

# 電子部品の Epoxy Powder Coating 技術

電子部品の Epoxy Powder Coating은 오늘날 先進 歐美 국가에서 널리 實用化되어, 이 새로운 技術을 채용하고 있는 대부분의 企業이 그 은혜를 입고 있으며 만족해 하고 있는 현실이다.

어떤 Powder를 부적합하다고 보는 경우도 있지만 다른 일각에서는 最良의 효과를 주는 材料라고 평가하기도 한다. 이 견해의 차이는 質的인 목표의 취급 방법이나 加工技術의 相違에 起因하는 것이라고 보여진다.

本稿에서는 最終의 生産 工程의 성공이나 失敗의 상황을 분석하려는 것은 아니고, Epoxy Powder 素子를 Coating에 의해 Capsule化 하는 일이 오늘날 벌써 常識化 되고 있는 것을 살펴 보려는 것이다.

## 1. 流動槽

Powder는 많은 氣孔(Porous)이 있는 底面에 있는 작은 槽에 넣어져서, 공기는 그 氣孔의 底面을 통해서 Powder 槽 内부를 통과하지만, Vibrator에 의해 槽 전체에 振動을 가하여 槽 内부 Powder의 流動 상태를 만들기 시작한다.

또, 이 槽 内부는 공기의 流通路를 전체로 分散시키도록 조치되어 있고, Powder의 표면이 平滑하게 유지된다(圖 1 참조)

표면의 運轉과 평탄한 상태가 끝마무리 完成의 精度(Coating의 한계)를 양호하게 보조하기 때문에 아주 중요한 일이 된다. (圖 2 참조)

Powder는 常溫에서 사용되지만 Coating되는 素子는 미리 加熱되어야 한다. 加熱 溫度는 Po-

wder의 종류에 따라 다르지만 대체로 100~140℃이다.

가열된 素子를 流動中の Powder 内에 Dip (浸漬)시켜, Powder와 접촉시키면 素子의 餘熱에서 용해된 Powder가 素子에 粘着한다.

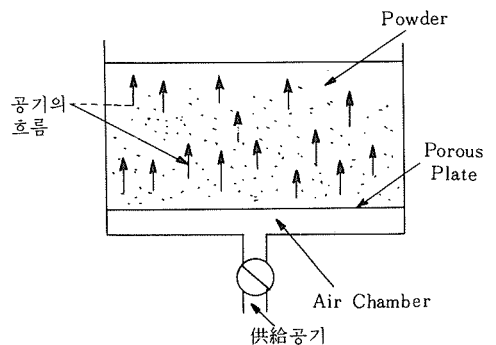
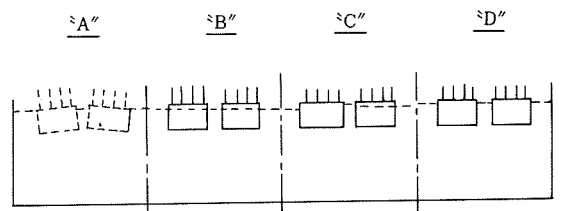


圖 1 流動槽

또 Hybrid回路上에 組立된 작은 部品の Coating에 따라서는 그 熱容量이 아주 작아서 熱量不足 때문에 Dip중에 Powder 適量을 素子에



取付配置의 不良    Dipping 深이의 不良    Powder表面의 波에 의한 不良    表面의 不良

圖 2 끝 마무리의 不良解圖

溶着해 得이 없는 경우가 있다.

따라서 所要 두께의 Coating을 얻기 위해서는 Heating과 Dipping 작업을 적당한 회수를 반복하는 일도 필요하다. 통상 적절한 두께는 0.5mm이지만, 過度한 Coating은 被膜에 Stress를 유발하므로 淸사리 注意를 요하게 된다.

## 2. Dip 중의 Parst 周邊의 空氣流

抵抗 Network를 수직으로 Dip시킨 경우, 圖 3 (a)에 나타낸 바와 같이 空氣의 흐름은 혼란함이 없이 스무스하게 되지만, 수직이 되지 않고 경사가 진 경우는 (b)에서처럼 영향을 받게 된다.

