



片面無電解鍍金法에 의한 電磁波 차폐

EMI Shielding by Means of Single-Sided Electroless Plating Method

孟 京 鎬*

Mang, Kyung Ho

1. 予 言

1983년부터 미국에서는 FCC 規制에 의해, 産業用, 民生用을 포함한 digital 機器에서 發生하는 電磁波를 차폐(Shield)시키지 않으면 안된다. 電磁波로 인한 컴퓨터의 誤動作이나 各種의 障害를 防止하기 爲함이다. 發生하는 電磁波를 차단하기 爲해서는 發生하는 機器의 차폐體가, 不導體이면 電磁波가 外部로 새어나가므로 각각에 各種의 處理를 實施하여 導體化시킨다. 電磁波를 차폐시키기 爲한 導體化 處理에는 다음과 같은 方法이 있다.

- 1) 導電性 塗料에 의한 塗裝法
- 2) 亞鉛 溶射法
- 3) 알루미늄(Aluminum)의 眞空蒸着法
- 4) 導電性 프라스틱(Plastics)에 의한 成形法
- 5) 無電解 鍍金法

이들 各各의 方法에는 장단점이 있는데, 現在, 主로 行해지고 있는 것은, 導電性 塗料에 의한 塗裝法은 간단하고 가격이 싸지만, 차폐(shield) 效果가 그다지 좋지 않고, 塗膜 50 μ m에 電磁波의 減衰率은 10~20dB 정도이다. 周波數特性으로서 高周波에 對하는 차폐(Shield)성이 그다지 좋지 않는 것도 欠點이다.

無電解 도금法은 本體의 小型輕量化가 추구되어지고 있는 바 프라스틱(Plastics)化되어 內外로부터 電磁波의 影響을 防止하기 爲해서

導電性 皮膜으로 Box를 피복, 차폐(Shield)하게 될 必要에 의해 開發되었다.

銅 1 μ m의 膜厚를 兩面에 입혀주면 90~100dB의 차폐 能力이 있어 各國의 規制에 對하여 充分한 차폐(Shield) 效果가 있다. 이러한 意味에서 이 方法은 今後 主要한 차폐(Shield) 方法으로 지속될 것이다. 그러나, 外觀上 問題나 設計上의 制約으로, 兩面에 도금하는 것을 바람직하지 못하게 여기는 狀況도 있다. 예를들면 樹脂面을 그대로 意匠面으로 사용하고 싶다면, 無電解 도금上의 塗裝의 密着性에 不安하다든지, 必要한 一部分만 Shield 效果를 갖게하고 싶다면, 等, 여러 要求가 있다. 이러한 要求를 만족시켜주기 爲하여 開發된 5種類의 片面도금 공정(Process) 혹은 部分 도금對應 Process에 對하여 處理工程의 概要, 特徵 및 問題點을 Shield 特性, 生産性, 코스트(Cost) 等の 觀點에서 紹介한다.

2. 片面無電解 鍍金法의 特徵

片面도금 혹은 部分도금을 採用하고 싶을때의 要求는 2가지面으로 여겨진다. 그 하나는 積極的인 意味에서 片面/部分도금을 하는 경우로, 外部로서 樹脂面을 活用한다든지, 차폐(Shield) 性能의 必要한 部分만 도금하는 것이다. 예로, 着色한 樹脂와 適切한 成形金型表面의 마무리로 效果的인 樹脂面을 活用할 수 있다. 美國의 Apple社에서는 他 컴퓨터 製造會社

* 表面處理技術士, 中小企業振興公團研修院 教授

製品과의 差別化 戰略으로서, 樹脂面을 그대로 外面으로 使用하고 있다. 또 Video 카메라에는 內面의 一部分만 도금하여 Shield 效果를 부여시킨 것도 있고, 더욱이 回路基板이 接觸하기 쉬운 部分에의 단락위험성을 피하기 爲하여, 그 部分에는 도금하지 않는 것도 있다. 한편, 消極的인 意味로 外部에 도금하지 않는 것도 고려할 수 있다. 도금상의 塗裝은 金屬上의 塗裝이어서, 樹脂上의 塗裝에 比較하면 密着性의 低下는 否認할 수 없다. 사람의 손이 잘 닿는 곳이나 마찰되기 쉬운 部分등은, 塗裝이 벗겨질 危險性이 있어 도금을 바람직하지 않게 여기는 경우가 있다. 그건 그렇고, 原價面에서 보면, 樹脂面을 活用함으로 外面化粧塗裝을 하지 않으면, 그 部分의 도금과 塗裝에 關하여, 材料費, 加工費 共히 값싸게 되겠지만, 여기에 紹介하는 도금 方法은, 도금前에 무엇인가 前處理 塗裝工程을 必要로 하므로, 全 코스트로는 꼭 값싸게 된다고 단정할 수 없다. 더욱이 化粧塗裝을 하게되면 거의 모든 경우, 경비가 올라간다. 그러나, 一部方法에서는 直接無電解 도금法에서는 適用하기 까다로운 各種 플라스틱 (Plastic)에 密着성이 좋은 金屬皮膜의 Coating이 可能하다.

