



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I509840 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 11 月 21 日

(21) 申請案號：101140655

(22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 11 月 02 日

(51) Int. Cl. : **H01L33/48 (2010.01)**(71) 申請人：國立交通大學 (中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)
新竹市大學路 1001 號(72) 發明人：王興宗 WANG, SHING CHUNG (TW)；郭浩中 KUO, HAO CHUNG (TW)；陳信
助 CHEN, HSIN CHU (TW)；陳國儒 CHEN, KUO JU (TW)

(74) 代理人：黃孝惇

(56) 參考文獻：

US 2009/0057699A1

US 2012/0001204A1

US 2012/0107622A1

審查人員：王世賢

申請專利範圍項數：1 項 圖式數：12 共 26 頁

(54) 名稱

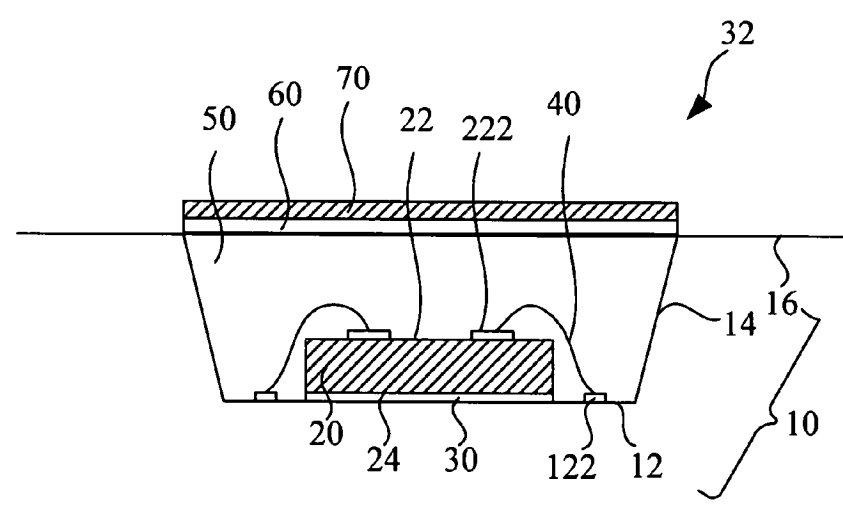
白光發光二極體封裝結構的製造方法

METHOD FOR FORMING THE WHITE LIGHT EMITTING DIODE

(57) 摘要

一種白光發光二極體封裝結構的製造方法，包括：提供基板；提供發光二極體晶片，且將發光二極體晶片置放在基板上且與基板以導線電性連接，使得在基板及在發光二極體晶片之上形成容置空間；執行封裝製程，係於容置空間內填入封裝材料以包覆發光二極體晶片、導線及基板表面以形成封裝結構；形成螢光粉層在封裝結構之表面上；以及形成含氧化物膠層在螢光粉層上。一種白光發光二極體封裝結構，包括：發光二極體封裝結構；螢光粉層，設置在發光二極體封裝結構之表面上；以及含氧化物膠層，設置在該螢光粉層之上。

A method for forming a white light emitting structure is provided, which includes a substrate that is provided. A light emitting chip is provided and disposed and electrically connected with the substrate via the conductive wiring, so that an accommodate space is formed over the substrate and the light emitting chip. A packaging process is performed to fill the package material into the accommodate space to encapsulate the light emitting chip, the conductive wiring and the substrate to form a package structure. A phosphor layer is formed on the surface of the package structure. An oxide glue layer is formed on the phosphor layer. A white light emitting package structure is also provided. The package structure includes a light emitting package structure. A phosphor layer is disposed on the surface of the light emitting package structure. An oxide glue layer is formed on the phosphor layer.



第4圖

- 10 . . . 基板(導線架)
- 12 . . . 晶片承座
- 122 . . . 連接端點
- 14 . . . 內引腳
- 16 . . . 外引腳
- 20 . . . 發光二極體晶片
- 22 . . . 主動面
- 222 . . . 焊墊
- 24 . . . 背面
- 30 . . . 黏著層
- 32 . . . 封裝結構
- 40 . . . 導線
- 50 . . . 封裝材料
- 60 . . . 螢光粉層
- 70 . . . 含氧化物膠層

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101/140655

※申請日：101.11.02

※IPC分類：H01L³³/48 (2010.01)

一、發明名稱：白光發光二極體封裝結構的製造方法
/Method for forming the white light emitting diode

二、中文發明摘要：

一種白光發光二極體封裝結構的製造方法，包括：提供基板；提供發光二極體晶片，且將發光二極體晶片置放在基板上且與基板以導線電性連接，使得在基板及在發光二極體晶片之上形成容置空間；執行封裝製程，係於容置空間內填入封裝材料以包覆發光二極體晶片、導線及基板表面以形成封裝結構；形成螢光粉層在封裝結構之表面上；以及形成含氧化物膠層在螢光粉層上。一種白光發光二極體封裝結構，包括：發光二極體封裝結構；螢光粉層，設置在發光二極體封裝結構之表面上；以及含氧化物膠層，設置在該螢光粉層之上。

三、英文發明摘要：

A method for forming a white light emitting structure is provided, which includes a substrate that is provided. A light emitting chip is provided and disposed and electrically connected with the substrate via the conductive wiring, so that an

accommodate space is formed over the substrate and the light emitting chip. A packaging process is performed to fill the package material into the accommodate space to encapsulate the light emitting chip, the conductive wiring and the substrate to form a package structure. A phosphor layer is formed on the surface of the package structure. An oxide glue layer is formed on the phosphor layer. A white light emitting package structure is also provided. The package structure includes a light emitting package structure. A phosphor layer is disposed on the surface of the light emitting package structure. An oxide glue layer is formed on the phosphor layer.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第4圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10 基板(導線架)

12 晶片承座

122 連接端點

14 內引腳

16 外引腳

● 20 發光二極體晶片

22 主動面

222 焊墊

24 背面

30 黏著層

32 封裝結構

40 導線

50 封裝材料

● 60 螢光粉層

70 含氧化物膠層

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於一種白光發光二極體封裝結構的製造方法，特別是將螢光粉層及氧化物膠層形成在發光二極體封裝結構之白光發光二極體封裝結構的製造方法。