이런 경우, 底部로부터 上部로 올라오는 공기의 흐름은 圖示와 같이 素子の 左側 傾斜面에 부딪치게 되어, 素子の 局部에 과잉의 Coating 처리가 되므로 淸마무리가 不良 상태로 머물고 만다. 이에 대해서, 素子の 右側은 공기의 부족 상태가 되어 流動 上面의 局部이 凹처럼 되므로, 右側에서는 Dip의 深度가 부족되는 경향이 생긴다.

이 영향은, 傾斜角이 커짐에 따라, 또한 공기의 양이 많아짐에 따라 그 정도가 몹시 크게 달라진다. 실제로는, 공기의 양은 항상 最小限으로 조절되고 있으므로 部品の 縱 방향의 길이가 길어도 공기의 양은 보통 淸소치가 거의 큰 영향은 없게 된다.

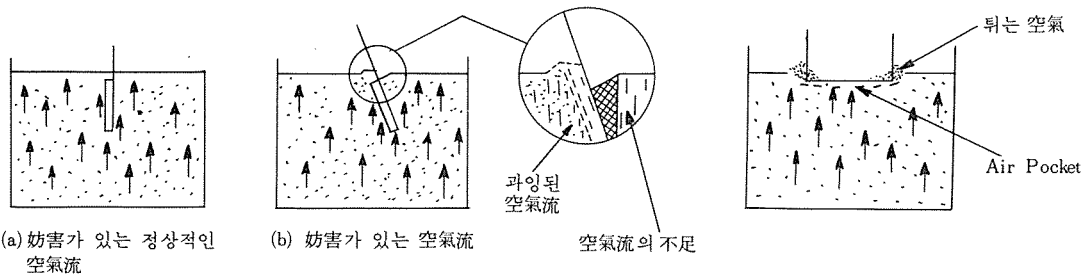


圖 3, 圖 4 空氣流의 攪亂현상

또 素子の 底部가 圖 4에 표시한 것과 같이 平面인 경우는 경사에 의한 영향은 일단 크게 되어, 下部 表面에 부딪치는 공기는 그대로 上 方向으로는 나아가지 못하여, 下部 表面에는

Air Pocket를 형성하고 또한 端部에는 과잉된 공기의 흐름이 있게 된다.

底部가 평탄하지 않은 部品の 경우는 圖 5(a)에 표시한 바와 같이 凹面에는 Air Pocket가 생기기 쉽고 나쁜 영향을 받게 되어 거의 해결 방법이 없는 不可能 상태에 처하게 된다.

圖 5 (b)의 경우처럼 凸面인 때는 Air Pocket의 현상은 발생하지 않는다.

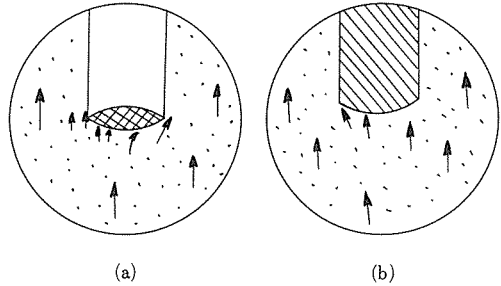


圖 5 下部가 凹面과 凸面의 경우의 空氣流

이상에서는, 두꺼운 물체나 얇은 물체의 Network 및 작은 部品을 Capsule Coating 하는 경우에 거의 걱정할 필요가 없지만, 部品の 배치가 좋지 않은 外形의 복잡한 Hybrid IC의 경우에는 주의가 각별히 요구된다.

문제가 되는 代表 例를 圖 6에 나타내어 보았다. 이 경우 Coating은 가능하지만, Lead Masking을 배려하지 않는다면 淸마무리의 조정은 불충분하게 되기 쉬운 것이다.

따라서 設計 단계에서, 이럴테면 큰 部品은

Lead frame의 接點으로부터 가능한 한 떨어져 있게 하면, 최종적으로 볼 경우 품질을 높이고 Cost를 다운시키는 것에도 기여하게 될 것이다.

