

目前本實驗室研究成果為白光發光二極體光學設計與製作，研究成果內容可分為四部份；茲分別敘述如下：

一、高演色指數(color rendering index, CRI)白光發光二極體研究。

二、色溫 (correlated color temperature, CCT) 可調式白光發光二極體結構設計與製作。

三、偏極化(polarized)白光發光二極體結構設計與製作。

四、發光顏色穩定之白光發光二極體研究。

一、高演色指數(color rendering index, CRI)白光發光二極體

本成果的主要目的為開發設計高演色且高效率白光發光二極體的發

光層構與應用，一方面利用一維光子晶體之全方位反射器

(omni-directional reflector)的特性原理，設計僅全方位反射特定

紫外光發光二極體的波長如 370~400nm，以便與發光二極體所在基板

表面形成激發腔(pumping cavity)。該激發腔有類似 Fabry-Perot 發

光層構，以便一維光子晶體全方位反射由紫外線發光二極體發出之各

方向光束。因此一維光子晶體發光層構對各方向紫外光(400~370nm)

有 99%以上反射率，而對可見光具有完全穿透特性。由於在全方位反

射器與具有銀反射膜層之封裝板中間形成激發腔(pumping cavity)

發光層構 所以當發光二極體所發特定紫外光波長光穿過螢光粉層時，

特定波長會激發螢光粉產生二次可見光源即發出螢光，因此紫外光之光子被拘束在螢光粉層間反複多方向反射與穿過螢光粉層進而增加轉換效率(>15%)、降低色溫(<6500K)與均勻度。同時為提高CRI用於製作白光發光二極體常用材料主要可分別包含RGB三色螢光粉，本團隊針對RGB三色螢光粉配方加以改良以市售低演色性螢光粉，並以田口式實驗設計法與傳統藍光激發黃粉改良，取得演色性與色溫高達(CRI>95, CCT<6500K)的研究成果。研究成果已於2009發表在美國光學會期刊Applied Optics。

二、色溫可調式(correlated color temperature, CCT)白光發光二極體發光層構設計與製作。

本成果的主要目的為開發設計色溫可調式白光發光二極體的發光層構與應用，一方面利用我們已開發之全方位反射器(omni-directional reflector)的特性並將其規格提昇產生附加價值。針對不同的使用場合而即時改變白光發光二極體的色溫，使其應用範疇更加廣泛。市面上常見不同顏色的LED混合產生白光雖然擁有高發光效率、高演色性與色彩飽和度佳等優點，但因各晶粒的製作材料不同，因此衰退速度與驅動電流皆不同。且不同顏色LED混光也造成所需要克服的難題。其它使用四色晶粒R/G/B/amber混合出白光或使用暖白光(warm white), WW/G/B LED的組合也碰到相同問題。本

成果將上述紫外光(370nm) 激發白光發光二極體與另一紫光(410nm) 及一藍光晶粒(465nm) 共同封裝於此白光發光二極體發光層構中，藉由螢光粉的選擇與電流調控可獲得具有色溫可調性之白光發光二極體。經實驗驗證，發光品質已可調至色座標(0.3347, 0.3384)，色溫 5398 K，演色性 81，且色溫可調範圍為 3137K ~ 8746K，已包括日常生活中常用到的色溫範圍。因使用皆由 InGaN 材料製作的各波長激發光 LED 晶粒，衰退速度與驅動電流皆相同；使其在未來更有實際應用的可能。本成果已於 2009 發表在美國光學會知名期刊 Optics Express 並申請專利中，另獲選為 2010 年教育部技專校院技術研發成果發表入選作品(具有變色功能之白光光源)。

三、 偏光白光發光二極體

白光發光二極體，無論其採用紫外光發光二極體以激發均勻混有一定比例之藍色、綠色、紅色螢光粉之透明光學膠。或是利用藍光發光二極體晶片與黃光螢光粉組合而成之白光發光二極體，都存在有一共同缺點：所有以發光二極體晶片發出藍光或紫外光以激發螢光粉產生白光之白光發光二極體皆無法產生偏極化光以應用於照明。另外傳統白織燈泡、電子省電燈管與日光燈亦皆為非偏極光光源，目前技術以外加一偏光片以產生偏極化白光光源以增加其在照明應用範圍，但其有降低亮度與偏光片老化變質問題尚待克服。本成果研發一偏極化白光

發光二極體發光層構採用紫外光二極體晶片、全方位反射器與偏極器 (polarizer) 藉由此全方位反射器的設置可提升偏極化白光發光二極體的發光效率並防止紫外光二極體晶片產生之紫外光外溢至偏極化白光發光二極體外。另外，藉由具次波長奈米光柵(subwavelength grating) 發光層構之金屬偏極器(nano-wire grid polarizer) 使用則可偏極化白光發光二極體內所產生白光，因而形成偏極化白光發光二極體。本團隊於2009.6.17 入圍奇美獎決賽(具偏光特性之白光發光二極體光源)。

四、發光顏色穩定之白光發光二極體

使用藍光LED 加上YAG:Ce 螢光粉所製成之白光LED，其優點係發光效率高、技術成熟、製程簡單。由文獻可知溫度上升係影響LED 特性改變之主要因素，包含發光光譜與螢光粉轉換效率，當LED 外加高電流時可發現其溫度效應如發光亮度與顏色改變更為明顯。本成果以藍光發光二極體搭配黃色螢光粉YAG:Ce 產生之白光光源的型式，在封裝結構上加上截止濾光片進行白光光譜穩定性的探討。利用光學濾光片方式改善白光LED 發光光譜之穩定性，透過濾光片對於不同波長之藍光穿透率，控制藍光的出光量以降低色溫，並且將多餘的藍光反射回螢光膠層進行多次激發，此方式經實驗初步證明證可改善上述缺點。研究成果已於2011 發表在美國光學會期刊Applied Optics。