兩面도금과 片面도금의 차폐(Shield) 效果를 比較한 데이터(data)의 一例를 表示해 본다.

兩面도금과 片面도금의 Shield 性能

周波數	30 MHz	100 MHz	300 MHz	1,000 MHz
兩面도금, Cu 0.65 μ m × 2 Ni 0.38 μ m	>99dB	88dB	>92dB	>91dB
片面도금, Cu 1.3 μ m Ni 0.38 μ m	83dB	83dB	80dB	91dB

片面的인 경우, 그 두께가 兩面도금 두께 合計와 같아도, 도금面에서의 反射나 Box內에서의 減衰가 없는 等의 理由로, 차폐(Shield) 效果가

低下하고 있다. 차폐(Shield) 性能으로서 兩面도금 정도가 必要하면, 도금두께는 적어도 兩面 合計 도금두께가 必要하게 되고, 따라서 無電解 도금 工程時間이 길어지므로 生産性低下, 原價上昇 要因이 된다. 또 차폐(Shield) 性能이 必要한 領域에 도금이 되지 않는 部分이 있으면, 거기로부터 電磁波가 새어나가기 쉽기때문에 注意할 必要가 있다.

3. 各種片面 도금法

片面 도금, 或은 部分도금法은 크게 나누면, 도금하고자 하는 部分에 下地塗裝하는 것과, 도금을 원하지 않는 部分에 下地塗裝하는 것의 2가지로 分類할 수 있다. 以下에 이러한 分類에 따라서 採用可能한 다섯가지 方法에 對해 各各의 工程과 特徵을 說明한다.

1) EN 차폐 플라스 프로세스(Shield plus process)

美國 Enthone社에 依해 開發된 Process로 도금하고자 하는 部分에 鎳系 導電塗料를 塗布하고, 그위에 無電解銅, 無電解 鎳도금한다. 工程의 概要는 다음과 같다.

導電性塗料塗布 · 乾燥 → 表面洗淨 → 表面活性化 → 無電解銅도금 → 無電解 鎳도금

下地塗裝이 密着하는 Plastic이면 適用可能한데

直接 無電해도금 Process보다 더 適用樹脂의 範圍가 넓다. 또 導電塗料上에만 도금되므로 部分도금하기가 쉽다. 直接無電解 도금의 Etching 工程같은, 樹脂表面을 粗化시키는 工程이 없으므로, 樹脂表面을 意匠面으로 活用할 수 있다.

Shield 性能은, 下地塗裝上의 銅層의 두께에 거의 依存한다. 한편 鎳粒子가 제법크므로 下地塗裝表面이 粗面이고, 塗膜두께가 있기때문에, 마스크(Mask) 塗裝한 경우에 마스크

(Mask)部 끝맺음이 선명하게 파인다. 또 두가지 以上の 部品 결합때에는 塗裝두께를 고려하고, 導通에 注意해야 한다. 下地塗裝의 溶劑 種類나 濃度管理가 主要한데, 樹脂와의 密着性, 特히 高溫·高濕 Test 后의 密着性에 영향을 주기 쉽다. 이러한 欠點을 改善하기 위해서, Enthone社에서는 새로운 導電塗料를 最近 開發했다. 이 塗料는 金屬微粒子 複合材(Cu, Ni 은 아님)가 高密度充填되어 있으므로, 金屬粒子表面의 樹脂를 除去하는 表面洗淨工程이 不要함과 더불어, 無電解銅 도금의 析出이 보다 均一하게 된다. 또 塗膜은 얇고 平滑하게 되므로, 연결部의 寸數 變化나 導通, 혹은 마스크(Mask)部의 膜찌등의 問題點도 改善되리라 期待할 수 있다. 原價面에서는, 直接無電解 도금과 同等한 Shield 性能을 얻기 위해서는 그 兩面合計 도금두께를 片面에 도금할 必要가 있고, 化粧塗裝을 하지 않는 경우에도 下地塗裝이 必要로 하는 等等으로 해서, 材料費, 生産性을 고려하면 原價上昇이 된다.

ACME-Chemical社와 技術 제휴한 日本의 Shinto-Chemitron社가 Ni系 導電塗料를 供給하고 있다. 美國에서는 Chromium Corporation社가 Computer Shield로서 提供하고, Apple社의 一部 Personal Computer에 採用하고 있다.

