



(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 I633691 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 08 月 21 日

(21)申請案號：101147261

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 12 月 13 日

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

H01L51/52 (2006.01)

H01L51/54 (2006.01)

(30)優先權：2011/12/14 美國

61/570,667

(71)申請人：日東電工股份有限公司 (日本) NITTO DENKO CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：馬立平 MA, LIPING (CN)；賴倩茜 LAI, QIANXI (CN)；哈汀 布瑞特 T HARDING, BRETT T. (US)；鄭世俊 ZHENG, SHIJUN (CN)；望月天音 MOCHIZUKI, AMANE (JP)

(74)代理人：詹銘文；葉璟宗

(56)參考文獻：

TW I284008

TW 200826332A

TW 200904943A

TW 201107448A

審查人員：徐雨弘

申請專利範圍項數：24 項 圖式數：5 共 33 頁

(54)名稱

頂部發光型白色有機發光二極體及用於調諧其顏色的方法

TOP-EMITTING WHITE ORGANIC LIGHT-EMITTING DIODES AND METHOD FOR COLOR TUNING THE SAME

(57)摘要

本揭露內容是關於一種發射性構造，所述發射性構造可用於各種 OLED 應用中，例如，頂部發光型白色有機發光二極體。所述發射性構造包含螢光發射性層、部分電洞阻擋層及磷光發射性層。重組區在所述螢光發射性層與所述磷光發射性層之間共用，使得所述部分電洞阻擋層之厚度小於所述重組區之厚度的約三分之一。

The present disclosure relates to an emissive construct, which can be used in various OLED applications, for example, top-emission white organic light-emitting diodes. The emissive construct includes a fluorescent emissive layer, a partial hole-blocking layer, and a phosphorescent emissive layer. A recombination zone is shared between the fluorescent emissive layer and the phosphorescent emissive layer, such that the thickness of the partial hole-blocking layer is less than about one-third of the thickness of the recombination zone.

指定代表圖：

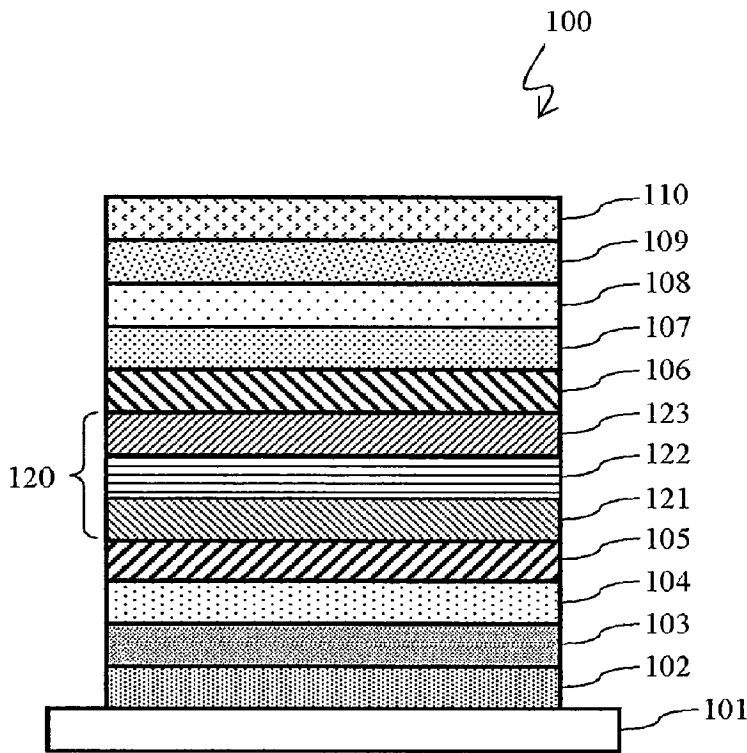


圖 1

符號簡單說明：

- 100 . . . 發光裝置
- 101 . . . 透明或不透明基板
- 102 . . . 絕緣層
- 103 . . . 反射性或不透明陽極
- 104 . . . 電洞注入層 (HIL)
- 105 . . . 電洞輸送層 (HTL)
- 106 . . . 電子輸送層 (ETL)
- 107 . . . 電子注入層 (EIL)
- 108 . . . 半透明或透明陰極
- 109 . . . 光發射增強層
- 110 . . . 光散射層
- 120 . . . 發射性構造
- 121 . . . 螢光發射性層
- 122 . . . 部分電洞阻擋層
- 123 . . . 磷光發射性層

