

## 〈技術解説〉

## 合金鍍金の進歩(Ⅱ)

青谷薫\* 呂運寬\*\* 譯

## 4. 實用合金鍍金

## 4-1 概要

現在까지 研究된 合金도금은 文獻에 의하면 100種 以上을 헤아리지만 實用되고 있는 것은 極히 적다. 實用合金도금으로서는 裝飾用, 防蝕用, 工業用 등으로 利用이 되고 모두가 單金屬도금으로써 얻을 수 없는 特性을 갖고 있다. 앞으로 工業用 도금으로서의 應用分野를 개척해야 할 것으로 생각하고 있지만 實際로는 特性데이터가 極히 不足하고 現狀으로서는 어느 部分에 어떻게 使用할 것인지 明確한 指針이 주어지지 않고 있는 것이 많은 實狀이며 또 그것이 合金도금의 普及를 저해하고 있는 커다란 原因으로 되고 있다. 따라서 여기에서 말하는 實用 合金도금이란 一般的으로 또는 어느 程度까지 實用할 수 있는 데이터 즉 도금方法 도금特性 등이 알려져 있는 合金系를 나타내는 것이고 今後の 研究에 따라 實用合金系는 더욱 增加하게 될 것이다. 實用 合金도금을 合金系에 의하여 分類하면 銅 朱鎳 亞鉛 合金系 鉛 合金系 니켈 合金系 金 合金系 등으로 할 수 있는데 그중 裝飾用 合金鍍金은 金, 銅 등의 有色金屬을 素地金屬으로 하는 合金系이다. 또 銅 朱鎳 亞鉛을 組合한 合金系에서는 裝飾用외에 防蝕用 工業用的 目的을 갖는 合金을 얻을 수 있다. 이들 合金系의 合金組成과 主된 用途를 나타내면 表2와 같이 된다.

銅-亞鉛合金도금은 소위 黃銅(brass)도금, 銅-鎳合金도금은 靑銅(bronze)도금이라 하는데 모두 固溶體合金을 生成하므로 銅의 硬度를 현저히 增加시킨다. 또한 亞鉛 혹은 朱鎳量을 增大하면 金屬 間 化合物을 生成하므로 극히 硬하고 脆하게(brittle)하게 된다. 色相은 모두 黃色에서 白色으로 서

서히 變化한다. 이와 같은 一般的인 性質은 亞鉛과 朱鎳 사이에는 大差가 없다. 銅, 亞鉛合金도금은 소위 黃銅도금인데 靑銅도금 이라고도 불리어 지고

表 2 銅-鎳-亞鉛合金도금

組 成 (%)			用 途
銅	朱 鎳	亞 鉛	
92		8	色 相 用
80		20	色 相 用
75		25	고무粘着用
25		75	裝 飾 用
93	7		軸 受 用
80	20		下 地 도 金
60	40		裝 飾 用
2	98		軸 受 用
	80	20	防 蝕 用
55	30	15	裝 飾 用

있다. 이것은 色相 調整用으로 使用되는 亞鉛8% 組成의 合金이 靑銅色과 같기 때문인데 鑄造靑銅의 色과 같은 靑銅色을 얻기 위해 이 組成의 黃銅도금이 使用되어 왔기 때문이다. 靑銅도금에서는 銅色이 남는 경우가 있고 鍍金의 色相을 改善하는데 있어서 黃銅도금쪽이 靑銅보다 容易하게 할 수 있기 때문이다. 黃銅色을 내기 위해서는 亞鉛20%의 合金도금으로 한다. 이것은 약간 靑色미를 갖는 黃色이다. 亞鉛量을 增大시키면 白色으로 되는데 亞鉛75% 合金은 이른바 白色黃銅으로서 硬하고 光澤이 있는 合金을 얻을 수 있다. 이것들은 모두 그 色相에 따라 裝飾用으로 使用되는 것으로서 裝飾品, 家具, 內裝品, 玩具 등에 쓰이고 白色黃銅은 工具類의 도금에도 사용되고 있다. 따라서 희망하는 色相을 얻기 위해서는 合金組成이 必要한 것이 아니고 희망하는 色相을 부여하는 도금浴 組成과 도금條件이 重要한 것으로 된다. 또 亞鉛25% 組成

\* 日本 東海大學 教授

\*\* 弘益工大 金屬科 教授

의 합금은 고무와 金屬과의 粘着用으로 使用하는 도금으로서 고무와의 粘着特性 때문에 緻密한 合金組成이 必要하며, 도금의 色相은 重要하지 않다.

靑銅도금도 前表와 같이 각종 組成의 도금을 얻을 수 있다. 朱錫량이 增大하면 도금의 色은 赤色에서 黃色으로되며 나아가서 40%가 되면 白色으로 變한다. 이의 色相은 朱錫량과 함께 連續적으로 變化한다. 硬度도 朱錫량이 增大하면 硬해 지는데 白色의 靑銅 以上이 되면 朱錫 때문에 도리어 軟해진다. 靑銅도금은 7-20%의 朱錫을 함유하는 赤色 및 黃色靑銅과 40%를 함유하는 白色靑銅이 代表인 것으로서 白色靑銅은 一名 스페칼럼 (speculum)으로 알려져 있다. 이것은 古代에 使用되었던 朱錫이 많은 鑄造靑銅鏡의 이름으로서 裝飾用으로 有用한 硬하고 靚고 光澤이 나는 合金이다. 7%合金은 銅보다도 현저히 硬하나 다소 柔軟性이 있는 것으로서 또한 燒鈍하면 應力을 減少시켜 軟하게 할 수가 있다. 高荷重 軸受面 窒化防止用도금 플라스틱용도금 金型의 電鍍用으로서 使用된다. 20%合金은 色은 靛色이고 材質은 硬한데 버프研磨하기 쉽기 때문에 銅과 스페칼럼 合金 사이의 折衷된 色相의 裝飾用으로서 혹은 素地도금으로서 使用된다. 98%合金은 高速度 軸受用도금으로서 朱錫과 比較하면 磨耗抵抗과 疲勞抵抗이 높고 高速度 軸受用으로 使用된다. 銅 朱錫에 亞鉛을 加한 55.30, 15%合金은 硬하고 光澤이 있는 白色의 도금으로서 裝飾用으로 良好한 도금이 된다. 朱錫 亞鉛 80, 20%合金은 朱錫의 耐蝕性和 亞鉛의 保護作用을 겸비한 것으로서 그 무엇보다도 뛰어난 耐蝕性的 皮膜이 되기 때문에 工具類 機械部品の 도금에 使用된다. 기타 銅合金으로는 銅 鉛合金도금이 耐磨耗, 耐蝕性에 뛰어나므로 軸受도금으로서 使用된다. 이 合金은 鑄造 또는 粉末冶金에 의하여 만들어지고 있는데 合金도금에 의해서도 容易하게 얻어지며 銅 60~70%를 함유하는 合金이 軸受에 適合하다.

