

技術報告

無電解 Ni鍍金에 對해서

金 鍾 建 譯*

1. 序 論

1946年 美國에 Bureau of Standard의 Brenner 및 Riddel氏가 처음 전혀 電解에 依하지 않으며 化學的 鍍金法 所謂 電解 Nickel鍍金法을 發明하였다.

이 陽 ion 次亞磷酸 陰 ion系에 化學的 鍍金法은 從來에 化學鍍金法과는 反應이 全然 다른 것이며, Ni가 自己觸媒作用으로 還元鍍着되어서 密着이 100%이며 均一하고 自由로운 thickness을 얻을 수 있고 피리가 생겨 剝離가 없으며 또한 pin hole이 생기지 않고 從來에 鍍金의 缺點이 全部 解決되어서 大端히 評價가 높고 注目의 價値가 있다.

그러나 이 優秀한 發明도 當初에는 鍍金速度가 늦어 저서 鍍金이 層狀에서 不均一하며 鍍金浴이 不安定해서 壽命이 짧아지고 Cost가 높아서 어려운 難點이 많았다. 美國에 GATC社는 自己會社의 車輛 TANK內面에 이 方法으로 Ni鍍金을 施行해서 內容物의 鐵에 依한 汚染을 防止할려는 方法으로 1947년부터 그 工業化의 對한 研究를 開始하였다. 그 結果數 많은 添加劑의 發明으로 鍍金速度는 當初의 5倍로 빨리할 수도 있게 되었으며 또 이들이 Ni를 醋塩으로 하기 때문에 反應生成物의 沈澱을 防止하며 浴에 壽命을 當初보다 約 20倍로 延長시켰다. 또 浴에 安定

劑를 發明했으며, 그리고 浴을 自動的으로 循環再生시키는 方式을 確立시켜 1953年 처음으로 無電解 Ni鍍金의 工業的 委託加工에 操業을 開始하였는 것이다. 即 工業的 無電解 Ni鍍金은 GATC社에 特許로 되어있는 狀態가 되었다.

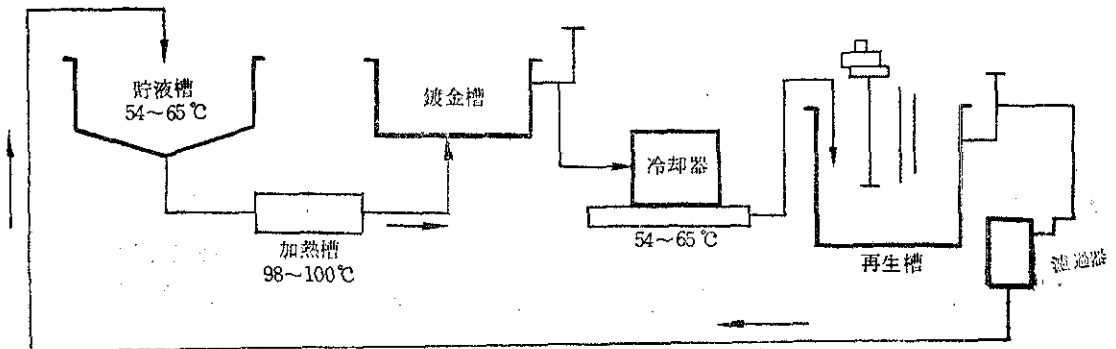
그 魅力特徵때문에 急激히 美國內는 勿論이며 世界各國에서 特許實施權者가 增加되어 東洋에 있어서는 1955年 처음으로 日本“가니젠”株式會社에서 特許에 實施契約을 締結하고 新分野에 이 技術로써 發展시켜든 것이다.

“가니젠”法이라하는 이 方法을 實施하기 爲해서는 高價의 契約金以外에 大端히 큰 規模에 設備를 要하며, 그리고 最低特許料를 保證할 必要가 있다.

여기서 無電解 Ni鍍金을 손쉽게 利用할 意慾으로 着手해 겨우 1液으로 10倍濃度의 厚液製造에 成功해서 “SUMER”이라 命名하여 一般市場에 販賣를 開始하게 되었다.

2. 無電解 Ni鍍金

無電解 Ni鍍金의 鍍金反應은 鍍金液中에 次亞磷酸 陰이온이 週期律表의 第8屬金(屬Fe族金屬)이 있는 特定條件에서 接觸하면 그 金屬이 觸媒가 되어 다음과 같은 脫水素分解를 이르게 된다.

