



(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 I580094 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 04 月 21 日

(21)申請案號：102106835

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 02 月 27 日

(51)Int. Cl. : H01L51/56 (2006.01) H01L51/50 (2006.01)

(30)優先權：2012/03/02 南韓 10-2012-0022041

(71)申請人：三星顯示器有限公司(南韓) SAMSUNG DISPLAY CO., LTD. (KR)
南韓

(72)發明人：朴鎮宇 PARK, JIN-WOO (KR)

(74)代理人：李國光；張仲謙

(56)參考文獻：

TW 200711199A

TW 200915637A

TW 201001543A1

WO 2007/021627A1

審查人員：楊鴻偉

申請專利範圍項數：29 項 圖式數：5 共 36 頁

(54)名稱

準備有機發光裝置的方法

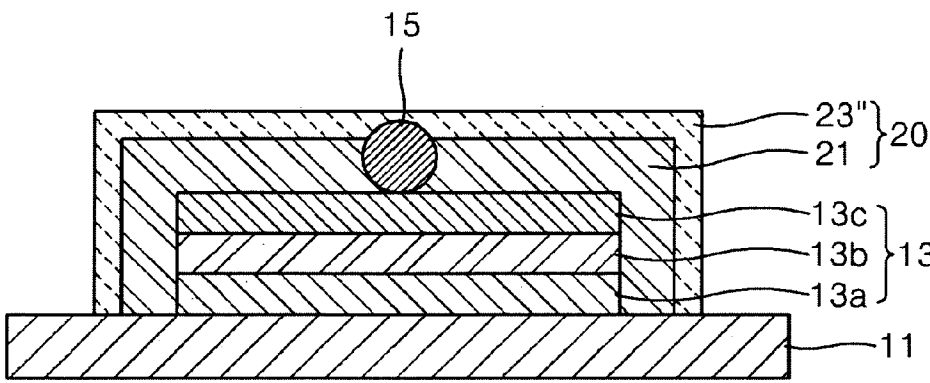
METHOD OF PREPARING ORGANIC LIGHT EMITTING DEVICE

(57)摘要

一種準備有機發光裝置之方法，其包含在基板上形成有機發光單元、以及形成接觸環境元素且包含含有低溫黏性轉換無機材料之至少一無機層的薄膜封裝層，其中用來形成無機層的製程包含藉由提供低溫黏性轉換無機材料於環境元素被放置之有機發光單元上，來形成包含低溫黏性轉換無機材料之前無機層；在大於低溫黏性轉換無機材料之黏性轉換溫度之溫度下於前無機層上執行第一修復製程；以及執行第二修復製程於經歷第一修復製程之前無機層上，以增加環境元素與低溫黏性轉換無機材料之間的結合力，以及增加低溫黏性轉換無機材料之間的結合力。

A method of preparing an organic light-emitting device includes forming an organic emission unit on a substrate, and forming a thin film encapsulation layer that contacts an environmental element, and that includes at least one inorganic layer including a low temperature viscosity transition (LVT) inorganic material, wherein the inorganic layer is formed using a process including forming a pre-inorganic layer including the LVT inorganic material by providing the LVT inorganic material onto the organic emission unit on which the environmental element is located, performing a first healing process on the pre-inorganic layer at a temperature greater than a viscosity transition temperature of the LVT inorganic material, and performing a second healing process on the pre-inorganic layer having undergone the first healing process to increase a binding force between the environmental element and the LVT inorganic material, and to increase a binding force among the LVT inorganic materials.

指定代表圖：



第 2D 圖

符號簡單說明：

- 11 . . . 基板
- 13 . . . 有機發光單元
- 13a . . . 第一電極
- 13b . . . 有機層薄膜
- 13c . . . 第二電極
- 15 . . . 環境元素
- 20 . . . 薄膜封裝層
- 21 . . . 有機層
- 23' . . . 前無機層



申請日: 102.2.27

【發明摘要】

IPC分類: H01L 51/56(2006.01)
H01L 51/50(2006.01)

【中文發明名稱】 準備有機發光裝置的方法

【英文發明名稱】 METHOD OF PREPARING ORGANIC LIGHT

EMITTING DEVICE

【中文】

一種準備有機發光裝置之方法，其包含在基板上形成有機發光單元、以及形成接觸環境元素且包含含有低溫黏性轉換無機材料之至少一無機層的薄膜封裝層，其中用來形成無機層的製程包含藉由提供低溫黏性轉換無機材料於環境元素被放置之有機發光單元上，來形成包含低溫黏性轉換無機材料之前無機層；在大於低溫黏性轉換無機材料之黏性轉換溫度之溫度下於前無機層上執行第一修復製程；以及執行第二修復製程於經歷第一修復製程之前無機層上，以增加環境元素與低溫黏性轉換無機材料之間的結合力，以及增加低溫黏性轉換無機材料之間的結合力。

【英文】

A method of preparing an organic light-emitting device includes forming an organic emission unit on a substrate, and forming a thin film encapsulation layer that contacts an environmental element, and that includes at least one inorganic layer including a low temperature viscosity transition (LVT) inorganic material, wherein the inorganic layer is formed using a process including forming a pre-inorganic layer including the LVT inorganic material by providing the LVT inorganic material onto the organic emission unit on which the environmental element is located, performing a first healing process on the pre-inorganic layer at a temperature greater than a viscosity transition temperature of the LVT

inorganic material, and performing a second healing process on the pre-inorganic layer having undergone the first healing process to increase a binding force between the environmental element and the LVT inorganic material, and to increase a binding force among the LVT inorganic materials.

【指定代表圖】 第(2D)圖

【代表圖之符號簡單說明】

11：基板

13：有機發光單元

13a：第一電極

13b：有機層薄膜

13c：第二電極

15：環境元素

20：薄膜封裝層

21：有機層

23'：前無機層

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 準備有機發光裝置的方法

【英文發明名稱】 METHOD OF PREPARING ORGANIC LIGHT

EMITTING DEVICE

【技術領域】

【0001】 相關申請案之交互參照

【0002】 本申請案主張於2012年3月2日向韓國智慧財產局所申請之韓國專利申請號10-2012-0022041之優先權及效益，其全部內容於此併入作為參考。

【0003】 本發明之實施例係關於一種準備有機發光裝置之方法。

【先前技術】

【0004】 為能提供多色圖像之自發光裝置之有機發光裝置具有像是廣視角、出色的對比、快速反應、增強亮度、以及出色的驅動電壓特性等優點。

【0005】 有機發光裝置包含含有第一電極、有機層、以及第二電極之有機發光單元。由於有機發光單元對於外部環境之元素像是如氧氣與水氣相當敏感，所以需要將有機發光單元自外部環境密封之密封結構。

【0006】 另外，仍需要發展薄有機發光裝置及/或可撓式有機發光裝置。

【發明內容】

【0007】 本發明之實施例提出了一種準備包含薄膜封裝層之有機發光裝置之方法，此薄膜封裝層具有有效自外部環境密封之特性與延長時段之可撓性。

【0008】依據本發明之一觀點，提出了一種準備有機發光裝置之方法，該方法包含在基板上形成有機發光單元，以及形成接觸環境元素且包含含有低溫黏性轉換(low temperature viscosity transition, LVT)無機材料之至少一無機層的薄膜封裝層，其中用來形成無機層的製程包含藉由提供低溫黏性轉換無機材料於環境元素被放置之有機發光單元上，來形成包含低溫黏性轉換無機材料之前無機層；在大於低溫黏性轉換無機材料之黏性轉換溫度之溫度下於前無機層上執行第一修復製程；以及執行第二修復製程於經歷第一修復製程之前無機層上，以增加環境元素與低溫黏性轉換無機材料之間的結合力，以及增加低溫黏性轉換無機材料之間的結合力。

【0009】此環境元素可包含出現在有機發光單元之形成期間之雜質顆粒。

【0010】低溫黏性轉換無機材料之黏性轉換溫度可為使低溫黏性轉換無機材料展現流體特性所需之最低溫度。

【0011】低溫黏性轉換無機材料之黏性轉換溫度可低於有機發光單元之材料之變性溫度。

【0012】低溫黏性轉換無機材料之黏性轉換溫度可低於有機發光單元之複數個材料之變性溫度之最小值。

【0013】低溫黏性轉換無機材料可包含錫氧化物。

【0014】低溫黏性轉換無機材料可包含磷氧化物、磷酸硼、錫氟化物、銦氧化物、以及鎢氧化物的至少一個。

【0015】低溫黏性轉換無機材料可包含以下之至少一個： SnO ； SnO 以及 P_2O_5 ； SnO 以及 BPO_4 ； SnO 、 SnF_2 、以及 P_2O_5 ； SnO 、 SnF_2 、 P_2O_5 、以及 NbO ；以及 SnO 、 SnF_2 、 P_2O_5 、以及 WO_3 。