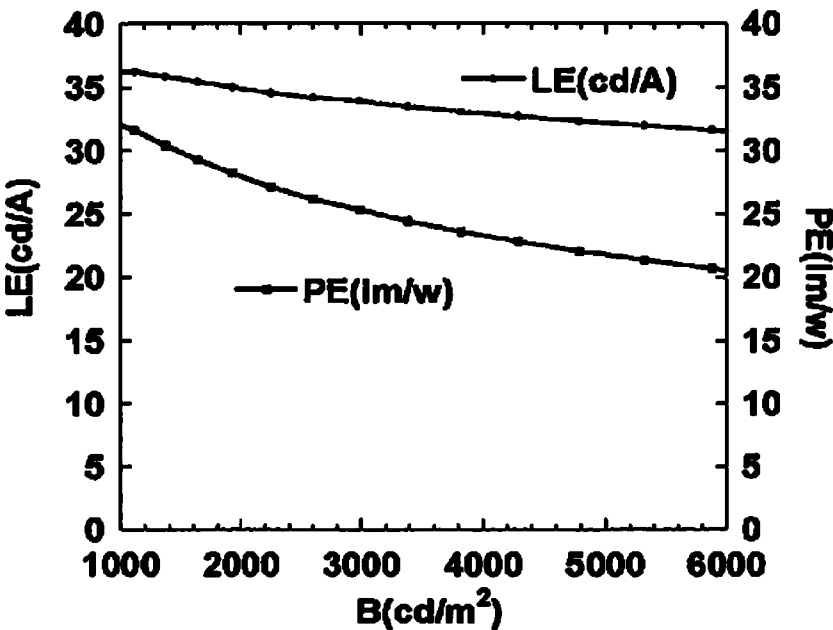


圖 3

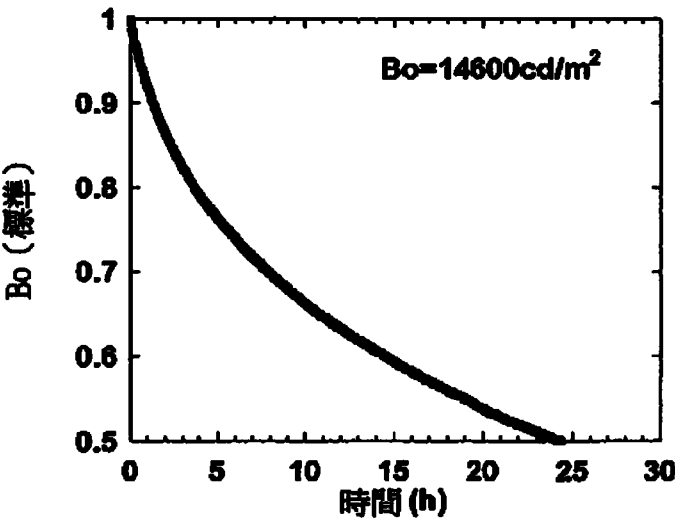


圖 4

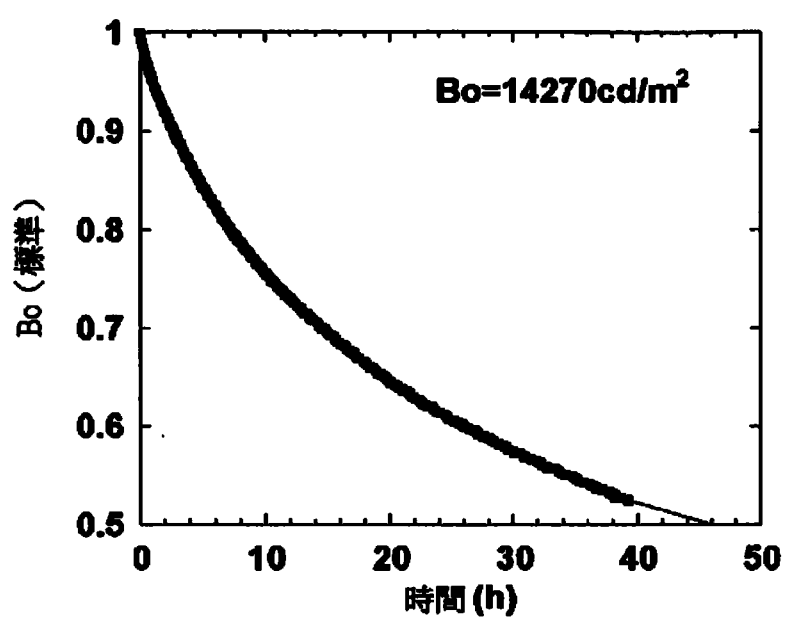


圖 5

六、發明說明：

【對相關申請案之交叉參考】

本申請案主張在 2011 年 12 月 14 日申請之美國臨時專利申請案第 61/570,667 號的權利，此案之全部內容以引用的方式併入本文中。

【發明所屬之技術領域】

本申請案是關於用於照明應用之頂部發光型白色有機發光二極體 (organic light-emitting diode; OLED) 裝置。

【先前技術】

有機發光材料針對能量有效之照明應用提供非常有前景的研究領域。許多方法已被提出以增加 OLED 裝置功率效率，包含修改材料、裝置結構、裝置製造技術及光輸出耦合 (outcoupling) 技術。傳統 OLED 包括底部發光型 OLED (bottom emission type OLED; BE-OLED)，其中底部電極為透明導電金屬氧化物，諸如沈積在透明基板（諸如，玻璃）之頂部的氧化銦錫 (Indium-Tin-Oxide; ITO)。一般而言，在不涉及光輸出耦合之情況下，BE-OLED 中之發射光中的大部分以有機模式、基板模式或電漿模式之形式截留在裝置內部。只有約 10-30% 的光自裝置逸出且起照明作用。因此，截留在玻璃基板中之光可占總發射性光的 20%。此一般要求 BE-OLED 中之光提取實際上為必要的。

近來，已探索頂部發光型 OLED (top-emission OLED; TE-OLED) 裝置，其中頂部電極（一般而言，陰極）為半透明金屬陰極抑或如同 ITO 之透明導電金屬氧化物。針對

半透明頂部陰極，微空腔效應（microcavity effect）可為嚴重的，此是歸因於與透明 ITO 陰極相比相對較高之金屬半透明陰極反射率。此可導致選擇性波長穿過陰極，從而促進光輸出及發射光譜之視角相依性（viewing angle dependence）。儘管此特徵針對顯示應用可為良好的，但其亦可能負面地影響一般照明應用，此是因為白色光發射為所要的。

在 TE-OLED 製造中存在許多挑戰性問題，包含用於底部反射性陽極、發光層之作用胞（active cell）及半透明陰極的材料。又，調諧光增強層及光散射層，皆同時進一步增強 TE-OLED 之功率效率以滿足各種照明應用要求，引起大量考慮。與 BE-OLED 相比，TE-OLED 之效率需求需要更多注意，以便滿足光應用要求。

【發明內容】

實施例提供一種發射性構造，所述發射性構造可用於各種 OLED 應用中，例如，頂部發光型白色有機發光二極體。在一些實施例中，所述發射性構造包括：螢光發射性層，其包括第一主體材料；部分電洞阻擋層（partial hole-blocking layer），其安置在所述螢光發射性層上，具有第一厚度；及磷光發射性層，其安置在所述部分電洞阻擋層上，包括第二主體材料。在一些實施例中，重組區在所述螢光發射性層與所述磷光發射性層之間共用。在一些實施例中，所述重組區具有第二厚度，其中所述部分電洞阻擋層之所述第一厚度小於所述重組區之所述第二厚度的約

三分之一。

【實施方式】

本文中所描述之發射性構造可用於各種裝置中。在一些實施例中，發射性構造用於 OLED 中。在一些實施例中，包括發射性構造之 OLED 是自 BE-OLED 或 TE-OLED 選擇。較佳地，包括發射性構造之 OLED 包括頂部發光型白色 OLED。OLED 可由各種已知層建構。在一些實施例中，OLED 包括陽極及陰極。在一些實施例中，陽極包括反射性陽極。在一些實施例中，陰極包括半透明或透明陰極。

包括發射性構造之層可定位在裝置中的各種位置處，但較佳實施例在下文中進一步描述。較佳地，發射性構造包括螢光發射性層、鄰近於螢光發射性層之部分電洞阻擋層，及鄰近於部分電洞阻擋層之磷光發射性層。此外，額外層亦可存在。舉例而言，OLED 可包括基板。在一些實施例中，OLED 包括絕緣層。在一些實施例中，OLED 包括電洞注入層。在一些實施例中，OLED 包括電洞輸送層。在一些實施例中，OLED 包括電子輸送層。在一些實施例中，OLED 包括電子注入層。在一些實施例中，OLED 包括光發射增強層。在一些實施例中，OLED 包括光散射層。

OLED 中之層中的每一者可自底部至頂部以任何次序存在。在第一層安置在第二層之上的情況下，第一層及第二層可（但不需要）彼此鄰近。在第一層安置在第二層上的情況下，則第一層鄰近於第二層。在一些實施例中，絕

緣層安置在基板之上。在一些實施例中，反射性陽極安置在絕緣層之上。在一些實施例中，電洞注入層安置在反射性陽極之上。在一些實施例中，電洞輸送層安置在電洞注入層之上。在一些實施例中，發射性構造安置在電洞輸送層之上。在一些實施例中，電子輸送層安置在發射性構造之上。在一些實施例中，電子注入層安置在電子輸送層之上。在一些實施例中，半透明或透明陰極安置在電子輸送層之上。在一些實施例中，光發射增強層安置在半透明或透明陰極之上。在一些實施例中，光散射層安置在光發射增強層之上。安置在另一層之上的任何層可能或可能不鄰近於彼另一層。

