

高耐蝕塗膜鋁散熱片之塗裝製程及品質影響探討

孫秉誠*¹、蔡日新²、徐震³

Effects of Coating Process to the High Corrosion Resistant Pre-coated Aluminum Film

P. C. Sun*¹, J. H. Tsai², J. Hsu³

摘要

一般塗膜鋁箔散熱片表面耐蝕性，仍無法滿足高耐蝕鋁散熱片的耐蝕規格需求。因此以特殊的二塗二烤 (2C2B) 製程，及高耐蝕一塗一烤 (1C1B) 塗料來提昇塗膜散熱片的耐蝕性，同時兼顧塗膜鋁散熱片的親水等其餘特性。本研究以引進的塗料，配合產製製程條件的設定，開發高耐蝕塗膜鋁散熱片。使產品耐蝕性達到鹽霧試驗 750 小時，RN 值 ≥ 9.3 ；實用親水性接觸角 $\leq 50^\circ$ 等塗膜主要品質標準。研究內容包括：(1) 實驗室搭配可能的面漆及底漆，塗製、評估二塗二烤 (2C2B) 塗膜可行性。(2) 篩選一塗一烤 (1C1B) 塗料，製成合格的一塗一烤 (1C1B) 塗膜。(3) 以實驗計畫法探討：塗料種類、製程條件烘焙溫度範圍、塗膜厚度及前處理藥劑量..等變因，了解這些因素對 1C1B 塗膜品質的影響。研究結果顯示：2C2B 塗膜組合及篩選的 1C1B 塗膜，皆可產製高耐蝕塗膜鋁散熱片，750 小時鹽霧耐蝕性，RN 值 ≥ 9.3 ，實用親水性接觸角 $\leq 50^\circ$ ，其餘塗膜品質皆達標準。另，經由直交實驗及 S/N 比分析顯示，塗膜親水性受塗料種類及膜厚影響較大；耐蝕性則受塗膜厚度及鉻酸處理量影響較明顯。建立產製高耐蝕塗膜鋁散熱片技術，可針對產品需求作塗膜特性的調整。

關鍵字：塗膜鋁散熱片；二塗二烤；接觸角；親水性；烘焙溫度。

ABSTRACT

The quality of general pre-coated aluminum fin stock cannot reach the high corrosion resistance (Salt spray 750 hrs). A special manufacturing process 2C2B is applied with coating materials then also the new 1C1B coating materials are evaluated. This study develops the coating process and evaluates the suitable coating materials for the high corrosion resistance product. The

1 中國鋼鐵公司新材料研發處，有機材暨特用化學品組
Specialty Chemicals Sec., New Materials R & D Dept., China Steel Corporation
2 中國鋼鐵公司工業工程處，經營發展組
Dept. of Industrial Engineering, China Steel Corporation
3 中鋼鋁業公司研究發展處，產品研發組
Dept. of R & D, China Steel Aluminum Corporation
* 連絡作者(pcsun@mail.csc.com.tw)

quality of coated fin stocks will meet the criterion of 750 hrs salt spray test $RN \geq 9.3$ and hydrophilic acceleration test, contact angles $\leq 50^\circ$. The approach of experiments included: (1) Lab test for the 2C2B manufacturing process. (2) Lab evaluation for the 1C1B coating materials. (3) Experimental planning methods to investigate the effects of coating materials, chromium pretreatment, baking temperature and film build thickness. The results showed that the selected coating materials could produce the pre-coated fin stocks and reach the characters of fin stock. The results of orthogonal experiment and the analysis of signal-to-noise(S/N) ratio also shows corrosion resistance significantly affected by chromium, film build thickness, and the hydrophilic characters significantly affected by the coating materials. The technology established in this study will be used to manufacture and adjust the character of the pre-coated fin stock.

Keywords: Pre-coated aluminum fin stock; Two coat two bake (2C2B); Contact angles; Hydrophilic character; Baking temperature.