【0016】 使用濺鍍、真空沈積、低溫沈積、電子束塗佈、或離子鍍可提供低溫黏性轉換無機材料。

【0017】 第一修復製程可包含在低溫黏性轉換無機材料之黏性轉換溫度與有機發光單元之材料之變性溫度之間的一溫度下熱處理前無機層。

【0018】 第一修復製程可包含在低溫黏性轉換無機材料之黏性轉換溫度與有機發光單元之複數個材料之變性溫度之最小值之間的一溫度下熱處理前無機層。

【0019】 第一修復製程可包含在約80°C至約132°C之範圍內之溫度下熱處理前無機層約1小時至約3小時。

【0020】 第一修復製程可發生於真空中或惰性氣體環境中。

【0021】 第二修復製程可包含化學處理；電漿處理；熱腔室處理、其中腔室含有氧氣；或熱腔室處理，其中腔室含有氧氣與水氣。

【0022】 第二修復製程可包含化學處理，且經歷第一修復製程之前無機層可使用選自由酸性溶液、鹼性溶液、以及中性溶液所組成之群組之至少一個來處理。

【0023】 鹼性溶液可包含硝酸鹽。

【0024】 第二修復製程可包含電漿處理，且經歷第一修復製程之前無機層可於真空中以O₂電漿、N₂電漿、以及Ar電漿之至少一個所處理。

【0025】 第二修復製程可包含電漿處理，且經歷第一修復製程之前無機層可於大氣壓力下以O₂電漿、N₂電漿、以及Ar電漿之至少一個所處理。

【0026】 第二修復製程可包含將經歷第一修復製程之前無機層暴露於腔室中，其具有佔腔室總壓約2%至約100%之範圍之氧分壓，以及約25°C至約150°C之溫度範圍。

【0027】 第二修復製程可包含將經歷第一修復製程之前無機層暴露於腔室中，其具有佔腔室總壓約2%至約100%之範圍之氧分壓、約10%至約100%之範圍之相對溼度、以及約25°C至約150°C之溫度範圍。

【0028】 薄膜封裝層可另包含含有聚合物之至少一有機層。

【0029】 有機層可藉由提供可固化前體，且接著固化此可固化前體所形成。

【0030】 使用急速蒸發器可提供可固化前體。

【0031】 可固化前體可使用紫外線照射、紅外線照射、以及雷射光之至少其一來固化。

【0032】 薄膜封裝層可包含依序地堆疊於有機發光單元上之有機層與無機層。

【0033】 薄膜封裝層可包含第一有機層、第二有機層，與無機層，而第一有機層、無機層、以及第二有機層可依序地堆疊於有機發光單元上。

【0034】 薄膜封裝層可包含有機層、第一無機層、與第二無機層，而第一無機層、有機層、以及第二無機層可依序地堆疊於有機發光單元上。

【0035】 環境元素可嵌入於薄膜封裝層。

【圖式簡單說明】

【0036】 本發明之實施例之上述及其他特徵及態樣將藉由參照附圖詳細說明其例示性實施例而變得更加顯而易見：

【0037】 第1A圖至第1D圖係繪示依據本發明之實施例之準備有機發光裝置之方法的示意圖；

【0038】 第2A圖至第2D圖係繪示依據本發明之另一實施例之準備有機發光裝置之方法的示意圖；以及

【0039】 第3圖至第5圖係繪示依據本發明之一或多個實施例之依據準備此有機發光裝置之方法所準備之有機發光裝置之示意圖。

【實施方式】

【0040】 接下來，本發明之實施例將會參照繪示本發明之例示性實施例之附圖而更完整地說明。當在此所使用時，詞彙「及/或」包含一或多個相關所列項目之任一或全部組合。當如「至少一」之表述前綴於列表元件時，係修飾整個列表元件而非修飾此列表中的個別元件。

【0041】 將會說明依據本發明之實施例之準備有機發光裝置之方法。

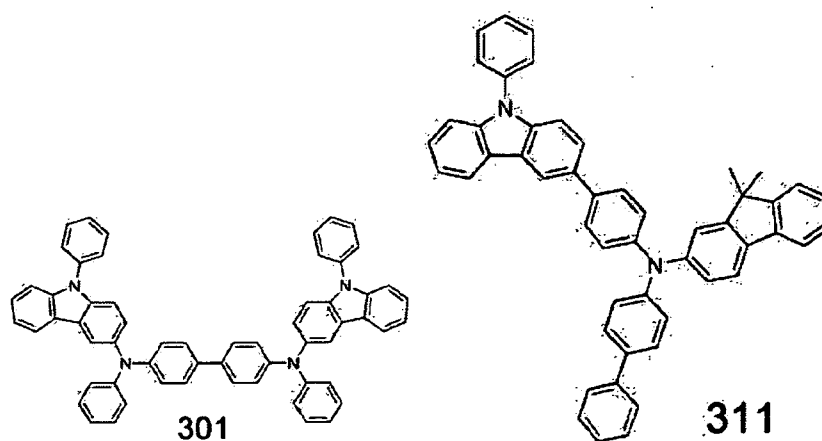
【0042】 首先，如第1A圖所示，有機發光單元13係形成於基板11上。有機發光單元13可具有依序地堆疊第一電極13a、有機層薄膜13b、以及第二電極13c之結構。

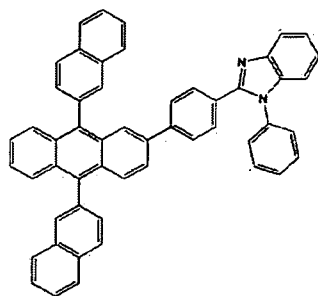
【0043】 基板11可以用於傳統有機發光裝置中之任一基板，像是具有良好機械強度、熱穩定性、透明性、表面平滑性、處理便利性、以及防水性之玻璃基板或透明塑膠基板。基板11亦可為可彎曲的可撓式基板。在此考量下，基板11的彎曲半徑可以是大約10cm或更小。

【0044】第一電極13a，舉例來說，可由沈積或濺鍍用以在基板11上形成第一電極13a之材料來形成。當第一電極13a構成陽極時，用以形成第一電極13a的材料可以是，舉例來說，高功函數材料，以便於電洞注入。第一電極13a可以是反射電極或半透射式電極。透明以及傳導材料像是，舉例來說，銦錫氧化物(indium tin oxide, ITO)、銦鋅氧化物(indium zinc oxide, IZO)、錫氧化物(tin oxide, SnO_2)、以及鋅氧化物(zinc oxide, ZnO)，可被用於形成第一電極13a。第一電極13a可使用例如鎂(magnesium, Mg)、鋁(aluminum, Al)、鋁鋰合金(aluminum-lithium, Al-Li)、鈣(calcium, Ca)、鎂銦合金(magnesium-indium, Mg-In)、鎂銀合金(magnesium-silver, Mg-Ag)等等形成為反射電極。

【0045】第一電極13a可具有單層或多層結構。舉例來說，儘管本發明並不限制於此，第一電極13a可具有銦錫氧化物/銀/銦錫氧化物之三層結構。

【0046】有機層薄膜13b係形成於第一電極13a之上，且可包含選自由電洞注入層、電洞傳送層、兼具電洞注入與電洞傳送能力之功能層、緩衝層、電子阻絕層、發光層、電洞阻絕層、電子傳送層、以及電子注入層所組成之群組之至少一層。舉例來說，有機層薄膜13b可包含下面的化合物301、311、以及321之至少一個。





321

【0047】第二電極 13c 係形成於有機層薄膜 13b 之上，且可為是電子注入電極之陰極。用以形成第二電極 13c 之金屬可以是可具有低功率之，舉例來說，金屬、合金、及/或電性傳導化合物，或其混合物。舉例來說，第二電極 13c 可以是藉由使用鋰、鎂、鋁、鋁鋰合金、鈣、鎂銦合金、鎂銀合金等形成薄膜之反射、半透射、或是透射電極。為了製造頂部發射型有機發光裝置，可使用由銦錫氧化物或銦鋅氧化物所形成之透射電極，且可對此實行各種不同修改。

【0048】雖然第 1A 圖中未顯示，本實施例之有機發光單元 13 於各像素包含一個像素電路，而像素電路可包含至少一薄膜電晶體(無圖示)及電容，而第一電極 13a 可電性連接至薄膜電晶體。