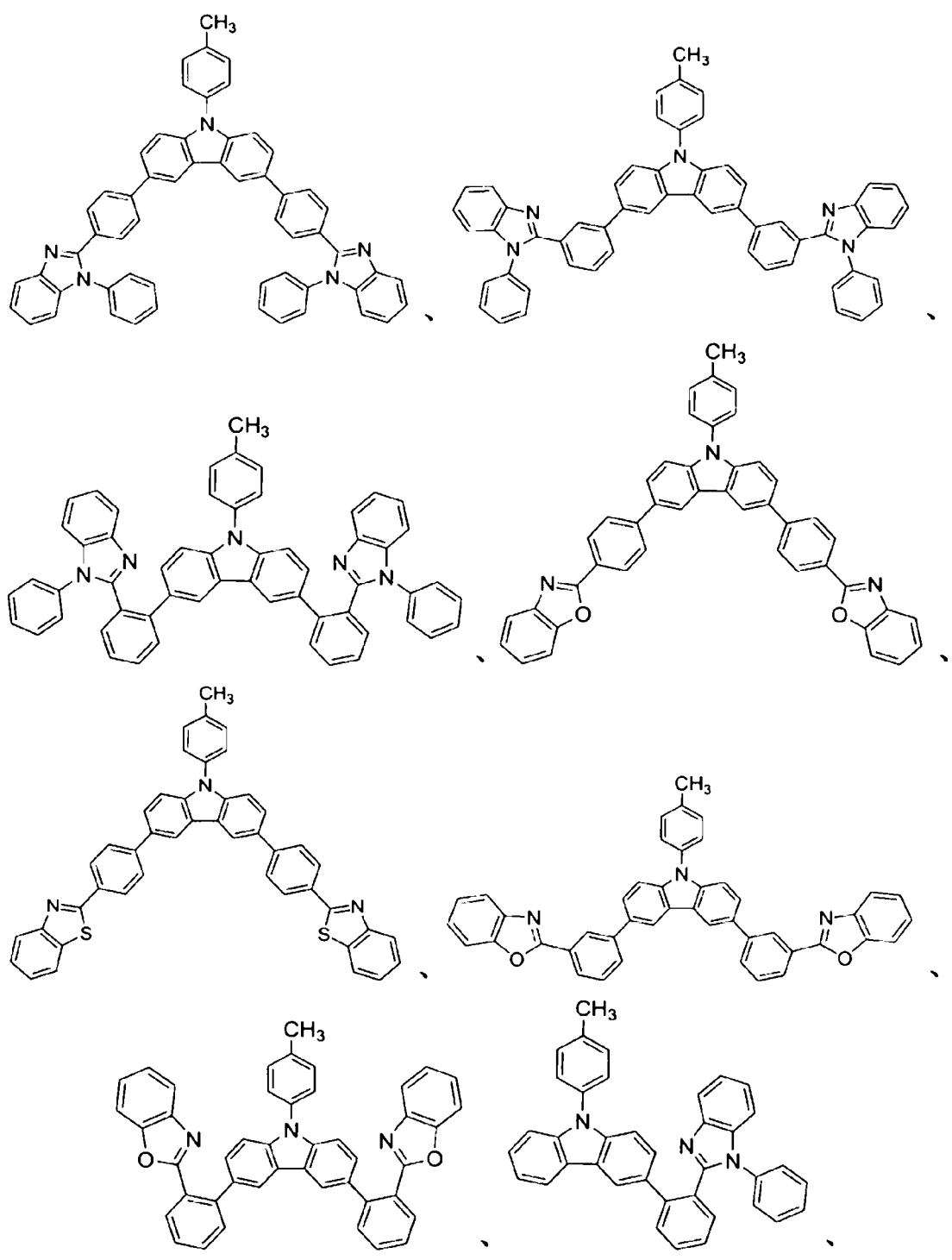
圖 1 描繪發光裝置 100 之實例。在此實施例中，發光裝置為頂部發光型白色 OLED，其自陰極側發光。裝置包括透明或不透明基板 101、安置在透明或不透明基板 101 之上的絕緣層 102、安置在絕緣層 102 之上的反射性或不透明陽極 103、安置在反射性或不透明陽極 103 之上的電洞注入層（hole-injection layer；HIL）104、安置在 HIL 104 之上的電洞輸送層（hole-transport layer；HTL）105，及安置在 HTL 之上的發射性構造 120。

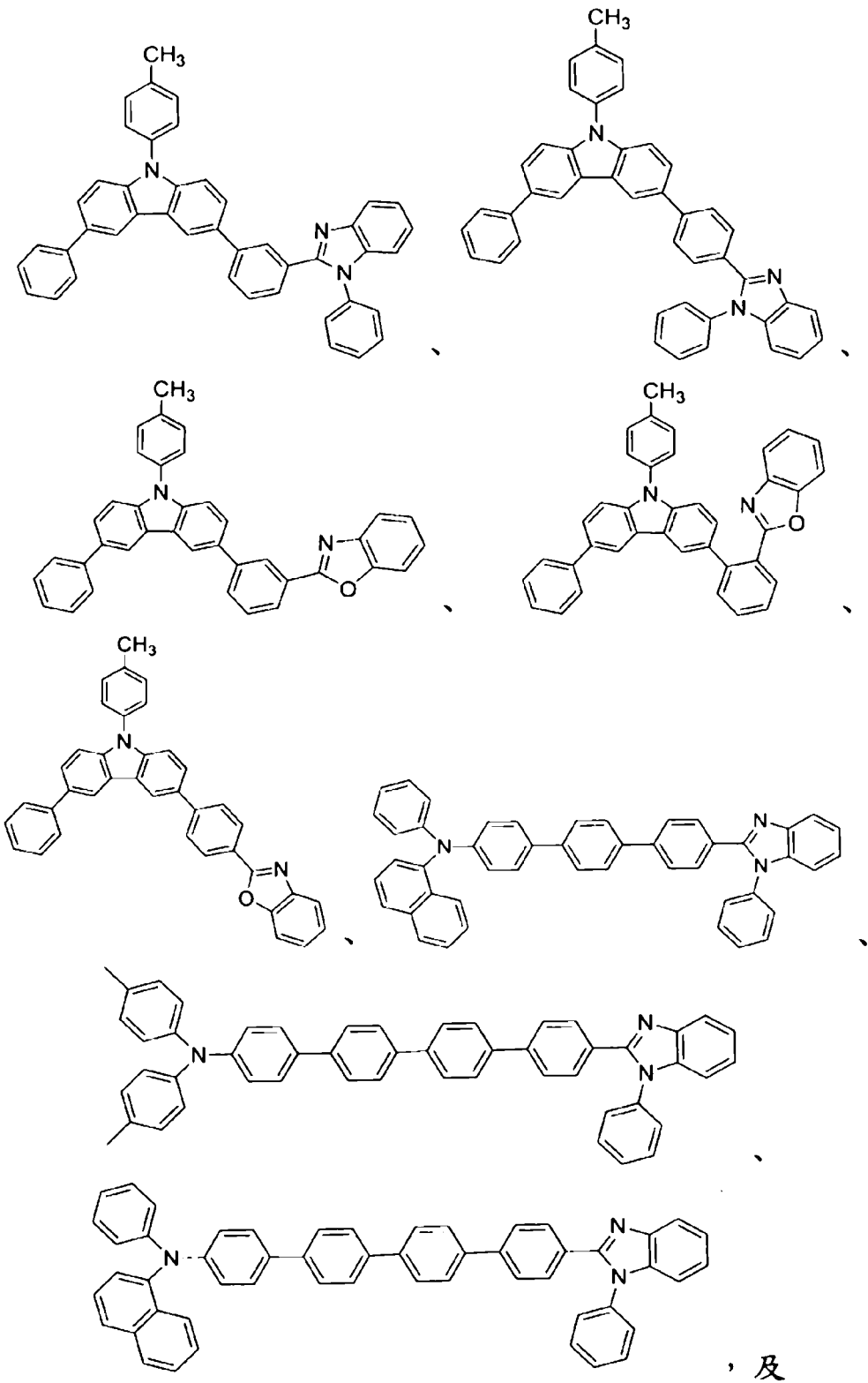
在圖 1 中，發射性構造 120 包括三個層。首先，包括第一主體材料之螢光發射性層 121 安置在 HTL 105 之上。部分電洞阻擋層 122 安置在螢光發射性層 121 之上，且磷光發射性層 123 安置在部分電洞阻擋層 122 之上。重組區包含螢光發射性層 121 及磷光發射性層 123。重組區為在

