



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201230434 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 07 月 16 日

(21)申請案號：100143508 (22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 11 月 28 日
(51)Int. Cl. : *H01L51/50 (2006.01)* *B32B15/01 (2006.01)*
(30)優先權：2010/12/01 美國 61/418,531
(71)申請人：杜邦股份有限公司 (美國) E. I. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY (US)
美國
(72)發明人：高威迎 GAO, WEIYING (CN) ; 王盈 WANG, YING (US)
(74)代理人：陳傳岳；郭雨嵐
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：18 項 圖式數：14 共 68 頁

(54)名稱

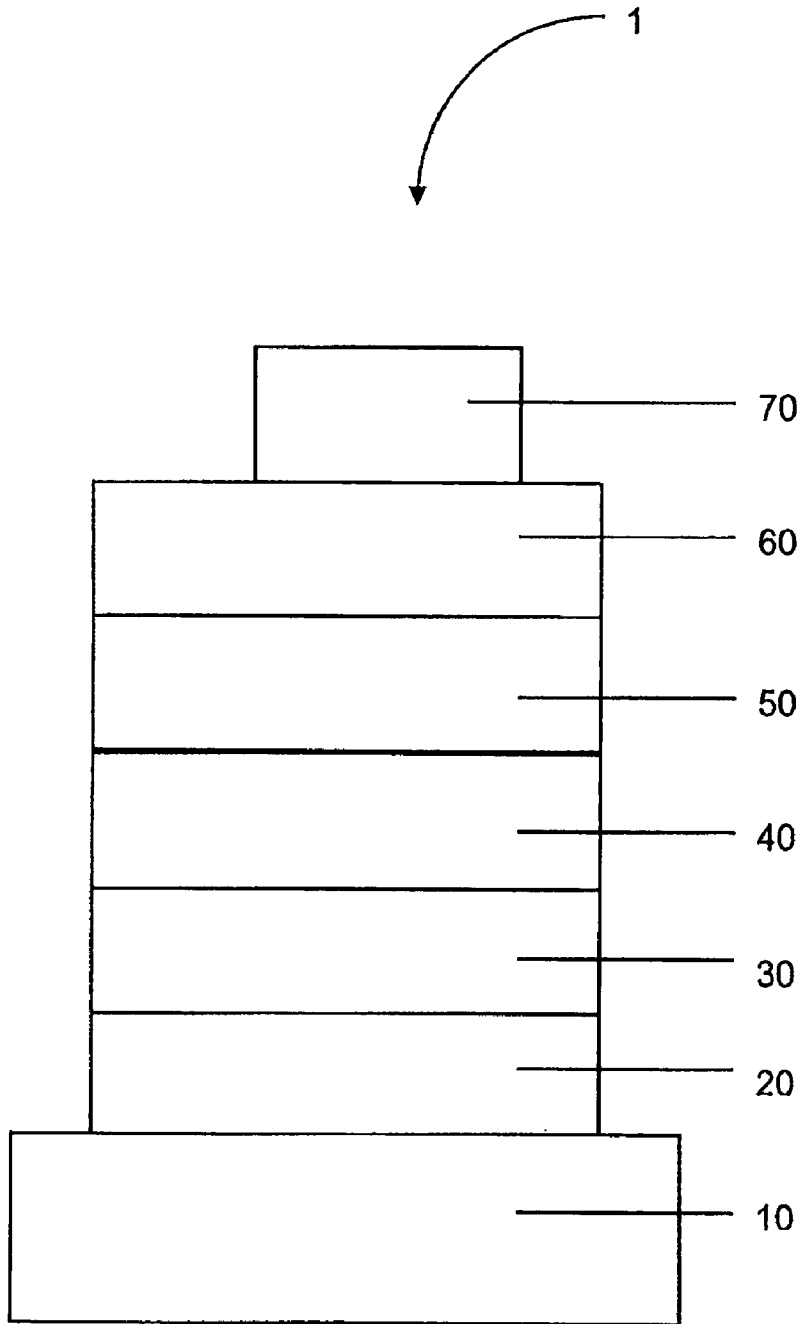
具複合電極之有機電子裝置

ORGANIC ELECTRONIC DEVICE WITH COMPOSITE ELECTRODE

(57)摘要

提供一種包含一單層或一雙層之複合電極。該單層電極包含一第一金屬之合金，該第一金屬具有大於 10^5 Scm^{-1} 之導電率以及在 380 至 780 nm 的範圍中小於 2.1 之實際折射率。該雙層電極包含：(a) 層 M1，具有第一厚度且包含該第一金屬；以及(b) 層 M2，具有第二厚度且包含一第二金屬，其中該第二金屬具有小於 10^5 Scm^{-1} 之導電率。於該雙層電極中，層 M1 實體接觸層 M2，且第一厚度大於第二厚度。

- 1：裝置
- 10：基板
- 20：陽極
- 30：電洞傳輸層
- 40：光活性層
- 50：電子傳輸層
- 60：電子注入層
- 70：陰極





(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201230434 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 07 月 16 日

(21)申請案號：100143508 (22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 11 月 28 日
(51)Int. Cl. : *H01L51/50 (2006.01)* *B32B15/01 (2006.01)*
(30)優先權：2010/12/01 美國 61/418,531
(71)申請人：杜邦股份有限公司 (美國) E. I. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY (US)
美國
(72)發明人：高威迎 GAO, WEIYING (CN) ; 王盈 WANG, YING (US)
(74)代理人：陳傳岳；郭雨嵐
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：18 項 圖式數：14 共 68 頁

(54)名稱

具複合電極之有機電子裝置

ORGANIC ELECTRONIC DEVICE WITH COMPOSITE ELECTRODE

(57)摘要

提供一種包含一單層或一雙層之複合電極。該單層電極包含一第一金屬之合金，該第一金屬具有大於 10^5 Scm^{-1} 之導電率以及在 380 至 780 nm 的範圍中小於 2.1 之實際折射率。該雙層電極包含：(a) 層 M1，具有第一厚度且包含該第一金屬；以及(b) 層 M2，具有第二厚度且包含一第二金屬，其中該第二金屬具有小於 10^5 Scm^{-1} 之導電率。於該雙層電極中，層 M1 實體接觸層 M2，且第一厚度大於第二厚度。

六、發明說明：

【相關申請案資料】

本專利申請案依據 35 U.S.C. § 119(e)主張於 2010 年 12 月 1 日申請之美國臨時專利申請案第 61/418,531 號之優先權，其以引用方式完整併入本說明書中。

【發明所屬之技術領域】

本揭露一般係關於有機電子裝置，尤其是關於包括複合電極之裝置。

【先前技術】

於有機電子裝置中，例如組成有機發光二極體 (OLED) 顯示器之有機發光二極體，有機活性層係夾在兩個電接觸層之間。於 OLED 中，這些電接觸層的至少一者為可傳送光，且在施加電壓到這些電接觸層時，有機活性層發射光通過此光傳送電接觸層。

眾所皆知，有機電致發光化合物用以做為發光二極體中的活性組分。已使用簡單的有機分子、共軛聚合物及有機金屬錯合物。

裝置經常包含一或多個電荷傳輸層，其位於一光活性（例如發光）層及一電接觸層之間。一裝置可包含兩個或多個接觸層。一電洞傳輸層可位於該光活性層與該電洞注入接觸層間。該電洞注入接觸層亦可以稱為陽極。一電子傳輸層可位於該光活性層與該電子注入接觸層間。該電子注入接觸層亦可以稱為陰極。電荷傳輸材料亦可用作與該等光活性材料結合的主體材料。

對於具有改善性質的裝置有著持續的需求。

【發明內容】

5 提供一種複合電極，其包含(a)一單層 A1 以及(b)一雙層之其中一者，其中該單層 A1 包含一第一金屬的合金，該第一金屬具有大於 10^5 Scm^{-1} 的導電率以及在 380 至 780 nm 的範圍中小於 2.1 的實際折射率；而該雙層包含：

(a) 層 M1，具有第一厚度且包含該第一金屬；以及

10 (b) 層 M2，具有第二厚度且包含一第二金屬或該第二金屬之合金，其中該第二金屬具有小於 10^5 Scm^{-1} 的導電率；

其中層 M1 實體接觸層 M2，且該第一厚度大於該第二厚度。

15 更提供一種有機電子裝置，其包含一陽極以及一陰極，而光活性層介於陽極與陰極之間，其中該陽極為上述的複合電極。

前述一般性描述及以下詳細描述僅為例示性及說明性的，且不限制如隨附申請專利範圍所定義之本發明。

【實施方式】

20 上述所描述各種態樣與實施例僅為例示性且非限制性。在閱讀本說明書後，熟習此項技術者瞭解在不偏離本發明之範疇下，亦可能有其他態樣與實施例。

根據下述之詳細說明與申請專利範圍，易使該等實施例中之一個或多個實施例的其他特徵及益處更加彰顯。詳細說明首先提出術語的定義和闡明，接著是複合電極、電子裝置及實例。

5

1. 術語的定義和闡明

在提出下述實施例之細節前，先定義或闡明一些術語。

10

術語「藍色」意指於波長大約在 400-500 nm 之範圍中具有發射最大值之輻射。

15

當術語「電荷傳輸」指一層、材料、構件或結構時，術語「電荷傳輸」係為了表示該層、材料、構件或結構有助於電荷以相對效率及小電荷損失穿過該層、材料、構件或結構的厚度來遷移。電洞傳輸材料有助於正電荷；電子傳輸材料有助於負電荷。雖然發光材料亦可具有某些電荷傳輸特性，術語「電荷傳輸層、材料、構件或結構」係不欲包括主要功能是發光或吸收光的一層、材料、構件或結構。

20

術語「摻雜劑」意指位於包含一主體材料之一層內的一材料，與不存有此種材料之層的電子特性或輻射發射、接收或濾波之波長相比，該材料改變該層之電子特性或輻射發射、接收或濾波的目標波長。一給定顏色之摻雜劑表示發射該顏色光之摻雜劑。

25

術語「綠色」意指於波長大約在 500-580 nm 之範圍中具有發射最大值之輻射。

當術語「電洞注入」指一層、材料、構件或結構時，該術語係為了表示該層、材料、構件或結構有助於正電荷以相對效率及少量電荷損失注入及遷移通過該層、材料、構件或結構的厚度。

5 術語「主體材料」意指一添加有或沒有添加一摻雜劑的材料，通常係為一層的形式。該主體材料可具有或不具有電子特性或發射、接收或濾波輻射的能力。若一摻雜劑存在於一主體材料中，該主體材料並不顯著改變該摻雜劑材料之發射波長。

10 術語「光活性」意指一種材料，當其被一施加電壓活化時可發射光（例如於一發光二極體或化學電池中），或當在有或無施加偏壓下會響應輻射能並產生一訊號（例如於一光感測器或一光伏電池中）。

15 術語「紅色」意指於波長大約在 580-700 nm 之範圍中具有發射最大値之輻射。

一物質之術語「折射率」或「折光率」為光在該物質中速度的量度。其係表示為光在真空中的速度相對於光在所討論之介質中的速度比。一般而言，折射率為一同時具有實部及虛部之複數，其中虛部有時稱為消光係數 k 。如本文所使用者，「實際折射率」指該複數的實部。折射率強烈取決於光的波長。

20

當術語「小分子」係指一化合物時，該術語意指一不具有重複單體單元的化合物。在一實施例中，一小分子具有不大於約 2000 g/mol 的分子量。

25 如本文中所用者，術語「包含」、「包括」、「具有」或其任何其它變型均旨在涵蓋非排他性的包括。舉例而

言，包括一系列要素的製程、方法、製品或裝置不一定
僅限於該些要素，而是可包括未明確列出或該製程、方
法、製品或裝置所固有的其他要素。此外，除非有相反
的明確說明，「或」是指包含性的「或」，而不是指排他
性的「或」。例如，以下任何一種情況均滿足條件 A 或
5 B：A 是真實的（或存在的）且 B 是虛假的（或不存在的），
A 是虛假的（或不存在的）且 B 是真實的（或存在
的），以及 A 和 B 都是真實的（或存在的）。

又，使用「一」或「一個」來描述本文所述的元件
10 和組分。此舉僅僅是為了方便，以及對本發明的範圍提
供一般性的意義。這種描述應被理解為包括一個或至少
一個，並且該單數也同時包括複數，除非很明顯地另指
他意。