【0049】第一電極 13a 可相互獨立地於個別像素中圖樣化，而第二電極 13c 可為用以覆蓋全部像素之共用電極。

【0050】在圖像向著基板 11 顯示之底部發射型有機發光顯示裝置中，向著基板 11 的發射效率可藉由形成相對厚的第二電極 13c 來增加。

【0051】在圖像向著有機層薄膜 13b 顯示之頂部發射型有機發光顯示裝置中，第二電極 13c 可以是藉由形成相對薄之第二電極 13c 之半反射層，及/或第二電極 13c 可由透明傳導材料所形成。在頂部發射型有機發光顯示裝置的例子中，第一電極 13a 可另包含反射層。

【0052】雖然第 1A 圖中未顯示，保護層可以形成在第二電極 13c 之上。保護層可以在薄膜封裝層 20(參見第 1D 圖)形成於有機發光單元 13 上時，保護或減少第二電極 13c 的損害，並可由如氟化鋰(LiF)、喹啉鋰(lithium quinolate)、Alq₃ 等等所形成。

【0053】在有機發光單元 13 形成之後，環境元素 15 通常會出現在有機發光單元 13 之上。環境元素 15 係為產生於有機發光單元 13 形成期間之雜質顆粒，並可以是，舉例來說，來自外部環境的微粒(例如，外部環境中存在的灰塵以及塵屑)、或是用以形成有機發光單元 13 並遺留在有機發光單元 13 上之材料的微粒(例如，用以形成第二電極 13c 並在第二電極 13c 形成後留下之材料的微粒)。環境元素 15 可包含不同的有機材料、無機材料、及/或有機/無機化合物。環境元素 15 無法輕易地用傳統方法移除，舉例來說，在有機發光單元 13 形成後的濕製程(像是洗)。舉例來說，儘管本發明並不限於此，環境元素 15 可以是具有大約 5 μm 或更小之平均顆粒直徑之顆粒，舉例來說，在大約 1 μm 到大約 5 μm 的範圍內。在第 1A 圖中，環境元素 15 為了方便而被繪示為球狀顆粒。

【0054】接下來，依據本實施例，低溫黏性轉換(low temperature viscosity transition, LVT)無機材料被提供於環境元素 15 存在於其上的有機發光單元 13 之上，以形成包含低溫黏性轉換無機材料之前無機層 23，如第 1B 圖所示。低溫黏性轉換無機材料係具有低黏性轉換溫度之無機材料。

【0055】當在此所使用時，「黏性轉換溫度」不是低溫黏性轉換無機材料完全地從固態轉換為液態之階段下之溫度，而是低溫黏性轉換無機材料具有流體特性(例如，為具有緩慢流速的液體，或可延展的固體)之最低溫度。

【0056】 本實施例之低溫黏性轉換無機材料之黏性轉換溫度可以低於有機發光單元 13 內所含有之材料(例如，有機發光單元 13 之材料)的變性溫度。舉例來說，低溫黏性轉換無機材料之黏性轉換溫度可低於有機發光單元 13 內所含有之材料的變性溫度之最小值(例如最低)(例如，有機發光單元 13 之複數個材料之最低變性溫度)。

【0057】 「有機發光單元 13 中所含有之材料的變性溫度」指的是能夠造成有機發光單元 13 中所含有之材料在物理及/或化學上變性之溫度，而有機發光單元 13 可能依據其中所含有之材料的種類與數目而具有複數個，或某範圍的變性溫度。

【0058】 舉例來說，「低溫黏性轉換無機材料之黏性轉換溫度」與「有機發光單元 13 之變性溫度」可代表低溫黏性轉換無機材料與有機發光單元 13 之有機層薄膜 13b 中所含有之有機材料之玻璃轉換溫度(Tg)。可藉由對低溫黏性轉換無機材料與有機發光單元 13 之有機層薄膜 13b 中所含有之有機材料執行熱重量分析法(thermo gravimetric analysis, TGA)來量測 Tg。

【0059】 舉例來說，可藉由於氮氣環境下針對熱重量分析法在由室溫至約 600°C(以 10°C/min 之速度)之溫度範圍內，針對示差掃描熱分析(differential scanning calorimetry, DSC)在由室溫至約 400°C 之溫度範圍內使用熱重量分析法及示差掃描熱分析(盤種類：可棄式鋁盤中之鉑盤(熱重量分析法)，可棄式鋁盤(示差掃描熱分析))，來從低溫黏性轉換無機材料與有機發光單元 13 中所含有之材料之熱分析來決定 Tg，且熟習技藝者將了解這些條件。

【0060】 有機發光單元 13 中所含有之材料的變性溫度可以是，但不限於，高於大約 130°C，並可如上所述透過有機發光單元 13 中所含有之材

料之熱重量分析法來有效地量測。

【0061】 有機發光單元 13 中所含有之材料的變性溫度之最小值可在大約 130°C 至大約 140°C 的範圍內。有機發光單元 13 中所含有之材料的變性溫度之最小值可為但不限於約 132°C，且可藉由透過上述之材料的熱重量分析來量測有機發光單元 13 中所含有之材料的 T_g 並選擇最小的 T_g 而有效地量測。

【0062】 舉例來說，低溫黏性轉換無機材料之黏性轉換溫度可以是大約 80°C 或更高，舉例來說，儘管本發明不限制於此，可在大約 80°C 至大約 132°C 的範圍內、在大約 80°C 至大約 120°C 的範圍內，或在大約 100°C 至大約 120°C 的範圍內。舉例來說，低溫黏性轉換無機材料之黏性轉換溫度可為大約 110°C。

【0063】 低溫黏性轉換無機材料可以是單一化合物或是兩個以上的化合物之混合，且可包含錫氧化物，像是 SnO 或 SnO_2 。當低溫黏性轉換無機材料包含 SnO 時， SnO 的成份可以在例如約重量的 20% 至約重量的 100% 之範圍內。舉例來說，儘管本發明並不限制於此，低溫黏性轉換無機材料可另包含磷氧化物(例如 P_2O_5)、磷酸硼(BPO_4)、錫氟化物(例如， SnF_2)、鈮氧化物(例如， NbO)、以及鎢氧化物(例如， WO_3)。

【0064】 舉例來說，儘管本發明並不限制於此，低溫黏性轉換無機材料可包含： SnO ； SnO 與 P_2O_5 ； SnO 與 BPO_4 ； SnO 、 SnF_2 、以及 P_2O_5 ； SnO 、 SnF_2 、 P_2O_5 、以及 NbO ；或 SnO 、 SnF_2 、 P_2O_5 、以及 WO_3 。

【0065】 舉例來說，儘管本發明並不限制於此，低溫黏性轉換無機材料可包含下列成份： SnO (100wt%)； SnO (80wt%)與 P_2O_5 (20wt%)； SnO (90wt%)與 BPO_4 (10wt%)； SnO (20-50wt%)、 SnF_2 (30-60wt%)、與 P_2O_5 (10-30wt%)，其中 SnO 、 SnF_2 、與 P_2O_5 之總和的重量百分比為

100wt%；SnO (20-50wt%)、SnF₂ (30-60wt%)、P₂O₅ (10-30wt%)、以及 NbO (1-5wt%)，其中 SnO、SnF₂、P₂O₅、與 NbO 之總和的重量百分比為 100wt%；或 SnO (20-50wt%)、SnF₂ (30-60wt%)、P₂O₅ (10-30wt%)、以及 WO₃ (1-5wt%)，其中 SnO、SnF₂、P₂O₅、與 WO₃ 之總和的重量百分比為 100wt%。

【0066】舉例來說，儘管本發明不限制於此，低溫黏性轉換無機材料可包含 SnO (42.5wt%)、SnF₂ (40wt%)、P₂O₅ (15wt%)、以及 WO₃ (2.5wt%)。

【0067】低溫黏性轉換無機材料可藉由例如濺鍍、真空沈積、低溫沈積、電子束塗佈，或是離子鍍提供至有機發光單元 13 以形成前無機層 23。

【0068】舉例來說，儘管本發明不限制於此，可藉由電漿輔助化學氣相沉積(plasma enhanced chemical vapor deposition, PECVD)或電漿-離子輔助沉積(plasma-ion assisted deposition, PIAD)，來提供低溫黏性轉換無機材料。

【0069】依據本發明之實施例，可藉由濺鍍來提供具有 SnO-SnF₂-P₂O₅-WO₃ 之組成的低溫黏性轉換無機材料於有機發光單元 13。更詳細地說，可藉由使用雙旋轉靶方法(dual rotary target method)來執行濺鍍，而可於基板 11 移動時執行掃描。以此觀點，可使用氬電漿(12 kW 與 0.4 Pa)，且可藉由重複掃描複數次來得到前無機層 23 如約 1 μm 之所需厚度。