1. 前言

中鋁公司原生產的親水性塗膜鋁箔散熱片，屬於一般耐蝕性品級產品，仍無法滿足部分國內及外銷東南亞市場的高耐蝕品級鋁散熱片需求。散熱片塗膜的主要品質特性以親水、耐蝕性要求為主，但兼顧兩項特性並不容易。而親水性塗料較一般塗料成本高出許多，所以有一般底漆搭配親水型面漆的二塗二烤(2C2B)作法，可以藉由高膜厚，達成高耐蝕塗膜鋁散熱片的產品品質。

蒐集的資料及產品型錄包括：日本最大空調機品牌 Daikin 公司高耐蝕鋁散熱片的需求規範¹⁾，日本生產廠家 SKY、Parkerizing 樣品及型錄^{2,3)}、標準，極具參考價值。除了有高的塗膜耐蝕性外，親水性可用表面接觸角量測，包括：初期親水性、循環親水性、實用親水性及長期親水性等幾項，以確保空調機散熱片如圖1組裝後，有良好的散熱效率。日本 SKY 公司的鋁散熱片產品型錄中，展示4種為2C2B 高耐蝕塗膜產品，塗膜之上塗層為有機親水塗膜，底塗層則分為有機、無機及厚、薄塗層。經檢測日本 SKY 公司高耐蝕鋁散熱片樣品，750 小時鹽霧耐蝕性，RN 值在 9.3 以上；長期親水性表現優良(接觸角需小於 50°)。在親水塗料成份方面包括：壓克力樹脂、矽酸鈉⁴⁻⁶⁾、及可能的醇類有機物作為潤濕及消泡添加劑，組成細緻的親水塗膜。若鋁散熱片表面親水膜退化，則會造成更多的污染物附著

於鋁散熱片⁷⁾，阻礙其散熱功能。報導中提及前處理鉻酸量影響矽酸鹽、樹脂成膜粗糙度、親水^{7,8)}及耐蝕性。而塗膜厚度也與附著、耐蝕性及成本等息息相關。文獻中提及塗膜面光滑性(摩擦係數)的改善，客戶由於對沖切順暢、模具損傷及後續壓縮負荷產生的 "avec" (散熱片間距變異) 效應，所以傾向要求塗膜摩擦係數越小越好⁹⁻¹¹⁾，且不容易累積污染物。

2. 實驗

高耐蝕塗膜鋁散熱片開發、研究過程包括：塗料引進、塗膜品質塗製評估、篩選及製程因素變異之探討。

2.1 材料

鋁片 1100 系 OH22 級，厚度 0.115 mm，鉻酸化皮膜處理 20 mg/M²。取得二塗二烤(2C2B) 高耐蝕鋁散熱片塗料，二塗二烤(2C2B) 塗膜鋁片塗製：底塗 1.0 g/m²，面塗 0.3 g/m²。塗製 PMT：240 °C，15 秒。取得一塗一烤(1C1B) 高耐蝕鋁散熱片塗料，一塗一烤(1C1B) 塗膜鋁片塗製：塗製 PMT：240 °C，15 秒。

2.2 研究方法與步驟

2.2.1 2C2B 塗料之研究試製

選取適當的塗料及製程條件：L 廠面漆 0.3 g/M²，搭配K公司底漆 1.1 g/M²，烘焙溫度 (PMT) 240°C，鉻酸處理量為 20 mg/M²；進行塗膜鋁片試製評估。

2.2.2 1C1B 塗料最佳製程條件之選取

引進的塗料共有 4 個廠家，鉻廠家提供數種不同的塗料，進行先期篩選，取三個不同廠家塗料進行實驗計劃分析、探討。

(1) 因子水準設計：

實驗設計包括：塗料親水性、塗膜厚度、烘焙溫度及鉻酸處理量等 4 個因子與塗膜特性相關，每個因子有高、中、低 3 個水準。

(2) 田口式直交表配置：

依照實驗計劃法展開田口式直交表。

因子及水準選定之說明：塗料親水性、塗膜厚度、烘焙板溫及前處理鉻酸量是影響塗膜最重要的4個因子。預估有 3 家 1C1B 品牌塗料，塗膜厚度與耐蝕性及塗料消耗成本有關，分成低、中、高3個水準。烘焙最高板溫 (PMT) 一般在 220°C ~ 245°C 之間所以設定為 230、238、246 (間格為 8°C) 3 個水準。前處理鉻酸量可能對附著、親水及耐蝕性影響，因此分成 0、10、20 (間隔10 mg/M²) 3 個水準，探討前處理鉻酸對塗膜耐蝕、親水性的影響。