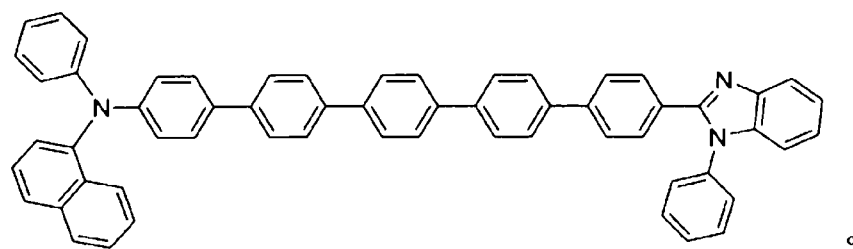
互補發射性層當中共用之區域，在此等互補發射性層中正電荷與負電荷組合。在一些實施例中，螢光發射性層 121 及磷光發射性層 123 界定重組區。在一些實施例中，部分電洞阻擋層 122 具有小於重組區之厚度之約三分之一的厚度。重組區之厚度是藉由所有發射性層（例如，螢光發射性層 121 及磷光發射性層 123）之組合厚度界定。

如圖 1 中所示，電子輸送層（electron-transport layer；ETL）106 安置在發射性構造 120 之上，電子注入層（electron injection layer；EIL）107 安置在 ETL 106 之上，半透明或透明陰極 108 安置在 EIL 107 之上，光發射增強層 109 安置在半透明或透明陰極 108 之上，且光散射層 110 安置在光發射增強層 109 之上。

在一些實施例中，螢光發射性層 121 包括第一主體材料。可利用各種主體材料。舉例而言，第一主體材料可為螢光材料，諸如藍色發光螢光材料，其能夠在無任何螢光摻雜劑之情況下發螢光。螢光材料亦可為適合作為螢光摻雜劑材料之主體的任何材料。在一些實施例中，第一主體發射藍光。在一些實施例中，螢光發射性層為未摻雜的。舉例而言，第一主體材料可包含（但不限於）以下化合物中之一或多者：

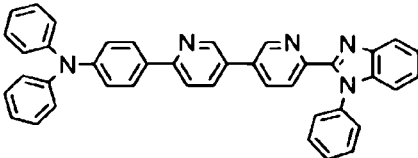
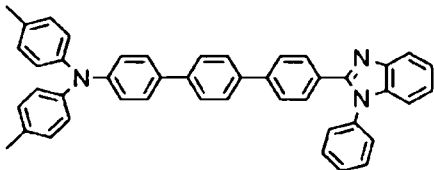
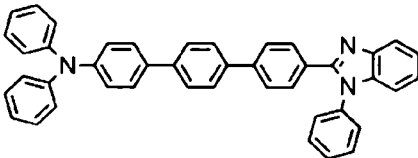
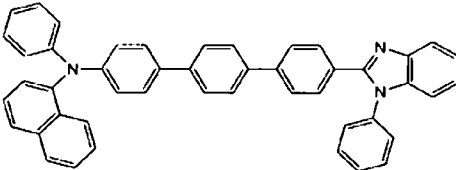
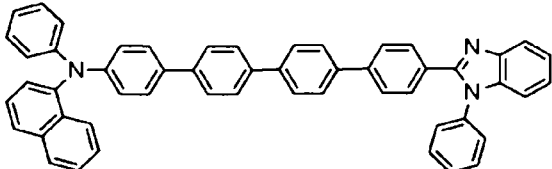
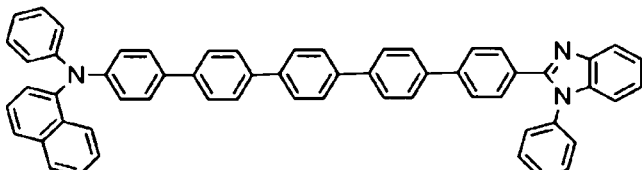






在一些實施例中，主體包括非聚合化合物。在一些實施例中，主體本質上由非聚合化合物組成。在 US 20110062386 及於 2010 年 12 月 22 日申請之美國臨時專利申請案第 61/426,259 號中所描述之化合物亦可用作第一主體材料，此等案兩者之全部內容以引用的方式併入。

在一些實施例中，螢光發射性層包括藍色發光螢光摻雜劑。在一些實施例中，藍色發光螢光摻雜劑材料具有大於約 2.3 之 T1。舉例而言，藍色發光螢光摻雜劑可自以下化合物選擇。術語“T1”或“三重態能量 (triplet energy)”具有藉由一般熟習此項技術者所理解之普通含義，且包含自激子之最低能量三重態狀態至基態轉變之能量。存在可用以獲得三重態能量之許多此項技術中已知之方法，諸如藉由獲得磷光光譜。

結構	T ₁ 值
	2.34
	2.35
	2.38
	2.38
	2.36
	2.37

在一些實施例中，第一主體材料具有高於藍色發光螢光摻雜劑之 S1 能量位準的 S1 能量位準。如本文中所使用，“S1”指代激子之最低能量激發的單重態狀態。如本文中所使用，“激子”指代處於激發電子狀態之分子、原

子，或分子及/或原子之相關聯群組 (associated group)。第一主體材料之較高能量 S1 可允許主體材料之激子更容易地傳送激發單重態能量至較低 S1 能量螢光摻雜劑 (與相比於第一主體材料具有較高 S1 能量的摻雜劑相比)。傳送激發單重態能量至摻雜劑提供在 S1 狀態下之摻雜劑，此摻雜劑可接著發螢光。