### 3. Dead Scraped Bead

이것은 끝마무리 精度를 양호하게 하기 위하여 개발된 비교적 새로운 것이지만 심플한 小部品에 대해서는 대단히 우수하게 마무리를 할 수 있지만, 전체적으로 사용할 수는 없는 것이다.

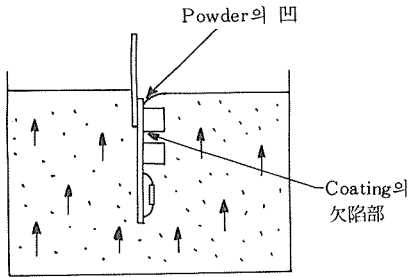


圖 6 Hybrid 上의 部品 配置의 나쁜 例

보통 상태에서 Powder는 流動用 공기에 맞추어 Shock 및 Vibration이 가해지고 있으며 대부분의 部品을 용이하게 Dip시킬 수 있으나, 濃·厚하게 溶着하는 短點이 있다.

동시에 Powder는 공기의 流動 작용에 의해 상당히 容積을 증가시킨다. 따라서 Powder를 고정시키지 않고 loose한 상태로 하는 方法으로써 적당한 시간, 流動用 空氣와 Vibration을 멈추게 하기 위한 調節器를 통상의 流動 Bead 시스템으로 付屬시키고 있다.

이 경우, 流動用 空氣와 Vibration이 멈추어지면 Powder 粒子間的 공기가 粒子 자신의 무게로 置換되어, Powder는 응축되어 가벼운 상태로 된다. 이렇게 해서 안정하기까지는 약 3秒간이 소요되게 된다.

이어서 Breath로써 Powder 表面을 마무리지면 정교한 平面을 얻을 수 있다.

두께가 얇은 部品을 Dead Powder內로 Dip시키는 경우, 圖 7 (a)에서 보는 바와 같이 표면이 부분적으로 凹 형태로 되는 경향이 보여진다. 이 현상은 Plate가 극단적으로 얇은 경우에도 나타난다.

이때 Dip Stroke 杯에 Dip시킨 경우 Plate에 대해 약간의 Shock를 주면, 그 쇼크로 局部的으로 Powder가 凹部に 빠져 들어가서 끝마무리를 양호하게 한다.

그러나 Plate의 斷面 폭이 넓어지면 圖 7 (b)에 나타난 바와 같이 Plate 下部 Powder의 밀어올리는 壓力이 작용하고 있으므로 Dipping에 抵抗을 만들어, 이 때문에 Plate의 上部面에까지 Powder를 溶着시키기에는 끝마무리 精度를 하락시키게 된다.

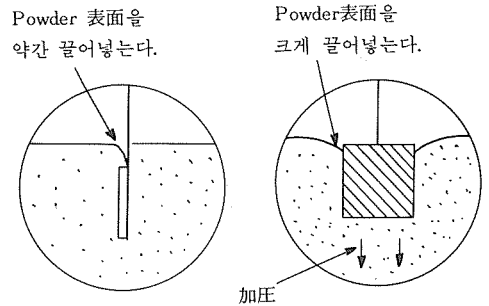


圖 7 Dead Bead의 Powder 表面의 영향

따라서 Plate가 어느 두께 이상이 되면 완전한 流動槽를 사용하는 것이 좋다. 또한 여러가지 部品을 배열한 Hybrid回路에서는 上述한 것처럼 片面에서는 Plate로서 얇은 물체의 利點을 갖게 되지만 반대의 면에서 본다면 물체의 欠點을 지니게 된다.

Dead bead에 部品을 Dip시키면, 끌어올릴 때에 Powder 표면에 凹部를 남기게 되는데, 이 凹部를 Powder로 메워서 다음의 Dipping 작업에 대비하기 위해서는 Powder를 다시 流動化시키지 않으면 안된다.

Powder가 원래의 流動 상태로 復元하는 시간은 약 3秒가 걸린다. Bead 內의 Powder를 Dead 상태로 하고, 다음의 Dip을 위한 준비를 고려하면 그 준비 시간은 Dip間(2회 Dip의 경우)의 중간 Heating에 필요한 시간보다 길게 된다.