2.3 評估試驗項目及方法

2.3.1 初期親水性

將各種試片，每一種 (10 cm × 5 cm × 3 pcs) 以純水滴於表面，以接觸角測儀量測塗膜表面親水性。接觸角量測儀器為 Model CA-A Kyowa Kaimenkagaku Co., Ltd., Japan。

2.3.2 實用親水性試驗

將試片置於流水 80°C、8 hrs 後，烘乾放置 16

hrs 為一個試驗循環，進行 0 cycle、1 cycle、10 cycles 及 15 cycles 的實驗。再以接觸角量測儀量試驗前、後塗膜表面親水性變化。量測儀器同上。

2.3.3 耐蝕性試驗

將試片置於鹽水噴霧試驗 (SST) 機中，條件為 35°C、5% 鹽水經過 500 hrs、750 hrs 及 1000 hrs 生銹狀況，記錄之。依據 JIS Z 2371 規範對照 RN 值標準圖，判定試片 RN 值。

其餘評估項目，包括：耐濕性、耐鹼性、耐油性、耐污染性及耐熱性，將在後續結果中討論。

3. 結果與討論

本研究探討兩項主要目標：(1) 設計二塗二烤 (2C2B) 塗膜鋁散熱片之塗製評估，以實驗室之親水型面漆及一般底漆搭配，開發高耐蝕親水塗膜鋁散熱片；(2) 一塗一烤 (1C1B) 塗料引進，以實驗計劃法探討最佳塗料、製程條件影響因素，建立高耐蝕塗膜親水鋁散熱片最佳塗製製程條件。

整體而言，兩項目標經實驗室塗製評估、現場試製塗膜鋁散熱片，品質可達合格標準，研究結果與討論如下：

3.1 開發二塗二烤 (2C2B) 塗膜鋁散熱片之特性

將研究篩選出的塗料於實驗室以塗覆棒 (bar coater) 塗覆一次底漆、烘烤後，在作第二道面漆塗覆及烘烤，完成所謂的 2C2B (2 coat 2 bake) 塗裝，確認塗膜品質。以低成本的底漆加上高成本的親水型面漆，可以達成高耐蝕塗膜的目標，同時合乎其他塗膜特性品質需求。搭配K牌底漆與 L 廠面漆組合塗膜 (以下簡稱 2C2B 塗膜，不再稱塗料) 測試，相關特性測試結果，詳如表 1。其中並列兩種 2C2B 開發塗膜，另包括中鋁一般塗膜鋁散熱片，以作塗膜特性比較對照。實驗結果顯示一般塗膜鋁散熱片，雖可滿足 500 小時以下之鹽霧試驗耐蝕性，但

750 小時耐蝕性結果則明顯較差；而 L 廠之 2C2B 塗膜樣品之耐鹼、耐熱性均未達品質標準，所以並非 2C2B 或塗膜厚就能滿足所有的特性需求。所檢測的塗膜特性為依據客戶需求所訂之高耐蝕塗膜鋁散熱片品質標準。

2C2B 塗膜主要功能在強化塗膜耐蝕性，而親水性也是高耐蝕塗膜鋁散熱片的要求品質。其他特性的測試結果，參考表 1 且一併說明如下：

塗膜親水性以純水滴於塗膜面接觸角量測值來表示，接觸角大表示親水性差；一般以初期及實用親水性來表示：(a) 初期親水性 — 未使用的塗膜鋁片親水性，(b) 實用親水性 — 經加速試驗 2 週（或 15 天）後的塗膜鋁片親水性。

