때문이다.

代表的인 浴組成은

	最適條件	適用範圍
金屬亞鉛	7.5 g/l	6~11.3 g/l
시안화나트륨	11.3 g/l	9~17.3 g/l
苛性소다	67.5 g/l	60~75 g/l
NaCN/Zn比	1.5	1.2~2

專用添加劑 添加

操作條件

溫度 : 24~36°C (75~100°F)

陰極電流密度 : 108~1,076 A/m² (10~100 A/ft²)

陽極電流密度 : 215~430 A/m² (20~40 A/ft²)

電壓 : 3~25 V (바렐 락크도금浴에 의 해 다름)

어떤 도금업자는 이 組成을 얼마간 變化시킨 組成의 低시안化物亞鉛浴이 좋다고 말하고 있다.

즉 시안화나트륨 濃度를 대략 15~18.8 g/l 亞鉛을 7.5~11.3 g/l로 하면 좋다고 하고 있다. 이 浴에서는 藥品의 사용을 약간 높일 뿐으로서 光澤析出物이 얻어지는 範圍를 넓게 할 수가 있다고 한다.

3-5 진케이트浴

장래의 도금電解液은 새로이 出現한 진케이트法이라 말해도 過言이 아니다. 이 方法의 가장 우수한 點은 다음과 같다.

(1) 시안화나트륨을 전혀 必要로 하지 않는다.

(2) 이 浴의 基本組成成分의 藥品價格은 여하한 다른 液보다 값이 싸다.

(3) 排液處理는 최종수세수의 pH를 9로 할 뿐으로서 이것에 의하여 不溶性水酸化亞鉛이 形成되며 分離할 수가 있다.

(4) 이 새로운浴은 대단히 良好한 均一 電着性을 갖는다.

이 진케이트法에서는 實用的 도금電流密度範圍에 있어서는 有機添加劑없이는 良好한 析出物을 얻을 수가 없다. 즉 添加劑없이 108 A/m² (10A

/ft²) 이상의 電流密度에서는 非晶質 스펀지狀亞鉛이 析出될 뿐이다.

이 浴의 缺點을 들면

(a) 이 浴에서의 도금析出物은 다른 이연도금液에서 얻어지는 析出物보다도 一般的으로 무르다.

(b) 大部分 工業的으로 使用되는 浴의 電流效率는 324A/m²(30A/ft²) 以上에서는 낮다.

(c) 嚴重한 세척 殘留物의 前處理가 必要하며 그것을 행하지 않으면 도금에 부름을 생기게 하는 傾向이 있다.

(d) 다른 亞鉛도금浴보다 嚴重하게 浴을 管理할 必要가 있다.

代表的인 浴組成은

	最適條件	適用範圍
金屬亞鉛	7.5 g/l	6 ~ 19 g/l
苛性소다	105 g/l	75 ~ 150 g/l

專用添加物 添加

操作條件

溫 度 : 24 ~ 42°C (75 ~ 110°F)

陰極電流密度 : 108 ~ 1,076 A/m² (10 ~ 100 A/ft²)

陽極電流密度 : 215 ~ 430 A/m² (20 ~ 40 A/ft²)

電 壓 : 6 ~ 8 V (바렐 락도금浴에 의하여 다름)

진케이트浴은 시안化合物亞鉛浴 보다도 苛性소다濃度를 얼마간 높게하고 도금시에 亞鉛아노드의 分極이 過度하게 되는 것을 抑制하고 있다. 이와 같이 높은 苛性소다濃度의 溶液에서는 도금을 하지 않을때 陽極亞鉛(특히 鑄製아노드바스켓 트를 사용하고 있는 것과 같은 亞鉛陽極과 鐵鋼이 接觸하고 있는 경우)을 化學的으로 부식시키는 原因이 된다. 이와같은 것이 생기면 浴의 亞鉛濃度를 不必要하게 增加시키는 것이 된다. 그러나 새로이 市販된 진케이트浴은 이와같은 결점이 改良되고 있으며 많은 進歩의 도금業者는 이 電解液을 使用하여 良好한 도금을 얻고 있다.