【0070】如第 1B 圖所示，前無機層 23 會在環境元素 15 與有機發光單元 13 之間包含像是膜形成元素 23a、針孔 23b、以及孔隙 23d 等缺陷。

【0071】膜形成元素 23a 為無法促進低溫黏性轉換無機材料層之形

第 11 頁，共 22 頁(發明說明書)

成的低溫黏性轉換無機材料-凝聚顆粒，且針孔 23b 是未施予低溫黏性轉換無機材料的區域，且其中有機發光單元 13 被暴露出。膜形成元素 23a 的形成可能促使針孔 23b 的形成。環境元素 15 與有機發光單元 13 之間的孔隙 23d 為其中未施予低溫黏性轉換無機材料的空餘空間。

【0072】如上所述，前無機層 23 的缺陷可能是外部環境物質像是水氣與氧氣在有機發光裝置的儲存或操作期間的通路，以致使形成漸層暗點 (progressive dark spot)，使得有機發光裝置的壽命可能會減少。

【0073】所以，如第 1B 圖所示，在前無機層 23 形成後，會執行修正前無機層 23 之缺陷的第一修復製程。

【0074】第一修復製程可在高於低溫黏性轉換無機材料之黏性轉換溫度的溫度下執行。舉例來說，第一修復製程可藉由在低溫黏性轉換無機材料之黏性轉換溫度與有機發光單元 13 中所含有之材料的變性溫度之間的範圍內之溫度下對前無機層 23 熱處理來執行。另外，第一修復製程可藉由在低溫黏性轉換無機材料之黏性轉換溫度與有機發光單元 13 中所含有之材料的變性溫度之最小值之間的範圍內之溫度下對前無機層 23 熱處理來執行。另外，第一修復製程可以約在低溫黏性轉換無機材料之黏性轉換溫度下執行。

【0075】「低溫黏性轉換無機材料之黏性轉換溫度」可依據低溫黏性轉換無機材料之組成而改變，而「有機發光單元 13 中所含有之材料的變性溫度」與「有機發光單元 13 中所含有之材料的變性溫度的最小值」可依據有機發光單元 13 的材料而改變。然而，該技術領域熟習技藝者基於低溫黏性轉換無機材料與有機發光單元 13 中所使用的材料之組成將輕易地了解這些溫度，並可藉由例如使用由有機發光單元 13 中所含有之材料的熱重量分析結果所得到之 Tg 估算來決定。

【0076】舉例來說，儘管本發明並無限制於此，第一修復製程可藉由在大約 80°C 至大約 132°C 的溫度範圍，舉例來說，大約 80°C 至大約 120°C 的範圍、或是大約 100°C 至大約 120°C 的範圍中熱處理前無機層 23 約 1 至 3 小時而執行，而舉例來說，大約 110°C 下約 2 小時。如果第一修復製程是在上述的範圍內，前無機層 23 之低溫黏性轉換無機材料可流體化(例如，變軟或可延展)，而有機發光單元 13 之變性可減少或避免。

【0077】第一修復製程可執行於真空或惰性氣體環境中，舉例來說，在 N₂ 大氣或 Ar 環境中，並使用紅外線加熱爐(IR oven)來避免有機發光單元 13 透過前無機層 23 之針孔 23b 暴露至外部環境。

【0078】前無機層 23 中所含有之低溫黏性轉換無機材料可藉由第一修復製程來流體化。流體化之低溫黏性轉換無機材料可具有流動性。因此，在第一修復製程中，

- i)流體化之低溫黏性轉換無機材料可流動而填充環境元素 15 與有機發光單元 13 之間的孔隙 23d，
- ii)流體化之低溫黏性轉換無機材料可流動而填充前無機層 23 之針孔 23b，及/或
- iii)膜形成元素 23a 可流體化而流動並填充針孔 23b。

【0079】如此一來，如第 1C 圖所示，經歷第一修復製程，或已經被第一修復製程修復之初步修復的前無機層 23' (例如，初步修復的前無機層 23') 可形成，其中前無機層 23 之缺陷(亦即，膜形成元素 23a、針孔 23b、以及環境元素 15 與有機發光單元 13 之間的孔隙 23d) 可被移除。

【0080】初步修復之前無機層 23' 可包含在環境元素 15 與低溫黏性轉換無機材料之間具有微弱結合力，及/或在低溫黏性轉換無機材料中具有

微弱結合力之區域 23e，其可能是外來環境物質像是水氣與氧氣在有機發光裝置的儲存或操作期間之通路，因而致使形成漸層暗點，使得有機發光裝置的壽命可能減少。

【0081】 因此，藉由加速環境元素 15 與低溫黏性轉換無機材料之間之激烈取代反應(vigorous substitution reaction)、加速低溫黏性轉換無機材料之間的激烈取代反應，以及改善初步修復之前無機層 23'之抗熱性與機械強度而執行第二修復製程，以移除，或修復/改善/強化環境元素 15 與低溫黏性轉換無機材料之間具有微弱結合力，以及低溫黏性轉換無機材料之間具有微弱結合力之區域 23e。

【0082】 第二修復製程可以藉由使用，舉例來說，化學處理、電漿處理、包含氧氣之熱腔室處理(hot chamber treatment)、或包含氧氣與水氣的熱腔室處理來執行。

【0083】 舉例來說，第二修復製程可使用其中處理初步修復之前無機層 23'之化學處理來執行，舉例來說，酸性溶液、鹼性溶液，與中性溶液之至少一個。在此觀點下，鹼性溶液可為例如硝酸鹽溶液(nitrate solution)，例如，硝酸鉀溶液(potassium nitrate solution)。

【0084】 另外，第二修復製程可藉由例如在真空中或大氣壓力下使用 O₂ 電漿、N₂ 電漿、以及 Ar 電漿之至少其一使用其中處理初步修復之前無機層 23'之電漿處理來執行。

【0085】 另外，第二修復製程可藉由將初步修復之前無機層 23'暴露至具有大約 2%至大約 100%之範圍(例如，佔總壓(of the total pressure))之氧氣分壓之腔室，舉例來說，大氣壓力中之氧氣分壓，並於大約 25℃至大約 150℃之範圍下的溫度來執行。

【0086】 另外，第二修復製程可藉由，舉例來說，將初步修復之前

第 14 頁，共 22 頁(發明說明書)

無機層 23' 暴露至具有大約 2% 至大約 100% (例如, 佔總壓) 之範圍之氧氣分壓之腔室, 舉例來說, 大氣壓力中之氧氣分壓, 在大約 10% 至大約 100% 之範圍內的相對濕度, 並於大約 25°C 至大約 150°C 之範圍中的溫度下去執行。氧氣分壓可以是相對於腔室中 100% 壓力值 (例如, 總壓) 之數值。

【0087】 如此一來, 無機層 (例如, 第二次修復之無機層) 23'' 可藉由強化在環境元素 15 與低溫黏性轉換無機材料之間具有微弱結合力, 以及在低溫黏性轉換無機材料之間具有微弱結合力的區域 23e 而形成, 如第 1D 圖所示。此外, 無機層 23'' 與有機發光單元 13 之間的結合力可藉由第二修復製程來改善, 如此一來可準備高品質的有機發光裝置。

【0088】 無機層 23'' 之表面可為平坦的, 而無機層 23'' 之厚度可在大約 1 μm 至大約 30 μm 之範圍內, 舉例來說, 大約 1 μm 至大約 5 μm 。以此觀點, 假如無機層 23'' 之厚度在大約 1 μm 至大約 5 μm 之範圍內, 可準備具有增大可撓度/彎曲度特徵之可撓性有機發光裝置。

【0089】 第 1D 圖之有機發光裝置包含含有 (例如, 由其組成) 無機層 23'' 之薄膜封裝層 20。藉由執行第一與第二修復製程, 可形成無機層 23'', 其中環境元素 15 與低溫黏性轉換無機材料之間的孔隙, 以及環境元素 15 與有機發光單元 13 之間的孔隙會從無機層 23'' 被移除, 且其中環境元素 15 與低溫黏性轉換無機材料之間的結合力、低溫黏性轉換無機材料之間的結合力、以及與有機發光單元 13 之結合力會被改進。此外, 由於無機層 23'' 可如上所述形成為薄膜, 因此可準備具有彎曲特性之可撓性有機發光裝置。因此, 有機發光裝置可具有長的壽命與極佳的可撓度。