2) SSP 차폐 프로세스(SSP Shield Process)

美國의 Seleco社가 開發한 프로세스(Process)로, 도금하고자 하는 部分에 觸媒化可能한 塗料를 塗布하여 그위를 부식공정(Etching)없이 觸媒化하고, 無電解銅, 無電解 니켈도 금한다. 工程은 다음과 같다.

觸媒化用 塗料 塗布·乾燥→表面洗淨→表面 觸媒化→無電解銅도금→無電解 니켈도금

Acrylemulsion系의 塗料를 塗布하기 때문에 ABS, PC, PS, POM 등 많은 汎用 프라스틱(Plastic) 혹은 엔지니어링 프라스틱(Engineering Plastic)에 適用可能하다. 또 부식

(etching) 工程이 없어 樹脂를 흡내기 어려우므로 樹脂面을 그대로 意匠面으로 活用할 수 있다.

이 塗料는 粘度가 낮아, rib나 boss에도 塗布하기 쉽고, 乾燥后 表面이 多孔性(Porus)이기 때문에 etching 工程없이 觸媒化가 可能하다. 그렇지만, 素材가 觸媒化 되기 쉬운 樹脂의 경우에는 選擇性이 없어지므로 片面 도금하기 어렵다. 觸媒化后 工程에는 보통의 直接 無電解도금 line을 使用한다. Shield 性能은 無電解도금으로 붙는 銅層두께에 依存한다.

下地の 塗膜은 얇으므로, Part 연결時에 塗膜두께를 그다지 신경쓰지 않아도 되고, 도금面은 平坦하므로 導通도 보다 쉽다. 마스크(Masking) 部位膜찌는 塗料의 粘度가 낮으므로 깨끗하게 나타난다. 그렇지만, Acrylemulsion系 塗料는 耐濕性에 약하므로 高溫·高濕 시험 后에는 도금 密着力이 低下되기 쉽다.

※ SSP(Single-Sided Plating or Selective Surface Plating)

3) Omni-Shield·SST Process

美國 Shipley社가 最近 開發한 프로세스(Process)로, 도금하고자 하는 部分에 非金屬系 觸媒核이 들어있는 塗料를 塗布하고 그위에 無電解銅, 無電解 니켈 도금한다. 工程의 概要는 다음과 같다.

觸媒粒子 塗料→無電解銅鍍金→無電解 니켈도금. 下地 塗料內의 微粒子 Filler가 塗膜上에 나타나, 그 表面電荷가 觸媒核이 되는 것으로, 塗膜乾燥后 곧바로 直接 無電解 도금 工程을 行하는 것이 特徵이다. 通用樹脂는 PC, ABS, PC/ABS, PPO等이고, 그들에 對하여 UL Tape 시험에 合格하는 密着性이 얻어지지만, 直接無電解 도금法으로 도금한 것과 比較하면, 密着強度는 낮다고 한다. Filler가 微粒子인 것은 도금 均一 析出性에는 좋은 條件이지만, 이 새로운 Filler 觸媒能에 對해서는 今後の 實績을 보고싶다.

以上の 3가지 프로세스(Process)는, 어느 것이나 다 도금하는 部分에 下地塗裝하는 것으로, 그 以外部分은 樹脂 본바탕이 露出되어 있다. 따라서 樹脂面을 意匠面으로 하는 경우에는, 도금 工程中에 治具에 依해 Scratch가 나지않게 한다든지, 도금浴에 따라, 혹은 製品化한 后의 使用環境에 따라 表面이 劣化하지 않는 樹脂를 選擇할 必要가 있다.

다음에는 도금하고 싶지 않는 部分에 塗裝하는 프로세스(Process)를 2가지 紹介한다.

4) 도금防止用 塗料處理工程(Resist plating Process)

日本에서 技術開發된 프로세스(Process)로, 도금을 원하지 않는 部分에 도금이 析出되지 않는 塗料를 塗布하고, 그 以外部分을 直接無電解 도금法과 같은 方法으로 도금하는 것이다. 工程概要는 다음과 같다.

Resist 塗料塗布·乾燥→腐蝕(etching)→表面觸媒化→無電解銅 도금→無電解 니켈 도금

이 方法의 最大 特徵은 現在 主流로 되어있는 直接 無電해도금 裝置를 그대로 使用할 수 있다는데 있다. 이 도금 防止用(Resist) 塗料는, ABS, ABS/PC, ABS/PPE에 適用可能한데, 이들을 處理하는 裝置이며, 특히 새로운 設備을 追加할 必要없이 通常 作業中에 作業可能하다. 具體적으로는 먼저, Resist 塗料를 塗布하여 充分하게 乾燥시킨다.