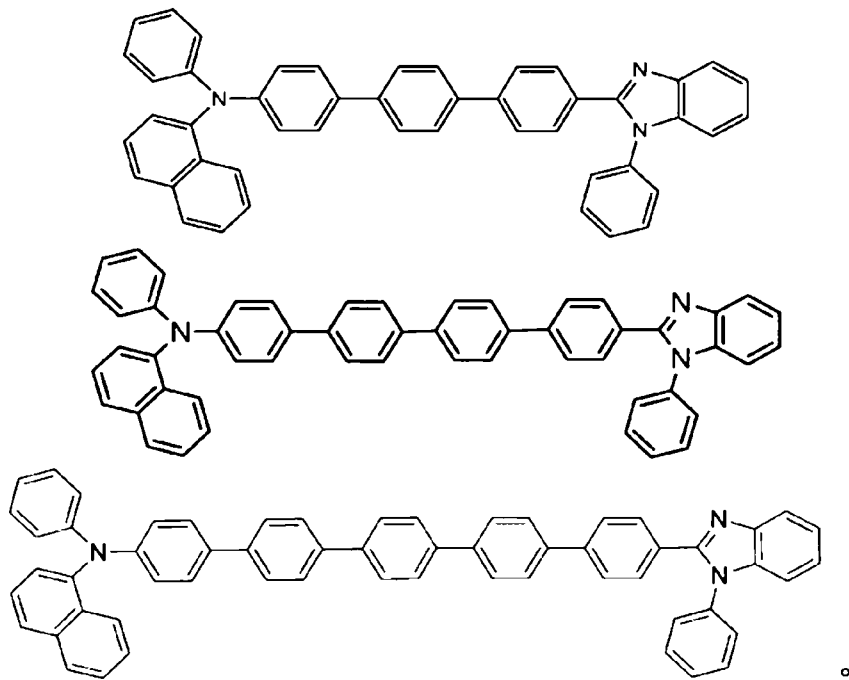
在一些實施例中，主體 S1 大於螢光藍色發射體 S1。在一些實施例中，主體 T1 大於磷光藍色發射體 T1。在一些實施例中，主體 T1 小於螢光藍色發射體 T1。在一些實施例中，第一主體材料具有低於藍色發光螢光摻雜劑之 T1 的 T1。在一些實施例中，第一主體材料具有高於藍色發光螢光摻雜劑之單重態能量 (S1) 的單重態能量 (S1)。

在一些實施例中，磷光發射性層為橙色發光層。在一些實施例中，磷光發射性層包括第二主體材料。各種主體材料可利用於磷光發射性層中。在一些實施例中，磷光發射性層中之第二主體與螢光發射性層中之第一主體相同。舉例而言，第二主體可包括列舉為以上第一主體之選項的化合物中之任一者。第二主體亦可不同於第一主體。在一些實施例中，螢光發射性層中之第一主體的 T1 大於磷光發射性層中之第二主體的 T1。

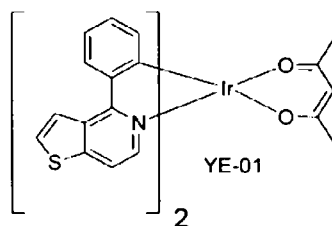
磷光發射性層亦可包含一或多種磷光摻雜劑。舉例而言，磷光發射性層可包括第二主體及一或多種磷光摻雜劑，諸如為 (1) 黃色及紅色發射體、(2) 綠色及紅色發射體或 (3) 單一橙色發射體之一或多種磷光摻雜劑。在一些

實施例中，磷光第二主體之 T1 大於一或多種磷光摻雜劑之 T1。

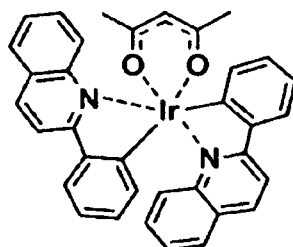
在一些實施例中，磷光發射性層包括發射互補色光之（多種）材料，使得自螢光藍色發光層所發射之藍光與磷光發射性層之磷光發射整體或部分組合，以提供感知白光（perceived white light）。在一些實施例中，磷光發射性層之第二主體可自以下化合物選擇：



在一些實施例中，磷光發射性層可為白光產生之互補磷光發射體。在一些實施例中，磷光發射性層可為黃色發光化合物及紅色發光化合物。在一些實施例中，黃色發光化合物可為 YE-01。



在一些實施例中，紅色發光化合物可為 $\text{Ir}(\text{piq})_2\text{acac}$ 。



$\text{Ir}(\text{piq})_2(\text{acac})$

其他適當互補發射體可自於 2011 年 11 月 10 日申請之美國專利申請案第 13/293,537 號及於 2011 年 3 月 3 日申請之美國臨時專利申請案第 61/449,032 號及於 2011 年 9 月 12 日申請的第 61/533,679 號中所描述之彼等發射體選擇，此等案中之每一者的全部內容以引用的方式併入本文中。

螢光發射性層及磷光發射性層之厚度可變化。在一些實施例中，螢光發射性層之厚度在約 5 nm 至約 50 nm 之範圍內。在一些實施例中，螢光發射性層之厚度在約 10 nm 至約 50 nm 之範圍內。在一些實施例中，螢光發射性層之厚度在約 10 nm 至約 40 nm 之範圍內。在一些實施例中，螢光發射性層之厚度在約 10 nm 至約 30 nm 之範圍內。在

一些實施例中，磷光發射性層之厚度在約 5 nm 至約 50 nm 之範圍內。在一些實施例中，磷光發射性層之厚度在約 10 nm 至約 50 nm 之範圍內。在一些實施例中，磷光發射性層之厚度在約 10 nm 至約 40 nm 之範圍內。在一些實施例中，磷光發射性層之厚度在約 10 nm 至約 30 nm 之範圍內。在一些實施例中，螢光發射性層具有約 20 nm 之厚度。在一些實施例中，磷光發射性層具有約 20 nm 之厚度。

部分電洞阻擋層安置在螢光發射性層與磷光發射性層之間，充當電子-電洞重組中心之限制，從而展現關於所施加電壓之顏色穩定度。另外，重組區在螢光發射性層與磷光發射性層之間共用。各種材料可用於部分電洞阻擋層中。較佳地，部分電洞阻擋層材料之 T_1 大於螢光主體材料之 T_1 及磷光主體材料的 T_1 兩者。在一些實施例中，部分電洞阻擋層之 HOMO 值負於螢光主體材料之 HOMO 值。

在一些實施例中，部分電洞阻擋層可包含（例如）具有以下各項之材料：2-(4-聯苯基)-5-(4-第三丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(PBD)、1,3-雙(N,N-第三丁基-苯基)-1,3,4-噁二唑(OXD-7)、1,3-雙[2-(2,2'-聯吡啶-6-基)-1,3,4-噁二唑-5-基]苯(BPY-OXD)、2,9-二甲基-4,7-二苯基-啡啉(浴銅靈(bathocuproine)或BCP)，及1,3,5-參[2-N-苯基苯并咪唑-z-基]苯(TPBI)。在一些實施例中，部分電洞阻擋層允許到達電洞阻擋層之電洞的約50%至約95%自磷光發射性層傳遞至螢光發射性層。在一些實施例中，部分電洞阻擋層允許到達電洞阻擋層之電洞的約50%至約95%自螢光

發射性層傳遞至磷光發射性層。

較佳地，部分電洞阻擋層具有小於重組區之厚度之約三分之一的厚度。在一些實施例中，部分電洞阻擋層之厚度在約 0.5 nm 至約 3 nm 之範圍內。在一些實施例中，重組區之厚度在約 2 nm 至約 40 nm、約 2 nm 至約 30 nm 或約 2 nm 至約 20 nm 之範圍內。在一些實施例中，重組區之厚度在約 5 nm 至約 15 nm 之範圍內。在一些實施例中，重組區之厚度在約 8 nm 至約 12 nm 之範圍內。在一些實施例中，重組區之厚度為約 10 nm。