【0090】 第 2A 圖至第 2D 圖為說明依據本發明之另一實施例之準備有機發光裝置之方法的示意圖。

【0091】 如第 1A 圖所示, 有機發光單元 13 形成於基板 11 上, 其中

有機發光單元 13 包含環境元素 15，如參照第 1A 圖之說明，而接下來，如第 2A 圖所示，包含聚合物之有機層 21 會形成以覆蓋有機發光單元 13。

【0092】 有機層 21 之形成可包含提供可形成有機層 21 中所含有之聚合物之可固化前體，並固化該可固化前體。

【0093】 前體可為具有黏性範圍介於例如室溫下大約 5 cp 至大約 15 cp，並具有沸點範圍介於例如大約 300℃ 至大約 500℃ 之熱固性或光可固化前體。舉例來說，儘管本發明不限制於此，前體可以是丙烯酸酯前體 (acrylate precursor)，像是單丙烯酸酯 (monoacrylate)、二甲基丙烯酸酯 (dimethacrylate)、以及三丙烯酸酯 (triacrylate)。可固化前體可以是單一化合物或是至少兩個不同化合物之混合。儘管本發明並不限制於此，可固化前體可使用急速蒸發方法 (flash evaporating method) 而提供至有機發光單元 13。

【0094】 接下來，提供至有機發光單元 13 之可固化前體使用習知方法而固化。舉例來說，儘管本發明並不限制於此，前體可藉由使用紫外線輻射、紅外線輻射、或是雷射光而固化以形成有機層 21。

【0095】 有機層 21 的厚度可在大約 1 μm 至大約 5 μm 之範圍內。假如有機層 21 之厚度在上述之範圍內，由於存在於有機發光單元 13 上的環境元素 15 之至少一部份會被嵌入有機層 21，或為有機層 21 所覆蓋，因此薄膜封裝層 20 (參見第 2D 圖) 可具有彎曲特性。

【0096】 依據本發明之實施例，可使用急速蒸發方法 (例如，膜形成速度約為 200 埃/秒，而膜形成時間約 3 分鐘至約 4 分鐘) 來將在室溫下具有範圍約 5cp 至約 15cp 之黏性，以及範圍約 300 °C 至約 500°C 之沸點之包含重量比例約為 2 : 7 : 1 之單丙烯酸酯、二甲基丙烯酸酯，以及三丙烯酸酯之可固化前體混合物提供至有機發光單元 13 上。在此觀點下，當可

固化前體混合物被提供至有機發光單元 13 時，可固化前體混合物會隨即凝結成液相，且因此，環境元素 15 之表面的至少一部份會由可固化前體混合物所包圍，使環境元素 15 之間不會有空隙。接下來，可固化前體混合物藉由使用紫外光固化裝置(例如，大約 390nm 的波長與大約 500 mJ 的光量)而固化以形成有機層 21。

【0097】 接下來，低溫黏性轉換無機材料被提供至有機層 21 以形成包含低溫黏性轉換無機材料之前無機層 23，如第 2B 圖所示。如第 2B 圖所示，前無機層 23 可能包含藉其暴露環境元素 15 之像是膜形成元素 23a、針孔 23b、以及區域 23c 之缺陷。如上所述，前無機層 23 之上述缺陷可能在有機發光裝置的操作或儲存期間開啟外部環境物質像是水氣與氧氣之通路，以致使形成漸層暗點，使得有機發光裝置的壽命可能會減少。

【0098】 因此，如第 2B 圖所示，在形成前無機層 23 後，會執行修正前無機層 23 之缺陷的第一修復製程。第一修復製程係於上文中參照第 1B 圖說明。

【0099】 前無機層 23 中含有之低溫黏性轉換無機材料可藉由第一修復製程而流體化。流體化之低溫黏性轉換無機材料可具有流動性。因此，在第一修復製程中，流體化之低溫黏性轉換無機材料可流動並填充暴露環境元素 15 之區域 23c，流體化之低溫黏性轉換無機材料可流動並填充前無機層 23 之針孔 23b，及/或膜形成元素 23a 可流體化並流動而填充於針孔 23b。

【0100】 如此一來，如第 2C 圖所示，可形成初步修復之前無機層 23'，其中前無機層 23 之缺陷(亦即，膜形成元素 23a、針孔 23b、以及區域 23c)會從前無機層 23'被移除。

【0101】 初步修復之前無機層 23'可包含在環境元素 15 與低溫黏性

轉換無機材料之間具有微弱結合力，以及在低溫黏性轉換無機材料之間具有微弱結合力的區域 23e。在環境元素 15 與低溫黏性轉換無機材料之間具有微弱結合力，以及在低溫黏性轉換無機材料之間具有微弱結合力的區域 23e 可能是在有機發光裝置的儲存或操作期間外部環境物質(像是水氣與氧氣)之通路，以致使形成漸層暗點，使得有機發光裝置的壽命可能會減少。

【0102】 因此，執行第二修復製程以移除在環境元素 15 與低溫黏性轉換無機材料之間具有微弱結合力，以及在低溫黏性轉換無機材料之間具有微弱結合力的區域 23e，或強化區域之結合力。第二修復製程係於上文中說明。

【0103】 如此一來，可形成具有極佳抗熱性與機械強度之無機層 23”，其中在環境元素 15 與低溫黏性轉換無機材料之間具有微弱結合力，以及在低溫黏性轉換無機材料之間具有微弱結合力的區域 23e 會被移除/消除。此外，可藉由第二修復製程來改善無機層 23”與有機層 21 之間的結合力，如此一來可準備高品質有機發光裝置。無機層 23”之表面可為平坦的。

【0104】 第 2D 圖之薄膜封裝層 20 包含一個有機層 21 與一個無機層 23”，並具有有機層 21 與無機層 23”依序地堆疊於有機發光單元 13 之上的結構。第 2D 圖之薄膜封裝層 20 相較於圖示於第 1D 圖中僅包含無機層 23”之薄膜封裝層 20，可藉由在形成有機層 21(例如，具有預定厚度之有機層 21)之後形成無機層 23”來大幅地減少黏著時間(tack time)，因此可改善量產率(例如，工業生產)。此外，由於無機層 23”，第 2D 圖之薄膜封裝層 20 具有極佳的密封特性，並由於有機層 21 具有比無機層 23”更好的彎曲特性，而具有比第 1D 圖只包含無機層 23”之薄膜封裝層 20 更好的彎曲特性。

【0105】第 2D 圖之薄膜封裝層 20 之厚度可大於環境元素 15 之平均顆粒半徑。因此，環境元素 15 會嵌入薄膜封裝層 20 或為薄膜封裝層 20 所覆蓋，也因此，可減少或移除由於環境元素 15 之暴露所造成的漸層暗點產生的可能性。

【0106】除了第 3 圖之有機發光裝置包含含有依序地堆疊於有機發光單元 13 之上之一個無機層 23”與一個有機層 21 之薄膜封裝層 20 以外，第 3 圖所示之有機發光裝置具有與第 2D 圖之有機發光裝置相同之結構。除了無機層 23”會形成於有機發光單元 13 之上，而接著有機層 21 會形成於其上以外，第 3 圖之有機發光裝置係與第 2D 圖之有機發光裝置之製備以相同之方法所製造。

【0107】在第 3 圖之薄膜封裝層 20 中，形成於無機層 23”的外部表面上之有機層 21 會保護無機層 23”免於外部衝擊，並補償無機層 23”的彎曲特性。另外，無機層 23”可如上所述提供極佳的密封特性延續一段期間。再者，藉由形成有機層 21，環境元素 15(環境元素 15 的至少一部分可能暴露於無機層 23”之外)可完全地嵌入薄膜封裝層 20 或為薄膜封裝層 20 所覆蓋。因此，可移除因環境元素 15 之暴露所造成的漸層暗點的產生可能性。第 3 圖之薄膜封裝層 20 之厚度可大於環境元素 15 之平均顆粒直徑。

【0108】同時，有機發光裝置可包含含有複數個無機層及/或複數個有機層之薄膜封裝層。假如薄膜封裝層包含複數個無機層及/或複數個有機層，複數個無機層及/或複數個有機層可交替地相互堆疊。

【0109】舉例來說，除了第 4 圖之有機發光裝置包含含有兩個有機層(亦即，第一有機層 21 與第二有機層 25)與一個無機層 23”之薄膜封裝層 20 以外，第 4 圖中所示之實施例的有機發光裝置具有與第 2D 圖中所示之實施例的有機發光裝置相同之結構，其中第一有機層 21、無機層 23”、