3.1.1 初期親水性

中鋁初期親水合格標準，塗膜鋁散熱片表面接觸角應小於 20°。一般容易通過；無法以此項測試分辨親水性優劣，參考表 1。

3.1.2 實用親水性

實用親水性為親水性的加速模擬試驗，加速循環試驗 24 小時為 1 個 cycle，15 cycles 後之接觸角需小於 50°，為合格標準。塗膜實用親水性的加速試驗結果，可以由接觸角大小來分辨塗膜親水性的優劣，2C2B 產品 15 cycles 接觸角 45.7°，詳如表 1，符合標準。

3.1.3 塗膜耐蝕性

塗膜耐蝕性以 JIS Z4721 鹽霧試驗 (SST) 後之 RN 值來表示，試驗結果 2C2B 組合塗膜鋁散熱片，可達到耐蝕性 500 小時 RN 值 9.8，750 小時 RN 值 9.3；試驗結果詳如表 1，RN 值的最佳品質標準為 10，代表塗膜表面完全無銹點。整體而言，2C2B 塗膜鋁散熱片之耐蝕性，符合高耐蝕產品標準。

3.1.4 耐溼性

耐溼試驗為溫度 50°C、溼度 98% 下，500 及 720 小時之測試，所作成之塗膜散熱片表面無銹蝕、RN 值 = 10；色差都小於 2（顯示肉眼無法分辨）；2C2B 產品符合規格標準。測試結果如表 1，

耐溼性所示。

3.1.5 耐鹼性

以 5% 氫氧化鈉 (NaOH) 溶液浸泡 30 秒、60 秒，觀察塗料所作成之塗膜散熱片試片，是否脫落、變色。詳如表 1 所示。2C2B 產品試片皆無脫落、不變色；符合耐鹼性規格標準。L 廠之 2C2B 參考塗膜有銹孔。

3.1.6 耐油性

以客戶指定之 RF-190 揮發油測試，以了解塗膜試片在加工過程中是否符合耐油性標準及顏色及親水性差異。各組試片接觸角量測結果小於 20°；詳如表 1，顯示耐油性合於標準。

3.1.7 耐污染性

耐污染性，在 70°C 硬脂酸下，8 小時，移出後作 16 小時沖水為 1 個 cycle；測試各種塗膜之耐污染性，試驗結果 1 cycle、5 cycles 其親水接觸角皆小於 40°，符合規格標準；詳如表 1。

3.1.8 耐熱性

耐熱性測試為 100°C、240 小時及 360 小時下，2C2B 組合之塗膜鋁散熱片，色差值大約 3，顯示變色程度小；且塗膜不脫落。試驗結果特性品質符合規格標準；詳如表 1，所示耐熱性。而 L 廠 2C2B 參考產品之塗膜色差值過大。

3.2 二塗二烤塗膜其他可行性及改善

現場試製鋁捲，顯示依照實驗開發之塗料組合及製程條件，膜厚略調高至底塗 1.1 g/M²、面塗 0.4 g/M²，所試製之 2C2B 塗膜鋁散熱片，SST 750 小時耐蝕特性 RN 值 10，可達到高耐蝕塗膜塗膜標準 (SST 750 小時，RN 值 > 9.3)，詳如表 2。初期親水性及實用親水性皆合乎標準。其他塗膜包括：R 廠塗膜在實驗室評估之耐蝕性佳，但親水性向來表現較差，而在實驗室塗裝 H 公司 2C2B 塗膜特性品質合格，如表 2，可為 2C2B 塗料第二料源。親水性較差的 R 廠塗膜，嘗試以文獻中的作法降低前處理

鉻含量來改善。但即使將前處理鉻含量降至 0，亦無法將長期親水性改善至合格範圍 (接觸角 $< 50^\circ$)，後續 1C1B 塗料引進及實驗計劃法中，亦可見降低前處理鉻含量確實有提昇親水性的趨勢，但從接觸角結果顯示影響提昇效果有限，無法扭轉原塗膜親水性不佳的特性。