【先前技術】

利用發光二極體(light-emitting diode, LED)產生與太陽光色相似之白光，以致大幅取代傳統的日光做為白光照明，是目前照明光源科技領域中，積極研發的目標，因為與傳統的光源相比，發光二極體比傳統的照明設備高出10倍以上的使用壽命。此外，體積小、亮度高，在製作過程與廢棄處理上較傳統的光源有環保等許多優點，而可視為下一世代重要的照明光源。

目前單晶片白光發光二極體的技術主要的方式主要有，以發光波長小於400 nm的紫外光發光二極體(UV-LED)的晶片作為激發光源激發紅、綠、藍(RGB)三種不同光色的螢光體(phosphor)以混合形成白光。在本方法中，需要尋找數種在品質、劣化程度搭配得宜的螢光組成物，以控制白光光源品質。另一種技術是以藍光發光二極體的晶片激發黃光螢光組成物而產生白光。於本方法中，尋找適當品質的黃光螢光劑十分重要，除了已知的鈮鋁石榴石結構的 $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ (YAG:Ge)螢光組成物以外，並無沒有其他有效的黃光材料或者其他材料能夠被發現。

此外，白光的產生一直是藉由兩種以上的螢光物質發

出不同波長的冷光(luminescence)混合達成，如果用直接發射白光的單一物質，將可大幅簡化製程，是產業界追求的目標。

目前白光發光二極體最多的作法係利用互補色調配白光的原理，以波長 460 nm 的氮化鎵銦(InGaN)藍光晶粒塗上一層 YAG 螢光物質，利用藍光發光二極體照射螢光物質產生與藍光互補的黃光，再利用透鏡原理將互補的藍光和黃光混合，即可得到肉眼所見的白光。因此，只需要使用單一晶粒，因此製作的成本相對較低。但此方法的缺點在於，於光譜中缺乏紅色，使得在照射紅色物體時，會顯示出偏黃色的紅色，其色彩的均勻性不足或是無法獲得真實的色彩演光性。因此，目前亦有開發數種以紅光螢光組成物與 YAG:Ce 所產生之黃光混合，加以改善並且獲得較佳光源演色係數。但是由於兩種不同的主體螢光組成物之間，其劣化程度差異甚大，因此容易產生色彩的偏差，無法產生自然的白光。

【發明內容】

根據以上所述之習知技術的缺點，本發明係主要目的係揭露一種將螢光粉層與含氧化物膠層依序形成在發光二極體封裝結構上，以使白光發光二極體封裝結構在發光時，具有均勻的色彩。

本發明的又一目的係將螢光粉層與含氧化物膠層分別形成在發光二極體封裝結構上，以使白光發光二極體封裝結構在發光時，可以增加光線的均勻性。

根據上述目的，本發明揭露一種白光發光二極體封裝結構的製造方法，包括：提供基板；提供發光二極體晶片，且將發光二極體晶片置放在基板上且與基板以導線電性連接，並使得在基板及在發光二極體晶片之上形成容置空間；執行封裝製程，係於容置空間內填入封裝材料以包覆發光二極體晶片、基板及導線以形成封裝結構；形成螢光粉層在封裝結構之表面上；以及形成氧化物膠層在螢光粉層上。

● 本發明之一實施例中，上述之發光二極體晶片設置在基板上的方式包括打線接合(wire bonding)技術及覆晶晶片(flip chip)結合技術。

本發明之一實施例中，上述之封裝材料為矽膠(silicon)或環氧樹脂(epoxy)。

本發明之一實施例中，上述之形成螢光粉層係利用噴塗法。

● 本發明之一實施例中，上述之形成氧化物膠層包括：提供氧化物奈米粒子；以及將氧化物奈米粒子與矽膠層混合以形成氧化物膠層。

本發明之一實施例中，上述之氧化物膠層內之封裝結構之氧化物奈米粒子及矽膠層的濃度比為 5%:95%。

此外，根據上述方法，本發明揭露一種白光發光二極體封裝結構，包括：發光二極體封裝結構；螢光粉層，設置在發光二極體封裝結構之表面上；以及含氧化物膠層，設置在該螢光粉層之上。

本發明之一實施例中，上述之氧化物膠層係由氧化物

奈米粒子及矽膠所構成。

本發明之一實施例中，上述之氧化物奈米粒子為氧化鋯(ZrO_2)、氧化鈦(TiO_2)、氧化鋁(AlO_2)或二氧化矽(SiO_2)。

故而，關於本發明之優點與精神可以藉由以下發明詳述及附圖式解說來得到進一步的瞭解。

【實施方式】

本發明在此所探討的方向為一種白光發光二極體封裝結構的製造方法，係在發光二極體封裝結構上形成螢光粉層及氧化物膠層，以增加白光發光二極體封裝結構在發光時，光線均勻性及色彩均勻性。

請先參考第 1A 圖，係表示將發光二極體晶片設置在基板上之示意圖。在第 1A 圖中，係先提供一基板 10，於此實施例中，係以導線架(lead-frame)做為基板 10 以及發光二極體晶片 20 為氮化鎵系之藍光發光二極體晶片(GaN-based blue LEDs)。

於本發明第 1A 圖中的實施例，做為基板 10 之導線架通常具有晶片承座 12、至少一對內引腳 14 及至少一對外引腳 16，其中晶片承座(die paddle)12 係以沉置(down-set)的方式設置，使得外引腳 16 與晶片承座 12 之間具有一高度差。

接著仍於本發明第 1A 圖中，提供具有一主動面 22 及一背面 24 之發光二極體晶片 20，且於主動面 22 上具有焊墊 222。然後，發光二極體晶片 20 以背面 24，藉由黏著層 30 固著在導線架 10 的晶片承座 12 上，使得在發光二極體

晶片 20 之上方、導線架 10 的晶片承座 12 及一對內引腳 14 之間形成容置空間 28。接著，利用打線接合製程(wire bonding process)，將導線 40 的一端形成在發光二極體晶片 20 的主動面 22 的焊墊 222 上，而導線 40 的另一端則是形成在導線架 10 的晶片承座 12 的連接端點 122 上，使得發光二極體晶片 20 與導線架 10 彼此電性連接。於此實施例中，黏著層 30 可以是銀膠(silver paste)或是導電膠(conductive film)。

