



# 先進LED封裝 之螢光粉塗佈技術

Advanced Phosphor-Coating Technology  
for LED Packaging

## 饒智昇

工研院機械所  
先進製造核心技術組  
先進封裝技術部

## 徐達偉

工研院機械所  
先進製造核心技術組  
先進封裝技術部

## 黃萌祺

工研院機械所  
先進製造核心技術組  
先進封裝技術部  
經理

## 蘇志杰

工研院機械所  
先進製造核心技術組  
微奈米製造技術部

## 謝志璋

工研院機械所  
先進製造核心技術組  
微奈米製造技術部  
經理

## 關鍵詞(Keywords)

- 白光 LED      White light LED
- 螢光片      Phosphor sheet
- 空間色偏      Spatial color deviation

## 摘要(Abstract)

白光 LED 儼然成為下世代照明的主流，世界各國除了持續追求發光效率之理論極限外，次世代 LED 照明需求已逐漸趨向高值化，為此美國能源局(DOE)更明訂 2015 年起 LED 燈具空間色偏  $< \pm 100$  K，色差  $< 2$  SDCM (standard deviation of color matching)。由於傳統螢光粉點膠法空間色偏大 ( $> \pm 1000$  K)、批量色差大 ( $> 7$  SDCM)、螢光粉

沉降等問題，本研究擬以超低色偏之大面積螢光貼片整合 LED 封裝製程的創新構想，達成低空間色偏 ( $< \pm 100$  K)、低成本 ( $< 30\%$ )、低色差 ( $< 2$  SDCM) 的產品開發，優於美國 DOE 2015 年之需求，將有助於台灣封裝技術的提升，本研究先期研究將開發尺寸  $5\text{ cm} \times 5\text{ cm}$ ，空間色偏  $< \pm 250$  K 之螢光貼片以驗證未來開發之可行性。

White light LED is almost becoming the main stream in the next generation of solid-state lighting. Not only to pursuing to reach the theoretical limit of light extraction efficiency worldwide, the next generation of LED lighting is transforming to meet high-end purposes. Thus the US Department of Energy (DOE) established clearly the spatial color deviation to be less than  $\pm 100$ K, the SDCM (standard deviation of color matching) less than 2 in



luminaire designs since 2015. The conventional phosphor dispensing suffers from several issues, such as large spatial color deviation larger than  $\pm 1000$  K, color deviation in batch runs larger than 7 SDCM, phosphor precipitate, etc. This study plans to integrate the large-area phosphor sheet with traditional LED packing innovatively to achieve ultra-low spatial color deviation ( $\pm 100$  K), low cost (reduction by 30%), low color deviation (2 SDCM), which is superior to the DOE requirement in 2015 and to help promote LED packaging in Taiwan. In the preliminary stage, we will develop phosphor sheets with a size of 5 cm $\times$ 5 cm and spatial color deviation less than  $\pm 250$  K to verify the feasibility of mass production in the near future.

## 1. 前言

### 1.1 國內發展狀況:

#### 1.1.1 空間色偏問題亟待解決

在目前 LED 螢光粉塗佈製程技術中，螢光粉多半須在封裝端才能進行塗佈；換句話說，晶片需要被固定於支架上才能做螢光粉塗佈。且由於 LED 垂直角度之藍光光程較短通過螢光層之路徑不等長，以至於傳統的點膠式螢光粉塗佈方式會造成 LED 封裝後成品在空間上產生色偏 ( $>\pm 1000$  K)，而需要二次光學元件進行補償。這種色偏狀況就無法達成同一平面上之均勻照度，並造成黃暈等問題。此外，螢光粉沉降問題而導致燈具產品色差偏差大，封裝良率下降，而成為導

入歐美市場之技術障礙。2012 年美國能源局更宣示到 2015 年的具體目標包括每年增加 2 倍的 LED 產能，每 2~3 年減少 50% 的裝配成本，並改善色差控制從 7 SDCM 至 2 SDCM，相當於色差由  $\pm 800$  K 降至  $\pm 100$  K，而美國環保署 2015 年要求 LED 燈具須達到空間色偏低於  $\pm 100$  K 才能符合能源之星之認證[1-5]。

#### 1.1.2 大面積螢光粉塗佈技術可望再提升光學性能與製程速度

利用發光二極體來製作白光 LED，必須使用混光技術才能達成獲得白光的目的，目前各種可行的光色組合技術中，利用螢光粉材料來進行光色混合為目前最快速、最節省成本的方法，乃利用波長 450 nm~460 nm 的藍光晶片進行激發轉換成白光。而目前螢光塗佈主要分為 4 種：Dispersion、Conformal Coating (Package level)、Conformal Coating (Chip only)、Remote Phosphor，如圖 1 所示，傳統螢光粉點膠方式以 Dispersion 為主，此方法因藍光晶片發光光線後通過激發螢光粉的行徑路徑長短不同會造成黃暈的現象，LED 雖然具有省電、發光效率高與不易破損等優點，但在某些角度會出現高色溫的光束。這樣的色偏狀況平均約介於 1000 K 至 2500 K 之間，即使是研究文獻的最佳紀錄也僅 200 K 左右，與一般日光燈管相幾乎無色偏相較，還有很大差距。本研究改良的封裝技術，可以大幅降低 LED 的空間色偏，色溫 5000 K 的 LED 空間色偏可低於  $\pm 100$  K[6-9]。

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】377期・103年9月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：[www.automan.tw](http://www.automan.tw)