另一實施例提供一種用於調諧頂部發光型白色有機發光二極體的顏色的方法。在一些實施例中，此方法包括在螢光發射性層與磷光發射性層之間插入如本文中所描述之具有第一厚度的部分電洞阻擋層，及調整第一厚度以調諧頂部發光型白色有機發光二極體的顏色。組合之螢光發射性層及磷光發射性層具有第二厚度。在一些實施例中，此方法包括使部分電洞阻擋層加厚（增加第一厚度）以提供藍移。在一些實施例中，此方法包括使部分電洞阻擋層變薄（減小第一厚度）以提供紅移。

陰極層可為包括金屬合金（諸如，Mg:Ag 混合物）之半透明金屬電極、雙層結構（諸如，Ca/Au）或透明電極（諸如，ITO、Al:ZnO）。陰極亦可包括透明及導電碳材料（諸如，CNT、石墨烯）。光增強層可包括透明材料，此等透明材料可包括有機小分子材料及無機材料兩者，此等無機材料包含金屬氧化物或寬能帶間隙半導體化合物（能帶

間隙大於藍光，波長短於 450 nm)。光散射層可包括熱沈積多孔奈米結構化薄膜。

電洞注入層可包括過渡金屬氧化物。在一些實施例中，反射性不透明陽極包括 Ag 及 Al 雙層。電洞輸送層可為部分 p 型摻雜的，且電子輸送層可為部分 n 型摻雜的。部分摻雜意謂輸送層仍存在某厚度未經摻雜。

在一些實施例中，提供白色發光 OLED 裝置，其可包含(以自底部至頂部之順序):基板;在基板之頂部所塗佈的絕緣層;在絕緣層上方之反射性及不透明陽極;在陽極上方之電洞注入層;在電洞注入層上方之電洞輸送層;上文所描述之發射性構造;在發射性構造上方之電子輸送層;在電子輸送層上方之電子注入層;在電子輸送層上方之半透明或透明陰極;在陰極上方之光發射增強層;及安置在光發射增強層上方的光散射層。基板、絕緣層、反射性及不透明陽極、電洞注入層、電洞輸送層、電子輸送層、電子注入層、半透明或透明陰極、光發射增強層及光散射層之材料在於 2011 年 9 月 12 日申請之美國臨時專利申請案第 61/533,679 號中進一步描述，此案之全部內容以引用的方式進一步併入本文中，尤其針對此等類型之 OLED 層的論述。

針對照明應用，頂部發光型白色有機發光二極體具有以下問題:較低效率且顏色隨視角改變，及複雜的裝置結構。考慮總體裝置設計及針對裝置之每一層所選擇的材料，本發明解決了此等問題，且達成:簡單的裝置結構、

易處理、所有裝置製造經由熱沈積進行、在裝置功率效率中之新的世界記錄，其中白色滿足 DOE 一般照明要求及顏色不因視角不同而有顯著變化。

在一些實施例中，本發明可提供一種用於調諧白色發光混合 OLED 裝置的顏色以發射較冷（更藍）光之方法，此方法可包含：在陽極與陰極之間插入上文所描述之發射性構造；及將 HBL 層加厚一足夠距離，以提供所要藍移。

在一些其他實施例中，本發明可提供一種用於調諧白色發光混合 OLED 裝置的顏色以發射較暖（更紅/橙光）光之方法，此方法包括：在陽極與陰極之間插入上文所描述之發射性構造；及將 HBL 層調整一足夠距離（厚度），以提供所要藍/紅移。

一些實施例提供一種發射性構造，此發射性構造可用於各種 OLED 應用中，例如，頂部發光型白色有機發光二極體。在一些實施例中，此發射性構造包括：螢光發射性層，其包括第一主體材料；安置在螢光發射性層上之部分電洞阻擋層，其具有第一厚度；及安置在部分電洞阻擋層上之磷光發射性層，其包括第二主體材料。在一些實施例中，重組區在螢光發射性層與磷光發射性層之間共用，且定義為包含螢光發射性層及磷光發射性層。重組區之厚度定義為螢光發射性層及磷光發射性層之組合厚度。在一些實施例中，重組區具有第二厚度，其中部分電洞阻擋層之第一厚度小於第二厚度之約三分之一。

在一些實施例中，磷光發射性層包括磷光摻雜劑，其

中藉由磷光摻雜劑所發射之光在與藉由螢光發射性層所發射之光組合時提供白光。在一些實施例中，磷光發射性層包括黃色發光磷光摻雜劑及紅色發光磷光摻雜劑。在一些實施例中，螢光發射性層及磷光發射性層兩者為約 20 nm 厚。在一些實施例中，部分電洞阻擋層之最高佔據分子軌域相比於第一主體材料之最高佔據分子軌域具有較高能量。

在一些實施例中，黃色發光磷光摻雜劑及紅色發光磷光摻雜劑不需要包含在同一磷光發射性層中。在彼等實施例中，發射性構造之磷光發射性層可更包括兩個子層。第一子層包括黃色發光磷光摻雜劑且第二子層包括紅色發光磷光摻雜劑，或反之亦然。在一些實施例中，子層中之每一者的主體可為相同的。在一些實施例中，兩個子層可具有不同主體。

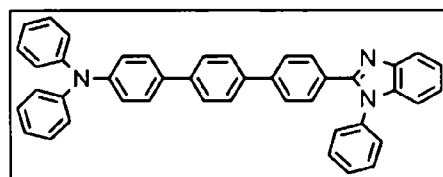
實例

已發現，使用上文所揭露之系統及方法所產生的頂部發光型白色 OLED 之實施例可達成簡單的裝置結構及更容易處理。OLED 可使用熱沈積來製造且提供增進的裝置功率效率。此等益處藉由以下實例進一步展示，此等實例意欲說明本揭露內容之實施例，但不欲以任何方式限制範疇或基礎原理。

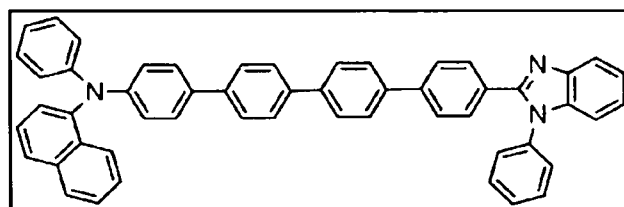
實例 1-裝置製造

經預清潔之玻璃基板在周圍環境下以約 200°C 烘烤約 1 小時，接著用 UV 臭氧處理約 30 分鐘。接著，聚甲基丙

烯酸甲酯 (PMMA) 層 (約 180 nm 厚) 在玻璃基板之表面的頂部以約 6000 RPM 旋塗約 40 秒(溶液:2 wt% PMMA 在二氯苯[DCB]溶劑中)。基板接著以約 120°C 烘烤約 2 小時。基板裝載至沈積腔室中。雙層反射性底部陽極 (50 nm Al 層及 50 nm Ag 層) 以約 2 Å/s 之速率依序地沈積, 首先 Al 接著 Ag。氧化鉬 (MoO_3 , 約 10 nm) 以約 1 Å/s 之沈積速率沈積為電洞注入層。接著, p 型摻雜層 (20 nm) MoO_3 與 4,4'-雙[N-(萘基)-N-苯基-胺基]聯苯 (NPB) 以針對 MoO_3 及 NPB 分別為約 0.05 Å/s 及約 1 Å/s 之沈積速率以 5% 體積比率共沈積。NPB 層 (約 20 nm) 接著沈積為電洞輸送層。螢光藍色發射性層 (20 nm) 接著被沈積, 此螢光藍色發射性層具有螢光藍色發射體 (BE-1), 此 BE-1 與主體材料 (主體-1) 以針對 BE-1 為約 0.1 Å/s 且針對主體-1 為約 1 Å/s 之沈積速率以 10% 體積比率共沈積。