● 另外請參考第 1B 圖，於本發明中還揭露另一種將發光二極體晶片 20 設置在導線架 10 上的方式。在第 1B 圖中，發光二極體晶片 20 係以主動面 22 朝下，以覆晶接合(Flip chip)方式，藉由黏著層 30，將發光二極體晶片 20 固著在導線架 10 的晶片承座 12 上，且發光二極體晶片 20 之主動面 22 上之焊墊 222 與導線架 10 形成電性連接。同樣地，在發光二極體 20 的背面 24 的上方與內引腳 14 之間係具有容置空間 28。於此實施例中，黏著層 30 可以是導電膠(conductive film)。另外要說明的是，於後續的發光二極體封裝結構的製程步驟中，係以第 1A 圖中的發光二極體結構來做說明。

接著，請參考第 2 圖，係表示形成發光二極體封裝結構之示意圖。在第 2 圖中，其封裝結構的形成方式係包含：於晶片承座 12、一對內引腳 14 及發光二極體晶片 20 上方所形成的容置空間 28 內填入封裝材料 50，以包覆發光二極體晶片 20、導線 40 及晶片承座 12。接著，經過固化步驟之後於容置空間 28 內係形成發光二極體封裝結構 32，

此封裝結構 32 之高度係與外引腳 16 之高度相同。於此實施例中，其封裝材料 50 為矽膠(silicon)或是環氧樹脂(epoxy)。

接著請參考第 3 圖，係表示於發光二極體封裝結構上形成螢光粉層之示意圖。於第 3 圖中，係先將第 2 圖所示之結構置放在噴嘴裝置(spray nozzle)(未在圖中表示)的下方。接著，透過此噴嘴裝置，將含有螢光粉之漿液(或溶液)均勻的噴灑在發光二極體封裝結構 32 的表面上，使得在發光二極體封裝結構 32 的表面被覆蓋一層螢光粉層 60。於此實施例中，在發光二極體封裝結構 32 上之螢光粉層 60 的厚度約為 $100\mu\text{m}$ ，其螢光粉可以是鈮鋁石榴石螢光粉(yttrium aluminum garnet, YAG，化學式為 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$)。

緊接著，請參考第 4 圖，係表示在發光二極體封裝結構之螢光粉層上形成氧化物膠層之示意圖。在第 4 圖中，係先將氧化物奈米粒子(未在圖中表示)與矽膠(未在圖中表示)混合，以形成氧化物之奈米粒子膠狀物(未在圖中表示)，於此膠狀物中，氧化物奈米粒子與矽膠的混合濃度比例約為 5%:95%。接著，將此膠狀物均勻的塗佈在發光二極體封裝結構 32 的螢光粉層 60 上，待固化之後，即在發光二極體封裝結構 32 的螢光粉層 60 上形成氧化物膠層 70，係完成白光發光二極體封裝結構之製程。於此實施例中，係以氧化鋯奈米粒子為例來做為氧化物膠層 70 之主要成份，而在本發明的其它實施例，氧化物奈米粒子還可以是氧化鋁(Al_2O_3)、氧化鈦(TiO_2)或是二氧化矽(SiO_2)。

於本發明之另一實施例，係以電路板做為基板 101。首先請參考第 5A 圖，係表示以發光二極體晶片設置在基板上之示意圖。在圖 5 中，基板 101 可以是印刷電路板、玻璃、石英、陶瓷或金屬薄板 (metal foil)。接著，將發光二極體晶片 20 以主動面 22 朝上的方式，並藉由黏著層 30 將發光二極體晶片 20 的背面 24 與固著在印刷電路板 101 上。接下來，同樣利用打線接合的方式，將導線 40 的一端 (未在圖中表示) 形成在發光二極體晶片 20 之主動面 22 上之焊墊 222 上，導線 40 的另一端 (未在圖中表示) 形成在印刷電路板 101 表面上所預設的連接端點 1012，使得發光二極體晶片 20 藉由導線 40 與印刷電路板 101 電性連接。

於另一實施例中，如第 5B 圖所示，係表示發光二極體晶片 20 係以覆晶方式設置在印刷電路板上之示意圖。再第 5B 圖中，係將發光二極體晶片 20 的主動面 22 朝下，並以覆晶接合 (flip chip) 的方式，將發光二極體晶片 20 之主動面 22 上藉由黏著層 30 固著於印刷電路板 101 上，並讓發光二極體晶片 20 之主動面 22 上之焊墊 222 與印刷電路板 101 電性連接。其中，黏著層 30 係為導電膠 (conductive film)。

在此要說明的是，在接下來的製程步驟中，由於第 5A 圖與第 5B 圖僅在於發光二極體晶片 20 設置於印刷電路板 101 上之方式不同，而在後續的製程中其實施步驟均相同，因此係以第 5A 圖之結構做說明。

接著請參考第 6 圖，係表示發光二極體封裝結構之示意圖。在第 6 圖中，係執行封裝製程，將封裝材料 50 包覆

第 5A 圖中之印刷電路板 101 之表面、發光二極體晶片 20 及導線 40，待經過烘烤等固化製程(未在圖中表示)之後，係形成具有一平坦表面之發光二極體封裝結構 33。於此實施例中，其封裝材料 50 可以是矽膠或環氧樹脂。

接著請參考第 7 圖，係表示在發光二極體封裝結構上形成螢光粉層之示意圖。在第 7 圖中，與前一實施例相同，將第 6 圖所示之結構置放在噴嘴裝置(spray nozzle)(未在圖中表示)的下方。接著，透過此噴嘴裝置，將含有螢光粉之漿液(或溶液)均勻的噴灑在發光二極體封裝結構 33 的表面上，使得在發光二極體封裝結構 33 的表面被覆蓋一層螢光粉層 60。於此實施例中，在發光二極體封裝結構 33 上之螢光粉層 60 的厚度約為 100 μ m。

接下來請參考第 8 圖，係表示在發光二極體封裝結構之螢光粉層上形成含氧化物膠層之示意圖。在第 8 圖中，先將氧化物奈米粒子(未在圖中表示)與矽膠(未在圖中表示)混合，以形成氧化物之奈米粒子膠狀物(未在圖中表示)，於此膠狀物中，氧化物奈米粒子與矽膠的混合濃度比例約為 5%:95%。接著，將此膠狀物均勻的塗佈在發光二極體封裝結構 33 的螢光粉層 60 上，待固化之後，即在發光二極體封裝結構 33 的螢光粉層 60 上形成氧化物膠層 70，係完成白光發光二極體封裝結構之製程。於此實施例中，係以氧化鋇奈米粒子為例來做為氧化物膠層之主要成份，而於本發明的其它實施例中，氧化物奈米粒子還可以是氧化鋁(AlO_2)、氧化鈦(TiO_2)或是二氧化矽(SiO_2)，故皆可於本發明中產生無法預期的效果。