3-6 黃酸亞鉛浴

單純한 形狀의 部品에는 黃酸亞鉛浴으로 도금이 可能하다. 이 浴은 모든 亞鉛도금電解液중 가장 오래된 것으로 이것으로 良好한 完全光澤의 도금이 얻어지게 된 것은 아주 最近의 일이다. 요사이 도금의 排液處理하는 量을 最小로 하려는 要求에 의하여 도금에 使用하는 液으로서 이 液이 將來에 기대된다. 黃酸亞鉛電解液의 最大의

缺點은 近本的으로 均一한 電着性이 不良한 것이다. 다시 이 浴은 電導性이 不良하며 이를 改善하기 위하여 添加劑가 必要하게 된다.

黃酸鹽浴의 代表的 浴組成은

	最適條件	適用範圍
金屬亞鉛	70 g/l	52.5 ~ 97.5 g/l
硼 酸	23 g/l	7.5 ~ 30 g/l
黃酸암모니움	20 g/l	0 ~ 30 g/l
pH	4.0	1 ~ 5.5

專用添加劑 添加

操作條件

溫 度 : 21 ~ 36°C (70 ~ 100°F)

陰極電流密度 : 323 ~ 3,228 A/m² (30 ~ 300 A/ft²)

陽極電流密度 : 75 ~ 753 A/m² (7 ~ 70 A/ft²)

電 壓 : 2.3 V

攪拌 要함.

3-7 硼弗化物浴

지금까지 記述한 亞鉛도금液中에서 弗化亞鉛浴만치 높은 電流密度로 도금하기에 適合한 浴은 없다고 말할 수 있다.

黃酸亞鉛과 똑같이 弗化物液은 均一 電着性이 不良하므로 깊은 흠이 문제가 되지않는 도금부품에 대하여만이 使用할 수가 있다. 이 浴의 또한가지의 결점은 이 液이 부식성이며 또 排液處理에 있어서도 각종의 문제가 存在하는 것이다.

代表的浴組成은 다음과 같다.

	最適條件	適用範圍
金屬亞鉛	82.5 g/l (11 OZ/gal)	67.5 ~ 97.5 g/l (9 ~ 13 OZ/gal)
pH	3.0	1 ~ 4.8

專用添加劑 添加

操作條件

溫 度 : 21 ~ 41°C (70 ~ 110°F)

陰極電流密度 : 269 ~ 8,606 A/m² (25 ~ 850 A/ft²)

陽極電流密度 : 66 ~ 2,260 A/m² (6 ~ 210 A/ft²)

電 壓 : 1 ~ 10 V

攪拌 必要:

기타 利用할 수 있다고 생각되는 浴으로서는 슬취민酸亞鉛 아세트亞鉛 피로린산亞鉛 및 珪弗化亞鉛이 있다. 그러나 이들의 電解浴은 아직껏 널리 利用되고 있지 않은 것 같다.

도금業者가 亞鉛도금浴을 選擇할 경우 기레트 劑를 함유하지 않는 浴을 選擇하도록 마음을 써

야 한다. 이 有機기레트劑를 함유하는 液에서는 特殊한 排液處理를 特히 行하지 않으면 안되게 되기 때문이다.

4. 連續도금

얇은 鋼帶나 鋼線에의 도금에는 黃酸亞鉛液으로 대부분이 行하여지고 있다. 이 浴은 均一電着性이 不良하나 깊은 凸部를 갖지 않는 材料의 도금에는 問題가 되지 않는다. 陰極의 鋼材는 壓延라인 다음에 세척 도금으로 연속적으로 고속으로 이동되고 이 移動에 의하여 液은 強力히 또한 効果的으로 攪拌된다. Tainton¹²⁾ Wick¹³⁾ 및 外의 사람들의 初期의 研究에서는 높은 黃酸亞鉛 및 黃酸濃度의 組成이 좋다고 되어있다.