3.3 一塗一烤 (1C1B) 塗料之引進及評估

一塗一烤高耐蝕塗料引進的重點在評估篩選適當的新塗料，可以產生高耐蝕塗膜，而其他的塗膜特性也能符合規格標準。取得的有 K 牌塗料、P 塗料、R 廠塗料及 H 公司塗料等 4 個廠家提供之 1C1B 塗料樣品，在實驗室塗製出的鋁散熱片，以下簡稱為 K 牌塗膜、P 牌塗膜、R 廠塗膜及 H 公司塗膜。評估結果除 P 塗料樣品耐蝕性皆不合格外，詳如表 4。其餘 K 牌塗膜、H 公司塗膜家塗料均可選出一合格塗膜，如表 3、5。以便進行實驗計劃法，針對不同塗料篩選最佳製程組合，並了解相關製程因素對塗膜產品特性的影響。

3.4 實驗計劃法求取 1C1B 塗膜鋁散熱片最佳製程條件

1C1B 塗料篩選後，進而進行田口式實驗計劃，包括塗料種類及製程參數含鉻酸處理量、塗膜厚度及烘烤溫度等 4 個因子，每個因子分為低、中、高 3 個水準；如下：

(a) 因子水準設計

因子\水準	1	2	3
塗料種類 (接觸角高低)	R 廠 (45°)	K 牌 (37°)	H 公司 (30°)
塗膜厚度 (g/M ²)	0.5	1.0	1.5
烘烤溫度(PMT) (°C)	230	238	246
鉻酸處理量 (mg/M ²)	0	10	20

(b) 田口式直交表配置^[12,13]

	塗料親水性	塗膜厚度	烘烤溫度	鉻酸處理量
t1	1	1	1	1
t2	1	2	2	2
t3	1	3	3	3
t4	2	1	2	3
t5	2	2	3	1
t6	2	3	1	2
t7	3	1	3	2
t8	3	2	1	3
t9	3	3	2	1

塗料種類、塗膜厚度、烘烤溫度及鉻酸處理量是影響塗膜最重要的 4 個因子。塗料有 3 家 1C1B 品牌，塗膜厚度與耐蝕性及成本有關，分成低、中、高 3 個水準。最高板溫 (PMT) 一般在 225°C ~ 245°C 之間所以設定為 230、238、246 (間格為 8°C) 3 個水準。前處理鉻酸量可能影響附著、親水及耐蝕性，分成 0、10、20 (間隔 10 mg/M²) 3 個水準，可探討前處理鉻酸對塗膜耐蝕、親水性的影響。試驗評估結果詳如表 6 (田口式直交表 t1 - t3)、表 7 (田口式直交表 t4 - t6)、表 8 (田口式直交表 t7 - t9)；試驗結果以 K 牌塗料、H 公司塗料等兩種塗膜較佳，K 牌塗料之塗膜為淡藍色為客戶喜愛，H 公司塗料之塗膜為白色較無光澤。而 R 廠 1C1B 塗料所產製的塗膜實用親水性改善不大。

製程要因分析，根據實驗結果之 S/N 比值顯示如表 9、表 10。(1)分析顯示：塗膜親水性受塗料種類品牌影響最大，膜厚影響居次但很小，其餘因素沒影響。(2)耐蝕性的變因受膜厚影響最大，鉻酸處理量居次，其餘因素影響小。經以上試驗結果總結，最佳塗料 K 牌塗料，製程條件：膜厚 1.0 g/M² 以上，烘烤溫度 230°C 以上、鉻酸處理量 20 mg/M²，可作為 1C1B 高耐蝕塗膜鋁散熱片的最適當製程條件。

4. 結論

高耐蝕塗膜鋁散熱片開發、研究結果，可產製 2C2B 塗膜鋁散熱片、1C1B 塗膜鋁散熱片達成兩種高耐蝕塗膜鋁片；另，以田口實驗計劃法，完成製程因素對塗膜特性品質影響之探討。綜合結論如