而根據上述的實施例，本發明還進一步利用電子掃描顯微鏡(Scanning Electron Microscope, SEM)以及能量散射光譜儀(Energy Dispersive Spectrometer, EDS)來掃描氧化鋇奈米粒子及氧化鋇奈米膠層，並且得到氧化鋇奈米粒子及氧化鋇奈米膠層掃描後之圖像。如第 9A 圖及第 9B 圖所示。

在第 9A 圖中，係利用電子掃描顯微鏡(Scanning Electron Microscope, SEM)掃描氧化鋇奈米粒子之示意圖，可以得到在本發明的實施例中，所使用的氧化鋇奈米粒子的大小約為 300nm。

而在第 9B 圖中，係利用能量散射光譜儀(Energy Dispersive Spectrometer, EDS)照射掃描矽膠及氧化鋇奈米粒子混合後之氧化鋇奈米膠層之示意圖，可以得到矽原子及鋇原子的散佈分析的光譜圖。

接著，第 10 圖係表示相對色溫差與氧化鋇奈米粒子重量之關係圖。在第 10 圖中，最低的相對色溫差偏差值是在氧化鋇奈米粒子重量為 10 mg/cm^2 。此意謂著，氧化鋇奈米粒子與矽膠混合的最適重量約為 10 mg/cm^2 可以較佳的色溫差，使得發光二極體在發光時，其光線的色彩具有較佳的均勻性。

另外，第 11 圖係表示相對色溫與視角之關係圖。在第 7 圖中，在視角的角度為 -70 度至 70 度的範圍內，其傳統的遠端螢光發光二極體結構的色溫變化範圍是在 4500K 至 5500K 之間，其色溫之間的差值約為 1000K 。而本發明所揭露之具有氧化物膠層之發光二極體封裝結構中，在相同的

在視角的角度範圍內，其色溫的變化範圍在 4900K 至 5300K 之間，其色溫之間的差值約為 400K。因此，很明顯的得知，相較於傳統的遠端螢光發光二極體結構，本發明所揭露之具有氧化物膠層之發光二極體封裝結構中其色溫差變化較小但可以得到相同的視角角度。

第 12 圖係表示在固定的驅動電流下，其傳統的遠端螢光發光二極體結構與本發明所揭露之具有氧化物膠層之發光二極體封裝結構之流明流通量的變化。在第 12 圖中，係對傳統的遠端螢光發光二極體結構與本發明所揭露之具有氧化物膠層之發光二極體封裝結構通入同樣大小的電流，使得傳統的遠端螢光發光二極體結構以及本發明所揭露之具有氧化物膠層之發光二極體封裝結構在發光過程中，經量測之結果得知，在通入的驅動電流為 120 毫安培(mA)時，本發明所揭露之具有氧化物膠層之發光二極體封裝結構的流明流通量(luminescence flux)比傳統的遠端螢光發光二極體結構的流明流通量增加了 2.25%。

因此根據上述分析得知，本發明所揭露之具有氧化物膠層之發光二極體封裝結構可以增加照設時的光線均勻性，並且在相同的視角範圍下可以有較低的色溫差，可以有較均勻的色彩，並且可以降低在傳統遠端螢光發光二極體結構中所產生的炫光問題。因此可以廣泛的適用於發光二極體鏡片以及太陽能光板的應用上。

以上所述僅為本發明之較佳實施例而已，並非用以限定本發明之申請專利範圍；凡其它未脫離本發明所揭示之精神下所完成之等效改變或修飾，均應包含在下述之申請

專利範圍內。

【圖式簡單說明】

第 1A 圖係根據本發明所揭露之技術，表示將發光二極體晶片設置在基板上之示意圖；

第 1B 圖係根據本發明所揭露之技術，表示將發光二極體晶片以覆晶結合方式設置在基板上之示意圖；

第 2 圖係根據本發明所揭露之技術，表示形成發光二極體封裝結構之示意圖；

第 3 圖係根據本發明所揭露之技術，表示於發光二極體封裝結構上形成螢光粉層之示意圖；

第 4 圖係根據本發明所揭露之技術，表示在發光二極體封裝結構之螢光粉層上形成含氧化物膠層之示意圖；

第 5A 圖係根據本發明所揭露之技術，表示以發光二極體晶片設置在基板上之示意圖；

第 5B 圖係根據本發明所揭露之技術，表示發光二極體晶片係以覆晶方式設置在印刷電路板上之示意圖；

第 6 圖係根據本發明所揭露之技術，表示發光二極體封裝結構之示意圖；

第 7 圖係根據本發明所揭露之技術，表示在發光二極體封裝結構上形成螢光粉層之示意圖；

第 8 圖係根據本發明所揭露之技術，表示在發光二極體封裝結構之螢光粉層上形成含氧化物膠層之示意圖；

第 9A 圖係根據本發明所揭露之技術，表示利用電子掃描顯微鏡(Scanning Electron Microscope, SEM)掃描氧

化銦奈米粒子之 SEM 圖；

第 9B 圖係根據本發明所揭露之技術，表示利用能量散射光譜儀(Energy Dispersive Spectrometer, EDS)照射掃描矽膠及氧化銦奈米粒子混合後之氧化銦奈米膠層之 EDS 圖；

第 10 圖係根據本發明所揭露之技術，表示相對色溫差與氧化銦奈米粒子重量之關係圖；

第 11 圖係根據本發明所揭露之技術，表示相對色溫與視角之關係圖；以及

第 12 圖係根據本發明所揭露之技術，表示在固定的驅動電流下，其傳統的遠端螢光發光二極體結構與本發明所揭露之具有氧化物膠層之發光二極體封裝結構之流明流通量的變化。

【主要元件符號說明】

10 基板(導線架)