最初의 연속도금의 工業浴은 Herman¹⁴⁾에 의하여 開發되었다. 대부분의 液은 양호한 電導性을 가지며 대단히 높은 도금電流密度로 操作이 可能하다.

亞鉛도금液의 均一 電着性은 하나의 重要한 性質이므로 上記 여러가지 電解液에서의 均一 電着性의 相異를 조사하기 위한 一連의 試驗을 行하였다.

試驗片을 標準 267 ml의 Hull Cell 中에 2 A로 室溫에서 여러가지 電解液을 使用해서 도금했다. 도금時間은 860 A/m² (80 A/ft²)에 있어서 約 15 μm (0.0006 in)의 두께로 도금이 되겠금 선정했다. 고프르膜厚計를 사용하여 試驗片의 中央의 54, 108, 215, 430 및 860 A/m² (5, 10, 20, 40 및 80 A/ft²)에 相當하는 點의 도금두께를 測定하고 그래프를 그렸다 얻어진 그래프(그림 1)에 의하여 試驗에 使用한 도금液의 種類에 의하여 도금두께 分布가 대단히 달라지는 것을 알 수 있다. 讀者는 여기서 表示한 데이터는 比較目的을 위하여 標準浴組成의 도금浴에 對하여 均一電着性을 나타낸 것임을 留意하여 주기 바란다. 例를 들면 市安化物亞鉛浴의 均一 電着性은 市安化나트륨과 金屬亞鉛의 濃度比의 變化에 의하여 크게 變化되는 것이다.

電流密度에 對하여 陰極效率이 如何히 變化하는 나 하는 것과 關聯시키지 않고 均一電着性 만을 論하여도 意味가 없는 것이다. 그래서 六種의 다른 種類의 도금液에 對하여 그 陰極效率을 108, 430 및 860 A/m² (10, 40 및 80 A/ft²)로 測定했다. 이 效率測定에는 標準銅電量計를 使用했

다. 모든 試驗片은 室溫에서 108, 430 및 860 A/m² (10, 40 및 80 A/ft²)에서 각각 20, 10 및 5분간 도금을 하였다(그림 2).

도금浴의 組成에 對한 데이터는 표 2에 表示했다.

5. 廢液處理

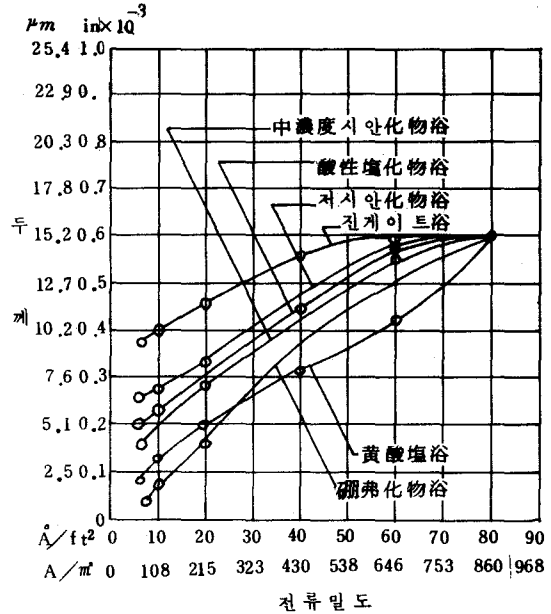


그림 1. 여러가지 亞鉛도금浴의 도금두께 分布의 比較

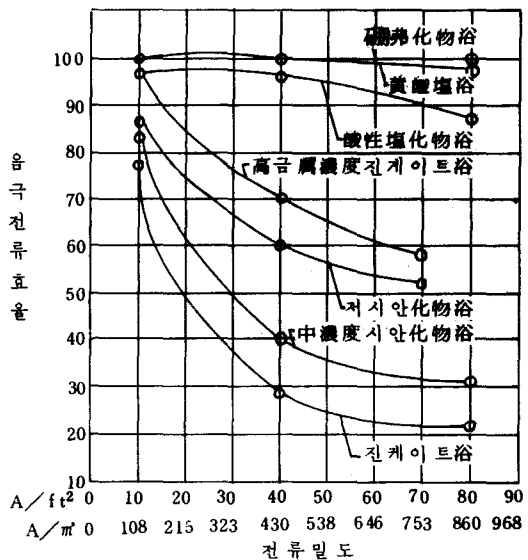


그림 2. 여러가지 亞鉛도금의 電流效率

表 2.