對應於元素週期表中之行的族編號使用如 *CRC*
15 *Handbook of Chemistry and Physics*，第 81 版(2000-2001)
中記載之「新符號」慣用語。

除非另加說明，否則在本文採用的所有技術以及科
學名詞的含意，皆與熟習此項技術者所普遍認知者相
同。儘管類似或同等於本文所述內容之方法或材料可用
20 於本發明之實施例的實施或測試，但合適的方法與材料
仍如下所述。除非引用特定段落，否則本文提及的所有
出版物、專利申請案、專利以及其他參考文獻均以引用
全文方式，併入本說明書。在發生矛盾的情況下，以本
說明書為準，包括定義在內。此外，該等材料、方法及
25 實例僅係說明性質，而沒有意欲做限制拘束。

在本文未描述之範圍內，許多關於特定材料、加工行為 (processing act) 及電路的細節係習知的，且可在有機發光二極體顯示器、光偵測器、光伏打及半導體性構件技術領域的教科書及其他來源中找到。

5

2. 複合電極

複合電極包含 (a) 一單層 A1 以及 (b) 一雙層之其中之一者，其中該單層 A1 包含一金屬之合金，該金屬具有大於 10^5 Scm^{-1} 之導電率以及在 380 至 780 nm 的範圍中小於 2.1 之實際折射率；而該雙層包含：

10

(a) 層 M1，具有一第一厚度且包含該第一金屬；以及

(b) 層 M2，具有一第二厚度且包含一第二金屬或該第二金屬的合金，其中該第二金屬具有小於 10^5 Scm^{-1} 之導電率；

15

其中層 M1 實體接觸層 M2，且該第一厚度大於該第二厚度。

a. 單層

在某些實施例中，複合電極包含一單層 A1。該單層 A1 包含一第一金屬的合金，其中該第一金屬具有大於 10^5 Scm^{-1} 的導電率以及在 380 至 780 nm 之範圍中小於 2.1 的實際折射率。在某些實施例中，該第一金屬具有大於 $2 \times 10^5 \text{ Scm}^{-1}$ 之導電率。

20

在某些實施例中，層 A1 實質上由該第一金屬的合金所組成。

25

在某些實施例中，該合金為至少 60 重量%的該第一金屬；在某些實施例中，至少 70 重量%；在某些實施例中，至少 80 重量%；在某些實施例中，至少 90 重量%；在某些實施例中，至少 95 重量%。

5 在某些實施例中，該第一金屬為銅、銀或金。

在某些實施例中，該第一金屬為銅，其具有 $6.0 \times 10^5 \text{ Scm}^{-1}$ 之導電率以及在 380 至 780 nm 之範圍中 0.25 至 1.2 之實際折射率。

10 在某些實施例中，該第一金屬為銀，其具有 $6.3 \times 10^5 \text{ Scm}^{-1}$ 之導電率以及在 380 至 780 nm 之範圍中 0.2 至 0.15 之實際折射率。

在某些實施例中，該第一金屬為金，其具有 $4.5 \times 10^5 \text{ Scm}^{-1}$ 之導電率以及在 380 至 780 nm 之範圍中在 1.7 至 0.2 範圍中之實際折射率。

15 在某些實施例中，該合金金屬為銀、金、銅、鎳、鈮、鍺或鈦。

在某些實施例中，該複合電極包含銀/金、銀/金/銅、金/鎳、金/鈮、銀/鍺、銀/銅、銀/鈮或銀/鈦。在某些實施例中，該複合電極實質上由銀/金、銀/金/銅、金/鎳、金/鈮、銀/鍺、銀/銅、銀/鈮或銀/鈦所組成。

20

在某些實施例中，該單層 A1 具有 5-50 nm 的厚度；在某些實施例中，厚度為 10-30 nm。

層 A1 可由用於形成層的任何傳統沉積技術所形成，包括氣相沉積、液相沉積（連續的或不連續的技術）

25

以及熱傳。在某些實施例中，層 A1 是由氣相沉積製程所形成。這類製程為此領域所熟知。

b. 雙層電極

5 在某些實施例中，該複合電極包含一雙層。該雙層包含：

(a) 層 M1，具有一第一厚度且包含上述第一金屬；
以及

10 (b) 層 M2，具有一第二厚度且包含一第二金屬或該第二金屬的合金，其中該第二金屬具有小於 10^5 Scm^{-1} 的導電率。

層 M1 實體接觸層 M2，且第一厚度大於第二厚度。

在某些實施例中，層 M1 實質上由該第一金屬所組成。

15 在某些實施例中，層 M2 實質上由該第二金屬或該第二金屬的合金所組成。在某些實施例中，層 M2 實質上由該第二金屬所組成。

在某些實施例中，M1 厚度與 M2 厚度的比例為至少 5:1；在某些實施例中，為至少 10:1。

20 在某些實施例中，該第一金屬具有的導熱率係大於該第二金屬的導熱率。

在某些實施例中，該第一金屬為銅、銀、金或其合金。

25 在某些實施例中，該第一金屬為銅，其具有 $6.0 \times 10^5 \text{ Scm}^{-1}$ 之導電率、在 380 至 780 nm 之範圍中 1.2 至 0.25 之實際折射率以及 $4.01 \text{ watts/cm}^\circ\text{C}$ 之導熱率。

在某些實施例中，該第一金屬為銀，其具有 $6.3 \times 10^5 \text{ Scm}^{-1}$ 之導電率、在 380 至 780 nm 之範圍中 0.2 至 0.15 之實際折射率以及 $4.29 \text{ watts/cm}^\circ\text{C}$ 之導熱率。

5 在某些實施例中，該第一金屬為金，其具有 $4.5 \times 10^5 \text{ Scm}^{-1}$ 之導電率、在 380 至 780 nm 之範圍中在 1.7 至 0.2 範圍中之實際折射率以及 $3.17 \text{ watts/cm}^\circ\text{C}$ 之導熱率。

在某些實施例中，層 M1 實質上由銅、銀或金所組成。

10 在某些實施例中，層 M1 具有 5-50 nm 的厚度；在某些實施例中，厚度為 10-30 nm。

在某些實施例中，該第二金屬具有小於 $1.0 \text{ watts/cm}^\circ\text{C}$ 的導熱率。在某些實施例中，該第二金屬具有之熔化熱係大於該第一金屬的熔化熱。在某些實施例中，該第二金屬具有大於 14 kJ/mol 之熔化熱。

15 在某些實施例中，該第二金屬為鉻、鎳、鈮、鈦或鋳。

在某些實施例中，該第二金屬為鉻，其具有 $7.7 \times 10^4 \text{ Scm}^{-1}$ 之導電率以及 $0.91 \text{ watts/cm}^\circ\text{C}$ 之導熱率。

20 在某些實施例中，該第二金屬為鎳，其具有 $1.4 \times 10^5 \text{ Scm}^{-1}$ 之導電率以及 $0.90 \text{ watts/cm}^\circ\text{C}$ 之導熱率。

在某些實施例中，該第二金屬為鈮，其具有 $9.5 \times 10^4 \text{ Scm}^{-1}$ 之導電率以及 $0.72 \text{ watts/cm}^\circ\text{C}$ 之導熱率。

25 在某些實施例中，該第二金屬為鈦，其具有 $2.3 \times 10^4 \text{ Scm}^{-1}$ 之導電率以及 $0.22 \text{ watts/cm}^\circ\text{C}$ 之導熱率。

在某些實施例中，該第二金屬為鍺，其具有 0 Scm^{-1} 之導電率以及 $0.60 \text{ watts/cm}^\circ\text{C}$ 之導熱率。

在某些實施例中，層 M2 實質上由鉻、鎳、鈮、鈦或鍺所組成。

5 在某些實施例中，層 M2 具有在 $0.1\text{-}5 \text{ nm}$ 範圍中的厚度；在某些實施例中，厚度為 $0.5\text{-}5 \text{ nm}$ 。

層 M1 及層 M2 可由用於形成層的任何傳統沉積技術所形成，包括氣相沉積、液相沉積（連續的或不連續的技術）以及熱傳。在某些實施例中，層 M1 及 M2 是由氣相沉積製程所形成。這類製程為此領域所熟知。

10

c. 額外層

複合電極可視需要包括第二層 M2、層 M3 及層 M4 之一或多者。

15 層 M3 為導電無機層，其對可見光為至少部分透射。在某些實施例中，層 M3 包含銻錫氧化物、銻鋅氧化物、鋁錫氧化物、鋁鋅氧化物或銦錫氧化物。在某些實施例中，層 M3 實質上由銻錫氧化物、銻鋅氧化物、鋁錫氧化物、鋁鋅氧化物或銦錫氧化物所組成。在某些

20 實施例中，層 M3 具有在 $30\text{-}200 \text{ nm}$ 範圍中的厚度；在某些實施例中，厚度為 $50\text{-}150 \text{ nm}$ 。

層 M3 可由用於形成層的任何傳統沉積技術所形成，包括氣相沉積、液相沉積（連續的或不連續的技術）以及熱傳。在某些實施例中，層 M3 是由氣相沉積製程

25 所形成。這類製程為此領域所熟知。

層 M4 包含有機電洞注入材料。電洞注入材料可為聚合物、寡聚物或小分子。電洞注入材料的實例包含但
不限於：摻雜有聚質子酸的導電聚合物，例如摻雜有聚
(苯乙烯磺酸)的聚乙烯二氧噻吩(PEDOT)或聚苯胺
5 (PANI)、聚(2-丙烯醯胺基-2-甲基-1-丙磺酸)以及類似
者；小分子，例如四氟四氫對醌二甲烷、芘-3,4,9,10-
四羧-3,4,9,10-二酐、芘-3,4,9,10-四羧-3,4,9,10-二亞胺、
萘四羧二亞胺以及六氫聯三伸苯六甲腈。在某些實施例
中，電洞注入材料為摻雜有形成膠體之聚磺酸的導電聚
10 合物。這類材料已記載於例如公開之美國專利申請案
US 2004/0102577、US 2004/0127637 及 US 2005/0205860
與公開之 PCT 申請案 WO 2009/018009 中。

在某些實施例中，層 M4 包含六氫聯三伸苯六甲腈
或摻雜有形成膠體之聚磺酸的導電聚合物。在某些實施
15 例中，層 M4 實質上由六氫聯三伸苯六甲腈或摻雜有形
成膠體之聚磺酸的導電聚合物所組成。

在某些實施例中，層 M4 具有在 10-300 nm 範圍中的
厚度；在某些實施例中，厚度為 50-200 nm。

層 M4 可由任何傳統沉積技術所形成，包括氣相沉
20 積、液相沉積（連續的或不連續的技術）以及熱傳。連
續液相沉積技術包含但不限於旋轉塗佈、凹印塗佈、簾
幕式塗佈、浸塗、槽孔模塗佈、噴塗以及連續式噴嘴塗
佈。不連續液相沉積技術包含但不限於噴墨印刷、凹印
印刷以及網版印刷。

當單層 A1 存在時，該複合電極可以如下所示之順
25 序具有複數層的任何組合。

M3 / M2 / A1 / M2 / M4

前提是 A1 至少存在。

當 M1 及 M2 之雙層存在時，該複合電極可以如下所示之順序具有複數層的任何組合。

5 M3 / M2 / M1 / M2 / M4

前提是至少一個 M1 層及一個 M2 層存在。

3. 電子裝置

可受益於具有本文所述之複合電極的有機電子裝置包含但不限於：(1)將電能轉換成輻射的裝置（例如發光二極體、發光二極體顯示器、照明裝置、照明器具或二極體雷射）、(2)透過電子程序偵測訊號的裝置（例如光偵測器、光導管、光阻器、光開關、光電晶體、光電管、IR 偵測器、生化感應器）、(3)將輻射轉換成電能的裝置（例如光伏裝置或太陽能電池）以及(4)其中之一或多種電子元件包括一或多種有機半導體層之裝置（例如電晶體或二極體）。依據本發明之組成物的其它使用包括用於記憶體儲存裝置、抗靜電薄膜、生物感測器、電致變色元件、固態電解質電容器、能量儲存裝置（例如，
10
15
20 可充電電池）及電磁遮蔽應用等的塗層材料。