101 基板

1012 連接端點

12 晶片承座

122 連接端點

14 內引腳

16 外引腳

20 發光二極體晶片

22 主動面

•
222 焊墊

24 背面

28 容置空間

30 黏著層

32 封裝結構

33 封裝結構

40 導線

50 封裝材料

● 60 螢光粉層

70 氧化物膠層

七、申請專利範圍：

1. 一種具有氧化物膠層之白光發光二極體封裝結構的製造方法，至少包含：

提供一基板；

提供一發光二極體晶片，設置該發光二極體晶片於該基板上，使得在該基板及在該發光二極體晶片之上形成一容置空間，其中設置該發光二極體晶片在該基板上的方法，包括：

一打線接合(wire bonding)技術；以及

一覆晶晶片(flip chip)結合技術；

執行一封裝製程，係於該容置空間內填入一封裝材料以包覆該發光二極體晶片、該導線及該基板以形成一封裝結構，其封裝材料係由矽膠(silicon)以及環氧樹脂(epoxy)群組中所選出；

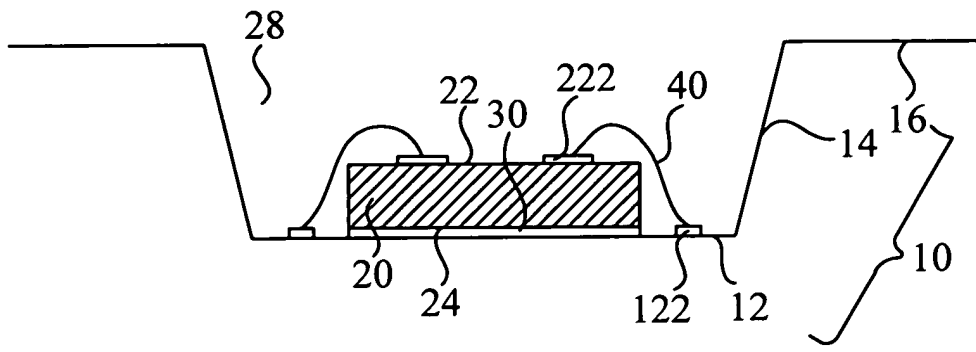
利用一噴塗法形成一螢光粉層在該封裝結構之一表面上，其中該螢光粉層的厚度約為 $100\mu\text{m}$ ；以及

形成一氧化物膠層在該螢光粉層上，包含：

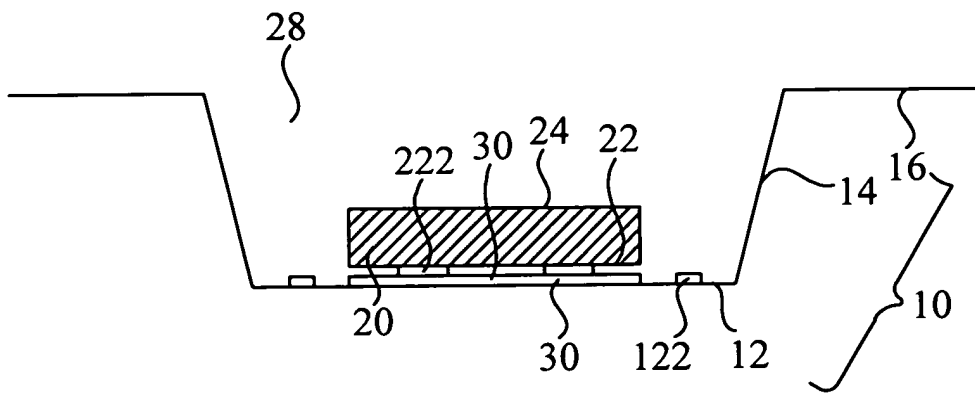
提供一氧化物奈米粒子；以及

混合該氧化物奈米粒子與一矽膠層，其中該氧化物奈米粒子係由氧化鋯、氧化鋁(AlO_2)、氧化鈦(TiO_2)以及二氧化矽(SiO_2)群組中所選出，該氧化物膠層內之該氧化物奈米粒子及該矽膠層的濃度比為5%:95%。