以及第二有機層 25 依序地堆疊於有機發光單元 13 之上。上述參照第 2A 圖說明了第一有機層 21、第二有機層 25 與準備其之方法。第二有機層 25 可使用例如屏幕印刷(screen printing)、噴墨印刷(inkjet printing)、自旋塗覆(spin coating)等而形成，且可進行各種不同的修改。用以形成第一有機層 21 與第二有機層 25 之有機材料可以是相同或不同的。上述參照第 1B 圖、第 1C 圖、與第 1D 圖說明了無機層 23'' 與準備其之方法。

【0110】第 4 圖中所示之實施例之薄膜封裝層 20 之第一有機層 21 與第二有機層 25 會補償無機層 23'' 不足之彎曲特性。並且，無機層 23'' 之外部表面上所形成之第二有機層 25 可保護無機層 23'' 免於外部衝擊。第 4 圖中所示之實施例之薄膜封裝層 20 之厚度可大於環境元素 15 之平均直徑(例如，寬度或高度)。

【0111】舉例來說，除了第 5 圖中所示之實施例之有機發光裝置包含含有一個有機層 21 與二個無機層之薄膜封裝層 20，亦即，第一無機層 23'' 與第二無機層 27'' 以外，第 5 圖中所示之實施例的有機發光裝置具有與第 2D 圖中所示之實施例的有機發光裝置相同之結構，其中第一無機層 23''、有機層 21、以及第二無機層 27'' 係依序地堆疊於有機發光單元 13 之上。上述參照第 1B 圖、第 1C 圖、與第 1D 圖說明了第 5 圖之有機發光裝置之第一無機層 23'' 與第二無機層 27'' 以及準備其之方法。第二無機層 27'' 亦可由不同於第一無機層 23'' 之無機材料所形成，舉例來說，像是矽系氧化物(silicon-based oxide)、矽系氮化物(silicon-based nitride)、鋁系氧化物(aluminum-based oxide)及/或鋁系氮化物(aluminum-based nitride)，且亦可進行各種不同的修改。上述參照第 2A 圖說明了有機層 21 與準備其之方法。

【0112】參照第 4 圖與第 5 圖，上述說明了包含含有複數個無機層

及/或複數個有機層之薄膜封裝層 20 之有機發光裝置。然而，參照第 4 圖與第 5 圖，可進行各種不同的修改。舉例來說，薄膜封裝層 20 可包含可依序地堆疊之第一無機層、第一有機層、第二無機層、以及第二有機層。

【0113】第 1A 圖至第 5 圖中所示之實施例之有機發光裝置中，會形成薄膜封裝層 20 來覆蓋有機發光單元 13，但本實施例的薄膜封裝層 20 的位置不受其限制。

【0114】舉例來說，第 1D 圖、第 2D 圖、第 3 圖、第 4 圖、第 5 圖中所示之實施例之薄膜封裝層 20 可形成於基板 11 下。假如基板 11 是薄膜電晶體基板，薄膜封裝層 20 自外部環境封裝薄膜電晶體，如此一來有機發光裝置可具有長壽命與可撓度。

【0115】舉例來說，第 1D 圖、第 2D 圖、第 3 圖、第 4 圖、第 5 圖中所示之實施例之薄膜封裝層 20 可形成在有機發光單元 13 與基板 11 之間。因此，包含薄膜電晶體及/或電容之像素電路可形成在薄膜封裝層 20 之上。

【0116】依據準備有機發光裝置之方法，由於提供了對外部環境之元素具有極佳封裝特性並具有持續長時段之可撓性的薄膜封裝層，故可製備具有相對長壽命之可撓式有機發光裝置。

【0117】雖然本發明之實施例已特別地參照其例示性實施例而顯示及說明，其將為所屬技術領域具有通常知識者所理解的是，在未脫離本發明由所附申請專利範圍及其等效物所定義之精神與範疇內，可對其進行形式及細節上之各種變更。

【符號說明】**【0118】**

11：基板

13：有機發光單元

13a：第一電極

13b：有機層薄膜

13c：第二電極

15：環境元素

20：薄膜封裝層

21：有機層

23、23'：前無機層

23a：膜形成元素

23b：針孔

23c、23e：區域

23d：孔隙

23''：第一無機層

25：第二有機層

27''：第二無機層

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種準備有機發光裝置之方法，該方法包含：

在一基板上形成一有機發光單元；以及

形成接觸一環境元素且包含含有一低溫黏性轉換無機材料之
至少一無機層的一薄膜封裝層，

其中用來形成該無機層的一製程包含：

藉由提供該低溫黏性轉換無機材料於該環境元素被放置之該
有機發光單元上，來形成包含該低溫黏性轉換無機材料之一
前無機層；

在大於該低溫黏性轉換無機材料之一黏性轉換溫度之一溫度
下於該前無機層上執行一第一修復製程；以及

執行一第二修復製程於經歷該第一修復製程之該前無機層上，
以增加該環境元素與該低溫黏性轉換無機材料之間的一結
合力，以及增加該低溫黏性轉換無機材料之間的一結合力。

【第2項】 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該環境元素包含出現在該有機發光單元之形成期間之一雜質顆粒。

【第3項】 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該低溫黏性轉換無機材料之該黏性轉換溫度係使該低溫黏性轉換無機材料展現流體特性所需之一最低溫度。

【第4項】 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該低溫黏性轉換無機材料之該黏性轉換溫度係低於該有機發光單元之一材料之一變性溫度。

【第5項】 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該低溫黏性轉換無機

材料之該黏性轉換溫度係低於該有機發光單元之複數個材料之變性溫度之最小值。

【第6項】 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該低溫黏性轉換無機材料包含錫氧化物。

【第7項】 如申請專利範圍第 6 項所述之方法，其中該低溫黏性轉換無機材料包含磷氧化物、磷酸硼、錫氟化物、銻氧化物、以及鎢氧化物的至少一個。

【第8項】 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該低溫黏性轉換無機材料包含以下之至少一個： SnO ； SnO 以及 P_2O_5 ； SnO 以及 BPO_4 ； SnO 、 SnF_2 、以及 P_2O_5 ； SnO 、 SnF_2 、 P_2O_5 、以及 NbO ；以及 SnO 、 SnF_2 、 P_2O_5 、以及 WO_3 。

【第9項】 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中使用真空沈積或低溫沈積而提供該低溫黏性轉換無機材料。

【第10項】 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該第一修復製程包含在介於該低溫黏性轉換無機材料之該黏性轉換溫度與該有機發光單元之一材料之一變性溫度之間的一溫度下熱處理該前無機層。

【第11項】 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該第一修復製程包含在介於該低溫黏性轉換無機材料之該黏性轉換溫度與該有機發光單元之複數個材料之變性溫度之最小值之間的一溫度下熱處理該前無機層。

【第12項】 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該第一修復製程包含在約 80°C 至約 132°C 之範圍內之一溫度下，熱處理該前無機層約 1 小時至大約 3 小時。

- 【第13項】如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該第一修復製程係發生於一真空中或一惰性氣體環境中。
- 【第14項】如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該第二修復製程包含：化學處理；電漿處理；熱腔室處理，其中一腔室含有氧氣；或熱腔室處理，其中該腔室含有氧氣與水氣。
- 【第15項】如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該第二修復製程包含化學處理，其中經歷該第一修復製程之該前無機層係以選自由一酸性溶液、一鹼性溶液、以及一中性溶液所組成之群組之至少一個來處理。
- 【第16項】如申請專利範圍第 15 項所述之方法，其中該鹼性溶液包含硝酸鹽。
- 【第17項】如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該第二修復製程包含電漿處理，其中經歷該第一修復製程之該前無機層係於真空中以 O₂ 電漿、N₂ 電漿、以及 Ar 電漿之至少一個所處理。
- 【第18項】如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該第二修復製程包含電漿處理，其中經歷該第一修復製程之該前無機層係於大氣壓力下以 O₂ 電漿、N₂ 電漿、以及 Ar 電漿之至少一個所處理。
- 【第19項】如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該第二修復製程包含將經歷該第一修復製程之該前無機層暴露於一腔室中，其具有佔該腔室之總壓約 2%至約 100%之範圍內之一氧分壓，以及約 25℃至約 150℃之溫度範圍。
- 【第20項】如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該第二修復製程包含將該經歷該第一修復製程之該前無機層暴露於一腔室中，其具有佔該腔室總壓約 2%至約 100%之範圍內之一氧分壓、約 10%

至約 100%之範圍內之相對溼度、以及約 25℃至大約 150℃之溫度範圍。

【第21項】如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該薄膜封裝層另包含含有一聚合物之至少一有機層。