다음으로 朱錫系 合金도금으로서 表-3과 같은 것을 들 수 있다. 그 特性에 따라 도금의 用途가 결정되는데 用途別로 보면 耐蝕用, 軸受, 粘着用으로 나눌 수 있다. 朱錫의 耐蝕성에 保證作用을 부여하는 金屬을 合金시켜 耐蝕用 皮膜을 얻고, 磨耗性, 潤滑性을 부여하는 金屬에 의해 軸受皮膜을 얻으며 低融點 및 融着性 金屬에 의하여 融着性 皮膜을 얻을 수 있다.

朱錫 25, 카드뮴 75% 合金은 양쪽의 金屬의 耐

蝕特性을 겸비하게 되어 特別히 鹽에 強하고 航空部 品 등의 도금에 對하여 極히 뛰어난 特性을 준다. 實例로 鹽水噴霧試驗의 結果를 比較하면 同一도금 두께의 朱錫도금에 20배, 카드뮴도금에 8배의 耐蝕 時間을 나타내며 10 마이크로ンの 두께로는 鹽霧中에서 2年半後도 腐蝕點을 나타내지 않는다. 또 初期 腐蝕이 發生해도 腐蝕의 進行이 極히 늦은 것이 特徵이다.

朱錫 65, 니켈 35% 合金은 NiSn의 組成으로 표시되는 單相의 金屬間化合物로 形成된다는 것은 앞에서 말했지만 이 化合物生成 때문에 成分金屬의 朱錫이나 니켈과는 전혀 다른 性質을 부여하게 된다. 그중 무엇보다도 極히 현저한 것은 耐蝕性이다.

表-3 朱錫系 合金도금의 組成

組 成 (%)						用 途
朱錫	카드뮴	니켈	鉛	안티몬	인듐	
25	75					耐蝕用
65		35				耐蝕用
4-10			90-96			耐蝕用
6-10			90-94			軸受
10-60			40-90			납땜
11			82	7		軸受
50					50	低溫融着

鹽酸, 酢酸, 乳酸, 구연酸, 酒石酸과 같은 弱酸은 물론 질산, 황산, 염산과 같은 強酸中에서도 單獨의 酸에는 거의 作用되지 않는다. 그렇기 때문에 一名 스테인레스 도금이라 일컬어지는데 그것은 또 이 도금이 스테인레스의 色相을 닮고 있다는 데에도 기인한다. 기타 變色抵抗이 있고 도금도 硬하고 耐磨耗性도 있으며 非磁性인데다 납땜도 可能하다. 이와 같은 사실 때문에 이 도금은 耐蝕皮膜으로서 뿐만 아니라 機械部品이나 電氣部品등에도 利用範圍가 넓다. 다만 化合物이기 때문에 다소 脆性이 있어 도금條件에 따라 균열이 생기는 경우가 있다.

朱錫 鉛合金은 납땜合金이며 所謂 납땜에 使用하는 것인데 合金組成에 따라 用途가 다르다. 朱錫 4-10%는 鐵의 防鏽 保護用으로, 6-10%는 軸受用으로, 10-60%는 납땜 및 防鏽用으로 쓰이는데 납땜에는 共融組成인 朱錫 60%를 使用하는 경우가 많다. 또 5-20%合金을 터너 (terne) 도금이라 말한다. 납땜은 融點이 낮고 取扱하기 쉽기 때문에 溶融浸漬도금을 하는 것이 많았지만 皮膜의

均一性이나 嚴密한 值數調整등이 뛰어나기 때문에 電氣도금을 하는것이 많아져 가고 있다. 이 도금은 軟하고 또 外觀의 色相이 좋지 않으므로 防蝕保護用으로서는 化學容器 油容器등과 같은 工業用品과 납땜을 겸한 空調加熱部品, 自動車部品, 建築部品등, 에 쓰이고, 납땜용은 電氣部品등에 使用되는 例가 많다. 납땜을 할때는 도금皮膜 자체가 납땜이므로 납땜이 確實히 잘되지만 그러나 表面에 酸化皮膜이 生成되었을 경우에는 납땜이 잘 안되는 경우가 생기므로 반드시 安全하다고는 말할 수 없다.

軸受合金은 減磨性과 耐蝕性을 갖기 때문에 軸受라이닝에 使用되고 있는데 도금의 均一性도 좋고 高速軸受의 壽命을 改善해 주고 있다. 이에 안티몬을 添加한 朱鎳, 鉛, 안티몬합금은 合金의 硬度和 強度를 增大시키고 耐蝕성과 耐磨耗性을 더욱 增大시키게 되어 鉛, 朱鎳 合金軸受의 性能을 改善하게 된다.

朱鎳 50, 인듐 50%, 合金은 117℃의 共融溫度를 갖는 合金으로서 融着性도 좋으므로 低溫融着用 도금皮膜으로 使用된다. 이것은 납땜의 共融溫度 183℃에 비해서도 상당히 낮고, 構造材料의 耐熱性的의 問題와 作業性이나 接着面의 擴散등의 問題때문에 특히 低融點의 融着을 必要로 하는 機械部品과 電氣部品이 增加하고 있는 추세로 보아 今後 低融點 合金의 要求가 增大할 것으로 생각된다.

다음으로 鐵 니켈계의 合金은 독특한 磁性을 갖고 있으며 대표적인 것으로 컴퓨터등에 使用되는 磁性皮膜을 들수 있다. 鐵-니켈계의 合金組成을 나타내면 表-4 와 같다. 그중 니켈-코발트 合金도금에 관해서는 瓦트浴에 코발트鹽을 加한 浴에서 40%까지의 코발트合金이 光澤도금으로 使用되는데 와이즈버그浴이 그 代表的인 浴組成으로 알려져 있다. 이밖에 數種의 同型浴이 發表되어 있다. 光澤浴으로서는 鹽酸鹽이나 포르말린등을 加하여 현재에도 一部에서는 光澤浴으로 使用되고 있다. 더욱이 이 도금은 柔軟性 및 可撓性이 있으면서 硬度も 硬質니켈 도금보다도 硬하여 Hv 500 이상이며 700을 넘는것도 있다. 合金組成은 코발트 40%까지는 코발트量의 增加와 더불어 커지므로 이 組成의 合金은 플라스틱 金型的 電鍍등에 使用할 수가 있다.

鐵-니켈-코발트계의 合金도금은 磁性合金 皮膜으로서 工業的 用途가 開拓된 것이다. 最近 多元 合金系の 도금皮膜도 發表되고 있지만 主成分은 이

表-4 鐵-니켈系 合金組成

鐵	組 成 (%)			用 途
	니 켈	코발트	亞 鉛	
20	80			磁性皮膜 金型裝飾用
	60	40		
40	20	80		磁性皮膜 耐蝕用
			60	

들의 2元合金 도금이다. 이 皮膜은 薄膜記憶素子 등에 使用되고 있고 殘留磁化, 異方性, 矩形履歴 등의 磁氣特性이 利用된다. 皮膜의 製造는 電着法과 蒸着法이 있고 모두 特徵이 있는데 製法의 量産性的의 點에서는 電着法으로 하는 것이 좋고 磁氣特性的의 點에서는 蒸着法이 利點이 많음을 볼 수 있으므로 合金皮膜의 製造는 電着皮膜表面의 質을 改良하여 磁性을 改善하는 方向으로 하지 않으면 안될 것이다.