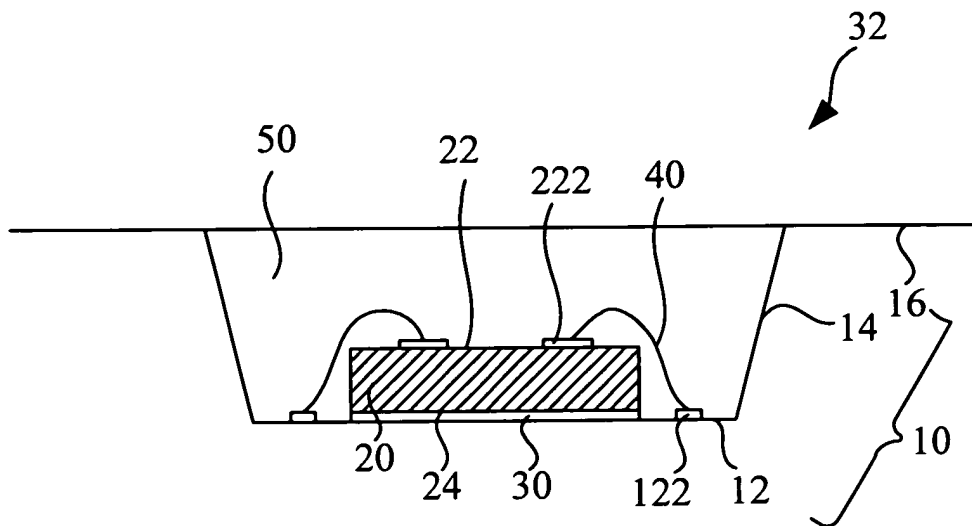
八、圖式：



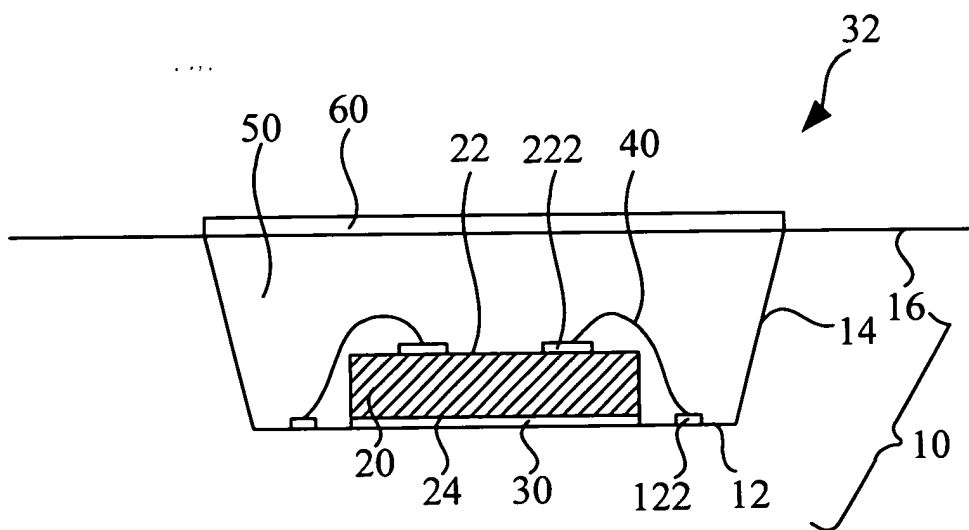
第1A圖



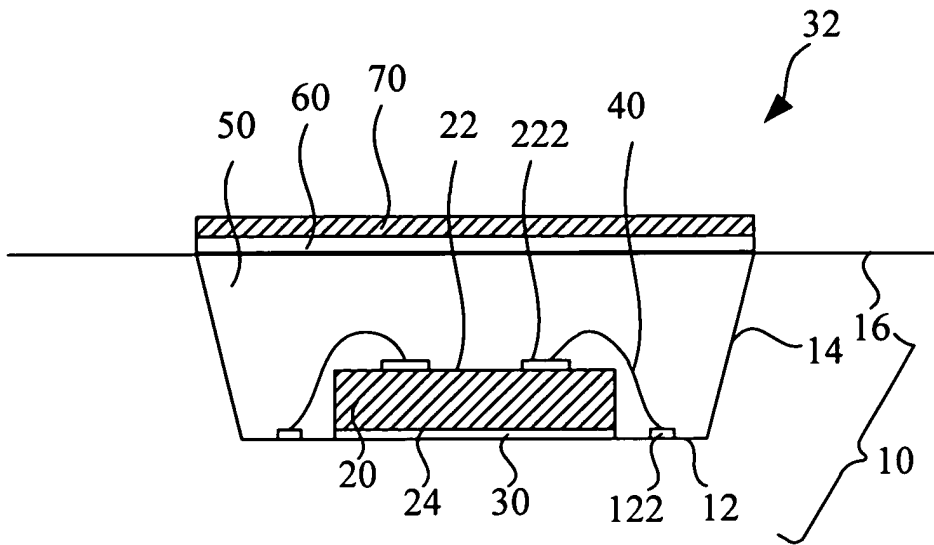
第1B圖



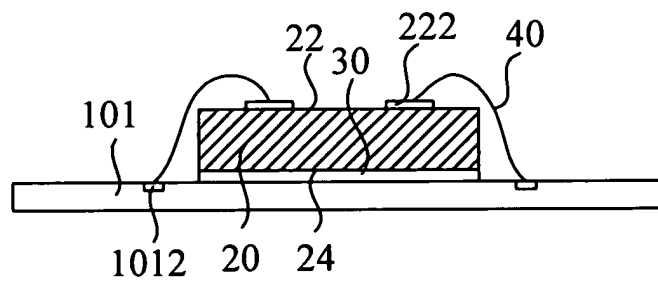
第2圖



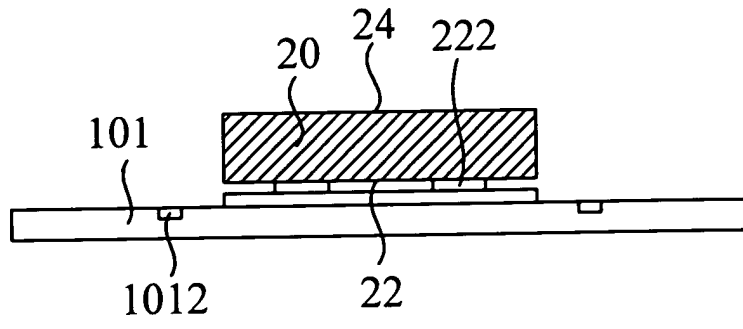