下：

1. 二塗二烤 (2C2B) 塗膜高耐蝕塗膜鋁散熱片之試製，以L廠面漆搭配K牌底漆，建立塗膜產品生產技術，評估標準，節省塗料成本，產製出合格的高耐蝕塗膜鋁散熱片。
2. 一塗一烤 (1C1B) 塗膜高耐蝕親水膜鋁散熱片之評估結果，以 K 牌塗料、H 公司塗料等兩種塗製之塗膜合格。可滿足 750 hrs 高耐蝕性及實用親水性標準。
3. 經由實驗計劃法，塗膜特性量測之 S/N 比值分析顯示：塗膜親水性受塗料種類品牌之影響最大；耐蝕性受塗膜厚度及鉻酸處理量影響。

誌謝

試驗用之鋁片底材經由中鋁公司研發人員協助取得，耐蝕試驗結果之判定，也會同中鋁研發相關技術人員，依據 JIS Z2371 表面銹蝕等級 RN 值判定。特向相關單位協助人員表達誠摯的感謝。

參考文獻

1. 日本 Daikin 公司，「親水 Aluminum Fin Spec」，Aug.23, 2002。
2. 日本 Nihon Parkerizing 公司，「Fin 用親水性表面處理」，LN-5052 system；June. 2002。
3. 孫秉誠，中國鋼鐵公司新材料研發處，委託研究 TS-91845：「二塗二烤 (2C2B) 親水性鋁散熱片評估」報告；March. 2003。
4. 印部俊雄，日特許公開專利平 5-125555 Nippon paint, Kobe steel.
5. 印部俊雄，日特許公開專利平 7-102198 Nippon paint, Kobe steel.
6. US patent: 5,342,871; Aug. 1994.
7. K. Hatanaka, Kobe Research and Development (Japan), Vol. 50, No. 2 (2000) pp.19 - 21.
8. K. Katamitani and Y. Ohta (Kobe Steel), Journal of

Japan Institute of Light Metal, Vol. 50, No. 4 (2000) pp. 141 - 151.

9. Y. Ohta and K. Noda (Kobe steel), ICCA-6 Conference, Japan 1998.
10. T. Kido and Y. S. Sato, Light Metal Tec.Reports, Vol. 41, No. 1 (2000) pp. 38 - 44.
11. A. Kiyotani, Sumitomo Light Metal Tech. Report (Japan), 42 (2001) pp. 103 - 150.
12. B. M. Dabade and P. K. Ray, "Quality Engineering for Continuous Performance Improvement in product and process: a review and reflections", Quality and Reliability Engineering International, 12 (1996) pp. 173-189.
13. P. Y. Chao and Y. D. Hwang, "An improved Tachugis method in designing of experiments for milling CFRP composite", International Journal of Production Research, 35 (1997) pp. 31 - 45.

收到日期：2004年7月31日

修訂日期：2005年2月1日

接受日期：2004年2月4日

高耐蝕塗膜鋁散熱片之塗裝製程條件對品質影響探討

表1. 一般塗膜及 2C2B 高耐蝕塗膜鋁散熱片特性比較。

Table 1 Comparison of coat film characters in aluminum fin stock.

評估項目		一般塗膜散熱片 1C1B	L 廠底漆 + 面漆 2C2B 參考樣品	K 牌底漆 + L 廠面漆 2C2B
初期親水性	接觸角	8.1	4.3	4.5
實用親水性	15 cycles 接觸角	46.3	44.8	45.7
耐蝕性	750 hrs RN 值	8.5-4	9.5-3	9.3-4
耐濕性	720 hrs(色差,RN 值)	$\Delta E=1.8$, RN=10	$\Delta E=4.7$, RN=10	$\Delta E=2.9$, RN=10
耐鹼性	96 hrs 5%NaOH 溶液	不脫落不變色	不變色 銹孔大	不脫落不變色
耐油性	浸 RF190 油 5 mins 放置 60 mins	$\theta=8.4^\circ$	$\theta=12.4^\circ$	$\theta=16.3^\circ$
耐污染性	5 cycles 接觸角	36.5	33.7	34.3
耐熱性	100°C × 360 hrs (色差)	不脫落 $\Delta E=2.6$	不脫落 $\Delta E=27.5$	不脫落 $\Delta E=3.3$

表2. 高耐蝕塗膜鋁散熱片現場及實驗室試製特性。

Table 2 High corrosion resistance coat film characters of aluminum fin stock's evaluation.