有機電子裝置的一實例為有機發光二極體（「OLED」）。OLED 裝置通常包含光活性層，該光活性層介於作為陽極與陰極的兩個電接觸層之間。一典型的裝置結構以示意方式示於圖 1。裝置 1 包含基板 10、陽極 20、視需要存在的電洞傳輸層 30、光活性層 40、視
25 需要存在的電子傳輸層 500、視需要存在的電子注入層

60 以及陰極 70。在某些實施例中，該光活性層被發射
不同顏色的次畫素像素化而形成顯示器。在某些實施例
中，該等次畫素可發紅光、發綠光以及發藍光。在某些
實施例中，該光活性層未被像素化而形成例如照明裝
置。

於大部分情形中，陽極是由銦錫氧化物(「ITO」)
所製成。然而，使用 ITO 之裝置在效率及顏色上皆有所
限制。首先，在所欲向前方向發射的光子一般限制在該
裝置所產生光子總數的約 20-25%。其餘光子不是在該
裝置中被吸收就是從裝置邊緣被波導出去。下一代顯
示器的效率要求遠比從這些使用 ITO 之裝置可達到的
理論極限還要高。舉例而言，針對紅光的近期目標為
45 cd/A，但是目前使用 ITO 之紅光裝置僅可達到約 25
cd/A。為了提取被捕捉的光子，傳統光萃取技術(例如
具有散射粒子或金字塔結構的覆膜)傾向於降低顯示器
解析度。

其次，下一代 OLED 顯示器需要比目前使用 ITO
之裝置所能達成者還要更飽和的色彩。舉例而言，針對
綠色及藍色的 NTSC 目標分別為(0.21, 0.71)的 CIExy 以
及(0.14, 0.08)的 CIExy。「CIExy」指根據 C.I.E. 色度
(Commission Internationale de L'Eclairage, 1931)的 x 及 y
色座標。這些座標不能藉由利用具有目前材料組的 ITO
陽極之傳統底部發光的 OLED 結構來達成。

上述複合電極可用作為 OLED 裝置中的陽極。

在某些實施例中，該陽極為單層 Al 的複合電極。
此係以示意方式示於圖 2。於此圖中，裝置 2 具有基板

10、該複合電極作為陽極 25（其為 A1）、光活性層 40 以及陰極 70。於此圖以及所有後續圖中雖未顯示其他裝置層，但如上所討論者般，可能有其他裝置層存在。於此圖以及所有後續圖中，基板顯示為 10，光活性層顯示為 40，而陰極顯示為 70。

在某些實施例中，該陽極為包含雙層的複合電極。此係以示意方式示於圖 3 及圖 4。圖 3 中之裝置 3 具有複合陽極 200，其具有第一層 201 及第二層 202。層 201 為 M1，而層 202 為 M2。應注意在所有圖中，這些層並未依比例繪示，且未顯示這些層的相對厚度。

圖 4 中之裝置 4 具有這些層被反轉的複合陽極 200。層 202 為 M2 且直接在基板 100 上，而層 201 為 M1 且在層 202 上方並直接實體接觸層 202。

在某些實施例中，可存在一或多個額外層，包括層 M2、層 M3 以及層 M4。

當層 M2 存在時，層 M2 是直接實體接觸層 M1 或層 A1。

當層 M3 存在時，層 M3 是鄰近基板。藉此係意指層 M3 是在該複合陽極的基板側而不一定要直接實體接觸基板。在某些實施例中，層 M3 是實體接觸基板。

當層 M4 存在時，層 M4 鄰近光活性層。藉此係意指層 M4 是在複合陽極的光活性層側而不一定要直接實體接觸基板。在某些實施例中，層 M4 及光活性層之間具有電洞傳輸層。

圖 5-13 闡明複合電極中存在有一或多個額外層的實施例。

於圖 5 中，裝置 5 具有複合陽極 200，依序具有層 202、201 以及 202。層 202 為 M2，層 201 為 M1，而第二個 202 層為 M2。

5 於圖 6 中，裝置 6 具有複合陽極 200，依序具有層 203、202 以及 201。層 203 為 M3，層 202 為 M2，而層 201 為 M1。

於圖 7 中，裝置 7 具有複合陽極 200，依序具有層 203、201 以及 202。層 203 為 M3，層 201 為 M1，而層 202 為 M2。

10 於圖 8 中，裝置 8 具有複合陽極 200，依序具有層 202、201 以及 204。層 202 為 M2，層 201 為 M1，而層 204 為 M4。

15 於圖 9 中，裝置 9 具有複合陽極 200，依序具有層 203、210 以及 204。層 203 為 M3，層 210 為 A1，而層 204 為 M4。

於圖 10 中，裝置 10 具有複合陽極 200，依序具有層 203、202、201 以及 202。層 203 為 M3，層 202 為 M2，層 201 為 M1，而第二個層 202 為 M2。

20 於圖 11 中，裝置 11 具有複合陽極 200，依序具有層 202、201、202 以及 204。層 202 為 M2，層 201 為 M1，第二個層 202 為 M2，而層 204 為 M4。

於圖 12 中，裝置 12 具有複合陽極 200，依序具有層 203、202、201 以及 204。層 203 為 M3，層 202 為 M2，層 201 為 M1，而層 204 為 M4。

於圖 13 中，裝置 13 具有複合陽極 200，依序具有層 203、201、202 以及 204。層 203 為 M3，層 201 為 M1，層 202 為 M2，而層 204 為 M4。

於圖 14 中，裝置 14 具有複合陽極 200，依序具有層 203、202、201、202 以及 204。層 203 為 M3，層 202 為 M2，層 201 為 M1，第二個層 202 為 M2，而層 204 為 M4。

亦可能有包括層 M1 至 M4 之組合的其他複合電極。

10 a. 其它裝置層

在該裝置中之其它層可以由有用於這樣的層之任何已知材料所製成。

基板 10 可以是剛性或撓性的基材。該基板可包含一或多種材料的一或多層，其可包含但不限於玻璃、聚合物、金屬或陶瓷材料或其組合。該基板可包括或可不包括電子元件、電路或導電構件。

用於視需要存在之層 30 的電洞傳輸材料之實例已彙整於例如 Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology，第四版，第 18 卷，第 837 至 860 頁，1996，Y. Wang。電洞傳輸分子與聚合物兩者皆可使用。一般常用之電洞傳輸分子為：N,N'-二苯基-N,N'-二(3-甲基苯基)-[1,1'-聯苯]-4,4'-二胺 (N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methylphenyl)-[1,1'-biphenyl]-4,4'-diamine, TPD)；1,1-二[(雙-4-甲苯胺基)苯基]環己烷 (1,1-bis[(di-4-tolylamino)phenyl]cyclohexane, TAPC)；N,N'-二(4-甲基苯基)-N,N'-二(4-乙基苯

基)-[1,1'-(3,3'- 二 甲 基) 聯 苯]-4,4'- 二 胺
 (N,N'-bis(4-methylphenyl)-N,N'-bis(4-ethylphenyl)-[1,1'-
 (3,3'-dimethyl)biphenyl]-4,4'-diamine, ETPD) ; 四 -(3-甲
 基 苯 基)-N,N,N',N'-2,5- 苯 二 胺
 5 (tetrakis-(3-methylphenyl)-N,N,N',N'-2,5-phenylenediami
 ne, PDA) ; α - 苯 基 4-N,N- 二 苯 胺 苯 乙 烯
 (a-phenyl-4-N,N-diphenylaminostyrene, TPS) ; 對 (二 乙 胺
 基) 苯 甲 醛 二 苯 脞 (p-(diethylamino)benzaldehyde
 diphenylhydrazone, DEH) ; 三 苯 胺 (triphenylamine,
 10 TPA) ; 二 [4-(N,N-二 乙 胺 基)-2- 甲 基 苯 基](4- 甲 基 苯 基)
 甲 烷
 (bis[4-(N,N-diethylamino)-2-methylphenyl](4-methylphe
 nyl)methane, MPMP) ; 1- 苯 基 -3-[對 (二 乙 胺 基) 苯 乙
 烯]-5-[對 (二 乙 胺 基) 苯 基] 吡 唑 啉
 15 (1-phenyl-3-[p-(diethylamino)styryl]-5-[p-(diethylamino)
 phenyl] pyrazoline, PPR 或 DEASP) ; 1,2-反 -二 (9H- 吡 啶
 -9-基) 環 丁 烷 (1,2-trans-bis(9H-carbazol-9-yl)cyclobutane,
 DCZB) ; N,N,N',N'- 四 (4- 甲 基 苯 基)-(1,1'- 聯 苯)-4,4'- 二 胺
 (N,N,N',N'-tetrakis(4-methylphenyl)-(1,1'-biphenyl)-4,4'-
 20 diamine, TTB) ; N,N'- 二 (萘 -1-基)-N,N'- 二 -(苯 基) 聯 苯 胺
 (N,N'-bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis-(phenyl)benzidine,
 α -NPB) ; 以 及 如 銅 酞 青 之 紫 質 化 合 物 。 一 般 常 用 之 電 洞
 傳 輸 聚 合 物 為 聚 乙 烯 吡 啶 、 (苯 甲 基)- 聚 矽 烷 及 聚 苯 胺 。
 藉 由 將 上 述 那 些 的 電 洞 傳 輸 分 子 摻 雜 至 像 聚 苯 乙 烯 及
 25 聚 碳 酸 酯 之 聚 合 物 中 ， 亦 可 能 獲 得 電 洞 傳 輸 聚 合 物 。 在
 一 些 情 況 中 ， 使 用 三 芳 胺 聚 合 物 ， 尤 其 係 三 芳 胺 - 萘 共

聚合物。在一些情況中，該等聚合物及該等共聚物係可交聯的。在某些實施例中，該電洞傳輸層進一步包括一 p 型摻雜劑。在某些實施例中，該電洞傳輸層係摻雜有一 p 型摻雜劑。P 型摻雜劑的實例包括但不限於四氟四氰對醌二甲烷(tetrafluorotetracyanoquinodimethane, F4-TCNQ) 及 芘 -3,4,9,10- 四 羧 -3,4,9,10- 二 酐 (perylene-3,4,9,10-tetracarboxylic-3,4,9,10-dianhydride, PTCDA)。

視該裝置的應用，光活性層 400 可為藉由施加電壓而活化的發光層（例如於發光二極體或發光電化學電池中），一層在有或無施加偏壓下會響應輻射能並產生一訊號的材料層（例如於光感測器中）。在一實施例中，該電活性層包括一有機電致發光（「EL」）材料。任何 EL 材料皆可使用於這些裝置，包括但不限於小分子有機螢光化合物、發光金屬錯合物、共軛聚合物以及其混合物。螢光化合物之實例包括但不侷限於【**+快】(chrysenes)、芘 (pyrenes)、芘 (perylene)、紅螢烯 (rubrenes)、香豆素 (coumarins)、蒽 (anthracenes)、噻二唑 (thiadiazoles)、其衍生物及其混合物。金屬錯合物之實例包括但不限於金屬螯合類【口+号】辛 (oxinoid) 化合物，例如參 (8-羥基喹啉) 鋁 (tris(8-hydroxyquinolato)aluminum, Alq3)、環金屬化 (cyclometalated) 銦與鉑電致發光化合物，例如銦與苯基吡啶 (phenylpyridine)、苯基喹啉 (phenylquinoline) 或苯基嘓啶 (phenylpyrimidine) 配位子之錯合物，例如 Petrov et al. 之美國第 6,670,645 專利與已公開之 PCT 第 WO

03/063555 及 WO 2004/016710 號申請案所揭露，以及有機金屬錯合物，例如於已公開之 PCT 第 WO 03/008424、WO 03/091688 及 WO 03/040257 號申請案所述者及其混合物。在某些情況中，該小分子螢光或有機金屬材料係沉積作為主材料中之摻雜劑，以改良加工與/或電子特性。共軛聚合物之實例包括但不限於聚(苯伸乙炔)(poly(phenylenevinylenes))、聚萘(polyfluorenes)、聚(螺聯萘)(poly(spirobifluorenes))、聚噻吩(polythiophenes)、聚(對伸苯)(poly(p-phenylenes))、其共聚物及其混合物。