第3圖



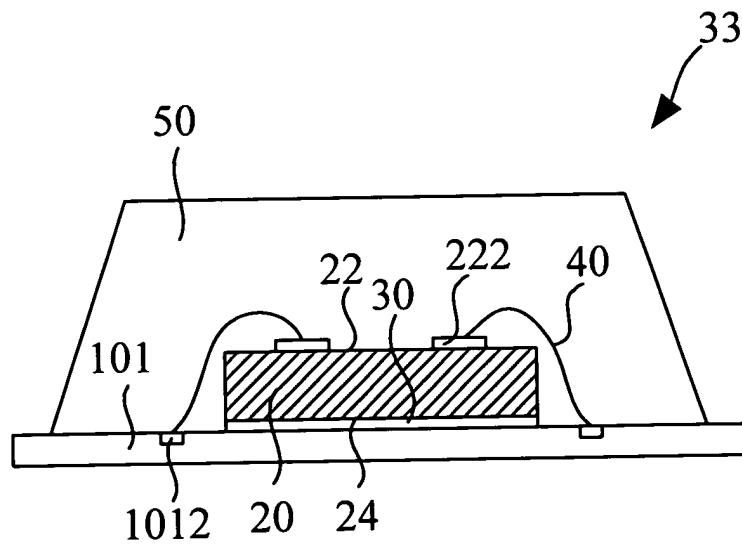
第4圖



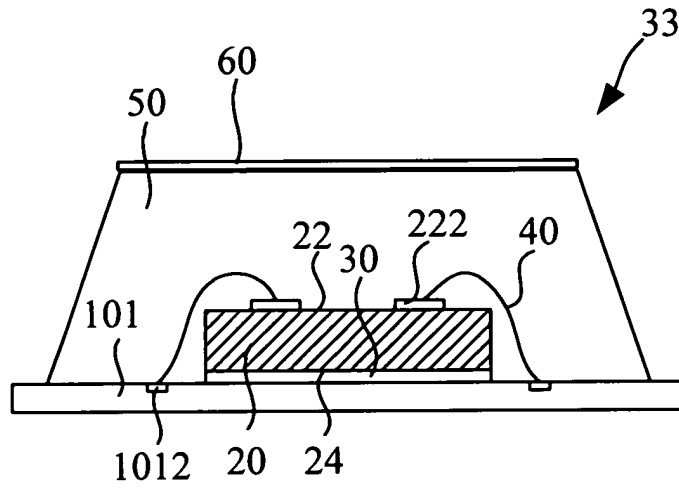
第5A圖



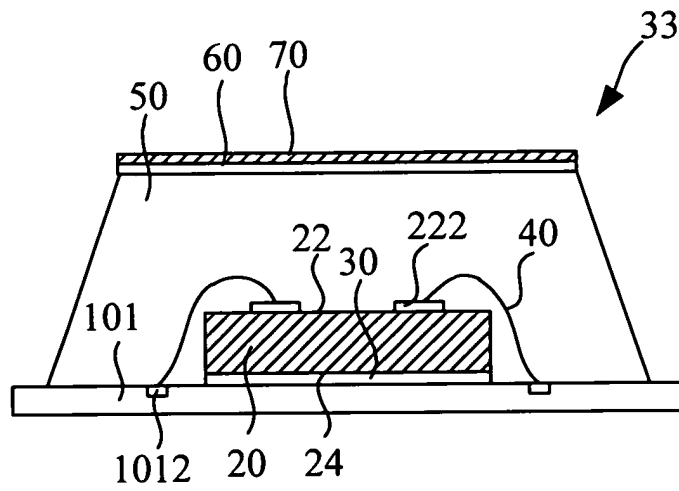
第5B圖



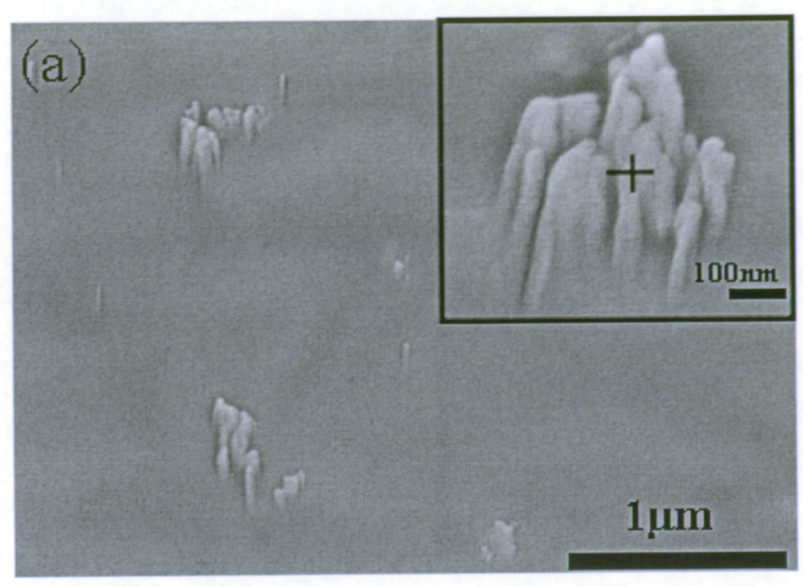
第6圖