評估項目		實驗室 H 公司 2C2B 塗膜	現場試製 2C2B K 底漆+L 面漆	實驗室 R 廠 Cr 處理-0
初期親水性	接觸角	6.3	7.5	13.1
實用親水性	5 cycles 接觸角	19.4	18.2	27.5
	10 cycles 接觸角	25.5	22.7	42.5
	15 cycles 接觸角	29.6	26.9	53.2
耐蝕性	500 hrs RN 值	10.0	10.0	9.5-3
	750 hrs RN 值	9.8-3	10.0	9.3-3

表3. K 牌 1C1B 塗料塗製鋁散熱片之塗膜特性。

Table 3 K company's coat film characters of aluminum fin stock.

評估項目		K-003	K-008	K-009
初期親水性	接觸角	6.0	5.1	5.2
實用親水性	5 cycles 接觸角	27.3	27.7	28.5
	10 cycles 接觸角	30.7	31.5	32.7
	15 cycles 接觸角	36.2	37.5	40.5
耐蝕性	500 hrs RN 值	10.0	10.0	10.0
	750 hrs RN 值	9.5-1	9.5-2	9.5-3

表4. P 公司 1C1B 塗料塗製鋁散熱片之塗膜特性。

Table 4 P company's coat film characters of aluminum fin stock.

評估項目		P 公司-2	P 公司-3C
初期親水性	接觸角	9.5	13.5
實用親水性	5 cycles 接觸角	26.5	30.3
	10 cycles 接觸角	30.5	35.5
	15 cycles 接觸角	35.2	37.9
耐蝕性	500 hrs RN 值	9.5-2	9.8-3
	750 hrs RN 值	8.0-2	8.0-1

表5. H 公司 1C1B 塗料塗製鋁散熱片之塗膜特性。

Table 5 H company's coat film characters of aluminum fin stock.

評估項目		H-02	H-03	H-20	H-30
初期親水性	接觸角	5.1	5.3	5.7	6.3
耐蝕性	500 hrs RN 值	銀白色 → 灰色	銀白色 → 灰色	RN=10.0	RN=10.0
	750 hrs RN 值	銀白色 → 灰色	銀白色 → 灰色	乳白 → 乳白	RN=9.3-3

表6. 田口法 R 廠塗料塗製 1C1B 塗膜鋁散熱片特性。

Table 6 Taguchi methods for R company coat film characters.

評估項目		R 廠塗料 Cr-0 mg/M ²	R 廠塗料 Cr-10 mg/M ²	R 廠塗料 Cr-20 mg/M ²
初期親水性	接觸角	6.3	6.8	7.4
實用親水性	5 cycles 接觸角	35.5	36.3	36.9
	10 cycles 接觸角	41.3	42.5	43.7
	15 cycles 接觸角	48.7	49.5	50.6
耐蝕性	500 hrs RN 值	9.3-2	9.5-2	9.5-1
	750 hrs RN 值	9.0-3	9.3-3	9.3-2

備考：鉻含量 Cr-0 mg/M² 之 PMT 為 238℃，膜厚 1.5 g/M²；Cr-10 mg/M² 之 PMT 為 246℃，膜厚 0.5 g/M²；
Cr-20 mg/M² 之 PMT 為 230℃，膜厚：1.0 g/M²。

高耐蝕塗膜鋁散熱片之塗裝製程條件對品質影響探討

表7. 田口法 K 牌塗料塗製 1C1B 塗膜鋁散熱片特性。

Table 7 Taguchi methods for K company coat film characters.