니켈 20, 코발트 80% 組成의 도금은 컴퓨터 記憶드럼의 磁氣皮膜으로서 使用된 것이 처음으로 酸化物皮膜에 비해 製造가 簡易하고 넓은 範圍의 磁性和 두터운 膜을 比較的 容易하게 얻을수 있다는 點이 特徵이다. 마찬가지로 鐵 20, 니켈 80% 組成의 合金도금도 磁性皮膜으로서 使用되고 있는데 퍼마로이 (permalloy) 도금이라고 불리어진다. 이것은 記憶素子로서의 要件을 滿足시키기 위해 薄膜으로 되어 一軸 異方性이 가능한 한 純粹한 형상으로 작용하여 또 取扱과 組立때의 應力에 의한 磁性的의 變化를 피하기 위해 磁歪가 零으로 되는 組成이며 이 組成을 基本으로 하여 코발트나 몰리브덴을 添加시킨 合金도금도 시도되고 있다. 鐵, 亞鉛合金도금은 英國鐵鍍協會에서 發表된 것에 따르면 鐵 40, 亞鉛 60% 組成의 合金이 가장 耐蝕性이 좋은데 鐵을 함유한 合金이 亞鉛도금 보다도 耐蝕性이 뛰어나 2倍 以上の 壽命이 된다. 亞鉛도금이 2.5年의 壽命인데 비하여 이 合金도금은 나쁜 環境에 있어서도 5年의 壽命을 갖는다고 發表하고 있다.

다음으로 金合金 도금은 주로 오래전 부터 裝飾도금에 使用되고 있으며 合金成分은 銅, 니켈, 鐵, 朱鎳등이다. 이 成分金屬에 따라 金도금의 色相이 黃色, 하밀턴色, 핑크, 綠色, 古代色등이 얻어지며 또 그 組成에 따라 各種의 카라트 수의 色相을 얻을 수 있다. 여기서 金合金도금의 카라트 수에 관하여 설명하면 金合金의 組成에 있어서 純金を 24

카라트로 나타내는 것으로 예컨대 18 카라트는 75% 금합금이 된다. 그러나 금도금으로 18 카라트라 하는 것은 鑄造한 금합금의 18 카라트에 相當하는 색을 나타내는 것이어서 그 組成을 나타내는 것은 아니다. 實際로는 14 카라트색의 핑크금은 18-20 카라트의 組成에 相當하며 10-16 카라트의 황색금은 20-24 카라트의 組成에 相當하므로 도금의 색相쪽이 實際의 組成보다도 낮은 카라트 수를 나타내게 된다. 따라서 금도금의 카라트수는 色見本에 따라 比較하지 않으면 正確히 表示할 수 없다. 그런데 裝飾用 金합금도금은 여러가지 色相의 金色을 얻는것이 目的인데 핑크색은 銅을 舍金시켜서 얻는다. 그러나 銅만으로는 그 量을 增加시켜 가면 황색에서 急激히 핑크색으로 變化하는데 銅외에 니켈등의 다른 金屬을 少量 添加하면 황색에서 핑크색으로 徐徐히 色相이 變化하므로 銅과 니켈을 添加하는 것이 많다. 이것은 거의가 19 카라트의 組成으로 14 카라트색의 것이 나온다. 銅量을 增加하면 더욱 赤色을 띠는 색으로 된다. 또 니켈의 少量을 增加하면 靑色으로 바꾸어 添加하면 珊瑚色으로 된다. 황색은 주로 니켈에 의해 얻어지는데 그밖에 白色金屬으로서 코발트, 朱鎂, 銀, 카드뮴, 亞鉛을 使用하는 일도 있다. 니켈量을 增加하면 白色氣味를 增加하며 10%가 되면 白色도금으로 된다. 그러나 황색에서 白色사이의 10 種類나 되는 황색의 상이한 色相의 것이 얻어지므로 特定の 黃色을 얻는 일은 容易하다고 할 수는 없다. 해밀튼색은 황색과 핑크색의 中間色으로서 前記한 니켈에 의한 황색과 銅에 의한 핑크색의 中間色을 내기위해 이밖에 鐵, 카드뮴등 數種의 金屬을 加한다. 즉 銅에 의한 핑크색을 大部分 또는 카드뮴에 의해 지워버리고 다시 니켈에 의해 황색을 부여한다. 이들 金屬成分의 量에 따라 希望하는 色相이 얻어진다. 綠色金은 銀이나 카드뮴을 加해서 얻는다. 綠色은 다른 金屬成分에 의하여는 얻을수 없고 亞鉛으로는 연한 靑綠色으로 되지만 더욱더 첨가하면 靑白色으로 變한다. 니켈로는 약간 綠色을 띠는데 이것은 해밀튼 綠色이라 말한다. 그러나 제 色相을 얻기가 매우 어렵다. 朱鎂를 첨가하면 靑色을 띠는 황색으로 된다. 이와같이 綠色金은 銀이나 카드뮴만으로써 얻어진다. 白色金은 니켈이나 朱鎂를 加하여 얻는데 니켈로는 金의 約 2 倍量의 浴組成에서 18-22 카라트 組成의 合金의 白色金이 얻어진다. 最近에는 로듐도금이 盛行해 있으므로 오히려 로듐도금이 행

해지고 있는 現狀이다. 古代色 金이라고 하는 것은 長久한 年代를 거쳐서 만들어진 自然的 外觀에 의한 金色을 말하는 것으로서 質除로는 金屬, 酸化物, 水酸化物 鹽基性 炭酸鹽의 混合物로써 이루어지는 것으로서 이러한 面을 얻는데는 오히려 나쁜 도금 條件을 부여하여 粗雜한 粗面을 만들어 주고서 이것에 다시 機能的 혹은 化學的 方法에 의해 表面에 微細한 細工을 施行하여 古代的 外觀을 부여한다.

以上과 같이 裝飾用的 金합금도금으로는 金에 다른 金屬成分을 添加하여 各種의 色相을 부여할 수가 있다. 工業用으로서는 주로 電子部品에 使用되는 金도금에 金도금이 適用되는데 트랜지스터, 接點, 프린트 基板등이다. 트랜지스터에서는 金도금을 施行하여 半導體 게르마늄등을 加熱融着하는데 使用하는데 이 金도금은 半導體와 같은 型의 도프(dop) 舍金이 바람직하며 그러기 위해서는 n 型에서는 金-안티몬舍金, P 型에서는 金-인듐 舍金등이 使用된다. 接點으로서는 低周波用으로 金-니켈舍金이 使用되는데 여러가지 다른 特性面도 良好하다. 그러나 니켈은 高周波特性이 극히 나쁘므로 高周波 分野에서는 使用할 수 없다.