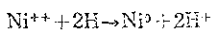


(第1圖) 循環法說明圖

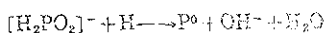
* 韓國金屬表面工學會 會長



生成한 水素原子는 觸媒金屬表面에 吸着되어 所謂 Condensed Layer가 되어 大端한 活化가 있으며 이것이 鍍金液中の Ni陽이온에 接觸하면 다음과 같이 Ni을 金屬으로 還元시켜 觸媒金屬表面에 析出한다.



또 觸媒金屬表面에 活性化한 水素原子는 液中에 次亞磷酸 陰이온과 反應해서 그 含有한 酸根을 還元해서 Ni과 合金을 만든다.



이렇게해서 無電解 Ni鍍金法이 되어 前者 鎳의 Ni의 還元鍍金反應이 繼續적으로 進行한다. 卽 Ni의 自己觸媒作用으로서 鍍金이 繼續進行하는 것이 本鍍金法에 根本의 特徵이라 하겠다. 第8族金屬以外에 다른 金屬에 所謂無電解鍍金이라 하는 化學鍍金과는 全然 判異한 새로운 것이라 하겠다.

鍍金液中에 次亞磷酸 陰이온은 觸媒에 接觸하면 上記한 反應以外에 倍의 反應速度로 反應하며 다음과 같은 水素 gas를 發生하니가 實際로는 Ni還元되는 效率은 30%에 不遇하다.



上記한 觸媒還元の 反應은 水素이온의 濃度에 따라서 大端히 敏感하게 影響을 받으니가 無電解 Ni鍍金에 있어서는 恒常 여러가지 緩衝劑을 考案해서 添加되고 있다. 그러나 緩衝劑은 一般的으로 反應速度를 늦어지게 하니가 또 다른 反應을 促進시키지 爲해서 다른 化合物을 2~3種 添加시키고 있다.

이들의 促進劑은 또 Ni에 錯化劑도 되며 溶解도가 대단히 적은 反應生成物에 次亞磷酸 鎳의 沈澱을 防止시켜 鍍金浴에 壽命을 延수 있는 限 오래쓰도록 努力하고 있다. 또 無電解鍍金浴의 反應은 대단히 敏感하니가 눈에 보이지 않은 微細한 塵埃(塵芥)가 들어가도 또 溫度가 局部의 爲므로 너무 높으면 Ni에 急激한 還元이 일어나고 鎳이 分解하기 쉬운 鹽이 있으니가 特殊한 安定劑을 添加해야만 된다.

無電解 Ni鍍金浴으로는 酸性浴과 알카리性浴이 있으며 現在 工業的으로 利用되는 것은 거의 酸性浴이다.

觸媒作用은 大端히 鐵微妙하니가 觸媒作用을 妨害하는 負觸媒가 液中에 混入되면 反應은 일어나지 않는다. Sb, Sn, Zn, Cd, Bi 등은 負觸媒金屬이다. 따라서 無電解 Ni鍍金液調製하는 데 있어서 그 純度에 對해서 充分의 檢査할 必要가 있다.

“SUMER”은 上述한 複雜한 것을 專門의 技師가

가 아니라도 쉽게 使用하며 無電解 Ni鍍金의 效果를 充分히 活用할수있도록 研究해서 만든것이다. 卽 Canizen法과 比較해서 PH及 溫度의 許容範圍가 甚히 넓다는 點 大體的으로 다음과 같은 反應速度를 갖지고 있다.

浴溫度(C°)	90	80	70	60	50
鍍金速度* / "	25	14	7	4	2

(注)* (미크론) = 1/1000mm

“SUMER” 無電解 Ni鍍金浴은 表面의 情淨으로 한 金屬及 表面活性化한 非金屬體를 浸漬한 浴으로서 均一한 Ni合金鍍金이 된다. 그 含有하는 次亞磷酸 陰이온이 完全히 消費될때까지 有効適切하게 鍍金이 된다.