中濃度 시안 化 物 浴	金 屬 亞 鉛	187 g/l	(25 oz/gal)
	시안화나트륨	48.7 g/l	(6.5 oz/gal)
	水酸化나트륨	79 g/l	(10.5 oz/gal)
低濃度 시안 化 物 浴	專用添加劑	添 加	
	金 屬 亞 鉛	7.5 g/l	(1 oz/gal)
	시안화나트륨	11.3 g/l	(1.5 oz/gal)
진 케 이 트 浴	水酸化나트륨	70 g/l	(9.34 oz/gal)
	專用添加物	添 加	
	金 屬 亞 鉛	7.8 g/l	(1.04 oz/gal)
高金屬濃度 진 케 이 트 浴	水酸化나트륨	108 g/l	(14.4 oz/gal)
	專用添加劑	添 加	
	金 屬 亞 鉛	18.7 g/l	(2.5 oz/gal)
酸性鹽化物浴	水酸化나트륨	117 g/l	(15.6 oz/gal)
	專用添加劑	添 加	
	金 屬 亞 鉛	18.7 g/l	(2.5 oz/gal)
酸性黃酸鹽浴	鹽 素 이 온	195 g/l	(26 oz/gal)
	(鹽化亞鉛 및鹽化암몬에서)		
	專用添加物	添 加	
	金 屬 亞 鉛	70 g/l	(9.34 oz/gal)
	硼 酸	23 g/l	(3.1 oz/gal)
酸性硼弗化 物 浴	黃酸 암 모 니 움	22 g/l	(2.9 oz/gal)
	專用添加物	添 加	
	金 屬 亞 鉛	82.5 g/l	(11 oz/gal)
	(硼弗化亞鉛에서)		
	專用添加劑	添 加	

亞鉛도금 排水의 廢液處理는 다음의 두개의 큰 項目으로 分類된다.

- (1) 再生法
- (2) 分解沈澱法

再生法은 最近까지 그리 널리 利用되지 않았다. 이 再生法의 큰 長點은 다른 方法에서는 버리는 水세수에서 도금藥品을 回收할 수가 있는 것이다. 再生법으로서 利用되는 方法은 다음의 三種이다.

- ㉠ 蒸發法
- ㉡ 逆浸透法
- ㉢ 이온交換法

모든 경우 水세수의 처리能力은 再生裝置의 크기 가격으로 決定된다. 그러므로 최소량의 깨끗한 水세수로 충분한 水세가 되도록 마음을 쓰는 것이 중요하다.

向流水세법을 利用함에 의하여 이 目的을 달할 수가 있으며 물의 큰 절약이 되는 것이나 많은

도금업자는 이를 그렇게 모르는 것 같다.

이 보고에서는 도금업자가 利用할 수 있는 모든 廢液處理를 상세히 기술하려는 것은 아니다. 그 주요한 것은 이미 알려진 方法으로서 分解沈澱法에 屬하는 것이다. 즉

㉠ 암모니움 시안化物 亞鉛의 化合物을 함유한 電解液의 鹽素處理

㉡ 不溶性의 水酸化亞鉛의 沈澱을 만드는 中和 또는 pH조절

㉢ 시안化物의 소각

새로운 技術開發은 分解法보다도 再生法에 그 努力이 기울어지고 있다. 적합한 設計에 의한 再生裝置는 물과 有用한 道金藥品과를 道金장치에 순환시킬 수가 있다. 이것들은 다른 方法에서는 排水로서 버려질 것 들이다. 이와같은 절약은 적어도 이 裝置에 드는 비교적 높은 投資의 償却에 얼마간 보탬이 되는 것이다. 再生法에 對하여

주의해야 할 사항을 들면

㉔ 水洗水는 再生系에 넣기 전에 活性炭處理를 하지 않으면 안된다. 이 處理를 하지 않으면 그리스나 기름 또는 光澤劑의 分解生成物이 최종적으로 도금浴에 축적되게 된다.