工業用 金합금도금의 研究는 金 使用量의 增加에 比較하여 볼때 너무 미약한바 없지 않다.

以上 概說해은 舍金도금은 實用舍金도금이라 생각되는 것들인데 이것들은 應用上的 特徵에 따라 分類해 보면 앞에서 記述한 바와 같이 裝飾用, 耐蝕用, 軸受用, 電子部品用, 기타로 大別할 수가 있다. 一般的인 用途로서의 裝飾用, 耐蝕用 도금은 오래전 부터 現在에 이르기까지 研究되고 있지만 最近에는 특히 超耐蝕性舍金 도금의 舍金系의 研究가 활발히 이루어지고 있다. 軸受舍金도금도 오래전부터의 應用의 하나이지만 電子部品에로의 適用은 오히려 새롭고 또 今後 應用이 期待되는 分野라 하겠다. 本節의 序頭에서 記述한 바와 같이 實用舍金 도금이라 지칭한 것은 여기에서 概說한 舍金등과 같이 充分한 實用할 수 있는 메이팅가 갖추어져 있는 舍金系만을 말한 것으로서 그 特性도 거의 明白하게 되어져 適用해야 할 分野가 決定된 것들이다. 아래에 그중의 몇가지에 대하여 기술하고자 한다.

#### 4-2 黃銅鍍金

黃銅도금은 舍金도금으로서 가장 오래된 것이며

오랫동안行하여져 오는 것인데 一般的인 用途는 金色도금으로서의 裝飾用이다. 裝飾用으로서의 條件은 金色의 色相이 얻어진다는 것, 色相이 均一하다는 것, 光澤이 있다는 것, 適當한 硬度和 도금 두께를 얻을 수 있다는 것 등을 들 수 있다.

金色은 이 合金系에서는 靑銅色이며 亞鉛 8% 合金이지만 亞鉛분이 增加하면 黃色이 強해져서 20%에서 黃銅色으로 된다. 合金組成은 浴中의 銅 亞鉛의 比에 따라 정해지나 그러나 添加鹽의 影響에 따라 반드시 同一한 것도 아니므로 必要한 色相을 얻기 위한 浴組成과 條件을 결정하는 일이 중요하다. 普通 浴中의 銅, 亞鉛의 比를 4:1로 한다. 銅 80%의 合金도금은 鑄造黃銅의 65% 合金의 色과 거의 같아진다. 이 相違點은 電着된 黃銅面이 鑄造面과 結晶의 異로 다르기 때문에 光의 反射가 달라서 생기는 것이다. 그런데 도금組成은 도금條件에 따라 影響을 받으므로 도금組成이 變動하면 色相도 달라진다. 電流密度의 影響을 보면 零에 가까운 電流密度로는 純銅에 가깝지만 電流密度를 增大시키면 아물러 急激히 亞鉛분이 增加하고 이어서 電流密度가 增加하면 銅을 增加시켜 대략 一定한 값이 된다. 이와 같이 一定值로 되는 것은 大體로  $1A/dm^2$  以上の 電流密度인데 黃銅도금浴에서는 普通 低濃度에서 低電流密度로 電解하고 있는 것이 많으므로 電流密度의 影響을 받기 쉽고 組成의 變動에 의하여 色相의 變遷을 일으키기 쉽다. 그리고 低濃度浴을 使用하면 電流密度를 높이기 어렵다. 그것은 實驗을 시행해 보면 잘 알 수 있지만 低電部에서 色相의 變遷이 생기며 銅色部分, 亞鉛色部分에 이어 黃銅色部分으로 이어지고 있다. 이것을 防止하기 위해서는 浴濃度を 크게 하여 電流密度를 높도록 하고 前述한 均一組成을 부여하는 電流密度範圍에서 도금을 행하는 일이다. 均一한 色相을 얻는 데에는 도금浴에 암모니아수를 添加하면 좋은데 그러면 넓은 도금條件의 範圍에서 色相이 均一해진다. 이 경우 도금의 組成이 變動하여 銅組成이 낮아진다. 裝飾用 도금浴에 암모니아수를 添加한다는 것은 잘 알려져 있는 일이겠으나 그러나 添加한 암모니아의 揮發을 피하기 어렵고 所定量을 保持하기 위해서는 끊임없이 암모니아수의 補給을 必要로 하며 또 그 냄새를 除去하기 위한 處置가 必要해진다. 그러기 때문에 높은 浴溫을 使用할 수가 없다. 암모늄鹽을 使用해도 좋으나 電解效果는 떨어진다. 암모니아를 아민으로 바꾸어 有機아

민鹽을 使用하면 效果는 同一하며 前記한 缺點이 除去된다. 建浴後 低濃度浴에서는 도금의 色을 調節할 수 있을 때까지 암모니아수의 必要量을 加하며 그以後는 每日 少量씩 添加한다. 高濃度浴에서는 相當量의 암모니아수의 添加量을 必要로 하므로 取扱上 아민鹽의 使用이 바람직하다.

도금浴의 遊離시안은  $10-20g/l$ 로 維持하는 것이 좋다. 낮으면 陽極溶解作用이 나빠지고 너무 높으면 陰極效率이 低下한다. PH는 10-11의 範圍로 하며 PH를 올리기 위해서는 水酸化나트륨을 加하는데 알칼리度를 增大시키면 도금의 亞鉛분이 增加한다. 이것에 시안을 加하면 더욱 亞鉛분이 增大해간다. 浴濃도가 높은 것에서는 도금의 組成變動은 적다.

浴溫은 높을수록 도금의 銅분이 높아지므로 浴溫에 의하여 도금組成을 調節할 수 있지만 低濃度浴에서는  $20-40^{\circ}C$ 의 範圍에서 使用되고 있다. 도금浴은 使用함에 따라 炭酸소다를 增加시키는데 約  $30g/l$ 程度의 存在는 좋은 結果를 주지만 高濃도가 되면 陰極效率을 低하시켜 陽極슬라임을 增加시키므로 靑化銅도금液의 경우와 마찬가지로 除去할 必要가 있다. 電流密度는  $0.2-0.3A/dm^2$  범위이지만 浴溫을 올리면  $1.2A/dm^2$  정도까지 올릴 수가 있다. 그 이상에서는 黃褐色의 粗雜한 도금으로 되어 쓸 수가 없다.

다음으로 도금浴組成을 表-5에 나타낸다. 最近 金の 供給不足에 따라 裝飾用으로 模造金에 의한 金色도금이 再檢討되는 傾向이 있다. 이때 얇게 올려 色만 내는 程度에 끝이지 않고 完全光澤의 두

꺼운 도금에 의하여 16 카라트 程度 以上の 金色을 必要로 하는 경우에는 앞에서 말한 것과 같이 裝飾用으로서의 條件을 完全히 滿足시키지 않으면 안 되는데 이와같은 技述은 確立되지 않았다.