【第22項】如申請專利範圍第 21 項所述之方法，其中該有機層係藉由提供一可固化前體，並接著固化該可固化前體所形成。

【第23項】如申請專利範圍第 22 項所述之方法，其中使用一急速蒸發器來提供該可固化前體。

【第24項】如申請專利範圍第 22 項所述之方法，其中該可固化前體係使用紫外線照射、紅外線照射，以及雷射光之至少其一來固化。

【第25項】如申請專利範圍第 21 項所述之方法，其中該薄膜封裝層包含依序地堆疊於該有機發光單元上之該有機層與該無機層。

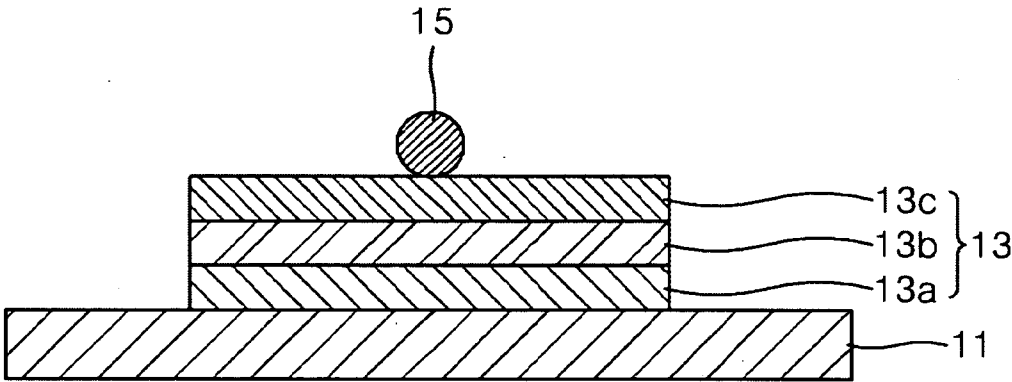
【第26項】如申請專利範圍第 21 項所述之方法，其中該薄膜封裝層包含一個有機層與一個無機層，其中該無機層與該有機層係依序地堆疊於該有機發光單元上。

【第27項】如申請專利範圍第 21 項所述之方法，其中該薄膜封裝層包含含有一第一有機層及一第二有機層之二個有機層與一個無機層，其中該第一有機層、該無機層、以及該第二有機層依序地堆疊於該有機發光單元上。

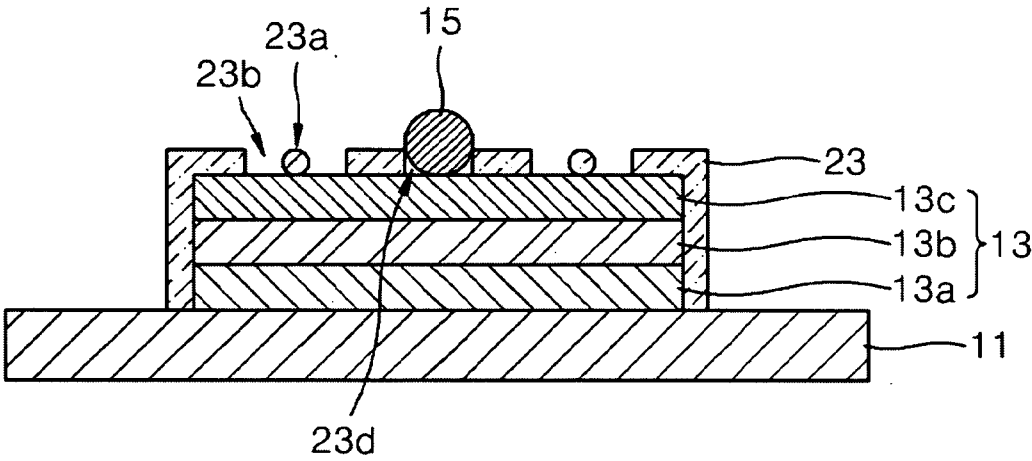
【第28項】如申請專利範圍第 21 項所述之方法，其中該薄膜封裝層包含一個有機層與含有一第一無機層及一第二無機層之二個無機層，其中該第一無機層、該有機層、與該第二無機層係依序地堆疊於該有機發光單元上。