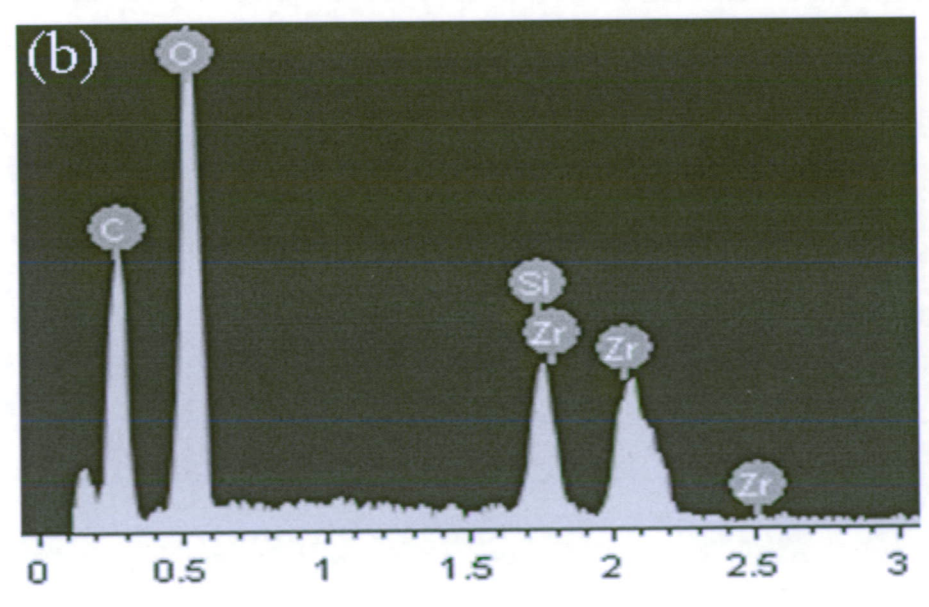
第7圖



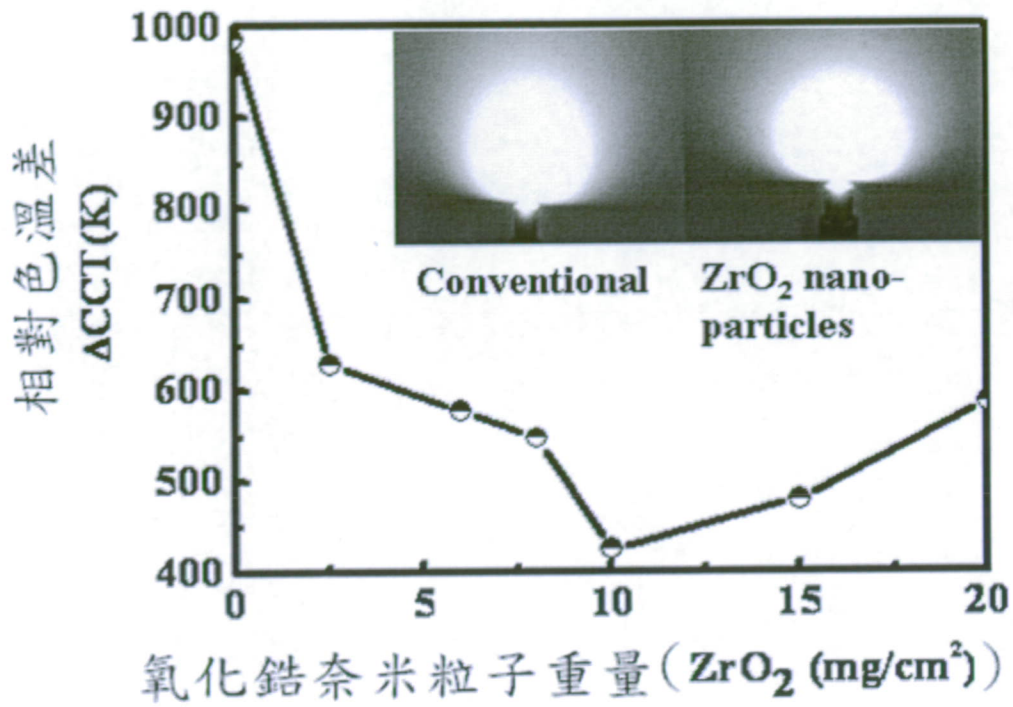
第8圖



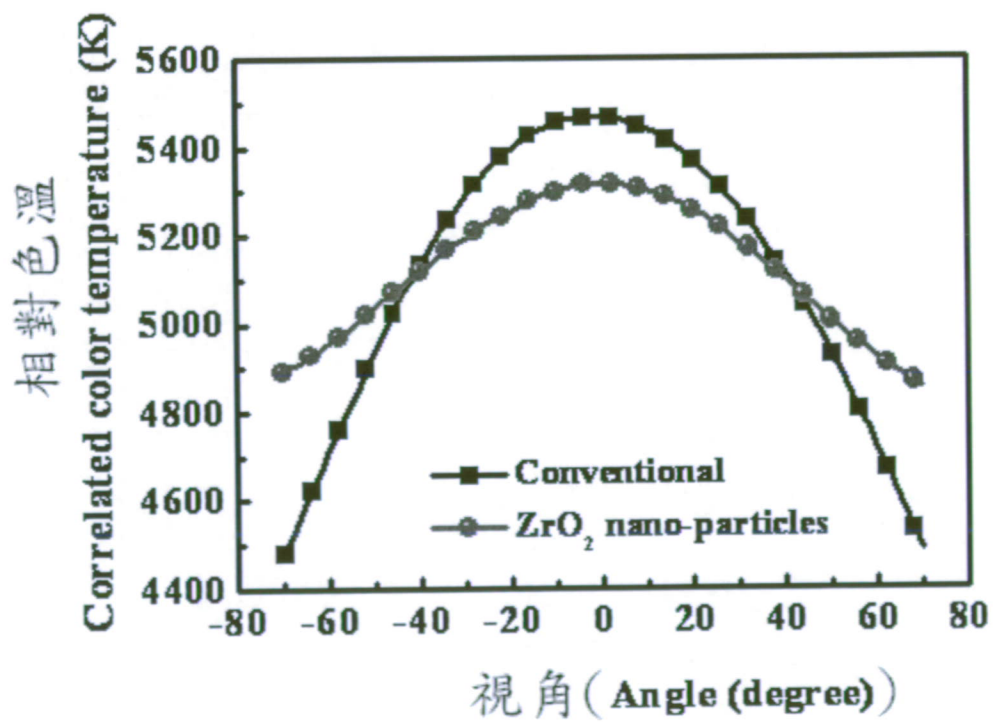
第9A圖



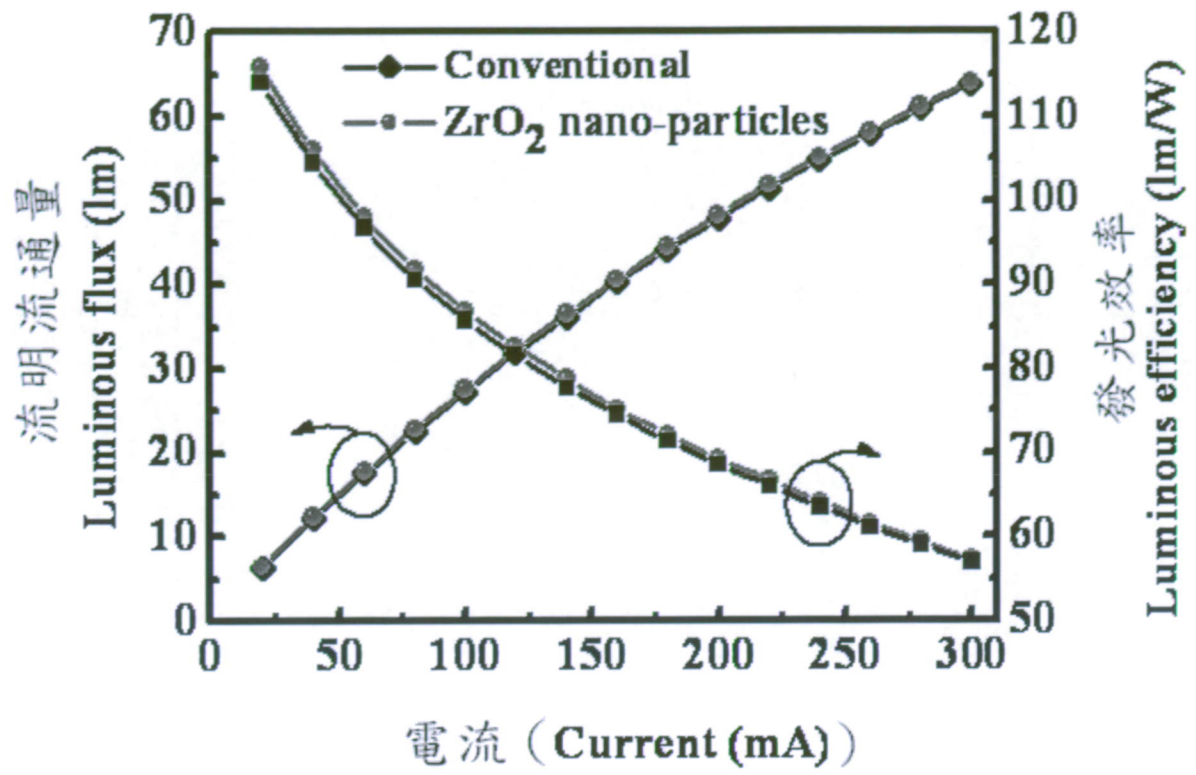
第9B圖



第10圖



第11圖



第12圖