光澤劑는 從來 試圖되었던 것은 金屬鹽으로서 亞酸, 酸化鉛, 亞酸化셀렌, 酸化덴루르, 鐵屬金屬鹽 등 有機物로서 폴리비닐알코올 오르토 또는 파라 메토키시벤조알데히드, 메틸렌히드로키시페닐, 트리메틸베타인, 트리메틸-C-메실알파베타인, 젤라틴, 페놀, 파라크레솔술포나트, 에타놀아민 등이다.

表의 ①浴 (Metal Finishing Guide Book에 의한) 암모니아를 適當量 加하고 이것에 亞酸을 水酸化 나트륨  $480g/l$ 液에  $240g$ 의 비율로 溶解한 浴

表-5 黃銅도금욕

浴組成	①	②
시아화銅	30	53
시아화亞鉛	9.4	30
시아화 나트륨	56	90
炭酸 나트륨	28	30
북셀鹽	-	45
암모니아	必要量	50-200
도금條件	①	②
PH	10.3-10.7	10.3-10.7
浴溫(°C)	24-38	43-60
電流密度(A/dm <sup>2</sup> )	0.38	0.5-3.5
陽極(Cu%)	80	70

液을 0.1~0.3 ml/ℓ 添加하여 使用한다. 그러나 이 浴에서는 浴溫 40°C 은 以下에서는 1 A/dm<sup>2</sup> 以下가 아니면 光澤狀態를 얻을수 없다. 浴溫이 낮으면 光澤範圍는 좁아져서 30°C에서는 0.4 A/dm<sup>2</sup> 以下가 아니면 使用할수 없는데 이 範圍까지는 상당한 도금두께까지 光澤이 있는 도금을 얻을수 있다. 그러나 低濃度浴에서는 前述한 바와 같은 理由로 이 以上の 特性을 期待할 수가 없다. 이에 대하여 考者는 高濃度浴에서 高電流密度로 레벨링이 있는 完全光澤의 도금을 얻는 方法을 完成한바 있고 그의 硬度는 Hv 300-400에 達한다.

#### 4-3 靑銅鍍金

黃銅도금과 함께 오래전부터 使用되고 있는 것이 靑銅도금이다. 이 도금의 合金組成은 7-20% 朱錫을 함유하는 赤色 내지 黃色 靑銅과 約40% 朱錫을 함유하는 白色靑銅이 代表的인 것으로서 後者는 一般的으로 스페클럼으로 불리우고 있다는 것을 앞에서 말한바 있다. 8-12% 朱錫을 함유하는 靑銅은 본래 砲金이라 일컬어지고 있는데 이는 12世紀以來 砲身의 材料로서 使用되어 온 때문이다. 이것은 砲金의 耐蝕性, 耐磨耗性과 硬도가 크기 때문이다. 靑銅도금은 또한 레벨링이 뛰어나고 그 色相이 좋은것들 裝飾的 應用分野에 뛰어난 性質을 갖고 있다. 따라서 金色 혹은 靑銅色의 裝飾도금으로서 혹은 耐蝕性 및 레벨링을 살려 니켈도금 素地로서, 銅 혹은 니켈도금을 省略할 수도 있다. 靑銅도금은 適當한 硬도가 있고 비프연마가 容易하며, 도금욕의 均一附着性이 매우 좋은 點들이 長點이라고 할 수 있다. 도금욕은 시안錫酸浴과 시안피로

인酸浴이 代表的인 浴이며 그 例를 表-6에 나타낸다.

表-6 시안-錫酸浴

	①	②
시아화銅	5-35	13
錫酸 나트륨	5-35	100
시아화 나트륨	10-40	25
水酸化 나트륨	5-30	15

시안-피로인酸浴

시아화銅	20
피로인酸 第1 주석	12
시아화 칼륨	50
피로인酸 칼륨	100

表의 ①은 20% 朱錫 以下 組成의 도금욕이며 ② 및 피로인酸浴은 스페클럼 合金組成浴이다. 도금組成은 浴中의 銅과 朱錫의 比에 따라 넓은 範圍로 變化시킬수가 있다. 錫酸浴은 陽極 溶解 助長과 析出物의 微粒化를 위해 북셀鹽을 加하는 것도 있다.

또 나트륨鹽을 칼륨鹽으로 바꾸면 電流密度를 높일수 있고 시안化合物의 分解速度를 抑制할 수가 있다. 光澤劑에는 鉛鹽이 有效하다. 이 浴에서는 合金陽極을 使用할수 없으므로 朱錫과 銅을 分離陽極으로 하여 別개의 回路를 構成하여 使用하거나, 銅陽極만을 使用하고 錫酸나트륨을 添加하여 朱錫을 補充한다. 그렇지 않으면 不溶性 陽極을 使用하여, 錫酸銅을 添加해서 朱錫과 銅을 補充하거나 하는 어느 한 方法에 의하지 않으면 안된다. 그러나 피로인酸浴에서는 도금組成과 같은 組成의 合金陽極을 使用할 수 있는 利點이 있다. 또 鉛鹽을 光澤劑로서 使用할 수가 있는데 光澤도금의 研究는 아주 적다.

도금의 硬도는 7-10% 朱錫일때 銅도금의 約3배, 17-20% 朱錫일 때는 더욱 높고 40-50% 朱錫의 스페클럼에서는 더욱 높아, 鐵도금의 約4배에 相當하지만 비프磨研하기가 쉽다. 스페클럼에서는 變色抵抗에 強하고 反射率은 磨研直後는 鐵보다 낮지만 空氣中에서 表面狀態가 조금밖에 變하지 않으므로 어느 정도 防蝕從은 오히려 鐵보다도 뛰어나다. 耐蝕性은 銅 니켈도금 보다도 鹽霧試驗에 強하고 같은 두께의 니켈도금과 比較하여도

좀 위어나다. 이와같은 事實이 많은 鑄造試驗의 結果에 의해서도 確認되었다. 靑銅도금은 前述한 바와 같이 裝飾도금으로서 쓰이는 外에 工業用으로서 軸受合金 프라스틱 몰드金型의 電鍍, 空化 防止 用도금, 切頂部의 補修로서 또 스페클럼은 金屬射板으로서 利用된다.

4-4 납땜 도금

납땜도금은 弱電部品, 電線, 海板類에 대하여 도금後 鑄질 作業을 行할때 能率을 向上시키기 위해 行하는 도금인데 前 2種에 비하면 最近에 발달된 것이다. 도금욕은 거의 硼弗化浴이 使用되고 있고 硼弗化鉛과 硼弗化朱鎘液을 使用한다. 鑄질用에는 朱鎘 60%의 共晶組成을 使用한다. 이 組成에 대한 도금욕의 例를 表-7에 나타낸다.