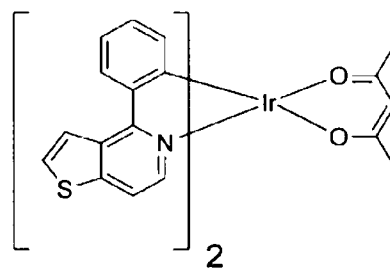


BE-1

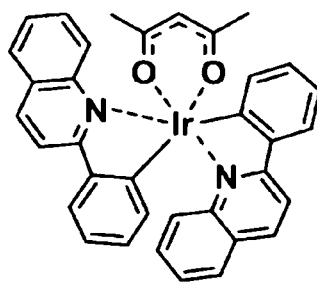


主體-1

接著，1,3,5-參(1-苯基-1H-苯并咪唑-2-基)苯 (TPBI) 之部分電洞阻擋層以約 $0.1 \text{ \AA/s}$ 沈積在螢光藍色發射性層之頂部，厚度為約 2 nm 。接著，磷光發射性層 (20 nm) 之沈積為主體 (主體-1) 與黃色發射體 (YE-1) 及紅色發射體 ($\text{Ir(pq)}_2\text{acac}$) 以針對主體-1 為約 $1 \text{ \AA/s}$ 、針對 YE-1 為約 $0.05 \text{ \AA/s}$ 且針對 $\text{Ir(pq)}_2\text{acac}$ 為約 $0.005 \text{ \AA/s}$ 之沈積速率的三者共沈積。

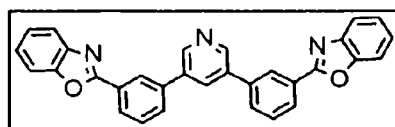


YE-1

 $\text{Ir(pq)}_2\text{acac}$

黃色發射體及紅色發射體之摻雜濃度分別為約 5 體積 % 及約 0.5 體積 %。接下來，約 30 nm 之電子輸送層 (ETL) 以約 $1 \text{ \AA/s}$ 之沈積速率沈積。電子注入層 (EIL) 接著沈積

為氟化鋰 (LiF, 1 nm 厚, 沈積速率 0.1 Å/s) 之薄層, 且以約 0.1 Å/s 沈積為鎂 (Mg, 1 nm 厚) 之薄層。半透明陰極 (約 21 nm) 藉由鎂 (Mg) 及銀 (Ag) 以約 1:2 之體積比率之共沈積而沈積。MoO₃ 之光增強層 (70 nm) 沈積在陰極之頂部。最後, 光散射層 (3,5-雙(3-(苯并[d]噁唑-2-基)苯基)吡啶) 以約 2 Å/s 之沈積速率在光增強層之頂部沈積 900 nm。所有沈積以約 2×10^{-7} 托之基礎壓力進行。裝置面積為大約 7.7 mm²。



3,5-雙(3-(苯并[d]噁唑-2-基)苯基)吡啶

量測實例 1 之電致發光光譜。圖 2 展示本發明之 TE-WOLED 以 CIE (0.44, 0.36)、CRI (65) 在較低 (2000 尼特) 及較高 (10000 尼特) 亮度下的電致發光 (electroluminescence; EL) 光譜。如圖 2 中所示, 部分電洞阻擋層有效地將界面處之電荷重組中心限制在橙色與藍色發射性層之間, 從而以較高亮度提供穩定發射性顏色。

實例 1 之電流效率及功率效率之亮度相依性亦被量測。圖 3 展示白色 TE-OLED 裝置之實施例之發光效率及功率效率的亮度相依性。

圖 4 展示根據實例 1 之在裝置之壽命內的亮度位準, 除基板是用 ITO/玻璃 PEDOT 塗佈以外。圖 5 展示在實例

1 之壽命內之亮度位準。如圖 4 及圖 5 中所示，裝置壽命及穩定度是使用 PMMA 塗佈之玻璃的更簡化基板而增進。

儘管申請專利範圍之主題已在某些實施例及實例之上下文中揭露，但熟習此項技術者應理解，申請專利範圍之範疇延伸超出特定揭露之實施例至其他替代實施例及/或本發明及其明顯修改及等效物的使用。因此，預期本申請專利範圍之範疇不應受上文所描述之特定揭露實施例限制。

【圖式簡單說明】

圖 1 展示白色 TE-OLED 裝置之層的實施例。

圖 2 展示白色 TE-OLED 裝置之實施例在較低（2000 尼特）及較高（10000 尼特）亮度位準下之電致發光（electroluminescence；EL）光譜。

圖 3 展示白色 TE-OLED 裝置之實施例之電流效率及功率效率的亮度相依性。

圖 4 展示在白色 TE-OLED 裝置之實施例之壽命內的亮度位準。

圖 5 展示在另一白色 TE-OLED 裝置之實施例之壽命內的亮度位準。

【主要元件符號說明】

100：發光裝置

101：透明或不透明基板

102：絕緣層

103：反射性或不透明陽極

- 104：電洞注入層（HIL）
- 105：電洞輸送層（HTL）
- 106：電子輸送層（ETL）
- 107：電子注入層（EIL）
- 108：半透明或透明陰極
- 109：光發射增強層
- 110：光散射層
- 120：發射性構造
- 121：螢光發射性層
- 122：部分電洞阻擋層
- 123：磷光發射性層

I633691

為第 101147261 號中文說明書無劃線修正本

修正日期:102 年 2 月 27 日

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：101147261

※ 申請日期：101/12/13

※IPC 分類：H01L 51/50 (2006.01)
H01L 51/52 (2006.01)
H01L 51/54 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

頂部發光型白色有機發光二極體及用於調諧其顏色的方法

TOP-EMITTING WHITE ORGANIC
LIGHT-EMITTING DIODES AND METHOD FOR COLOR
TUNING THE SAME

二、中文發明摘要：

本揭露內容是關於一種發射性構造，所述發射性構造可用於各種 OLED 應用中，例如，頂部發光型白色有機發光二極體。所述發射性構造包含螢光發射性層、部分電洞阻擋層及磷光發射性層。重組區在所述螢光發射性層與所述磷光發射性層之間共用，使得所述部分電洞阻擋層之厚度小於所述重組區之厚度的約三分之一。

三、英文發明摘要：

The present disclosure relates to an emissive construct, which can be used in various OLED applications, for example, top-emission white organic light-emitting diodes. The emissive construct includes a fluorescent emissive layer, a partial

hole-blocking layer, and a phosphorescent emissive layer. A recombination zone is shared between the fluorescent emissive layer and the phosphorescent emissive layer, such that the thickness of the partial hole-blocking layer is less than about one-third of the thickness of the recombination zone.