따라서 Heater의 Energy(熱量)를 감소시키는 결과가 되어, 그만큼 Cycle time이 길어진다.

### 4. 連續 Dead Bead

이 시스템은 정확한 끝마무리 精度를 필요로 하는 작은 部品의 多量 生産用으로 개발되었으며, Dipping 한 部品을 Reel to Reel 方式으로 生産 시스템에 組合시킬 수 있는 잇점이 있다.

이 경우, 圖 8에 보인 것같이 回轉 Foil은 대부분 Powder 槽에 埋設되고, 또 Powder 표면의 높이는 Foil이 회전해서 Powder를 위로 끌어올리는 것으로 양호하게 할 수 있다.

Powder 표면을 평탄하게 마무리 짓기 위하여 고정된 鋤刀를 사용해서 연속적으로 일정한 Dead Bead를 만드는 일을 할 수 있다.

이때, 部品은 Foil의 外周 속도와 같은 속도로 水平으로 운반된다. 이 과정에서 Foil 상의 Powder에 Dip시켜 나오게 되는데, 도중에 어떠한 抵抗이나 운동도 받지 않는다.

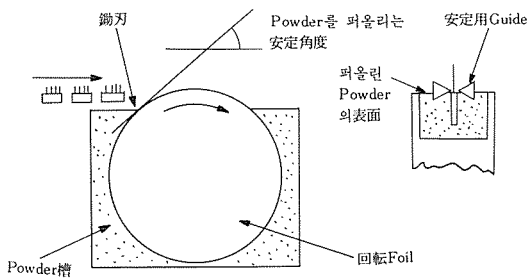


圖 8 連続 Head Bead

部品の 두께에 있어서 前述의 Dead Bead에서 지적했던 것과 같은 制限이 이 경우에도 해당되는데, 다른 점은 Powder가 안전용 Guide에 의해 Control되면서 Top Surface에 운반되어지는 점이다.

이 안전용 Guide는 개개의 部品에 적합하도록 조정할 수 있다. 部品の Dipping깊이를 결정하는 데는 Powder Bead 및 Foil 전체의 裝置를 수직으로 움직여서 미세한 調整을 할 수 있게 되어 있지만, 이렇게 하려면 加熱된 部品이 Conveyer를 통해 Powder 内를 통과하고 있을 때에도 정확히 조정할 수 있다.

이 시스템은 人間工學의으로도 좋으며 그 외에도 生産 能力이 높을 뿐만 아니라, Heater 裝置의 溫度 분포에 다소 고르지 못한 경우가 있더라도 기본적으로는 민감하게 영향을 받는 일 없이 연속 運轉을 할 수 있는 등의 특징이 있다.

## 5. 加 熱

아주 작은 電子部品에는 予備 加熱(Preheat)이나 중간 加熱을 위해서는 대부분 放射線 Heater가 이용되고 있다. 이것은 部品이 Heater와 Bead의 사이를 재빨리 통과할 필요성을 고려할 경우 아주 빠르고 또한 편리한 면이 있다.

熱風은 온도의 制御性에는 우수하지만 Coating에 미치는 Surge波 현상을 피해야 하는 데에 風速은 느린 쪽이 좋다. 이것은 상대적으로 加熱 시간이 길어짐을 의미한다.

즉 加工 시간의 연장이 더해져서 Dip과 Dip과의 사이에서 부분적으로 Currying이 일어난다. 따라서 均等한 質의 Coating을 하기 위해서는 即乾性의 樹脂는 피해야 한다.

加熱을 포함한 工程을 될 수 있는 한 짧게 하기 위해서는 Preheat에 의해 塗料의 粘着을 확실하게 하는 일로 충분하다.

중간 加熱 및 Preheat는 다음 工程을 위해 Powder가 확실히 粘着한 표면이 되도록, 부착한 Powder를 녹여 주는 일만을 목적으로 한다.

최종 Dip 工程이 끝난 후에 Heat하면, 이 최종 加熱은 密封性和 外觀의 됨됨이를 만족한 상태로 해서, 완전한 Coating으로 마무리짓는 일이 필요하다.