在某些實施例中，光活性層 40 包含在一主體材料中的電致發光材料。在某些實施例中，亦存在著一第二主體材料。主體材料的實例包括但不限於【**+快】(chrysenes)、菲(phenanthrenes)、聯三伸苯(triphenylenes)、啡啉(phenanthrolines)、萘(naphthalenes)、蒽(anthracenes)、喹啉(quinolones)、異喹啉(isoquinolines)、喹【口+号】啉(quinoxalines)、苯吡啶(phenylpyridines)、苯并二呋喃(benzodifurans)、金屬喹啉錯合物(metal quinolate complexes)及其組合。

選擇性的層 500 可同時促進電子傳輸並作為電洞注入層或局限層，以防止激子在層介面淬滅。較佳而言，此層提昇電子移動率及減少激子淬滅。可使用於視需要存在的電子傳輸層 500 中之電子傳輸材料的實例包括：金屬螯合類【口+号】辛(metal chelated oxinoid)化合物，包括金屬喹啉衍生物(metal quinolate derivatives)，例如三(8-羥基喹啉)鋁

(tris(8-hydroxyquinolato)aluminum (AlQ))、雙(2-甲基-8-喹啉根基)(對苯基苯酚根基)鋁 (bis(2-methyl-8-quinolinolato)(p-phenylphenolato)aluminum (BAIq))、四-(8-羥基喹啉)鈦 (tetrakis-(8-hydroxyquinolato) hafnium (HfQ))以及四-(8-羥基喹啉)鋯 (tetrakis-(8-hydroxyquinolato)zirconium (ZrQ)); 以及唑類(azole)化合物, 例如 2-(4-聯苯基)-5-(4-第三丁基苯基)-1,3,4-【口+号】二唑 (2-(4-biphenyl)-5-(4-t-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole (PBD))、3-(4-聯苯基)-4-苯基-5-(4-第三丁基苯基)-1,2,4-三唑 (3-(4-biphenyl)-4-phenyl-5-(4-t-butylphenyl)-1,2,4-triazole (TAZ)) 以及 1,3,5-三(苯基-2-苯並咪唑)苯 (1,3,5-tri(phenyl-2-benzimidazole)benzene (TPBI)); 喹【口+号】啉衍生物, 例如 2,3-雙(4-氟苯基)喹【口+号】啉 (2,3-bis(4-fluorophenyl)quinoxaline); 啡啉, 例如 4,7-二苯基-1,10-啡啉 (4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline (DPA)) 以及 2,9-二甲基-4,7-二苯基-1,10-啡啉 (2,9-dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline (DDPA)); 三吡【口+井】(triazines); 富勒烯(fullerenes); 及其混合物。在某些實施例中, 該電子傳輸材料係選自於由金屬喹啉及啡啉衍生物所組成之群組。在某些實施例中, 該電子傳輸層進一步包括一 n 型摻雜劑。n 型摻雜劑材料為已知技術。N 型摻雜劑包括但不限於, 第 1 族和第 2 族金屬; 第 1 族和第 2 族金屬鹽, 如氟化鋰 (LiF)、氟化銫 (CsF) 及碳酸銫 (Cs₂CO₃); 第 1 族和第 2

族金屬有機化合物，如鋰喹啉；及分子 n 型摻雜劑，如無色顏料(leuco dye)、金屬錯合物，如 $W_2(hpp)_4$ ，其中 $hpp=1,3,4,6,7,8$ -六氫-2H-嘓啶并-[1,2-a]-嘓啶及雙(環戊二烯)鈷(cobaltocene)，四噻稠四苯(tetrathianaphthacene)，雙(乙烯二硫代)四噻富瓦烯(bis(ethylenedithio)tetrathiafulvalene)，雜環自由基或雙自由基，及雜環自由基或雙自由基的二聚物、寡聚物、聚合物、二螺(dispiro)化合物及多環(polycycle)。

該陰極 70 係一對於注入電子或負電荷載子特別有效的電極。該陰極可以是任何具有比該陽極低之功函數的金屬或非金屬。用於陰極的材料可選自第 1 族的鹼金屬(例如 Li、Cs)、第 2 族(鹼土)金屬、第 12 族金屬(包括稀土元素及鑰族元素)及鈷系。可使用像鋁、銻、鈣、鋇、鈔及鎂以及其組合之材料。可在該有機層及陰極層之間沉積含 Li 之有機金屬化合物，如 LiF、 Li_2O ，含 Cs 之有機金屬化合物，如 CsF、 Cs_2O 與 Cs_2CO_3 ，以降低操作電壓。此視需要存在的層可指一電子注入層 60。在某些實施例中，為該電子注入層沉積的材料與下方電子傳輸層及/或陰極反應，且不會維持為可量測層。

已知在有機電子裝置中可具有其它層。較佳為藉由平衡發射層中的正電荷及負電荷來決定每一化合物層之材料的選擇，以提供一具有高電致發光效率之裝置。應理解各功能性層可由多於一層所構成。

在一實施例中，不同層具有以下的厚度範圍：複合陽極為 500-5000 Å，在一實施例中為 1000-2000 Å；電洞傳輸層為 50-2000 Å，在一實施例中為 200-1000 Å；

光活性層為 10-2000 Å，在一實施例中為 100-1000 Å；
電子傳輸層為 50-500 Å，在一實施例中為 100-300 Å；
陰極為 200-10000 Å，在一實施例中為 300-5000 Å。層
厚度的期望比率將會取決於所用之材料的確切性質。

5 裝置之層可利用任何沉積技術形成，或利用不同技
術的組合形成，包括氣相沉積、液相沉積及熱傳。可使
用例如熱蒸鍍、化學氣相沉積與類似者之習用氣相沉積
技術。可使用習用的塗布或印刷技術，自合適溶劑中的
10 溶液或分散液施用有機層，該等技術包括但不限於，旋
轉塗布 (spin-coating)、浸塗 (dip-coating)、卷對卷塗佈技
術 (roll-to-roll)、噴墨印刷 (ink-jet printing)、連續式噴嘴
印刷 (continuous nozzle printing)、網版印刷
(screen-printing)、凹印印刷 (gravure printing) 及類似者。

就液相沉積法而言，適用於特定化合物或化合物的
15 相關類別之溶劑可為本領域具有通常知識者判斷而
知。針對某些應用而言，其要求該等化合物需溶解在非
水性溶劑中。此種非水性溶劑可為相對極性化合物 (例
如， C_1 至 C_{20} 醇類、醚類及酸酯)，或可為相對非極性
化合物 (例如， C_1 至 C_{12} 烷烴或芳烴如甲苯、二甲苯、
20 三氟甲苯及類似者)。可用於製造該液體組成物之其他
適當液體，不論是本文所述之溶液或分散液，包含該新
化合物，包括但不限於氯化烴類 (例如二氯甲烷、氯仿、
氯苯)、芳香碳氫化合物 (例如經取代與非經取代甲苯
以及二甲苯)，包括三氟甲苯)，極性溶劑 (例如四氫呋
25 喃 (THP))、N-甲基吡咯啉酮 (N-methyl pyrrolidone)、酯
類 (例如乙酸乙酯)、醇類 (異丙醇)、酮類 (環戊酮)

及其混合物。適用於電致發光材料的溶劑已記載於例如已公開的 PCT 申請案 WO 2007/145979 中。

在某些實施例中，該複合陽極沉積後，如上所述，利用該電洞傳輸層及該光活性層的液相沉積以及利用該電子傳輸層、一電子注入層及該陰極的氣相沉積來製造這些裝置。

可了解的是，利用本文所述之新穎組成物製備而得之裝置，其效率可藉由將裝置中的其他層最佳化而進一步改善。例如，可使用更高效率的陰極，如 Ca、Ba 或 LiF。亦可應用造型的基板及新穎的電洞傳輸材料，其等造成操作電壓減小或量子效率增加。亦可增添額外層，以修改各種不同層之能階，且有助於電致發光。

在一實施例中，該裝置依序具有以下結構：複合陽極、電洞傳輸層、光活性層、電子傳輸層、電子注入層、陰極。

儘管類似或等效於此處所說明之方法及材料可用於實踐或測試本發明，但適當之方法及材料描述如下。此外，該等材料、方法及實例僅係說明性質，而沒有意欲做限制拘束。以提及方式併入在此所述之所有出版物、專利申請案、專利以及其他參考文獻之全部。

實例

此處所描述的概念將以下列實例進一步說明之，該等實例不限制申請專利範圍中所描述本發明之範疇。

材料

化合物 1 由導電聚合物及聚氟磺酸的水性分散液所製成。該等材料已描述於如已公開之美國專利申請案第 2004/0102577 號、第 2004/0127637 號及第 2005/0205860 號中。

5 化合物 2 為 N-芳基-吲哚咔唑(N-aryl-indolocarbazole)。

化合物 3 為三芳基胺聚合物。已於，例如在公開之 PCT 申請案 WO 2009/067419 中已描述此種材料。

化合物 4 為具有三個取代苯基吡啶配位子的三環化金屬化銻錯合物。

10 化合物 5 為具有兩個取代苯基異喹啉配位子以及一個 β -二烯醇鹽配位子的雙環化金屬化銻錯合物。

化合物 6 為雙(二芳基胺)【 $^{++}$ +快】。

化合物 7 為具有三吡【口+井】取代基的吲哚咔唑。

化合物 8 為金屬喹啉錯合物。

15 化合物 9 為芳基胺【 $^{++}$ +快】。

化合物 10 為二芳基蔥。

化合物 11 為具有三個經取代苯基-異喹啉配位子的三環化金屬化銻錯合物。

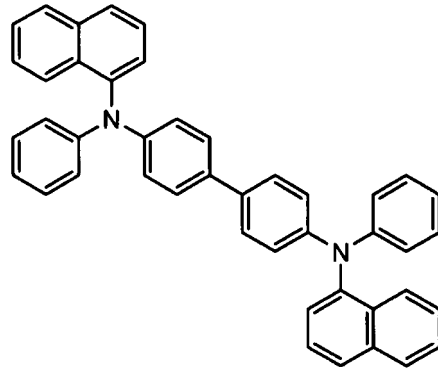
化合物 12 為經芳基取代之聯三伸苯。

20 化合物 13 為金屬喹啉錯合物。

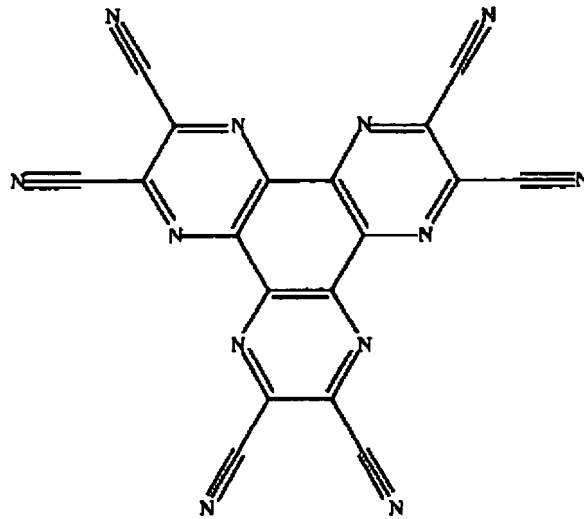
化合物 14 為啡啉衍生物。

化合物 15 為具有三個經取代苯吡啶配位子的三環化金屬化銻錯合物。

25 NPB 係如下所示：



HAT-CN 係如下所示：



5

10

使用 ITO 之裝置的腔體效應與具有複合陽極的裝置非常不同。因此，實例的裝置及對照實例的裝置係以一些裝置層的些微厚度差異進行最佳化。因此實例與對照實例間的比較係介於最佳化（或接近最佳化）的裝置結構間。

實例 1 及對照實例 A

15

此實例闡明具有綠光激發色以及此新複合陽極之裝置的效能。

在兩個裝置中的光活性層具有 16 重量%的發綠光摻雜劑化合物 4。該主體材料為化合物 7。

於實例 1 中，陽極具有圖 8 所示的組態。層 202 為 M2，其為 1.5 nm 的 Cr 層；層 201 為 M1，其為 15 nm 的 Ag 層；而層 204 為 M4，其為 60 nm 的化合物 1 層。

