



利用脈衝噴塗法發展全彩白光發光二極體



Full-Color Emission of White Light-Emitting Diodes Using a Pulsed Spray Method

國立交通大學光電工程學系 博士班四年級 陳國儒
指導教授：郭浩中教授、施閔雄教授

研究重點

在本研究中，將分為兩部分進行探討，在第一部份的研究中，我們針對白光發光二極體的色溫均勻性與發光效率提出改善方法在色溫均勻性部分，由於氧化鋅奈米粒子(ZrO_2 nano particle)具有散射能力，藉由脈衝噴塗機噴塗氧化鋅奈米粒子於封裝體表面以解決均勻性之問題。在提高發光效率方面，在分離式螢光粉結構中噴塗雙層螢光粉結構，可提高光能的利用率，並增加發光效率。在第二部分研究中，利用脈衝噴塗機噴塗紅綠藍量子點於玻璃基板上，並搭配布拉格反射結構(DBR)，成功製作像素排列與白光發光二極體，達成提高均勻性與顏色之間區別性之優勢，成為未來下一代量子點顯示器發展趨勢。

研究成果

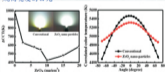
A. 高均勻性白光發光二極體

首先，在本實驗中，色偏差定義為在大角度的色溫(Color temperature)減去垂直角度的色溫。圖一(為不同氧化鋅奈米粒子與矽膠混合物噴塗於封裝體之重量比例與色偏差的關係圖，本研究指出，當噴塗於封裝體上的氧化鋅奈米粒子層單位重量為 10 mg/cm^2 時，色偏差可由 1000K 減少至 420K ，相較於傳統結構中可得到 58% 的改善。標圖為傳統與氧化鋅奈米粒子噴塗過後的分離式白光發光二極體發光型比較圖，可發現氧化鋅奈米粒子可以使藍光與黃光更均勻，並且解決黃圈現象，當氧化鋅奈米粒子單位重量為 10 mg/cm^2 時，可以達到最佳化的色溫均勻性。噴塗氧化鋅奈米粒子層後，在量測角度範圍 -70 度至 70 度內，其色偏差可從 1000K 降至 420K 。

B. 新穎量子點照明顯示元件

圖二為利用紫外光激發的紅綠藍像素結構與2吋白光光源，每單位像素的大小為 2 公厘平方，若使用更小的遮罩，可以得到更加均勻性的紅綠藍像素結構，並且用於顯示器上面。由圖二中可發現，對於紅綠藍像素而言，並沒有各種顏色互相干涉的問題與每種顏色相當均勻，而白光光源顯示高均勻性與高品質的量子點白光光源。

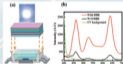
在完成大尺寸的光源之後，將量子點光源做成真實LED封裝結構，如圖三所示，呈現電性頻譜(EL)比較有無布拉格反射結構，利用紫外光LED激發後的量子點光源可得到紅色、綠色與藍色三種顏色，有搭配布拉格反射結構可有效增加三種顏色的強度，並且呈現高亮度的白光。



■ Fig. 1 (a) The CCT deviation of different weight of ZrO_2 layer (b) The angular-dependent correlated color temperature of conventional and ZrO_2 nano-particles remote phosphor.



■ Fig. 2 Image of the (a) pixel pattern, (b) a 2-in. full wafer structure under UV excitation.



■ Fig. 3 QLED device in action; bottom: the device schematic diagram, (b) EL spectra with and without the DBR structure.

研究生活及心得

感謝中技社和評審委員的肯定，首先我要感謝博士班指導教授郭浩中教授、施閔雄教授與林建中教授在研究上的指導，並且教導我許多做人處事的道理，感謝碩士班指導老師謝淑芬教授，劉如基教授與李敏鴻教授帶領我進入LED的世界，也要感謝實驗室幫助過我的學長姐、同學還有學弟妹，有你們的幫忙才有如此豐碩的研究成果，最後我要感謝我的父母親、家人與女朋友的陪伴，因為有你們的支持，使我能勇敢無懼地面對未來的挑戰。