㉕ 알칼리性亞鉛中の 炭酸鹽은 보통의 冷凍法 또는 酸化칼슘용에 의한 沈澱法에 의하여 주기적으로 제거하지 않으면 안된다. 이를 하지 않으면 再生 및 도금조작에 나쁜 影響을 미치게 된다.

㉖ 鹽化亞鉛水洗水의 再生裝置에는 鹽化物 및 酸에 낼 수 있는 材料를 사용할 必要가 있다.

㉗ 苛性소다濃度가 낮은 시안化物亞鉛液을 蒸發濃縮할 경우에는 有毒한 시안化水素가스가 발생할 염려가 있다.

蒸發濃縮法은 減壓蒸溜에 의하여 水洗水에서 過剩의 물을 제거하는 것이다. 이 方法은 모든 알려진 亞鉛도금浴에 사용할 수 있는 再生 廢液處理法이다.

逆浸透法 펌프에 의하여 水洗水를 高壓下에서 특수한 膜을 통과시킴에 의하여 水洗水中的 藥品을 濃縮하는 方法이다.

이 方法에서는 膜의 한쪽側의 濃厚溶液中の 물을 다른側의 蒸留水中에 分離하는 것이다. 工業用으로 사용할 수 있는 特殊한 아세트산세룰로즈材로 만들어졌으며 處理하는 液의 pH가 5.5를 크게 넘어서 變動하면 膜이 찢어진다. 따라서 시안化物 亞鉛液 등은 逆浸透法에 적합하지 않다. 그러나 Dupont社에 의하여 새로이 개발된 膜은 포리아미드에 의하여 만들어졌으며 알칼리性 시안化物 水洗水에 대하여도 處理를 할 수 있다고 말하고 있다. 逆浸透法에 의한 再生處理의 경제성에 대하여서는 더 검토가 必要하다. 이 方法에 關心을 갖는 도금業者는 이들 裝置의 메이커에 상의하는 것이 좋다.

이온交換法은 水洗水에서 亞鉛이온을 分離하는 方法으로서 특수한 수지가 사용된다. 시안化物亞鉛과 같이 亞鉛錯鹽을 形成하고 있는 液에 대하여는 이 方法은 一般적으로 적합하지 않는다.

6. 結 論

새로운 規則에 의하여 亞鉛도금은 새로운 시대로 突入했다. 著者의 이 報告에 제시한 指針이 現在 및 將來의 排出液에 대한 法律의 要請에 따르면서 도금作業을 할려는 도금業者들에게 도움된다면 多幸으로 생각한다.

文 獻

1. Water pollution Control Act of 1973, public Law №92-500.
2. Battelle Effluent Limitation Guidelines 4(1973).
3. C. H. Proctor, Metal Ind., 15, 152(1917)
4. W. Blum, F. Liscomb, C.M. Carson, Bur. Tech paper №195(1921)
5. C. J. Wernlund, Trans. Electrochem. Soc., 40, 257(1921).
6. L. R. Westbrook, U. S. patent 2,080, 520(1937)
7. L. R. Westbrook, U. S. patent 2, 218, 734(1940), 2, 233, 500(1941)
8. H. J. Barret and C. J. Wernlund, U. S. patent 2,171,842(1939)
9. J. Henricks, U. S. patent 2, 101, 580 and 2, 101, 581(1937)
10. A. F. Hull, U. S. Patent 2, 791, 554 (1957).
11. G. Rindt and D. H. Becking, U. S. Patent 3, 318, 787(1967).
12. W. Blum and G. B. Hogaboom, "principles of Electroplating of Electroforming" 3rd Ed., New York. McGraw Hill book Co., Inc. 1963, p. 394.
13. R. M. Wick, U. S. patent 2. 392, 075 (1946)
14. E. W. Horwick, This Journal, 46, 639 (1959)