表-7 땜도금욕

全 주석	60
第1 주석	55
鉛	25
유리붕불산	80
유리붕산	25
아 교	5
浴 溫	15 - 38 °C
電流密度	3 - 5 A/dm <sup>2</sup>

硼弗化朱鎘이나 鉛液의 濃度는 約 50%의 것이 市販되고 있으므로 이것을 가지고 必要한 計劃量을 취하여 溶解해서 液을 作成한다. 그러나 合金組成은 도금條件에 따라 變動하므로 一定組成의 도금을 얻기 위해서는 浴條件의 影響을 알아두는 것이 必要하다.

浴中の 朱鎘과 鉛比는 도금의 組成에 影響을 주며 거의 比例하여 도금組成이 결정된다. 朱鎘은 使用中 一部 酸化되어 第2朱鎘으로서 存在하는데 第2朱鎘은 電解에는 용융하지 않으므로 第1朱鎘을 分析에 의해 決定하는 것이 바람직하다.

硼弗酸은 浴의 電導性을 높이고 또 도금을 微粒으로 하는 效力이 있다. 도금組成에는 그다지 影響을 주지 않으므로 嚴密한 組成限界는 없지만 40-100 g/l의 範圍로 한다. 酸은 浴의 安定을 위해 加하는 것이지만 너무 많으면 도리어 좋지 않으므로 25-30 g/l의 範圍로 한다. 添加劑로서는

아교가 오래전부터 使用되고 있지만 이것은 微粒狀의 도금을 生成시키기 위해 加하는 것으로서 良質의 骨質의 아교가 좋다. 아교는 電解에 의하여 分解 혹은 消費되므로 도금面의 狀態에 따라 添加한다. 60%朱鎘合金에는 5 g/l 必要하지만 組成에 따라 基本量은 다르며 朱鎘量이 적을수록 아교量도 적어도 된다. 아교는 도금中에 極少量씩 含有되게 되므로 過剩되게 加하면 도금을 취약하게 하고 또 條痕이 있는 도금缺陷이 생기므로 過剩으로 되었을 때에는 活性炭處理에 의하여 除去한다. 아교의 適量은 結晶狀態를 觀察하여 결정하는 것이 좋다. 結晶狀으로 되면 아교를 增加시키고 또 粗雜한 도금으로 되면 添加를 중단하여 適量을 維持할 수가 있다. 현실試驗을 行하면 더욱 明確해진다. 아교는 浴液中에서는 코로이드로 되어 있는데 徐徐히 分解하여 最後에는 氨基酸으로 되어 作用을 잃고 만다. 이와같은 分解生成物을 함유한 浴에서는 條痕이 있는 도금을 發生케 하므로 活性炭處理하여 除去하지 않으면 안된다.

添加劑로서는 아교외에 젤라틴 레졸린 포르말린 β나프톨, 펨톤등이 있고 또 光澤劑로서 알데히드아민系 有機化合物이나 分散劑등이 使用된다. 젤라틴은 아교와는 거의 同等하게 使用된다. 이들 添劑는 組成에도 影響이 있는데 아교와 레졸린을 共用하는 경우에는 朱鎘量이 大幅으로 增加하는 것을 볼 수 있다. 光澤劑로서 알데히드아민系液, 分散劑(界面活性劑), β나프톨, 포르말린을 添加한 液에서는 알데히드아민系液이 光澤作用을 주며 其他는 補助光澤劑일뿐 單獨으로는 光澤作用을 주지 못한다. 즉 分散劑는 다른 添加劑와 結合하여 安定된 狀態로 되어 必要量을 浴中에 保持하는 作用을 가지며, β나프톨과 포르말린은 光澤電流密度 範圍를 낮게하는 效果가 있다. 또 光澤劑로서는 아르돌 α나프톨아민, 6에드키시 224 트리메틸 12디 하이드로키노린, 아세트알데히드와 D트루이딘의 反應生成物과 같은 有機添加劑 1種類와 알킬페놀형 혹은 에틸형 非이온 界面活性劑를 分散劑로서 併用하는 것도 있다. 浴溫은 常溫이며 20-40 °C 사이에서는 거의 影響이 없다. 완만한 攪拌을 해주는 것은 均一한 도금을 얻는데 重要한 일로서 陰極移動, 回轉方法 혹은 바렐도금 등에 의하여 行하여 진다. 攪拌에 따른 도금組成의 變化는 그리 影響은 없지만 強한 攪拌을 行하면 朱鎘 組成은 上昇한다. 電流密度는 平均 2A/dm<sup>2</sup>程度로 行하

저밀도 電流密度를 增加하면 도금中の 朱錫組成을 增加시키는 傾向이 있다.

電子部品등에 많이 使用되고 있는 小形의 複雜한 形의 것에 도금할 경우는 電流密度에 의하여 도금組成의 變化가 작은 浴을 선택하지 않으면 안되는데 浴濃度가 金屬量 100g/l의 稀薄浴을 使用하면 도금組成은 거의 浴의 金屬比와 같게 되며 濃厚浴보다도 電流密度에 의한 組成變化가 적다. 도금組成은 도금條件의 變化에 따라 變하는 것이기 때문에 도금條件을 恒常 一定하게 維持하는 일이 必要하며 또 浴組成 添加劑의 組成도 分析에 따라 혹은 實驗試驗을 併用하여 調節하는 것이 重要하다. 陽極은 도금組成과 같은 組成의 鑄造合金을 使用하는데 鑄造後 急冷한 微粒組織의 것이 좋다. 陰極과의 面積比는 約 2倍로 한다.

#### 4-5 기 타

이상 紹介한 實用合金鍍金은 매우 制限된 것이지만 여기에서는 이 程度로 ouch기르 한다. 이 以上 알고 싶은 사람을 위해서는 拙著「合金鍍金」(木眞書店刊)을 參考로 하여 주면 좋겠다.

### 5. 最近에 注目되는 合金도금

最近 注目되고 있는 合金도금으로서 研究論文, 特許公報등에 나타난 合金도금의 文獻을 中心으로 紹介 解説을 加하고자 한다. 이것들은 이미 實用合金도금으로서 改良開發의 단계에 있는 것도 있고 또 今後의 應用이 期待되는 것도 있는데 여하간 이것들에 의해 將來의 應用分野를 展望할 수도 있는 것이라 생각된다. 이에 관하여는 勿論 調査의 完全을 기하기 어려운 點도 있었고 또 私見이 加해져 있음을 미리 말해두고자 한다.