於對照實例 A 中，陽極為 80 nm 的 ITO 層。該陽極塗佈有 61 nm 之化合物 1 的電洞注入層。

在玻璃基板上製備這些裝置。化合物 1 係藉由旋轉塗佈水性分散液而沉積。所有其他層係藉由蒸發沉積來進行塗佈。這些裝置層總結於表 1 中。

表 1 裝置組成

裝置層	實例 1		對照實例 A	
	材料	厚度 (nm)	材料	厚度 (nm)
陽極	Cr	1.5	ITO	80
	Ag	15		
	化合物 1	60		
HIL	--		化合物 1	61
HTL	化合物 2	15	化合物 2	20
PhL	16%化合物 4 於化合物 7	45	16%化合物 4 於化合物 7	45
ETL 1	化合物 12	5	化合物 12	5
ETL 2	化合物 13	5	化合物 13	15
EIL	LiF	1	LiF	1
陰極	Al	100	Al	100

HIL = 電洞注入層；HTL = 電洞傳輸層；PhL = 光活性層；ETL = 電子傳輸層；EIL = 電子注入層（如沉積）。

藉由量測下列數據來描述 OLED 樣本之特徵，(1) 電流-電壓(I-V)曲線，(2)電致發光輻射強度對電壓，及 (3)電致發光光譜對電壓。以上所有三個測量皆於相同時間執行，並由一電腦控制。該裝置在某一特定電壓處的電流效率，為藉由把 LED 之電發光輻射強度除以該裝置運轉所需之電流密度確認。其單位為 cd/A。利用 Minolta CS-100 色度計或 Photoresearch PR-705 色度計決定色座標。結果顯示於表 2。

表 2 裝置結果

裝置	效率 (cd/A)	CIE (x,y)	電壓 (V)
實例 1	103	0.25, 0.71	3.5
對照實例 A	83	0.34, 0.63	4.8

所有量測均在 1000 nits。「CIExy」係指根據 C.I.E.(Commission Internationale de L'Eclairage, 1931)色度的 x 及 y 色座標。

由表 2 可知，具有此新複合陽極之裝置具有較高的效率以及較低的電壓。在具有此新複合陽極的裝置中，色座標較接近(0.210, 0.710)的 NTSC 綠色標準。

實例 2 及對照實例 A

此實例闡明具有綠光激發色以及此新複合陽極之裝置的效能。

在兩個裝置中的光活性層具有 16 重量%的發綠光摻雜劑化合物 4。該主體材料為化合物 7。

於實例 2 中，陽極具有圖 5 所示的組態。層 202 為 M2，其為 1 nm 的 Ni 層；層 201 為 M1，其為 15 nm 的 Ag 層；層 202 為 M2，其為 1 nm 的 Ni 層；而層 204 為 M4，其為 60 nm 的化合物 1 層。

5 於對照實例 A 中，陽極為 80 nm 的 ITO 層。該陽極塗佈有 61 nm 之化合物 1 的電洞注入層。

在玻璃基板上製備這些裝置。化合物 1 係藉由旋轉塗佈水性分散液而沉積。所有其他層係藉由蒸發沉積來進行塗佈。這些裝置層總結於表 3 中。

10

表 3 裝置組成

裝置層	實例 2		對照實例 A	
	材料	厚度 (nm)	材料	厚度 (nm)
陽極	Ni	1.0	ITO	80
	Ag	15		
	Ni	1.0		
	化合物 1	61		
HIL	--		化合物 1	61
HTL	化合物 2	10	化合物 2	20
PhL	16%化合物 4 於化合物 7	45	16%化合物 4 於化合物 7	45
ETL 1	化合物 12	5	化合物 12	5
ETL 2	化合物 13	5	化合物 13	15
EIL	LiF	1	LiF	1
陰極	Al	100	Al	100

HIL = 電洞注入層；HTL = 電洞傳輸層；PhL = 光活性層；ETL = 電子傳輸層；EIL = 電子注入層（如沉積）。

如上實例 1 所述般對 OLED 樣本進行定性。結果如表 4 所示。

表 4 裝置結果

裝置	效率 (cd/A)	CIE (x,y)	電壓 (V)
實例 2	115	0.29, 0.68	3.4
對照實例 A	83	0.34, 0.63	4.8

5 所有量測均在 1000 nits。「CIExy」係指根據 C.I.E.(Commission Internationale de L'Eclairage, 1931)色度的 x 及 y 色座標。

10 由表 4 可知，具有此新複合陽極之裝置具有較高的效率以及較低的電壓。在具有此新複合陽極的裝置中，色座標較接近(0.210, 0.710)的 NTSC 綠色標準。

實例 3 及對照實例 B

此實例闡明具有紅光激發色以及此新複合陽極之裝置的效能。

15 該光活性層具有 8 重量%的化合物 5 做為發紅光摻雜劑。該主體材料為重量比 9:1 之化合物 8 及 NPB 的組合。

20 於實例 3 中，陽極具有圖 8 所示的組態。層 202 為 M2，其為 1.5 nm 的 Cr 層；層 201 為 M1，其為 15 nm 的 Ag 層；而層 204 為 M4，其為 60 nm 的化合物 1 層。

於對照實例 B 中，陽極為 80 nm 的 ITO 層。該陽極塗佈有 67 nm 之化合物 1 的電洞注入層。

在玻璃基板上製備這些裝置。化合物 1 係藉由旋轉塗佈水性分散液而沉積。所有其他層係藉由蒸發沉積來進行塗佈。這些裝置層總結於表 5 中。

5

表 5 裝置組成

裝置層	實例 3		對照實例 B	
	材料	厚度 (nm)	材料	厚度 (nm)
陽極	Cr	1.5	ITO	80
	Ag	15		
	化合物 1	60		
HIL	--		化合物 1	67
HTL	NPB	20	NPB	30
PhL	8%化合物 5 於 9:1 化合物 8:NPB	50	8%化合物 5 於 9:1 化合物 8:NPB	40
ETL	化合物 13	30	化合物 13	30
EIL	CsF	1	CsF	1
陰極	Al	100	Al	100

HIL = 電洞注入層；HTL = 電洞傳輸層；PhL = 光活性層；ETL = 電子傳輸層；EIL = 電子注入層（如沉積）。

如上實例 1 所述般對 OLED 樣本進行定性。結果如表 6 所示。

10

表 6 裝置結果

裝置	效率 (cd/A)	CIE (x,y)	電壓 (V)
實例 3	40.5	0.665, 0.335	3.7
對照實例 B	21	0.655, 0.345	4.8

所有量測均在 1000 nits。「CIExy」係指根據 C.I.E.(Commission Internationale de L'Eclairage, 1931)色度的 x 及 y 色座標。

5 由表 6 可知，具有此新複合陽極之裝置具有較高的效率以及較低的電壓。在具有此新複合陽極的裝置中，色座標較接近(0.670, 0.330)的 NTSC 紅色標準。

實例 4 及對照實例 B

10 此實例闡明具有紅光激發色以及此新複合陽極之裝置的效能。

該光活性層具有 8 重量%的化合物 5 做為發紅光摻雜劑。該主體材料為重量比 9:1 之化合物 8 及 NPB 的組合。

15 於實例 4 中，陽極具有圖 8 所示的組態。層 202 為 M2，其為 1.0 nm 的 Cr 層；層 201 為 M1，其為 25 nm 的 Au 層；而層 204 為 M4，其為 60 nm 的化合物 1 層。

於對照實例 B 中，陽極為 80 nm 的 ITO 層。該陽極塗佈有 67 nm 之化合物 1 的電洞注入層。

20 在玻璃基板上製備這些裝置。化合物 1 係藉由旋轉塗佈水性分散液而沉積。所有其他層係藉由蒸發沉積來進行塗佈。這些裝置層總結於表 7 中。

表 7 裝置組成

裝置層	實例 4		對照實例 B	
	材料	厚度 (nm)	材料	厚度 (nm)
陽極	Cr	1.0	ITO	80

	Au	25		
	化合物 1	60		
HIL	--		化合物 1	67
HTL	NPB	20	NPB	30
PhL	8%化合物 5 於 9:1 化合物 8:NPB	50	8%化合物 5 於 9:1 化合物 8:NPB	40
ETL	化合物 13	30	化合物 13	30
EIL	CsF	1	CsF	1
陰極	Al	100	Al	100

HIL = 電洞注入層；HTL = 電洞傳輸層；PhL = 光活性層；ETL = 電子傳輸層；EIL = 電子注入層（如沉積）。

如上實例 1 所述般對 OLED 樣本進行定性。結果如表 8 所示。

表 8 裝置結果

裝置	效率 (cd/A)	CIE (x,y)	電壓 (V)
實例 4	29	0.664, 0.336	4.8
對照實例 B	21	0.655, 0.345	4.8

所有量測均在 1000 nits。「CIExy」係指根據 C.I.E.(Commission Internationale de L'Eclairage, 1931)色度的 x 及 y 色座標。

由表 8 可知，具有此新複合陽極之裝置具有較高的效率。在具有此新複合陽極的裝置中，色座標較接近 (0.670, 0.330) 的 NTSC 紅色標準。

實例 5 及對照實例 B

此實例闡明具有紅光激發色以及此新複合陽極之裝置的效能。

該光活性層具有 8 重量%的化合物 5 做為發紅光摻雜劑。該主體材料為重量比 9:1 之化合物 8 及 NPB 的組合。

於實例 5 中，陽極具有圖 8 所示的組態。層 202 為 M2，其為 1.5 nm 的 Cr 層；層 201 為 M1，其為 20 nm 的 Ag 層；而層 204 為 M4，其為 60 nm 的 HAT-CN 層。

於對照實例 B 中，陽極為 80 nm 的 ITO 層。該陽極塗佈有 67 nm 之化合物 1 的電洞注入層。

在玻璃基板上製備這些裝置。化合物 1 係藉由旋轉塗佈水性分散液而沉積。所有其他層係藉由蒸發沉積來進行塗佈。這些裝置層總結於表 9 中。

表 9 裝置組成

裝置層	實例 5		對照實例 B	
	材料	厚度 (nm)	材料	厚度 (nm)
陽極	Cr	1.5	ITO	80
	Ag	20		
	HAT-CN	10		
HIL	--		化合物 1	67
HTL	NPB	50	NPB	30
PhL	8%化合物 5 於 9:1 化合物 8:NPB	50	8%化合物 5 於 9:1 化合物 8:NPB	40
ETL	化合物 13	30	化合物 13	30
EIL	CsF	1	CsF	1
陰極	Al	100	Al	100

HIL = 電洞注入層；HTL = 電洞傳輸層；PhL = 光活性層；ETL = 電子傳輸層；EIL = 電子注入層（如沉積）。

5 如上實例 1 所述般對 OLED 樣本進行定性。結果如表 10 所示。

表 10 裝置結果

裝置	效率 (cd/A)	CIE (x,y)	電壓 (V)
實例 5	36.7	0.65, 0.35	4.6
對照實例 B	21	0.655, 0.345	4.8

所有量測均在 1000 nits。「CIE_{xy}」係指根據 C.I.E.(Commission Internationale de L'Eclairage, 1931)色度的 x 及 y 色座標。

10

由表 10 可知，具有此新複合陽極之裝置具有較高的效率以及較低的電壓。

實例 6 及 7 以及對照實例 C

15 這些實例闡明具有紅光激發色以及此新複合陽極之裝置的效能。

20 該光活性層具有 12 重量%的化合物 11 做為發紅光摻雜劑。該主體材料為 36 重量%的化合物 9、50 重量%的化合物 7。該層額外含有 2 重量%的化合物 4 做為電洞陷阱。

於實例 6 中，陽極具有圖 13 所示的組態。層 203 為 M3，其為 50 nm 的 ITO 層；層 201 為 M1，其為 18 nm

的 Ag 層；層 202 為 M2，其為 1 nm 的 Cr 層；而層 204 為 M4，其為 54 nm 的化合物 1 層。

於實例 7 中，陽極具有圖 12 所示之組態。層 203 為 M3，其為 50 nm 的 ITO 層；層 202 為 M2，其為 1 nm 的 Cr 層；層 201 為 M1，其為 18 nm 的 Ag 層；而層 204 為 M4，其為 54 nm 的化合物 1 層。

於對照實例 C 中，陽極為 50 nm 的 ITO 層。該陽極塗佈有 54 nm 之化合物 1 的電洞注入層。

在玻璃基板上製備這些裝置。化合物 1 係藉由旋轉塗佈水性分散液而沉積。化合物 3 係藉由旋轉塗佈甲苯溶液而沉積。光活性層係藉由旋轉塗佈苯甲酸甲酯溶液而沉積。所有其他層係藉由蒸發沉積來進行塗佈。這些裝置層總結於表 11 中。