實際로 無電解 Ni鍍金浴으로서 各種鐵鋼을 爲해서 Al 및 其合金따위 등 어떠한 金屬에도 鍍金이 된다. 이것은 Ni와 같은 電位가 높은 金屬은 浴에 담그면 即時로 그 表面이 이온置換으로서 Ni에 부착되어 觸媒化되기 때문에 銅따위의 電位가 낮은 金屬의 鐵線 또는 Al線으로 달아 놓든가 接觸시킴으로서 電氣化學的으로 Ni의 薄膜이 부식됨으로 觸媒反應이 進行하게 된다.

鐵鋼은 第8族의 金屬인데 爲先 置換反應으로 Ni이 부식 되어 觸媒鍍金反應이 進行하는게 事實이라고 思料된다.

元來 이런 種類의 鍍金浴에 있어서는 次亞磷酸 陰이온의 最適濃度는 0.15~1.20mol/l인데 Ni의 陽이온과의 比가 0.25~1.60일때에 觸媒鍍金反應이 잘 進行한다고 한다.

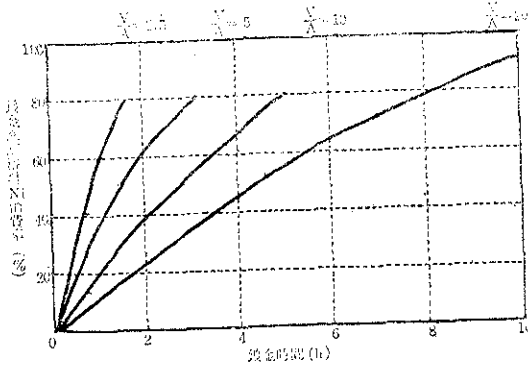
SUMER 鍍金浴을 batch system으로 鍍金作業 할때에 鍍金의 進行과 같이 浴의 Ni는 漸次的으로 消費되어서 減少하나 其程度는 浴의 容量(V)와 鍍金面積(A)와의 比 $\frac{V}{A}$ 으로서 定해진다. Ni 1 mol의 還元에는 次亞磷酸 3mol을 必要로 하니가 鍍金反應의 進行에 干渉없이 浴組成이 漸次的으로 變化하며 鍍金速度는 漸次的으로 減少해지는 것은 當然하다.

鍍金速度는 習慣上 時速으로 表示하며 이들은 $\frac{V}{A}$ 의 값이 大단히 클 때에 例를 들면 Canizen法에 있어서는 該當되지 못한다.

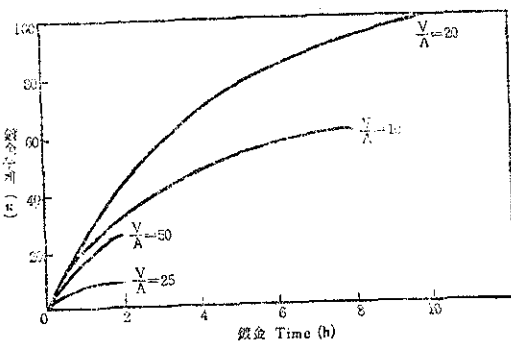
$\frac{V}{A}$ 의 값이 적을 때에는 鍍金速度는 時時刻刻으로 漸次減少하니가 該當되지 못한다. 圖示하는 바와 같은 $\frac{V}{A} = 2.5$ 일때는 約 1時間 20分으로서 鍍金能力을 消失한다.

實際的으로 12% 程度를 鍍金이 될 뿐이다. 浴의 鍍金能力의 80%까지는 比較的急速으로 反應이 進行하

나 殘餘인 20%는 鍍金되는 것이 大端히 늦어진다. 前半과 거의 同時間이 걸리는 것은 알게 된다. (鍍金 Temp 90°C)



第2圖



第3圖

따라서 Batch system으로 鍍金作業을 할 때 두꺼운 鍍金을 希望 할 때 및 鍍金의 두께는 얇드라도 嚴密한 精度를 要할 때에는 $\frac{V}{A}$ 를 크게 할 必要가 있다. 그러나 $\frac{V}{A}$ 를 크게 하면 모든 規模가 커지며 經費가 많이 들뿐더러 이들의 鍍金浴은 敏感하거나 鍍金이 物件以外의 裝置等に 附着하는 率이 增加하며 Ni 效率이 低下되니까 物件을 浸漬할 수 있는 範圍內에서 너무 크게 할 것은 삼가 해야 한다.

