

LED散熱鋁材發展動向

金屬中心 ITIS 計畫

劉文海

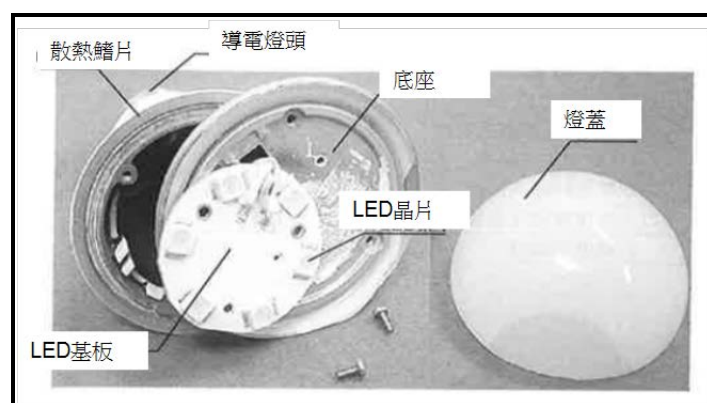
2015 年 02 月

一、前言

LED 燈泡的特色在於相較以往傳統燈泡的壽命約 1,000 個小時，一口氣提高至 40 萬個小時，而在電費比較上，傳統燈泡一天約 19 日圓，LED 燈泡一天則只需約 4 日圓，相當省電。但由於 LED 晶片元件會因高溫造成發光效率下降且壽命縮短的問題，因此需要可以有效將 LED 元件所產生的熱能排出的散熱裝置。

二、LED 燈泡構造

LED 燈泡的構造如圖 1 所示，分為導電燈頭、散熱鰭片、底座（也有散熱鰭片與底座一體成形的產品）、LED 基板以及燈罩。目前市面上販售的 LED 燈泡，散熱鰭片大多使用鋁合金壓鑄。鋁合金壓鑄在成形後會經過陽極氧化處理與塗裝，因此生產製程較長，也由於厚度增加之故，有著過重的缺點。為此，日本已開發出輕量化且散熱性與沖壓加工性皆優的散熱鰭片用預塗鋁片，藉特殊表面皮膜處理，提高表面的紅外線放射性以獲得高散熱效果。。



資料來源：アルミニウム，第 19 卷 85 號(2012)

圖 1 LED 燈泡的構造

三、LED 散熱鋁材特性

(一) 高散熱預塗鋁片

功能性預塗鋁材係在基材鋁板的單面或是雙面經過化成處理層再形成功能性皮膜層。化成處理層的功用是強化鋁板與機能性皮膜層之間的接著性及補強其耐蝕性，通常使用不含 6 價鉻的磷酸鉻酸鹽處理（防蝕的主體是 3 價鉻）。功能性皮膜層一般是由基底樹脂搭配各種添加劑和填充劑所構成，基底樹脂的選擇要考慮成形時的加工形狀和製品的使用環境條件等因素，而所搭配的添加劑和填充劑則是根據所要求的性能和機能，將其材質與大小、添加量等最佳化之後，再進行整體性的皮膜設計。功能性皮膜層之基底樹脂和添加劑、填充劑的詳細配方則是各家製造廠的關鍵技術，預塗鋁材特色如下：

(1)預塗鋁材是在鋁合金帶上實施鉻酸鹽處理等打底處理後，再透過滾輪塗佈機熱塗多種有機樹脂塗料的產品。陽極處理方面，則必須經過脫脂、蝕刻、除污等前置處理，以及電解與封孔等多道處理程序。使用預塗鋁材，不僅能消除成形後進行陽極處理及塗裝時所造成的污染，也能縮短製程，降低成本。

