



LED大面積螢光貼片 光學模擬與量測技術

Optical Simulation and Measurement
for Large-Area LED Phosphor Plate

張劭宇 廖瑋琄 彭耀祈

國立台灣大學
光電工程研究所 研究生

林晃巖

國立台灣大學
光電工程研究所 教授

徐達偉 黃萌祺 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

關鍵詞(Keywords)

- 色容差 Standard Deviation of Color Matching (SDCM)
- 螢光貼片 Phosphor Plate
- 點膠法 Dispensing Method

摘要(Abstract)

美國能源局(DOE)已明訂2015年起LED燈具空間色偏 $< \pm 100$ K，色差 < 2 色容差(standard deviation of color matching)的標準，然而目前傳統螢光粉點膠法因為空間色偏大、批量色差大、螢光粉沉降等問題未能符合要求。本研究模擬螢光貼片之物理參數，達成低空間色偏、低成本、低

色差的新產品設計，優於美國 DOE 2015 年之需求，有助於台灣封裝技術的提升與燈具組裝進入歐美高階市場，先期成果聚焦於開發尺寸 5 cm×5 cm，空間色偏 $< \pm 250$ K 之螢光貼片以驗證未來應用之可行性。

The United States Department of Energy (DOE) has stipulated in the standard for luminaires that the spatial angular color deviation (SACD) should be less than ± 100 K, and the SDCM (standard deviation of color matching) needs to be smaller than 2 beginning in 2015. However, the traditional phosphor dispensing method suffered the problems of huge SACD, batch color shift, phosphor sedimentation and so on. Therefore, in this study, we simulated and measured the optical properties of large-area phosphor plate to conquer all the disadvantages of conventional approaches mentioned before and got better color performances



than the DOE announced. This preliminary study is helpful in promoting local vendors' technologies to easily enter high-end markets in Europe and North America. Finally, we demonstrated the phosphor sheet with size up to 5 cm ×5 cm with SACD smaller than 250 K to prove its future feasibility for mass production.

1. 前言

2012 年美國能源局宣示到 2015 年固態照明方面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 ± 800 K 降至 ± 100 K，而美國環保署 2015 年要求 LED 燈具須達到空間色偏低於 ± 100 K 才能符合能源之星之認證。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，如圖 1 所示，造成封裝良率下降，而導致進入歐美市場之技術障礙 [1-4]。

2. 螢光貼片之光學模擬與塗佈測試

2.1 螢光貼片之光學模擬

螢光片本身的製程參數優化，牽涉到矽膠和螢光粉的最佳比例，還有螢光片厚度與 LED 藍光晶片的距離等。原本需要耗費大量工時進行試誤 (try and error) 的傳統製程，在本研究中透過多重尺度 (multi-scale) 的光學模擬方法，事先進行虛擬的實驗設計將不受人、事、時、地、物的限制，既省時又方便 [5-9]。其中超低色偏之大面積螢光貼片對於光學特性要求如下：(1) 受激之螢光粉之激發波長對激發光之頻譜具良好吸收率。(2) 對所吸收之波長具高螢光粉轉換效率。(3) 螢光粉材料之物性及化學性質穩定，不易與封裝材料及後續製程材料產生作用。(4) 具較佳之濃度淬滅特性。(5) 螢光粉體粒徑均勻度高。無機螢光粉體之吸收頻譜及發光波長等光學特性主要由其主體晶格及活

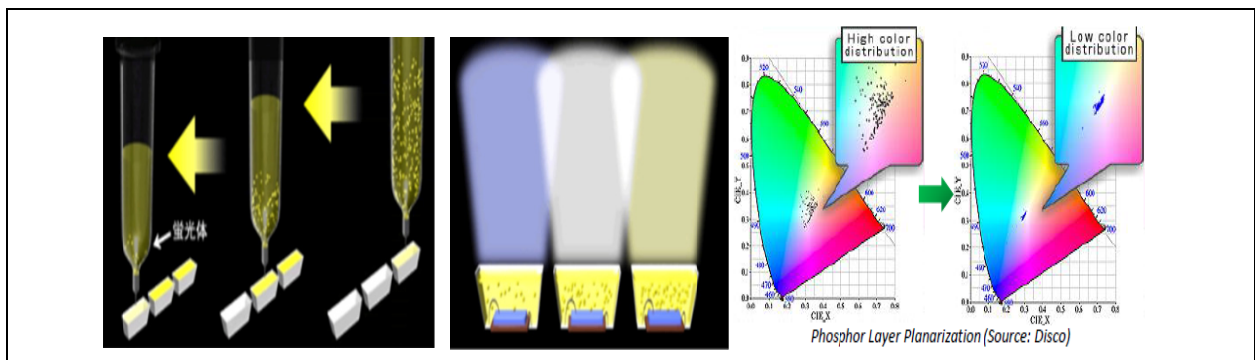


圖 1 螢光粉沉澱造成之色偏

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】387期・104年6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