여기서 實際作業上 $\frac{V}{A}$ 를 뉘 수 있는 限 적게 하며 成分을 逐次補充하면 連續鍍金作業을 繼續할 수 있는 것이다. 그러나 濃度가 높은 鍍金浴中에 藥品을 直接加入하는 것은 大端히 어려우며, 鍍金浴의 分解를 招來한다.

浴의 一部分이 外部에 떨어져 冷却시켜 消費한 量을 計算의 依해서 測定해 連續的으로 消費된 成分을 補充하여 攪拌 攪過, 加熱해서 浴을 循環的으로 回復시키는 方法이 Canizen法인데 이를 實施하기 爲해서는 多額의 實施料가 必要할 뿐더러 相當한 規模의 裝置

設備을 要한다.

Sumer 連續鍍金法은 大規模의 設備도 또 特許實施料도 必要하지 않는 方法인데 鍍金이 進行해서 浴의 能力의 1/3消費되 있을 때의 그것과의 該當된다.

Sumer 補充液量을 計算해서 5배의 濃縮狀態인 것을 作業中 高溫中에서 攪拌하면서 注入補充하게 되어 있다. 浴의 高溫作業으로 因한 蒸發減量이 있으니까 이 補充으로서 浴容量에는 그리 變動은 없다. 補充液은 Sumer 5배濃縮液의 補充液用 添加劑를 指定量만큼 加해서 만든다. 이렇게 해서 Sumer 連續鍍金法은 1/3式15回 補充해도 鍍金의 品質에는 何等에 變化가 없으며 大略 一定한 鍍金速度로 할 수 있게 되어 있다.

“Sumer nikcl 10×Conc 11 瓶 鍍金能力은 500” ohm²

“Sumer nikcl 5×Conc 201 瓶 鍍金能力은 6000 μm²

이니까 이 數字에서 미리 所用電을 計算한다. 배치 시스템(batch system)으로 鍍金作業을 할 때 보다 當然 連續鍍金作業을 하는 便이 效率이 좋으며 經濟인 것을 알게 된다. “Sumer”鍍金浴의 PH는 10倍液을 使用하였을 때는 最初 5.8이며 終點은 約 4.5를 表示하며 5倍液을 使用하였을 때 예는 最初 5.5 終點은 約 4.5를 表示한다.