15

表 11 裝置組成

裝置層	實例 6		實例 7		對照實例 C	
	材料	厚度 (nm)	材料	厚度 (nm)	材料	厚度 (nm)
陽極	ITO	50	ITO	50	ITO	50
	Ag	18	Cr	1		
	Cr	1	Ag	18		
	化合物 1	54	化合物 1	54		
HIL	--		--		化合物 1	54
HTL	化合物 3	20	化合物 3	20	化合物 3	20
PhL	(a)	70	(a)	70	(a)	78
ETL	化合物 14	10	化合物 14	10	化合物 14	10
EIL	CsF	0.7	CsF	0.7	CsF	0.7
陰極	Al	100	Al	100	Al	100

(a) 重量比為 36:50:2:12 的化合物 9:化合物 7:化合物 4:化合物 11。

HIL = 電洞注入層；HTL = 電洞傳輸層；PhL = 光活性層；ETL = 電子傳輸層；EIL = 電子注入層（如沉積）。

5 如上實例 1 所述般對 OLED 樣本進行定性。結果如表 12 所示。

表 12 裝置結果

裝置	效率 (cd/A)	CIE (x,y)	電壓 (V)
實例 6	30.4	0.669, 0.328	3.6
實例 7	31.7	0.660, 0.337	3.65
對照實例 C	19.8	0.646, 0.351	3.9

所有量測均在 1000 nits。「CIExy」係指根據 C.I.E.(Commission Internationale de L'Eclairage, 1931)色度的 x 及 y 色座標。

10

由表 12 可知，具有此新複合陽極之裝置具有較高的效率以及較低的電壓。在具有此新複合陽極的裝置中，色座標較接近(0.670, 0.330)的 NTSC 紅色標準。

15

實例 8 及對照實例 D

此實例闡明具有藍光激發色以及此新複合陽極之裝置的效能。

該光活性層具有 14 重量%的化合物 6 做為發藍光摻雜劑。該主體材料為化合物 10。

20

於實例 5 中，陽極具有圖 13 所示的組態。層 203 為 M3，其為 50 nm 的 ITO 層；層 201 為 M1，其為 18 nm

的 Ag 層；層 202 為 M2，其為 1 nm 的 Cr 層；而層 204 為 M4，其為 30 nm 的化合物 1 層。

於對照實例 D 中，陽極為 50 nm 的 ITO 層。該陽極塗佈有 20 nm 之化合物 1 的電洞注入層。

- 5 在玻璃基板上製備這些裝置。化合物 1 係藉由旋轉塗佈水性分散液而沉積。化合物 3 係藉由旋轉塗佈甲苯溶液而沉積。光活性層係藉由旋轉塗佈苯甲酸甲酯溶液而沉積。所有其他層係藉由蒸發沉積來進行塗佈。這些裝置層總結於表 13 中。

10

表 13 裝置組成

裝置層	實例 8		比較實例 D	
	材料	厚度 (nm)	材料	厚度 (nm)
陽極	ITO	50	ITO	50
	Ag	18		
	Cr	1		
	化合物 1	30		
HIL	--		化合物 1	50
HTL	化合物 3	20	化合物 3	20
PhL	14%化合物於化合物 10	40	14%化合物於化合物 10	40
ETL	化合物 14	30	化合物 14	30
EIL	CsF	0.7	CsF	0.7
陰極	Al	100	Al	100

HIL = 電洞注入層；HTL = 電洞傳輸層；PhL = 光活性層；ETL = 電子傳輸層；EIL = 電子注入層（如沉積）。

- 15 如上實例 1 所述般對 OLED 樣本進行定性。結果如表 14 所示。

表 14 裝置結果

裝置	效率 (cd/A)	CIE (x,y)	電壓 (V)
實例 8	4.7	0.144, 0.063	3.8
對照實例 D	4.9	0.142, 0.204	3.7

所有量測均在 1000 nits。「CIExy」係指根據 C.I.E.(Commission Internationale de L'Eclairage, 1931)色度的 x 及 y 色座標。

5

由表 8 可知，具有此新複合陽極之裝置具有較接近 (0.140, 0.080) 的 NTSC 藍色標準之色座標。

實例 9 及 10 以及對照實例 E

10 這些實例闡明具有紅光激發色以及此新複合陽極之裝置的效能。

15 該光活性層具有 8 重量%的化合物 11 做為發紅光摻雜劑。該主體材料為 36 重量%的化合物 9、50 重量%的化合物 7。該層額外含有 6 重量%的化合物 4 做為電洞陷阱。

於實例 9 中，陽極具有圖 13 所示的組態。層 203 為 M3，其為 50 nm 的 ITO 層；層 201 為 M1，其為 18 nm 的 Ag 層；層 202 為 M2，其為 1 nm 的 Ni 層；而層 204 為 M4，其為 54 nm 的化合物 1 層。

20 於實例 10 中，陽極具有圖 9 所示的組態。層 203 為 M3，其為 50 nm 的 ITO 層；層 210 為 A1，其為 18 nm 的 Ag/Al 合金層 (94:6 重量%)；而層 204 為 M4，其為 54 nm 的化合物 1 層。

於對照實例 E 中，陽極為 50 nm 的 ITO 層。該陽極塗佈有 54 nm 之化合物 1 的電洞注入層。

5 在玻璃基板上製備這些裝置。化合物 1 係藉由旋轉塗佈水性分散液而沉積。化合物 3 係藉由旋轉塗佈甲苯溶液而沉積。光活性層係藉由旋轉塗佈苯甲酸甲酯溶液而沉積。所有其他層係藉由蒸發沉積來進行塗佈。這些裝置層總結於表 15 中。

表 15 裝置組成

裝置層	實例 9		實例 10		對照實例 E	
	材料	厚度 (nm)	材料	厚度 (nm)	材料	厚度 (nm)
陽極	ITO	50	ITO	50	ITO	50
	Ag	18	Ag:Al (94:6)	18		
	Ni	1	化合物 1	54		
	化合物 1	54				
HIL	--	--	--	化合物 1	54	
HTL	化合物 3	20	化合物 3	20	化合物 3	20
PhL	(a)	78	(a)	78	(a)	78
ETL	化合物 14	10	化合物 14	10	化合物 14	10
EIL	CsF	0.7	CsF	0.7	CsF	0.7
陰極	Al	100	Al	100	Al	100

10 (a) 重量比為 36:50:6:8 的化合物 9:化合物 7:化合物 4:化合物 11。

HIL = 電洞注入層；HTL = 電洞傳輸層；PhL = 光活性層；ETL = 電子傳輸層；EIL = 電子注入層（如沉積）。

15 如上實例 1 所述般對 OLED 樣本進行定性。結果如表 16 所示。

表 16 裝置結果

裝置	效率	CIE (x,y)	電壓
----	----	-----------	----

	(cd/A)		(V)
實例 9	27.8	0.665, 0.332	3.6
實例 10	27.5	0.672, 0.326	3.8
對照實例 E	19.4	0.648, 0.351	4.1

所有量測均在 1000 nits。「CIExy」係指根據 C.I.E.(Commission Internationale de L'Eclairage, 1931)色度的 x 及 y 色座標。

5 由表 16 可知，具有此新複合陽極之裝置具有較高的效率以及較低的電壓。在具有此新複合陽極的裝置中，色座標較接近(0.670, 0.330)的 NTSC 紅色標準。

實例 11 及 12 以及對照實例 F

10 這些實例闡明具有綠光激發色以及此新複合陽極之裝置的效能。

該光活性層具有 16 重量%的化合物 15 做為發綠光摻雜劑。該主體材料為 35 重量%的化合物 2、49 重量%的化合物 7。

15 於實例 11 中，陽極具有圖 13 所示的組態。層 203 為 M3，其為 50 nm 的 ITO 層；層 201 為 M1，其為 18 nm 的 Ag 層；層 202 為 M2，其為 1 nm 的 Ni 層；而層 204 為 M4，其為 25.5 nm 的化合物 1 層。

20 於實例 12 中，陽極具有圖 9 所示的組態。層 203 為 M3，其為 50 nm 的 ITO 層；層 210 為 A1，其為 18 nm 的 Ag/Al 合金層 (94:6 重量%)；而層 204 為 M4，其為 25.5 nm 的化合物 1 層。

於對照實例 F 中，陽極為 50 nm 的 ITO 層。該陽極塗佈有 50 nm 之化合物 1 的電洞注入層。

在玻璃基板上製備這些裝置。化合物 1 係藉由旋轉塗佈水性分散液而沉積。化合物 3 係藉由旋轉塗佈甲苯溶液而沉積。光活性層係藉由旋轉塗佈苯甲酸甲酯溶液而沉積。所有其他層係藉由蒸發沉積來進行塗佈。這些裝置層總結於表 17 中。

5

表 17 裝置組成

裝置層	實例 9		實例 10		對照實例 E	
	材料	厚度 (nm)	材料	厚度 (nm)	材料	厚度 (nm)
陽極	ITO	50	ITO	50	ITO	50
	Ag	18	Ag:Al (94:6)	18		
	Ni	1	化合物 1	25.5		
	化合物 1	25.5				
HIL	--		--		化合物 1	50
HTL	化合物 3	20	化合物 3	20	化合物 3	20
PhL	(a)	60	(a)	60	(a)	60
ETL	化合物 13	10	化合物 13	10	化合物 13	10
EIL	CsF	0.7	CsF	0.7	CsF	0.7
陰極	Al	100	Al	100	Al	100

(a) 重量比為 35 : 49 : 16 的化合物 9 : 化合物 7 : 化合物 15。

HIL = 電洞注入層 ; HTL = 電洞傳輸層 ; PhL = 光活性層 ; ETL = 電子傳輸層 ; EIL = 電子注入層 (如沉積)。

10

如上實例 1 所述般對 OLED 樣本進行定性。結果如表 18 所示。

15

表 18 裝置結果

裝置	效率 (cd/A)	CIE (x,y)	電壓 (V)
實例 11	120.6	0.326, 0.648	3.6
實例 12	130.0	0.319, 0.655	3.8

對照實例 F	82.4	0.352, 0.622	3.5
--------	------	--------------	-----

所有量測均在 1000 nits。「CIExy」係指根據 C.I.E.(Commission Internationale de L'Eclairage, 1931)色度的 x 及 y 色座標。

可由表 18 得知，具有此新複合陽極的裝置具有較高的效率。在具有此新複合陽極的裝置中，顏色座標較接近(0.210, 0.710)的 NTSC 綠色標準。

應留意的是，並非上文一般性描述或實例中所述之動作都是必要的，特定動作之一部分可能並非必要的，並且除了所描述之動作外，可進一步執行一或多個其他動作。此外，所列動作之次序不必然是執行該等步驟之次序。

在上述說明中，已描述關於特定實施例之概念。然而，本領域普通技術人員應理解在不脫離下列申請專利範圍所提出之本發明範圍的情況下，可進行各種修改和變更。因此，應將本說明書與圖式視為說明性而非限制性之觀念，且意欲將所有這類修改涵括於本發明之範疇中。

前文已描述關於特定實施例之效益、其他優點及問題解決方案。然而，不可將效益、優點、問題解決方案以及任何可使這些效益、優點或問題解決方案更為突顯的特徵解讀為是任何或所有專利申請範圍之關鍵、必需或必要特徵。

應當理解為了清楚說明起見，本文所述之各實施例內容中的某些特徵，亦可以組合之方式於單獨實施例中別加以提供。相反地，簡潔起見，本文所述許多特徵於

同一實施例中，其亦可分別提供或提供於任何次組合中。此外，範圍內描述的相關數值包括所述範圍內的各個及每個值。

5 **【圖式簡單說明】**

實施例說明於隨附圖式中，以增進對本文中所呈現之概念的理解。

圖 1 包括一有機電子裝置之實例的說明。

圖 2 包括一具有複合陽極之有機電子裝置的說明。

10 圖 3 包括一具有複合陽極之有機電子裝置的另一說明。

圖 4 包括一具有複合陽極之有機電子裝置的另一說明。

15 圖 5 包括一具有複合陽極之有機電子裝置的另一說明。

圖 6 包括一具有複合陽極之有機電子裝置的另一說明。

圖 7 包括一具有複合陽極之有機電子裝置的另一說明。

20 圖 8 包括一具有複合陽極之有機電子裝置的另一說明。

圖 9 包括一具有複合陽極之有機電子裝置的另一說明。

25 圖 10 包括一具有複合陽極之有機電子裝置的另一說明。

圖 11 包括一具有複合陽極之有機電子裝置的另一說明。

圖 12 包括一具有複合陽極之有機電子裝置的另一說明。

5 圖 13 包括一具有複合陽極之有機電子裝置的另一說明。

圖 14 包括一具有複合陽極之有機電子裝置的另一說明。

10 熟習此項技術者應瞭解，圖式中之物件係為達成簡單及清楚之目的而說明，且不一定按比例繪製。例如，在該等圖式中，某些物件的尺寸相對於其他物件可能有所放大，以有助於對實施例的瞭解。