105-12-08

七、申請專利範圍：

1. 一種頂部發光型白色有機發光二極體（OLED），其包括發射性構造，其中所述發射性構造包括：

螢光發射性層，其包括第一主體材料，其中所述螢光發射性層為未摻雜的；

磷光發射性層，其包括第二主體材料；以及

部分電洞阻擋層，其安置在所述螢光發射性層與所述磷光發射性層之間，具有第一厚度；

其中所述螢光發射性層及所述磷光發射性層界定具有第二厚度之重組區；以及

其中所述第一厚度小於所述第二厚度之約三分之一。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之頂部發光型白色有機發光二極體，其中所述第一厚度在約 0.5 nm 至約 3 nm 之範圍內。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之頂部發光型白色有機發光二極體，其中所述部分電洞阻擋層允許到達所述電洞阻擋層之電洞的約 50% 至約 95% 自所述磷光發射性層傳遞至所述螢光發射性層，或允許到達所述電洞阻擋層之所述電洞的約 50% 至約 95% 自所述螢光發射性層傳遞至所述磷光發射性層。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之頂部發光型白色有機發光二極體，其中所述第一主體材料發射藍光。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之頂部發光型白色有機發光二極體，其中所述磷光發射性層包括磷光摻雜劑，

105-12-08

其中藉由所述磷光摻雜劑所發射之光在與藉由所述螢光發射性層所發射之光組合時提供白光。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述之頂部發光型白色有機發光二極體，其中所述磷光發射性層包括黃色發光磷光摻雜劑及紅色發光磷光摻雜劑。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之頂部發光型白色有機發光二極體，其中所述螢光發射性層及所述磷光發射性層兩者為約 20 nm 厚。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述之頂部發光型白色有機發光二極體，其中所述磷光發射性層更包括第一子層及第二子層，其中所述第一子層包括黃色發光磷光摻雜劑且所述第二子層包括紅色發光磷光摻雜劑。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述之頂部發光型白色有機發光二極體，其更包括陽極及陰極，其中所述發射性構造定位在所述陽極與所述陰極之間。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之頂部發光型白色有機發光二極體，其更包括：

電洞注入層，其安置在所述陽極之上；

電洞輸送層，其安置在所述電洞注入層之上；

其中所述發射性構造在所述電洞輸送層之上；

電子輸送層，其安置在所述發射性構造之上；

電子注入層，其安置在所述電子輸送層上；以及

其中所述陰極安置在所述電子輸送層上。

11. 一種用於調諧如申請專利範圍第 1 項所述之頂部

105-12-08

發光型白色有機發光二極體的顏色的方法，其包括：

在所述螢光發射性層與所述磷光發射性層之間插入具有所述第一厚度之所述部分電洞阻擋層，其中組合之所述螢光發射性層及所述磷光發射性層具有所述第二厚度，且所述第一厚度小於所述第二厚度之約三分之一；以及

調整所述第一厚度以調諧所述頂部發光型白色有機發光二極體之顏色。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述之用於調諧頂部發光型白色有機發光二極體的顏色的方法，其中調整所述第一厚度包括增加所述第一厚度以提供顏色之所要藍移。

13. 如申請專利範圍第 11 項所述之用於調諧頂部發光型白色有機發光二極體的顏色的方法，其中調整所述第一厚度包括減小所述第一厚度以提供顏色之所要紅移。

14. 一種頂部發光型白色有機發光二極體（OLED），其包括發射性構造，其中所述發射性構造包括：

螢光發射性層，其包括第一主體材料；

磷光發射性層，其包括第二主體材料；以及

部分電洞阻擋層，其安置在所述螢光發射性層與所述磷光發射性層之間，具有第一厚度；

其中所述螢光發射性層及所述磷光發射性層界定具有第二厚度之重組區；以及

其中所述第一厚度小於所述第二厚度之約三分之一；以及

其中所述部分電洞阻擋層之最高佔據分子軌域相比

105-12-08

於所述第一主體材料之最高佔據分子軌域具有較高能量。

15. 如申請專利範圍第 14 項所述之頂部發光型白色有機發光二極體，其中所述螢光發射性層包括藍色發光螢光摻雜劑。

16. 如申請專利範圍第 15 項所述之頂部發光型白色有機發光二極體，其中所述第一主體材料具有低於所述藍色發光螢光摻雜劑之 T1 的 T1。

17. 如申請專利範圍第 15 項所述之頂部發光型白色有機發光二極體，其中所述第一主體材料具有高於所述藍色發光螢光摻雜劑之 S1 能量位準的 S1 能量位準。

18. 如申請專利範圍第 15 項所述之頂部發光型白色有機發光二極體，其中所述第一主體材料具有高於所述藍色發光螢光摻雜劑之單重態能量的單重態能量。

19. 如申請專利範圍第 14 項所述之頂部發光型白色有機發光二極體，其中所述磷光發射性層包括磷光摻雜劑，其中藉由所述磷光摻雜劑所發射之光在與藉由所述螢光發射性層所發射之光組合時提供白光。

20. 如申請專利範圍第 19 項所述之頂部發光型白色有機發光二極體，其中所述磷光發射性層包括黃色發光磷光摻雜劑及紅色發光磷光摻雜劑。

21. 如申請專利範圍第 14 項所述之頂部發光型白色有機發光二極體，其中所述螢光發射性層及所述磷光發射性層兩者為約 20 nm 厚。

22. 如申請專利範圍第 14 項所述之頂部發光型白色

105-12-08

有機發光二極體，其中所述磷光發射性層更包括第一子層及第二子層，其中所述第一子層包括黃色發光磷光摻雜劑且所述第二子層包括紅色發光磷光摻雜劑。

23. 如申請專利範圍第 14 項所述之頂部發光型白色有機發光二極體，其更包括陽極及陰極，其中所述發射性構造定位在所述陽極與所述陰極之間。

24. 如申請專利範圍第 23 項所述之頂部發光型白色有機發光二極體，其更包括：

電洞注入層，其安置在所述陽極之上；

電洞輸送層，其安置在所述電洞注入層之上；

其中所述發射性構造在所述電洞輸送層之上；

電子輸送層，其安置在所述發射性構造之上；

電子注入層，其安置在所述電子輸送層上；以及

其中所述陰極安置在所述電子輸送層上。

四、指定代表圖：

(一) 本案之指定代表圖：圖 1

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

- 100：發光裝置
- 101：透明或不透明基板
- 102：絕緣層
- 103：反射性或不透明陽極
- 104：電洞注入層（HIL）
- 105：電洞輸送層（HTL）
- 106：電子輸送層（ETL）
- 107：電子注入層（EIL）
- 108：半透明或透明陰極
- 109：光發射增強層
- 110：光散射層
- 120：發射性構造
- 121：螢光發射性層
- 122：部分電洞阻擋層
- 123：磷光發射性層

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