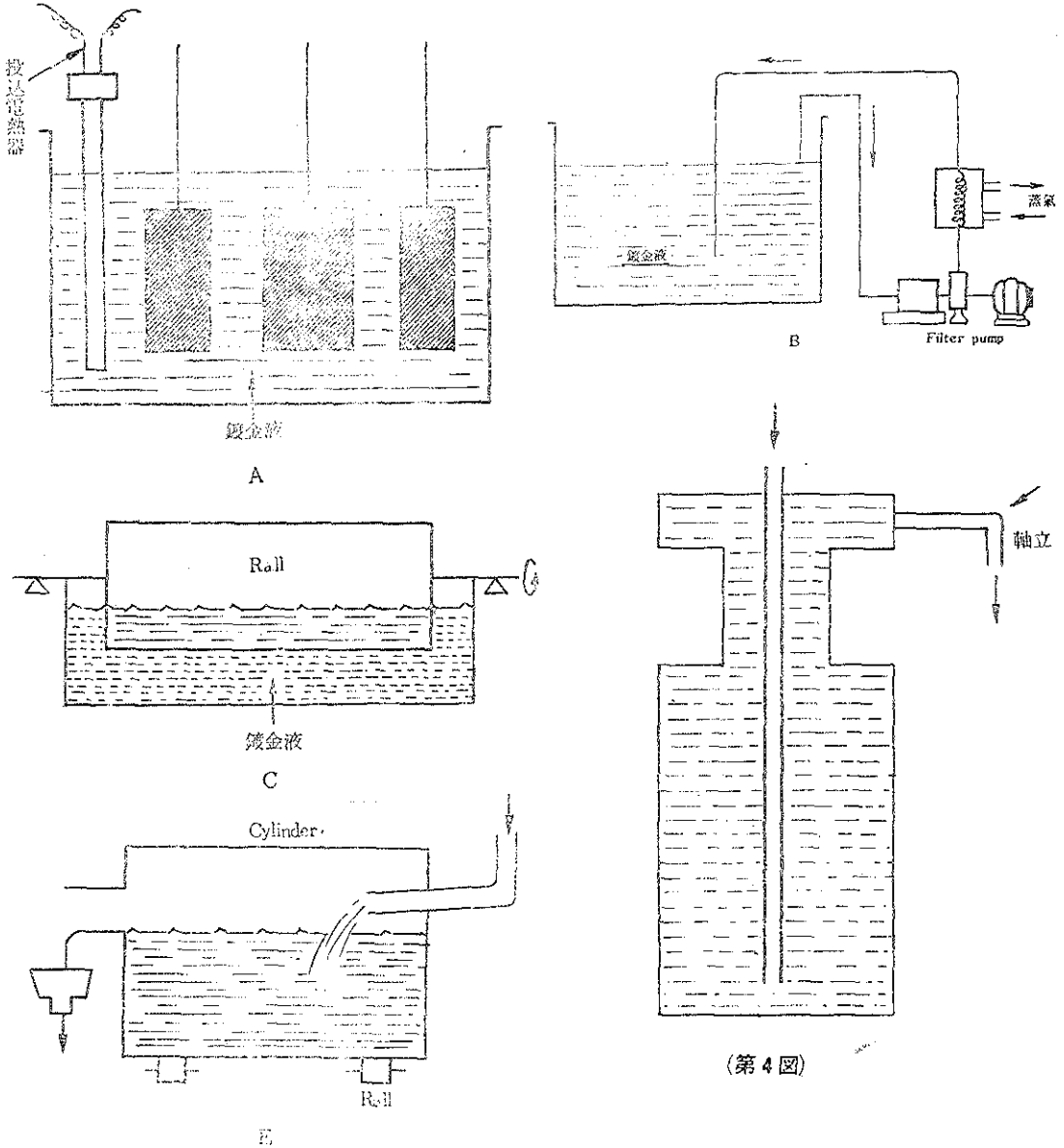
3. 鍍金作業

鍍金浴槽의 材料는 硝子, 磁器, 化學 法瑯鐵器 및 18—8스테인레스鋼製가 適當하며 加熱方法은 直火로 加熱하여도 別支障은 없다. 또 石英유리製 投込電熱器을 使用하는 것도 便利하다. 大規模인 경우 槽壁을 “jacket 式으로 해서 蒸氣加熱等의 方法도 쓰이며 外部에서 加熱循環式으로 할 것이며 Pump 및 熱交換器는 모두 18—8스테인레스를 使用한다. Stainless는 그냥 그대로 하면 鍍金이 附着되니까 반드시 事前에 15~20%의 HNO₃에 浸漬한後 表面을 不動體化를 한後에 使用을 하여야 한다. 鍍金作業終了後 鍍金液은 다른 그릇에 옮겨서 또 다시 HNO₃으로 充分히 裝置를 洗滌하며 附着된 닳(Ni)를 完全히 溶解除去시키며 동시에 不動化시켜 充分한 水洗를한 然後에 再作業에 使用을 한다.

이러한 鍍金法은 處理體를 液과 接觸만 시키면 되니까 電氣鍍金法과는 다르니까 鍍金作業을 自由스럽게 自己能力의 智慧를 加味할 수가 있는 特徵을 갖는 法이라 할 수 있겠다.

即 普通 形態인 것은 鐵絲로 매달아서 두며 “락크”의 거러서 浴에 浸漬만 하면 된다.

下向에 구멍(穴)을 gas가 차있어 鍍金이 안될 으로 gas가 차지 못 하도록 上向으로 하지 않으면 안된다. 이것으로서는 不完全하지만 處理體를 回轉하면 良好



(第 4 圖)

한 결과가 된다. 또 密閉된 구멍(穴)에서는 液에 更新이 不充分하나 구멍 밑 바닥에 드릴(송곳)로 작은 구멍을 뚫어서 鍍金을 하여 鍍金終了後 그 구멍을 막으며 이 구멍(穴)을 gas breather이라 한다. 또한 각수해 주는 방법이 되겠다.