(2)藉由將壓鑄改為使用預塗材料的沖壓加工（形狀簡單及體積較小者），約能使散熱片的重量減輕 1/10。

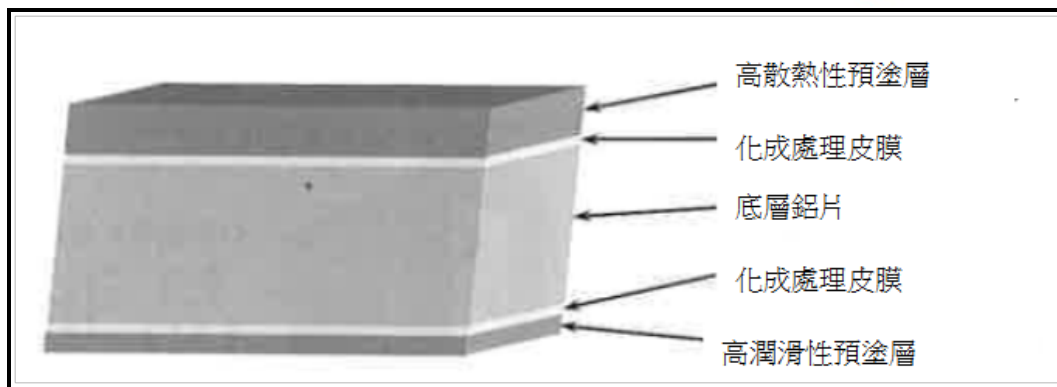
(3)由於為預塗材料，塗膜厚度和色調等的塗膜品質穩定。

(4)藉由在有機樹脂中添加散熱用填充劑，散熱特性指標之一的紅外線整合放射率為 0.80，為未經塗裝鋁片（0.20）之 4 倍，在陽極處理上也較具優勢。

(5)於有機樹脂中添加顏料，在保持散熱性的同時，還能變換各種光澤及色調，兼顧了設計性。

(6)透過高分子有機樹脂的配方技術實現高成形性，結合圖 2 所示的高潤滑預塗層，亦可得到更進一步的高成形性。另外，由於可使用揮發性沖壓油進行沖壓，沖壓後無須洗淨，不僅可降低成本，也減少對環境所造成的負擔。

(7)高成形性預塗鋁合金熱傳導係數為 $220\text{W/m}\cdot\text{K}$ ，高於一般壓鑄用合金 ADC12 的 $130\text{W/m}\cdot\text{K}$ 。



資料來源：アルミニウム，第 19 卷 85 號(2012)

圖 2 高散熱預塗鋁材皮膜結構

(二) 高散熱壓鑄鋁合金

純鋁的熱導係數約為 $240 \text{ W/m} \cdot \text{k}$ ，而 ADC10 或 ADC12 等編號之鑄造鋁合金其熱傳導率約僅為 $90 \sim 130 \text{ W/m} \cdot \text{k}$ ，一般定義熱傳導率在 $150 \text{ W/m} \cdot \text{k}$ 以上的鋁合金可稱為高散熱鋁合金。

日本三菱樹脂為 LED 燈殼開發出高導熱材料--DMS 系列壓鑄鋁合金。據三菱樹脂的測試結果，其熱傳導率最大約是市場上現有鋁合金散熱片材料 ADC12 的 2.2 倍。另一種 DM 系列壓鑄鋁合金與目前市場上的 ADC6 相比，在陽極氧化性能和壓鑄性能方面都有很大改善。根據客戶的使用目的，有不同級別的產品可供選擇。該材料具耐腐蝕性的特點，亦適於製作高級漁具的捲線盤。此外，大紀鋁業、日本輕金屬等已可供應高散熱壓鑄鋁合金，主要合金元素為 Al-Si 合金，Si 含量約在 12-14%，其中會添加少量之其它合金元素來增加其熱傳性能，但又能同時兼顧鑄造特性、強度等性能。

台灣達特奈米科技開發出高散熱鋁合金，成分為 97% 的鋁加上銅、鎂、矽、錳、鈦等元素，調配最佳比例，導熱係數 203.5，熱阻係數 0.43，達到接近純鋁的高導熱性。達特已將此款鋁合金應用在高低功率的大小 LED 燈殼，亦可應用在高功率天井燈、導熱膏。此外，台灣某廠則自行開發高熱傳壓鑄鋁合金 FT07 及 FT08 (Al 約 96%，Si < 0.3%，加上 Fe、Ni 等)，熱傳導率可達 $180 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ ，已應用於 LED 燈具，但僅少量生產自用。目前台灣業界並無此類適用於壓鑄之高熱傳鋁合金錠材料，但以國內廠商的技術，應有能力可以開發。

四、結論

隨著電子產品之高機能化及小型化，散熱材料之開發亦日漸興盛。由於 LED 照明及 LED-TV 市場日益成長，故鋁製散熱材料的市場及新用途兩方面皆可望持續成長，預期今後材料製造商也將進行各種新散熱材料的開發及產品化。

參考資料

1. 「散熱部材の現状と新用途展開」，アルミニウム，第 18 卷 80 號(2011)
2. 「LED 電球用高放熱アルミヒートシンクの開發」，アルミニウム，第 19 卷 85 號(2012)
3. <https://www.fugi-keizai.co.jp>
4. <http://www.udndata.com>

如欲瞭解更深入的產業情報，請洽 MII 金屬情報網 <http://mii.mirdc.org.tw>