【第29項】如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該環境元素係嵌入於該薄膜封裝層。

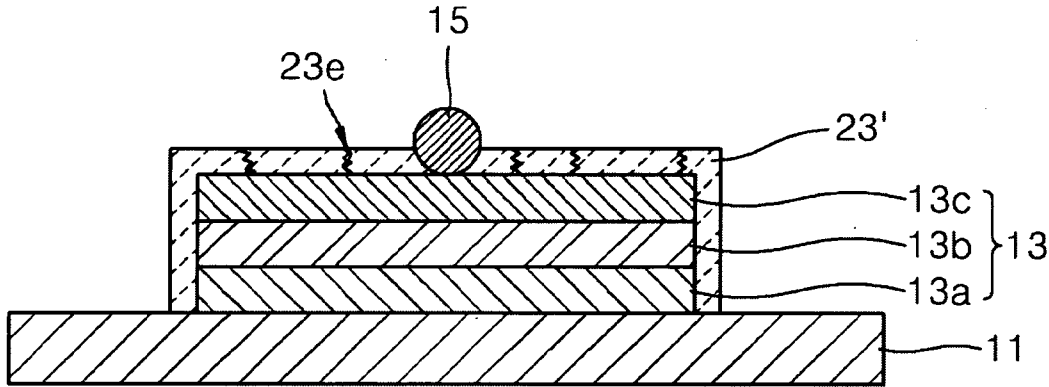
【發明圖式】



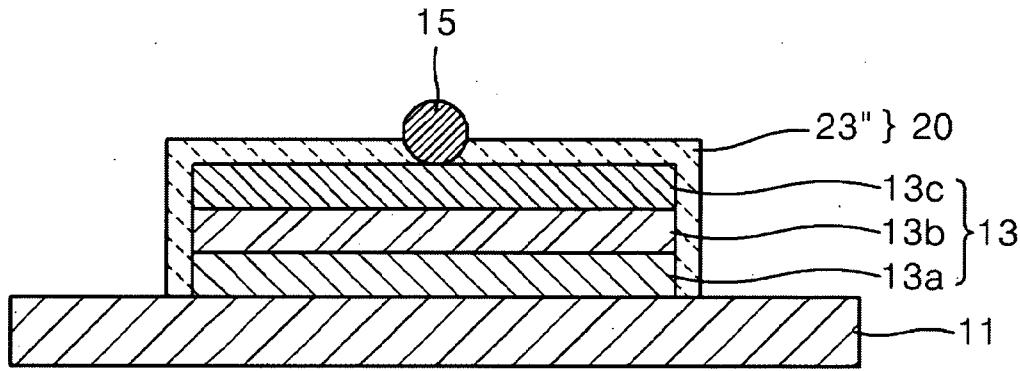
第 1A 圖



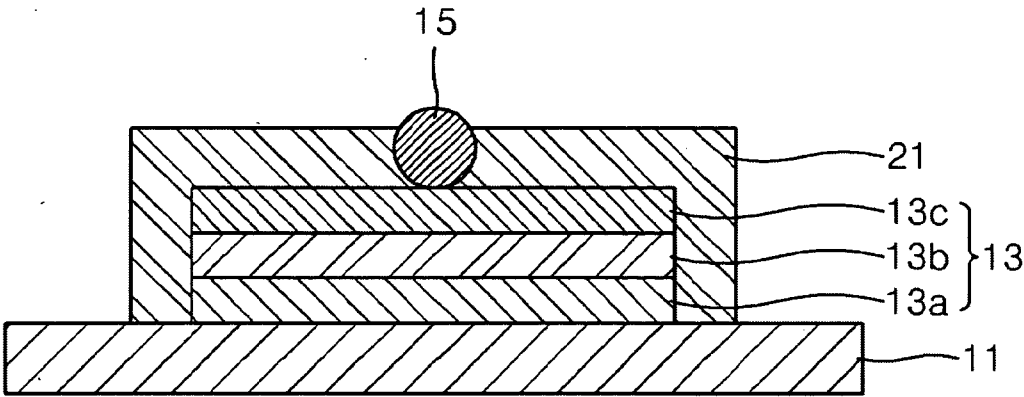
第 1B 圖



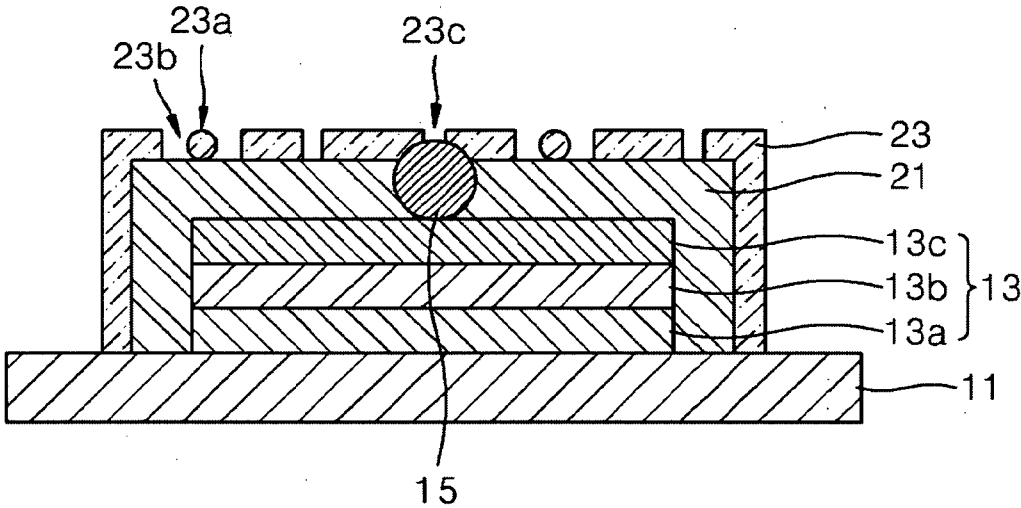
第 1C 圖



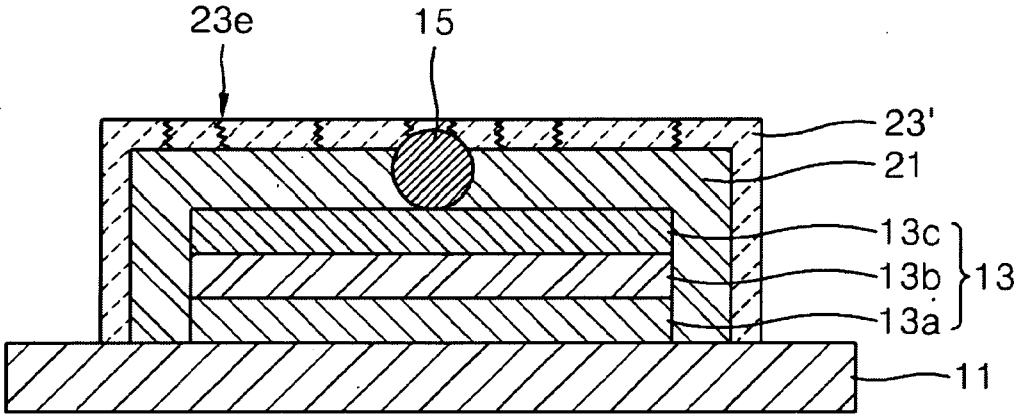
第 1D 圖



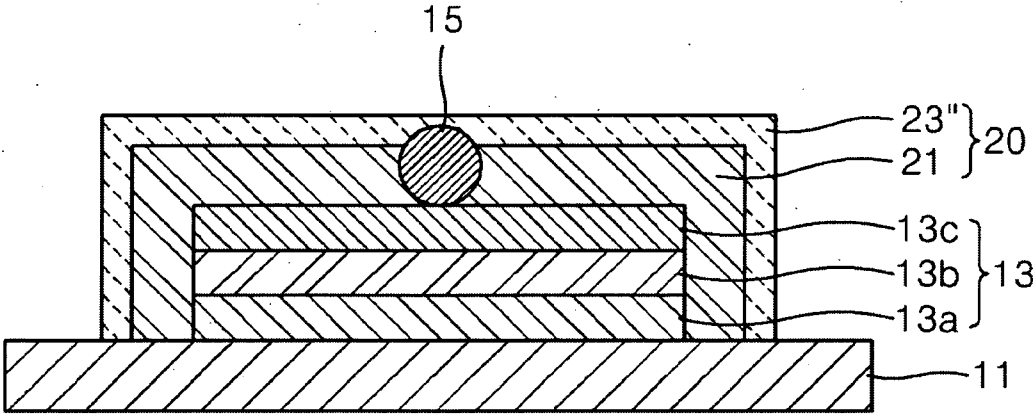
第 2A 圖



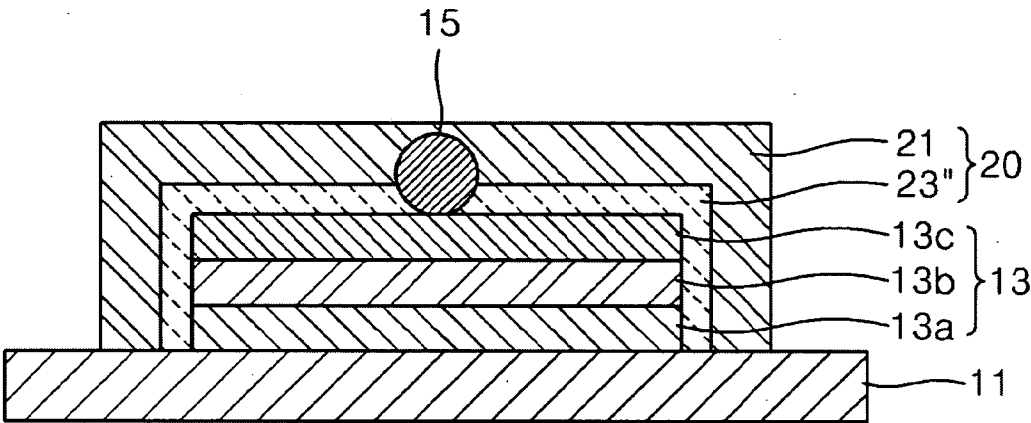
第 2B 圖



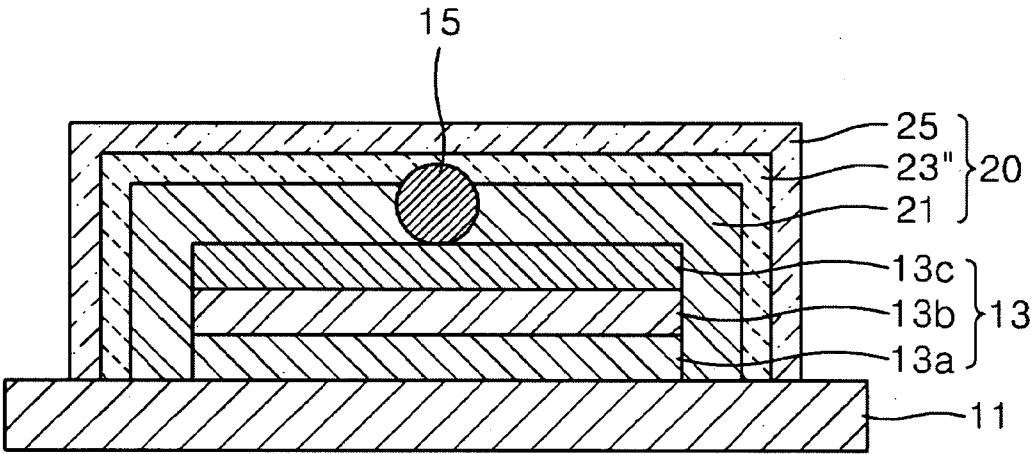
第 2C 圖



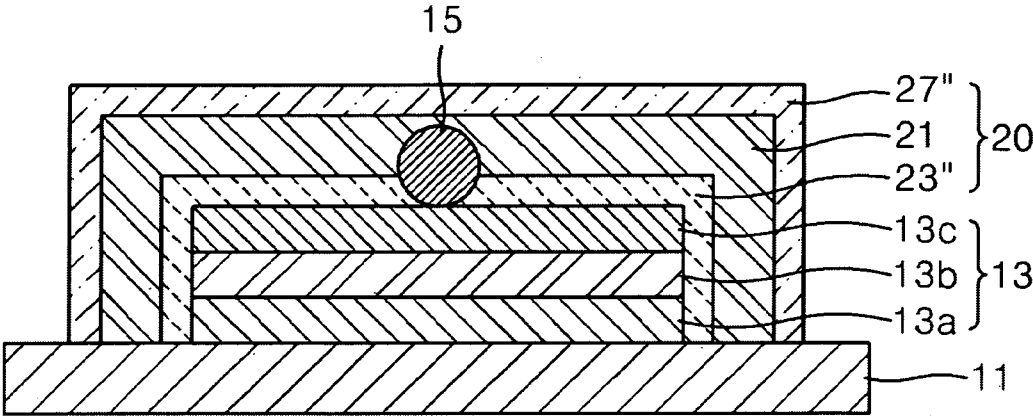
第 2D 圖



第 3 圖



第 4 圖



第 5 圖