評估項目		K 牌塗料 Cr-0 mg/M ²	K 牌塗料 Cr-10 mg/M ²	K 牌塗料 Cr-20 mg/M ²
初期親水性	接觸角	6.0	6.2	6.5
實用親水性	5 cycles 接觸角	26.2	26.7	27.1
	10 cycles 接觸角	31.2	31.6	31.8
	15 cycles 接觸角	37.1	37.3	37.6
耐蝕性	500 hrs RN 值	9.0-3	10.0	10.0
	750 hrs RN 值	8.0-2	10.0	10.0

備考：鉻含量 Cr-0 mg/M² 之 PMT 為 238℃，膜厚 1.5 g/M²；Cr-10 mg/M² 之 PMT 為 246℃，膜厚 0.5 g/M²；Cr-20 mg/M² 之 PMT 為 230℃，膜厚:1.0 g/M²。

表8. 田口法 H 公司塗料塗製 1C1B 塗膜鋁散熱片特性。

Table 8 Taguchi methods for H company coat film characters.

評估項目		H 公司塗料 Cr-0 g/M ²	H 公司塗料 Cr-10 g/M ²	H 公司塗料 Cr-20 g/M ²
初期親水性	接觸角	5.5	5.7	5.9
實用親水性	5 cycles 接觸角	14.1	14.4	14.8
	10 cycles 接觸角	21.3	21.7	21.9
	15 cycles 接觸角	27.1	27.5	27.9
耐蝕性	500 hrs RN 值	9.0-3	10.0	10.0
	750 hrs RN 值	8.0-2	9.8-3	10.0

備考：鉻含量 Cr-0 mg/M² 之 PMT 為 238℃，膜厚 1.5 g/M²；Cr-10 mg/M² 之 PMT 為 246℃，膜厚 0.5 g/M²；Cr-20 mg/M² 之 PMT 為 230℃，膜厚:1.0 g/M²。

表9. 鋁散熱片關鍵因子親水性之 SN 比回應表。

Table 9 Hydrophilic factors response table of signal to noise ratio for aluminum fin stock.

	塗料品牌(親水性)	塗膜厚度	烘焙溫度	鉻酸處理量
1	-32.7	-29.8	-29.9	-29.9
2	-30.2	-29.9	-29.9	-29.9
3	-26.8	-30.0	-29.9	-29.9
Δ(相對顯著)	5.9	0.2	0.0	0.0
影響排行	1	2	3	3

Δ 值越大，表示越顯著。

表10. 鋁散熱片關鍵因子耐蝕性之SN 比回應表。

Table 10 Corrosion resistance factors response table of signal to noise ratio for aluminum fin stock.

	塗料品牌(親水性)	塗膜厚度	烘焙溫度	鉻酸處理量
1	19.0	18.1	19.4	19.4
2	19.2	19.6	19.0	19.0
3	19.1	19.7	19.0	18.9
Δ (相對顯著)	0.2	1.6	0.4	0.5
影響排行	4	1	3	2

Δ 值越大，表示越顯著。

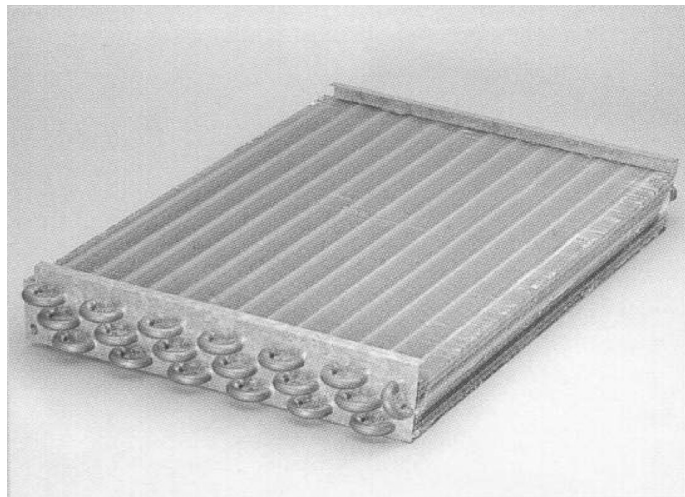


圖1 塗膜鋁散熱片組裝應用。

Figure 1 Application of aluminum fin stocks.