“바 렐”은 stainless에도 또 세를樹脂에도 使用할 수 있으며 大端과 작은 것은 “포리에스텐”網에도 좋다. 또 鍍金浴槽에 直接物體를 넣어서 浴槽 그 自體를 回轉시켜서 鍍金할 수도 있으며, 이것은 또 다른 方面에도 應用된다. 긴 管의 內面에 鍍金을 하자면 淸淨化한 後 pump로 鍍金液을 送込하면 되며, 均一한

鍍金이 안될 念餘가 있기 때문에 浴의 溫度를 내려 鍍金速度를 緩慢하게 하는 것이 좋은 結果가 된다고 한다. 容器에 內面은 淸淨化해서 加熱한 鍍金液을 充滿해서 加熱시키면 되며 또 圓筒인 鑿遇에는 이것을 回轉시키면서 鍍金을 할 수가 있으니 鍍金液의 容積은 圓筒에 容積의 半以下로 充足할 수 있다.

鍍金作業에 있어서 恒常 注意하여야 할 것은 이 鍍金反應은 많은 水素 gas가 發生하니 이것을 피여있지 못하도록 恒常 gas를 제거할 것을 生覺하여야 할 것이다.

또 良好한 鍍金을 얻기면 微細한 懸濁物이 있어서

物體表面에沈着되지 안도록物體를恒常 움직여서表面方向을變更시키거나 或은 處理液을 움직여서物體表面에懸濁物이沈着하지 못하도록 할 必要가 있다.

이러한 目的을 達成하기 爲해서는 羽毛(털끗)으로 수시로 먼지를 털어 주는게 絶對로 必要할 것이다.

Sumer 無電解 Ni 鍍金을 할 때에 恒常 考慮할 것은 物體를 浴에 dipping한 瞬間에 鍍金溫度가 되는 것이 必要하며 鐵에 境遇에는 80°C以上이 아니면 좋은 鍍金이 되지 못한다고 할만한 程度이니까 $\frac{V}{A}$ 가 작(小)을 때에는 特別 物體를 豫熱할 必要가 있다.

다음에는 各種金屬 및 非金屬鍍金하는 順序를 大略表示하기로 하자.

鐵의 前處理 :

- ① 트리크렌 蒸氣脫脂 ② 알카리型 煮沸脫脂 ③ 水洗 ④ 酸洗(10% HCl) ⑤ 水洗 ⑥ 電解洗滌 ⑦ 水洗 ⑧ 水洗 ⑨ 鍍金作業

(注意) 炭素含有量이 많은 鋼鐵의 酸洗時間을 可能한 限 短時間으로 할 것.

(2) stainless 鋼의 前處理

- ① 트리크렌 蒸氣脫脂 ② 알카리型 煮沸脫脂 ③ 水洗 ④ 酸洗(10% HCl) ⑤ 水洗 ⑥ 電解洗滌 ⑦ 水洗 ⑧ 酸浸漬(Conc HCl) ⑨ 水洗 ⑩ 鍍金作業

(注意) 1, stainless 鋼의 黑皮가 있을 境遇에는 化學的方法으로는 除去하기 困難하니까 “줄”그라인더 샌드부라스트 等の 機械的方法으로 除去한다.

2, Ni含有量이 많은 것은 電解洗滌를 短縮한다.

4. Al 및 其의 合金의 前處理

- ① 트리크렌 蒸氣脫脂 ② 알카리型 脫脂 ③ 水洗 ④ 에칭(NaOH 2~5%) ⑤ 水洗 ⑥ 酸洗(HNO₃, HF, 1 H₂O 3) ⑦ 水洗 ⑧ 酸洗(20% HCl) ⑨ 水洗 ⑩ 亞鉛 置換 ⑪ 水洗 ⑫ 鍍金作業

(注意) 1, Cu의 含有量이 많을 때에는 酸洗時間을 짧게 할 것. 弗硝酸의 酸洗를 몇번씩 되풀이한 後 水洗, 鍍金을 한다.

2, 高純度 Al 및 Mg 含有量이 많은 耐食性 Al 合金은 酸洗時間을 길게 하며 後者인 경우는 20%의 HCl FeCl₃를 投入한다.

3, 亞鉛置換을 省略해도 鍍金은 되나 品質이 若干 低下된다.

4, 亞鉛置換 대신으로 NH₄OH 水浸漬(15~20分)을 하는 方法도 있다.