이 Resist 塗料는 永久塗膜으로서 樹脂面에 남는다. 塗裝된 製品은, Etching 槽에서 未塗裝樹脂面만 適切히 부식되어, 后 觸媒化, 無電解 도금한다. 製品의 Resist 塗裝部分은 그대로는 外裝으로 쓰이지 않는 경우가 많은데, 一般的으로 그위에 다시 化粧塗裝한다. 차폐性能은, 他方法과 같이 銅도금두께에 依存한다. 이 Resist 塗料의 點도가 낮으므로, 마스크 塗裝으로 깨끗한 마무리 塗裝이 可能하다. Resist 도금法은, 直接無電해도금법과 같이, 樹脂에 直接도금이 되므로, 密着強度가 크고, 信

賴性이 있다. 原價面을 보면, Resist 塗裝과 化粧塗裝 둘다하는 경우에는, Resist 塗裝分만 原價에 더 들어가는 셈이 된다. 도금이 片面이므로해서 材料原價의 變動은, 生産性を 고려할 때 거의 無視可能할 정도다. 一部 OA 機器 製造業體의 노오트북型 컴퓨터(personal Computer)에, 片面 도금 目的으로 使用되고 있다. 또 이 塗料는 도금이 부착되지 않으므로 局所的으로 도금하지 않고 絶緣目的에도 使用되고 있다.

5) PAM-I System

日本の 奥野製藥工業에 依해 開發된 프로세스로, 도금을 願치 않는 부위에, 일단 TSP Mask-I이라 부르는 塗料를 塗布하고, etching, 觸媒化后 이 Mask 塗裝을 除去한다. 后, 無電解銅, 無電解 니켈도금을 行한다. 工程概要는 다음과 같다. Mask 塗料 塗布·乾燥→부식→表面觸媒化→乾燥→Mask 塗料除去→無電解銅도금→無電解 니켈도금

이 프로세스를 適用하는 라인(Line)에는, 마스크 塗料를 溶解除去하는 Tank가 必要하다. 그렇지 못하면 觸媒化 工程后에 라인(Line)에서 別途로 들어내어, 塗料를 溶解하고난 后 前處理 라인(Line)에 再投入하지 않으면 안되어, 通常의 無電해도금用 自動 라인(Line)에 잘 適用할 수 없다. 適應可能한 樹脂는 ABS나 PC/ABS이며, 도금 密着性은 基本的으로는 直接無電해도금法과 同一하다고 하지만, Mask 溶解除去工程에서의 觸媒活性 維持가 Point 다.

이 方法에서는 마스크 塗料가 부식(Etching)中에 樹脂面을 보호하고 있으므로, Mask 塗料溶劑나 Mask 除去劑에 樹脂가 상하지 않으면, 表面이 意匠面으로서 活用可能하다. Mask 塗料는 粘度가 낮고, 복잡한 凹凸 가장자리에는 充分하게 定着되지 않는다. 故문에 edge 部에 etching 液이 침입되기 쉽고, 그 部分에 도금이 붙기 쉽게 된다.

따라서, 電話 受話器 같은 平坦한 形狀에는 좋지만, 冷却用 格子가 많은 OA 機器 Box 등에는 적합치 않은 면이 있다. 原價面으로는 Mask 塗料의 塗布나 그의 除去가 必要하므로 直接無電解 도금法보다는 原價上昇 되리라 여겨진다. 以上の 2가지 Process 는 도금을 願하지 않는 部位에 塗裝하는 것으로, 도금部分의 密着性は 直接無電解 도금法과 같고, 信賴性は 높으나 原價面에서의 優位性は 없다.

4. 結 言

여기에 紹介된 5가지 프로세스(Process)는, 어느것이나 獨特(Unique)한 發想에 基礎하여, Shield 性能이나 密着性に 關係서는, 目的에 따라 必要한 조건을 만족시킬 수 있다. 將來, 片面도금 혹은 部分도금을 必要로 하는 小型高密度實裝의 情報機器가 今後 어느정도 늘어날 것

인가와, 차폐(Shield) 性能이나 도금 Line 構成에의 生産性, 또 下地 塗裝에 對應하기 爲한 物流를 포함한 全價格에서, 直接無電解法에 依한 兩面도금에 어느정도 對抗可能할까 하는 點의 2가지가 重要하다 하겠다.

美國에서는 지금까지 導電塗裝이나 眞空蒸着이 Shield 對策方法의 主를 이루었는데, 今後 차폐 性能의 向上이나 多樣한 使用環境에서도 그 高性能을 維持시킬 수 있는 點等에서, 無電解도금法이 增加한다고 하며, 그 中에서 片面도금 및 部分도금法도 한 영역을 점유하게 되리라 기대하고 있다. 매우 낮은 값이 있지만 우리나라도 FFX, PBX, MODEX, TELEX, Card Checker 等に 對해서는 1990年 11月 1日부터, 워드프로세서, 미니컴퓨터, 프린터, 프로터 等に 對해서는 1991年 3月 1日부터 EMI 規制가 法制化되었다. 今後 急速히 發展해야할 分野라 여긴다.