이 과정에서 Coating된 部品 本體에는 열이 殘留하기 때문에 Heater로부터 꺼낸 후에도 短時間 정도는 열의 흐름이 있다는 점을 잊어서는 안 된다.

部品 중의 回路 부분에는 Coating으로 Pin-hole(작은 구멍)을 만들기 쉬운 경향이 있는데, 이때는 최소의 熱 入力으로 최고의 Preheat가 될 수 있도록 할 필요가 있다.

완전한 Capsule化를 이루기 위한 Post Currying은 供給者의 지시에 따라 격리된 Oven으로 하고 있지만, 처리 能力을 충분히 발휘하려면 Coating Machine에 부착된 Oven을 이용하는 것이 편리하다.

## 6. 空洞, Hollow

部品이 인접해서 배열되어 있을 때, 혹은 基板으로부터 약간 떨어져서 조립되어 있을 경우에는, 그 틈 사이에 공기를 가두어 놓은 채로 Coating하게 되므로 각종 Bridge 또는 공기로

인해 표면이 들뜨는 현상이 일어난다.

이 Air Pocket는 공기의 팽창, 수축에 따라 Pinhole을 만들며, 공기가 누설되는 일이 있을 때 통상 기피하는 정도의 일은 아닌 것이다.

간격이 다른 部品의 배열로부터 생겨난 Gap을 피하려면, 前述한 바처럼 設計 단계에서 배열을 좋게 고려해 주는 것이 유효하다. 따라서 Gap(간격)은 Bridge현상을 일으키지 않는 정도로 크게 하거나 또는 아주 작은 空洞에 불과한 정도의 크기로 억제하든가, 어느 것이든 선택해야 한다.

## 7. 利點과 欠點

Powder Coating의 利點에 있어서는 欠點과 함께 비교해 보는 것이 적절할 것으로 생각되어 다음에 기술한다.

(1) 生産 라인과 그 作業室 전체가 청결하게 보호된다.

(2) 流動 Bead式 Coating Machine은 形狀 및 크기가 다른 광범위한 部品에도 이용된다.

(3) 液體의 Coating劑를 이용함에는 Thixotropy(搖變性: 동요되면 Gel로부터 流動性的의 Solid로 변화하다가 정지되면 다시금 Gel로 바뀌는 성질) Control의 문제가 있다.

다시 말하자면, 건조 시간이 길어지는 일, 塗膜의 被覆性이 短命해지는 것, 溶液의 증발 등을 들 수 있는데, Powder Coating의 경우는 피해야 한다.

(4) Powder의 손실은 거의 제로 상태로 평가된다.

(5) 완성품의 寸法은 최소한으로 집어 넣을 수 있다.

(6) 연속 시스템의 경우, 2.5m/min이상의 Coating Speed가 가능하다.

(7) 手動式的 研究室用的 것으로부터 自動 量産 棧까지 광범위한 棧種이 있다.

(8) 溶解液의 사용은 피해야 한다.

欠點 으로는 다음의 사항이 있다.

(1) 耐濕性 및 온도 Shock의 抵抗性도 한도를 넘으면 Powder Coating을 불가능하게 한다.

(2) 장시간의 運轉에 의한 工場 環境의 汚染을 피하고, 노동 環境을 양호하게 하려면 排氣裝置가 필요하게 된다.

結論的으로 말하자면, Powder Coating 技術의 적합성을 빨리 인식하여 실제로 이 技術을 도입한 User의 대부분이 현재 좋은 성과를 올리고 있다.

同裝置의 實用 단계에 대해서는 상당한 범위가 해당되는 것이 밝혀지고 있는데, 새로운 아이디어의 요구와 오래된 물건을 개선하려고 하는 의욕이 오늘날 Microcircuit의 生産 분야에서 높은 수준의 발전을 계속하고 있다.

Capsule化 工程의 前에 특별 Coating을 최근 요구받고 있는 能動素子에 대해서도 無毒의 材料인 Powder Coating의 사용 범위를 일단 확대하게 될 것으로 보인다.