5. 無電解 Ni 鍍金後의 後處理

以上 金屬은 鍍金作業의 있어서 水素를 많이 吸藏

해서 材料에 脆性을 招來하니까 이것을 除去하기 爲해서 鍍金終了後 “Perking”이라 하는 簡單한 加熱處理를 할 必要가 있다. 即 鐵 鋼鐵等에는 200°C에서 60分間 空氣中에서 加熱하며 Al은 150°C에서 60分間 加熱 空中放冷한 後에 完成한다. 但 Cu 및 그의 合金은 그렇게 水素를 吸收하지 않음으로 省略을 해도 支障은 없다. 炭素含有量이 많은 것 일수록 水素脆性을 받기 容易하니까 格別한 注意가 必要하다.

“Perking”處理로서 素材의 水素脆性을 除去할 뿐만 아니라 無電解 Ni 鍍金의 密着力이 더 한層 增加되며 그의 耐食性도 顯著하게 改良이 된다. 또 鍍金後 CrO₃ 0.5~1% 水溶液中에 浸漬해서 30分 以上으로 70°C에서 加熱하면 變色을 防止하게 된다.

6. 硝子 및 磁器上의 SUMER 鍍金

- ① 脫脂 ② 粗面化(샌부라스트, 液體호닝, 에메리 研磨) 또는 HF로 處理해서 表面을 梨地로 한다. ③ 條件化 “Sumer” Sensitizer를 5~10倍로 稀釋液에 浸漬한다. ④ 水洗 ⑤ 活性化 “Sumer” activator를 H₂O 2~5倍로 해서 50°C 한데다 浸漬하든가 또는 充分히 塗布한다. ⑥ 水洗 ⑦ “Sumer” 鍍金(浴溫度 90°C)

7. 熱硬化性 樹脂上의 鍍金

- ① 脫脂 ② 粗面化(샌드부라스트, 液體호닝, 에메리 研磨 또는 유리 研磨) ③ 條件化(“Sumer” Sensitizer를 5~10倍로 稀釋시킨 液에 浸漬) ④ 水洗 ⑤ 活性化(Sumer activator 2~5 倍 稀釋液(50°C)에 浸漬함. ⑥ 水洗(잠시) ⑦ Sumer 鍍金(90°C)

8. ABS 樹脂, 폴리 에지렌, 폴리프로피렌의 Sumer 鍍金

폴리에지렌 폴리프로피렌의 Sumer 鍍金

- ① 脫脂 ② 에칭 크롬 酸混液의 浸漬(30秒~5分)(example CrO₃ 57g ConCH₂SO₄(比重1.8) 250cc H₂O 270cc) ③ 水洗(充分히) ④ 中和(次亞磷酸소다 5% 티오硫酸소다 5% 鹽酸3%) ⑤ 水洗 ⑥ 條件化 “Sumer” Sensitizer 10倍 稀釋 3~5分 浸漬 ⑦ 水洗 ⑧ 活性化 “Sumer” activator 5倍 稀釋液 50°C 3~5分 浸漬 ⑨ 水洗 ⑩ Sumer 鍍金(60°C)

9. 前項 以外의 熱可塑性樹脂의 鍍金

- ① 脫脂 ② 粗面化 ③ 條件化 ④ 水洗 ⑤ 活性化 ⑥ 水洗 ⑦ Sumer 鍍金(60°C)

10. 無電解 Ni 鍍金層의 性質

化學的組成: Ni 90~92% P. 8~10%

比重·鍍金한 狀態에서 7.9

400°C 以上에서 熱處理再結晶시킨 것 7.8

熔融溫: 890°C

電氣抵抗 鍍金한 때로 60micro—ohm/Cm/Cm²
400°C 以上으로 熱處理하면 1/3以下로
低下

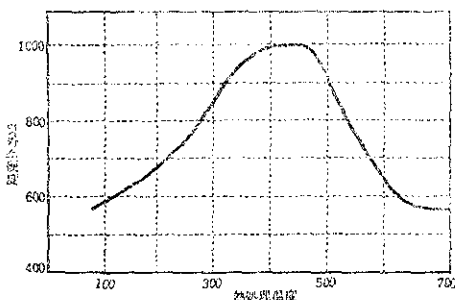
熱膨脹係數: 13×16⁻³ cm/cm/°C

熱傳導度: 0.0105~0.0135Cal/Cm/Sec°C

硬度: Vickers 500 (Rc49) 鍍金한 채
400°C × 1hr 熱處理한 것은 Vickers 1000 (Re70)

高溫硬度: Vickers 硬度

展延性: 常溫에서는 약으나 426°C에서는 2.5%
528°C에서 4.0%의 延성이 있다.