最近 數年에 나타난 研究는 數가 많지만 이들 중에서 研究密度가 높은것은 磁性薄膜으로서의 퍼머로이도금이며 이것은 電着, 無電解, 蒸着등의 諸方法이 適用된다. 퍼머로이도금에 관해서는 實施上의 問題點은 많지만 이미 改良開發 단계에 있다. 다음으로 텅스텐 혹은 몰리브덴 합금도금에 관해서는 鐵屬金屬과의 合金에 의해 高硬質 耐磨耗性의 皮膜이 얻어지기 때문에 機械部品에 對한 應用開發을 생각할 수 있는 것이다. 또 朱錫系 合金도금의 研究도 많다. 이것은 朱錫의 耐蝕性과 磁着性을 利用한 것이다.

#### 5-1 퍼머로이도금

磁性薄膜으로서의 鐵-니켈 合金 니켈-코발트

合金등이 基本으로 되는데 퍼머로이는 78.5% 니켈合金으로서 이에 크롬, 몰리브덴, 銅, 코발트, 鎳素, 망간, 朱錫, 티탄등을 加하여 磁性을 改良한 퍼머로이 合金도 있고 오래전부터 磁性材料로서 使用되고 있는 것이다. 이 薄膜이 電子計算機의 磁氣 記憶素子로서 使用되고 있는 것으로서 計算機의 機能으로서의 素子の 읽어내는 속도와 記憶容量이 높은 特徵이 있고 高性質 記憶素子를 代表하는 것의 하나로 되고 있다. 말할것도 없이 素子の 性能이 높아지는 것은 高速大型의 電子計算機를 生

産케 하는 근원이 되는 것이므로 퍼머로이 도금에 대하여도 磁氣特性을 改良하기 위한 開發研究가 活發해지고 있는것은 當然한 일이었다.

薄膜퍼머로이로 利用되는 磁性材料로서의 特徵은 殘留磁化, 異方性, 矩形磁歷의 3點인데 素子에 要求되는 性能上的 條件은

- ① 작은 入力로 動作할 수 있기 때문에 抗磁力이 작고 薄膜에서는 異方性 磁界도 작은 것
- ② 出力電壓과 SN比가 큰 것으로서 이를 위해서는 殘留磁束密度가 되도록 크고 高速으로 磁化 反轉하는 것, 理想에 가까운 矩形磁歷을 갖는 것
- ③ 高速으로 動作하는 것 또
- ④ 情報의 蓄積狀態가 安定되고 妨害받기 어렵기 때문에 抗磁力이 適當한 크기일 것 등이다.

요컨대 材料의 性能으로서 適當한 크기의 抗磁力을 가지고 高速磁化 反轉特性과 矩形磁歷特性이 뛰어나야 한다는 것이 必要하다. 나아가서 薄膜內에서 一軸磁氣 異方性을 나타내는 膜이 利用되는 것으로서 磁化는 膜의 두께의 方向이 아니고 實質的으로 膜面內에 制限된다는 것이 必要하게 된다. 이를위해 磁歪常數가 零에 가까운 組成의 퍼머로이를 선택하고 一軸異方性을 나타내는 膜을 生成하는 製造條件을 嚴密한 制御를 行하여 維持시켜야 하는데 理想的인 薄膜을 얻기는 어렵다. 一軸異方性을 부여하기 위해서는 蒸着法, 電着法 어느 경우에도 膜生成中에 磁界를 加해야 한다.

퍼머로이 도금浴으로서의 黃酸鹽浴, 鹽化物浴, 퍼로인酸浴, 술폰아민酸浴 등이 있고 모두 니켈鹽 第I鐵鹽의 混合浴에 의하여 鐵-니켈 合金도금을 얻을 수가 있다. 이들중, 從來에 알려져 있는 浴組成에 관해서는 省略하지만 非磁歪性의 80% 니켈合金도금을 電着할때 一般的으로 浴中の 니켈濃度는 도금組成보다도 相當히 큰 比率로 할 必要가 있다. 이 경우에는 浴組成의 變動에 따라 도금組



성이 영향을 받기 쉽고保磁力나磁氣特性에 廣範한變化를 가져오게 되므로浴組成도도금組成과 같은比率의金屬組成을使用하도록浴溫을 높게 하고, pH를 낮게하는條件을 선택할 것이 必要하다. 또浴中の第1鐵이온은陽極反應이나浴中の酸素에 의하여,第2鐵이온으로酸化되어沈澱을生成하여도금에影響을 주므로還元劑로서鹽酸히드로키실아민,아스콜빈酸 혹은 이소아스콜빈酸등을添加하여防止할 수가 있다. 또 이들添加劑는도금의應力을減少시켜 박리,균열등을防止하며또光澤劑로서의作用도發揮하여均一한再現性 혹은薄膜을 얻을 수가 있다. 퍼머로이도금液으로서는鹽化物浴을使用하는 것이 많은데第1鐵의酸化를遲延 또는反轉시키기 위한酸化防止劑의鹽化칼슘,鹽化마그네슘,鹽化망간과 같은懸濁電解質,사카리나트륨과 같은光澤劑,黃酸라우릴나트륨과 같은피트防止劑를使用하는데부틴더올,구마린등의光澤劑도 쓰인다. 또鐵에 대한錯化劑로서구엔酸암모늄 등을加하여第1鐵鹽을溶液狀으로保持시키며pH調整劑로서암모니아수鹽化암모늄등도使用된다. 티오尿素를加하면合金組成분 아니라皮膜의結晶構造에變化를 주어結晶配列에(111)方向의配向을發生케하여結晶粒의크기도크게할 뿐만 아니라磁性的保磁力를低下시킨다. 이 퍼머로이合金은 또한磁性を改善하기 위해第3元素를共着시키는 것이 있다. 共着元素는磷,코발트,銅,몰리브덴,안치몬 등인데이것들을 다시組合해서4元合金도금으로서共着시키는 것도고려되고 있다. 磷은次亞磷酸浴에 의하여 얻어지는데次亞인酸나트륨을添加하여도 얻어진다. 코발트,銅은그들의鹽,몰리브덴은몰리브덴酸나트륨,안치몬은안치몬酒石酸칼륨 등을浴에添加하여 각각共着시킬 수 있다. 이렇게 하여數% 혹은그 이상의第3元素를共着할 수 있고따라서磁性的改善을 도모할 수 있다.

또電着皮膜은一軸磁氣異方性を發生케 하는 것이 必要하기 때문에線狀體에서는電着中に交替電流를通하고 있는데交替電流通電時電壓이零으로 되는 순간에는磁化容易軸을 부여하는磁界가存在치 않기에 때문에皮膜面に한결같은磁化容易軸이 생기지 않는缺點이 있다. 이것을防止하기 위해이交替電流의周波數의2배의周波數로振幅變調한電流를電着電流로 하여交流電壓이零으로 되었을때電着速度도停止시켜容易軸의生成을한

결같이 하는方法이 있다. 혹은皮膜特性을한결같이 하기 위해도금液과基體와의接觸을 항상 똑같이 하도록도금液을一定速度로流動시키거나自轉시키거나 하는의에도금槽에 대하여基本的線을偏心的으로 설치하여周回運動시키는 등의고안도 있다. 그런데電氣도금의 경우에는電流密度,電壓 등의도금條件의調整이 必要할 뿐만 아니라素地電氣傳導度가 높은金屬體에 국한되며또電流分布의先端效果 때문에素地の크기,形狀이 현저히限定되게 되므로 이들電氣도금의缺點을除去하고容易하게薄膜을 얻는方法으로서無電解도금方法이 여러가지提案되고 있다. 이들方法은 모두次亞인산나트륨에 의해니켈鹽과混合溶液을還元시키는 점은 같지만니켈과鐵과의還元比를 항상一定하게保持시키기 위한調整法은 여러가지方法이提案되고 있다.