【主要元件符號說明】

1-14...裝置

10...基板

20...陽極

25...陽極

30...電洞傳輸層

40...光活性層

50...電子傳輸層

60...電子注入層

70...陰極

200...複合電極陽極

201...第一層

202...第二層

203...層

204...層

210...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：100143508

※申請日：100.11.28

※IPC 分類：H01L 51/50 (2006.01)
B32B 15/21 (2006.01)

5 一、發明名稱：(中文/英文)

具複合電極之有機電子裝置

ORGANIC ELECTRONIC DEVICE WITH COMPOSITE
ELECTRODE

10 二、中文發明摘要：

提供一種包含一單層或一雙層之複合電極。該單層電極包含一第一金屬之合金，該第一金屬具有大於 10^5 Scm^{-1} 之導電率以及在 380 至 780 nm 的範圍中小於 2.1 之實際折射率。該雙層電極包含：

15 (a) 層 M1，具有第一厚度且包含該第一金屬；以及

(b) 層 M2，具有第二厚度且包含一第二金屬，其中該第二金屬具有小於 10^5 Scm^{-1} 之導電率。

於該雙層電極中，層 M1 實體接觸層 M2，且第一厚度大於第二厚度。

20

三、英文發明摘要：

There is provided a composite electrode including either a single layer or a bilayer. The single layer electrode includes an alloy of a first metal having an electrical conductivity greater than 10^5 Scm^{-1} and a real

25

refractive index less than 2.1 in the range of 380 to 780 nm. The bilayer electrode includes:

(a) layer M1 having a first thickness and including the first metal; and

5 (b) layer M2 having a second thickness and including a second metal, where the second metal has an electrical conductivity less than 10^5 Scm^{-1} .

In the bilayer electrode, layer M1 is in physical contact with layer M2, and the first thickness is greater than the
10 second thickness.

七、申請專利範圍：

1. 一種複合電極，包含：(a)一單層 A1 以及(b)一雙層之其中一者，其中該單層 A1 包含一第一金屬之一合金，該第一金屬具有一大於 10^5 Scm^{-1} 之導電率以及在 380 至 780 nm 的範圍中一小於 2.1 之實際折射率；而該雙層包含：
 - (a) 層 M1，具有一第一厚度且包含該第一金屬；以及
 - (b) 層 M2，具有一第二厚度且由一第二金屬或該第二金屬之一合金所組成，其中該第二金屬具有一小於 10^5 Scm^{-1} 之導電率；其中層 M1 實體接觸層 M2，且該第一厚度大於該第二厚度。
2. 如請求項 1 所述之複合電極，其中該第一金屬為銅、銀或金。
3. 如請求項 1 所述之複合電極，其中 A1 包含銀/金、銀/金/銅、金/鎳、金/鈮、銀/鍺、銀/銅、銀/鈮、銀/鎳或銀/鈦。
4. 如請求項 1 所述之複合電極，其中層 M1 具有 5-50 nm 的厚度，而層 M2 具有 0.1-5 nm 的厚度。
5. 如請求項 1 所述之複合電極，其中層 M2 的該金屬包含鉻、鎳、鈮、鈦或鍺。
6. 如請求項 1 所述之複合電極，更包含一第二層 M2，其具有一小於該第一厚度之厚度。

7. 如請求項 1 所述之複合電極，更包含一層 M3，其包含銻錫氧化物、銻鋅氧化物、鋁錫氧化物、鋁鋅氧化物或銻錫氧化物。
8. 如請求項 1 所述之複合電極，更包含一層 M4，其包含一有機電洞注入材料。
9. 如請求項 8 所述之複合電極，其中該電洞注入材料包含六氮聯三伸苯六甲腈(hexaazatriphenylene hexacarbonitrile) 或一摻雜有一形成膠體之聚磺酸之導電聚合物。
10. 一種有機電子裝置，依序包含一基板、一陽極、一光活性層以及一陰極，其中該陽極為一複合電極，該複合電極包含(a)一單層 A1 以及(b)一雙層之其中一者，其中該單層 A1 包含一第一金屬之一合金，該第一金屬具有一大於 10^5 Scm^{-1} 之導電率以及在 380 至 780 nm 的範圍中一小於 2.1 之實際折射率，而該雙層包含：
 - (a) 層 M1，具有一第一厚度且包含該第一金屬；以及
 - (b) 層 M2，具有一第二厚度且由一第二金屬或該第二金屬之一合金所組成，其中該第二金屬具有一小於 10^5 Scm^{-1} 之導電率；其中層 M1 實體接觸層 M2，且該第一厚度大於該第二厚度。

11. 如請求項 10 所述之裝置，其中該第一金屬為銅、銀或金。
12. 如請求項 10 所述之裝置，其中層 A1 包含銀/金、銀/金/銅、金/鎳、金/鈮、銀/鍺、銀/銅、銀/鈮、銀/鎳或銀/鈦。
13. 如請求項 10 所述之裝置，其中層 M1 具有 5-50 nm 的厚度，而層 M2 具有 0.1-5 nm 的厚度。
14. 如請求項 10 所述之裝置，其中層 M2 的該金屬包含鉻、鎳、鈮、鈦或鍺。
15. 如請求項 10 所述之裝置，其中該陽極更包含一第二層 M2，其具有一小於該第一厚度之厚度。
16. 如請求項 10 所述之裝置，其中該陽極更包含層 M3，其包含銻錫氧化物、銻鋅氧化物、鋁錫氧化物、鋁鋅氧化物或銦錫氧化物，其中層 M3 係鄰近該基板。
17. 如請求項 10 所述之裝置，其中該陽極更包含層 M4，其包含一有機電洞注入材料，其中層 M4 係鄰近該光活性層。
18. 如請求項 17 所述之裝置，其中該電洞注入材料包含六氬聯三伸苯六甲腈或一摻雜有一形成膠體之聚磺酸之導電聚合物。