(第 5 圖) 熱處理의 硬度

磨耗抵抗: 鍍着狀態에서는 電氣鍍金 보다 優秀하나 硬質 크로무 만치는 못하다. 650°C에서 熱處理한 것은 硬質 크로무 보라 優秀하다는 試驗成績이 나와 있다. 一般의 法論으로는 400°C 以上으로 熱處理한 편이 良好한 效果가 된다.

氣孔性: 素地金屬 表面이 平滑하며 缺陷이 없고 5μ 以上이면 pin hole: 생기지 않는다.

두께(厚)의 均一: 所要의 두께(thickness)의 對한 精度 ± 10% 以內

密着性: 電氣鍍金과 比較해서 剝離되지 않는다. 曲折해도 鍍金은 剝離되지 않음. 特히 高溫으로 加熱 하여도 剝離되지 않으나 鐵의 表面酸化로 依한 “스케인”의 發生을 防止한다.

電氣鍍金은 加熱하면 剝離가 容易하니 “스케인”을 防止할 수가 없다.

磁性: 鍍金한 것의 磁性이 없다. (Amorphous Structure 때문에) 300°C 以上으로 熱處理를 하면 磁性이 생긴다.

組織: 鍍金한 狀態로는 完全한 非晶質(Amorphous Structure) 30°C 以上에서 熱處理를 하면 結晶

形이 되며 折出硬化現象을 낸다.

耐蝕性: 化學的 耐蝕性은 純 Ni 보다도 優秀하다. 이것은 合金이 되기 때문이며 大體의 有機溶劑에는 全然侵犯되지 않으나, 有機酸 鹽類 苛性알카리 稀薄 鎳酸에 對해서는 큰 耐蝕性이 있다.

耐熱性: 鐵, 銅의 高溫酸化 即 表面에 “scale”을 防止한다.

耐摩擦性: 티탄(Ti) 및 18—8 stainless 鋼 등의 金屬間摩擦에 依하든가 모든 摩擦을 防止한다.

其他: 孔蝕(Cavitation erosion) 防止의 有効하다.

11 無電解 Ni 鍍金의 用途

電氣鍍金이 如何히 研究가 進步되었다. 하더라도 鍍着의 不良, 密着力이 弱하며 殘留歪 때문에 “剝離”을 이르게서 剝離가 容易하며 水素過電壓 때문에 pin Hole 이 되기 쉽다. 그 때문에 外觀의 方面에는 其用途는 漸漸增加되는 것은 事實인데 工業的 機能의 方面에 至한 程度까지 顯著하게 進출할 수가 없다.

그러나 無電解 Ni 鍍金의 出現으로서 上記의 電氣鍍金의 宿命의 缺陷은 完全히 解決되며 鍍着 100% “剝離”가 생기지 않는다. pin hole이 되지 않는 뿐만 아니라 硬度는 높으며 熱處理로서 自由한 硬度和 韌性을 얻으며 化學的 耐藥品性이 높으며 많은 工業金屬이 容易하게 鍍金이 되니까 그 用途는 工業的 機能의 方面에 急速히 擴大하게 되었다.

또 프라그틱 磁器 硝子等 非鐵金屬體에 鍍金을 確實容易하게 한 것은 躍進하는 電子產業, 合成樹脂產業, 化學合成纖維產業等에 對해서 絶大의 新規課題를 주는지 이로 測定할 수 없다. 그러나 高價인 還元力인 電氣를 使用하는 電氣鍍金과 比較하면 比較하지 못할 程度로 高價라는 것을 알게 된다.

即 Ni 1,000kg를 觸媒還元鍍金하는데 還元劑인 次亞磷酸소다 5.5t를 使用하였다. 이것만으로도 Ni의 價格의 4배가 된다.

其他 高價인 添加劑를 使用하니 電氣 Ni 鍍金의 10배가 되는데 어쩔 수 없다.

그럼으로 이 鍍金은 電氣鍍金과 競合할 수 없을 程度가 된다.

12. 結 論

Sumer는 既 美國에 GATC와 提携해서 世界的인 發明인 無電解 Ni 鍍金의 工業的方法을 導入한 우리는 그 利益을 널리 社會에 寄與하며 이러한 方法을 適切히 應用해서 國家의 利益이 되게끔 이바지 하여야 하겠다.