### 5-2 텅스텐등의合金도금

高硬度,耐磨性,高耐蝕性的金屬으로서크롬의에몰리브덴,텅스텐,레늄등이 있는데 이들金屬을도금하는 것은現在 아직困難한技術이다. 그러나 이것들을合金으로서도금하는 것은合金의種類에 따라서는可能하며또合金에 의하여 더욱特性的改善도可能하다고 생각되고 있다. 텅스텐의 경우에는 텅스텐酸나트륨의구엔酸浴 혹은酒石酸浴에鐵,니켈,코발트鹽을加한浴에서 여러가지合金도금을 얻을 수 있다. 예컨대 텅스텐酸나트륨 60,黃酸코발트 20,구엔酸암모늄 60,黃酸히드로키실아민 10 g/l,電流密度 5A/dm<sup>2</sup>,浴溫 95°C, pH 8에서 텅스텐-코발트合金이 얻어진다. 텅스텐-코발트合金도금은 뛰어난耐磨性을 갖고 있음이 인정되었다.合金도금으로는도금한 그대로硬度 700-800 Hv이고 이것을 다시加熱하면 600°C附近에서最高 1100 Hv까지增加한다. 그것은合金의固溶體中에서化合物相이析出하여 일어나는析出硬化와格子變形에 의한 것으로서 600°C 이상의高溫이 되면內部變形的減少,化合物相의結晶粒成長에 의하여도리어軟化한다. 炭化處理에 의하여도硬度는增加하며 1100°C에서 2時間炭에 의하여最高 1350 Hv의硬度로 된다. 窒化處理에 의해서도 700-800°C에서 3分處理에 의하여 1200 Hv로硬化한다. 그러나 이合金도금에서는 모두도금後硬度를 더욱 올리기 위해高溫加熱 혹은 기타處理가 必要하다. 그런데 400°C 이상으로加熱하면도금層에 가는균열을 일으

키는 缺點이 있다. 이 균열은 400-700°C 사이에서 도금構造에 異常收縮이 일어나기 때문이다. 磨耗시 질때 硬質 크롬도금에서는 타서 붙는 일이 일어나는 경우가 있는데 이 습금에서는 그런 일이 없거나 磨耗치 않고 또 溫度上昇에 의해 300°C 以上으로 加熱되어도 軟化함이 없는 장점을 가지고 있다.

몰리브덴 도금의 경우도 텅스텐의 경우와 비슷한데 습금도금이 더욱 困難하다. 이 습금중 크롬-몰리브덴습금도금은 몰리브덴이 크롬도금의 缺點을 補充하는 역할을 하는 結果로 몰리브덴 數%를 함유하는 습금도금에서는 硬質크롬 도금보다도 硬廢가 높고 또 數倍의 耐磨耗性을 나타내는 結果가 얻어지고 있다. 도금은 緻密하고 密着性이 크며 研磨하면 더욱 耐磨耗性이 向上된다.

배금에 대한 研究는 거의 없지만 이들 系統의 습금도금은, 高硬廢, 耐磨耗性 皮膜으로서 機械部品에의 適用이 期待되는것 들이다.

### 5-3 朱錫系 습금도금

朱錫습금도금은 耐蝕皮膜으로서 使用되는 것과 蝕着皮膜으로 使用되는 것으로 大別되며 前者는 주로 機械部品, 後者는 주로 電氣部品에 主用途가 있

다. 또 軸受라이닝(Lining)도금으로서의 用途도 있음은 앞에서 말한바와 같다. 이들에 대한 研究도 상당히 볼수 있다. 朱錫도금은 또 潤滑皮膜으로서 一般的으로 使用된다. 예전대 나사나 타이프캐프 링등은 그 代表的인 것인데, 朱錫에 發生하는 朱錫 페스트를 防止하기 위해서는 朱錫-비스머스합금도금이 使用된다.

## 6. 結 言

以上습금 도금에 관하여 습금도금의 定義, 工業的 意義로 부터 습금도금層의 습금狀態를 解説하고 實用습금에 관하여 기술하였다. 습금도금은 습금系로서 無數히 많은 種類의 것이 고려되는 것이므로 이를 追求하면 습금學의 하나의 系統으로 된다. 그러나 現實로는 完全히 究明된 습금系는 적고 또 一般的으로는 實用化에의 應用과 範圍의 研究가 不充分하다. 이에는 開發, 設計, 制作의 技術者들의 連絡가 더더욱 이루어져야 할 것이라고 생각되는 바이다. 本稿의 後半에 있어서 詳細하게 說明을 못한 點이 많았으리라 느껴지는데 습금도금의 全貌를 紹介하기 위해 紙面의 關係로 부득이 하였음을 양해하여 주기 바란다. 本稿에 의하여 그 大略 理解해 준다면 그보다 다행스런 일이 없겠다.

## 問 答

問 광택니켈도금후 크롬도금이 희게 되거나 또 한 때때로 피복성이 나빠져서 골고루 입혀지지 않는데 그 원인이 어디에 있는가?

答 크롬도금 불량이외에 니켈도금에 의한 원인으로서는 니켈표면의 부동태화가 니켈욕중의 유기, 무기불순물에 의해 이 현상이 일어나는 일을 많이 볼 수 있다.

가) 니켈표면의 부동태화에 의한 경우

니켈표면에 산화막이 생성하여 부동태가 되면 그위에 도금이 올라붙기 어렵기 때문에 2차광택제의 농도가 높거나 니켈도금후 크롬도금욕에 들어갈 때까지의 시간이 너무 길 경우에 일어난다. 그러므

로 광택제의 첨가를 한동안 멈추거나 니켈도금후 지체없이 크롬도금을 하면 개선된다. 부동태화된 니켈표면은 시안화나트륨이나 수산화나트륨의 용액중에서 물품을 음극으로 하여 전해하면 활성화되어 좋은 크롬도금을 할 수 있다.

나) 니켈욕중의 불순물에 의한 경우

광택제가 점차 분해하여 축적되면 이것이 유기 불순물로 되어 크롬도금의 상태를 불량하게 한다. 이때에는 환성탄처리에 의해 제거한다. 또 구리, 크롬산과 같은 무기불순물에 의해 일어나는 일도 있다. 구리는 약전해 제거하고 크롬산은 환원제거하면 된다.