八、圖式：

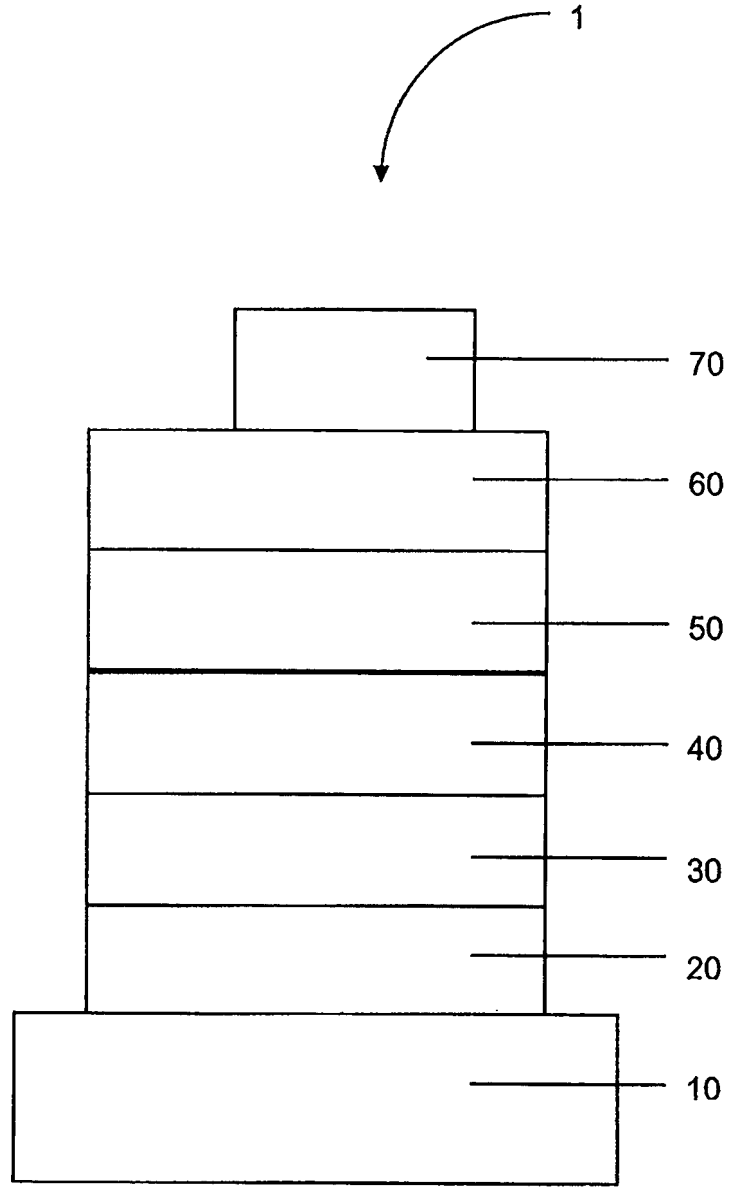


圖1

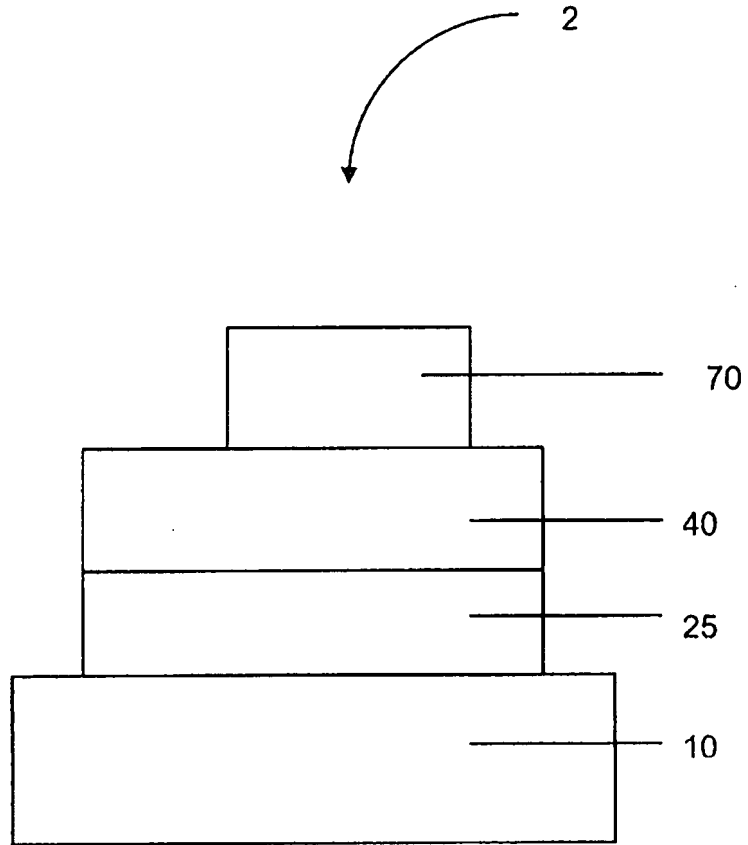


圖2

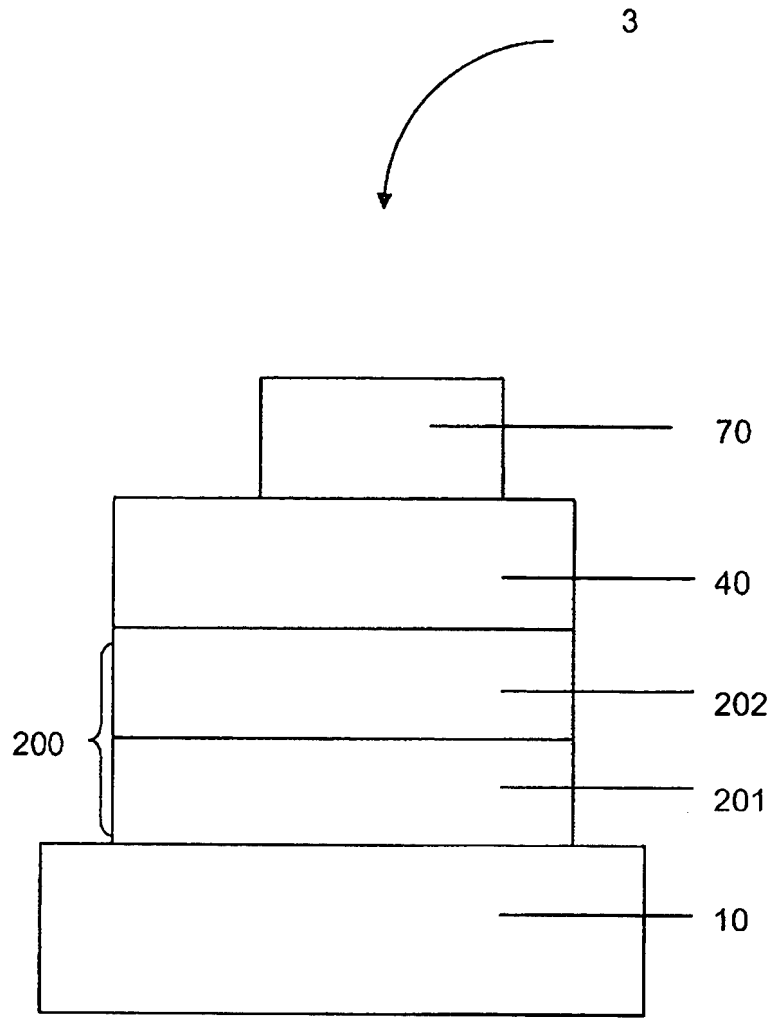


圖 3

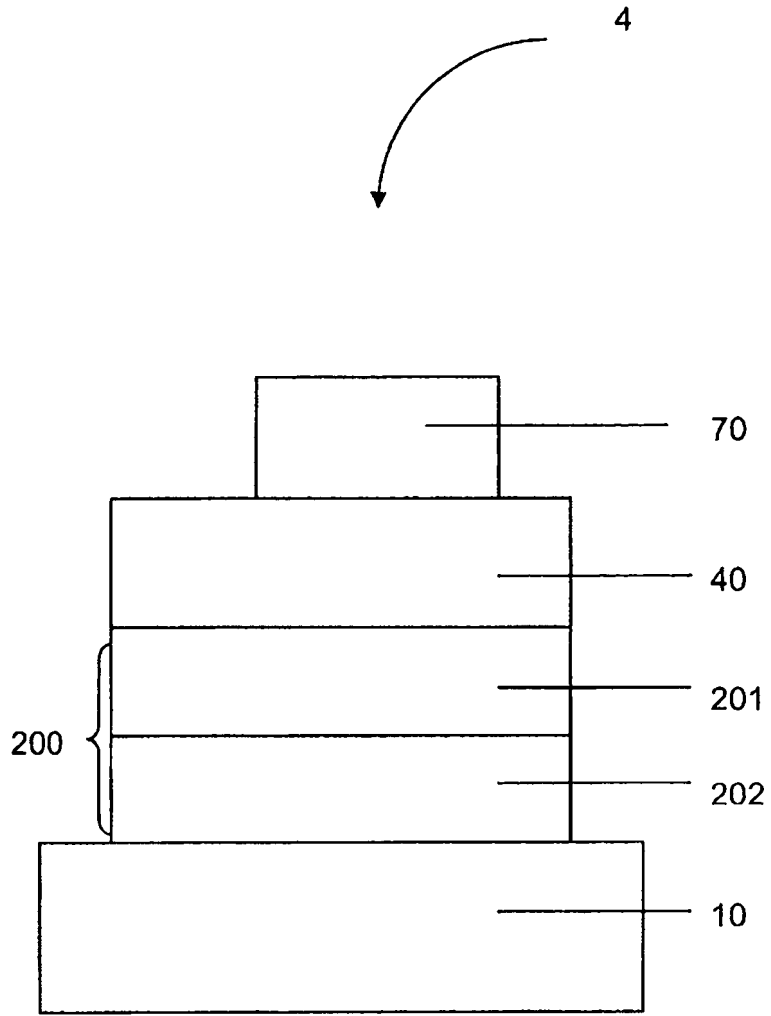


圖4

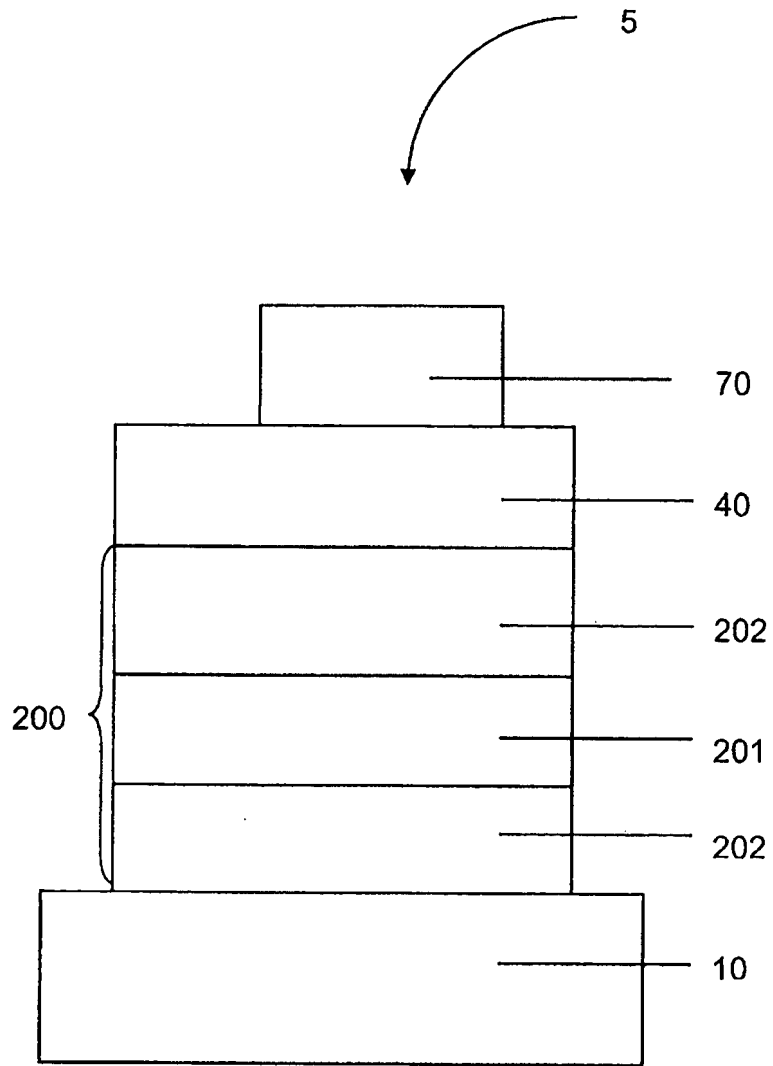


圖5

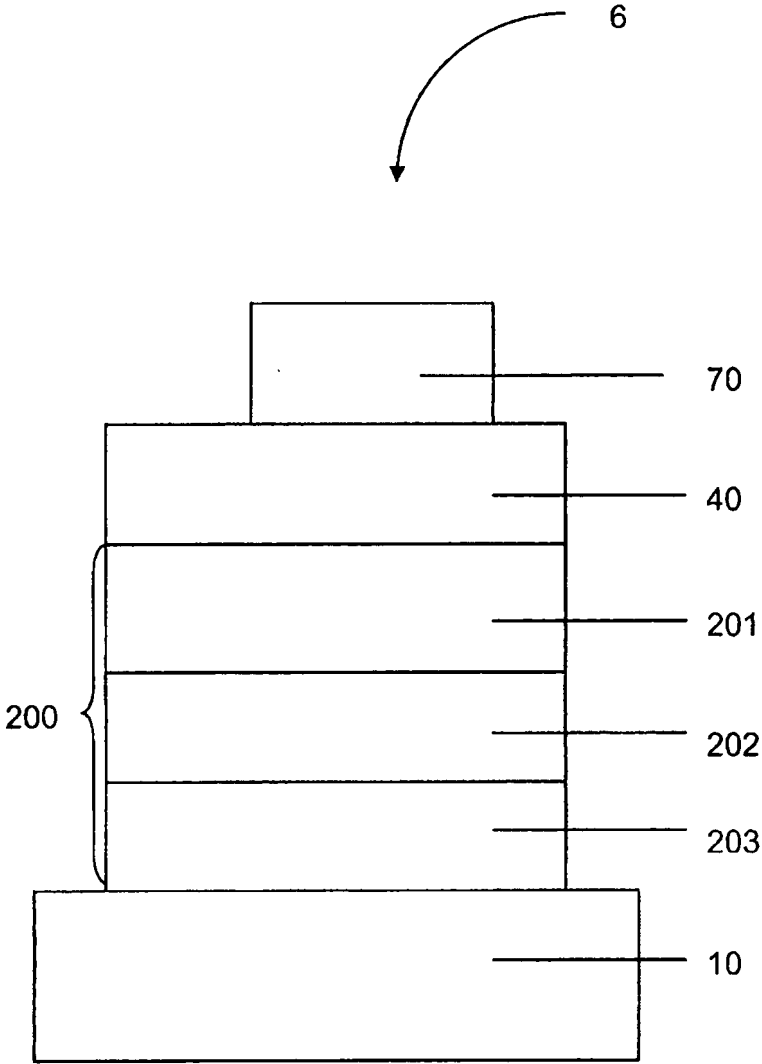


圖6

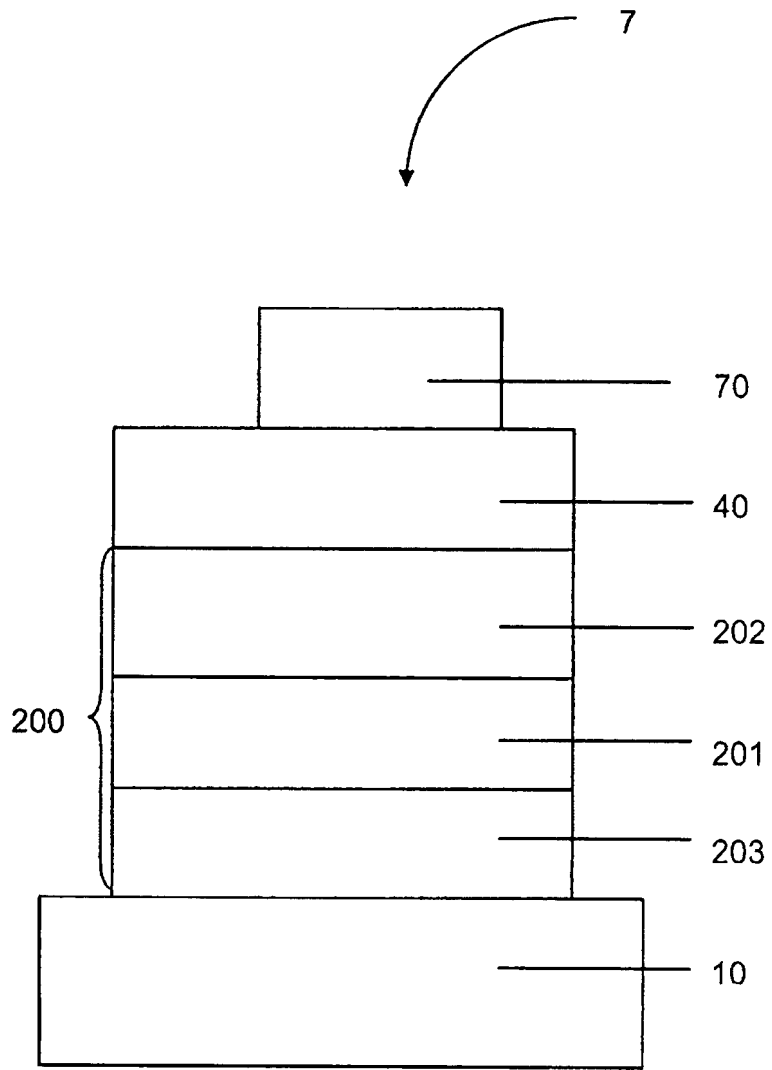


圖7

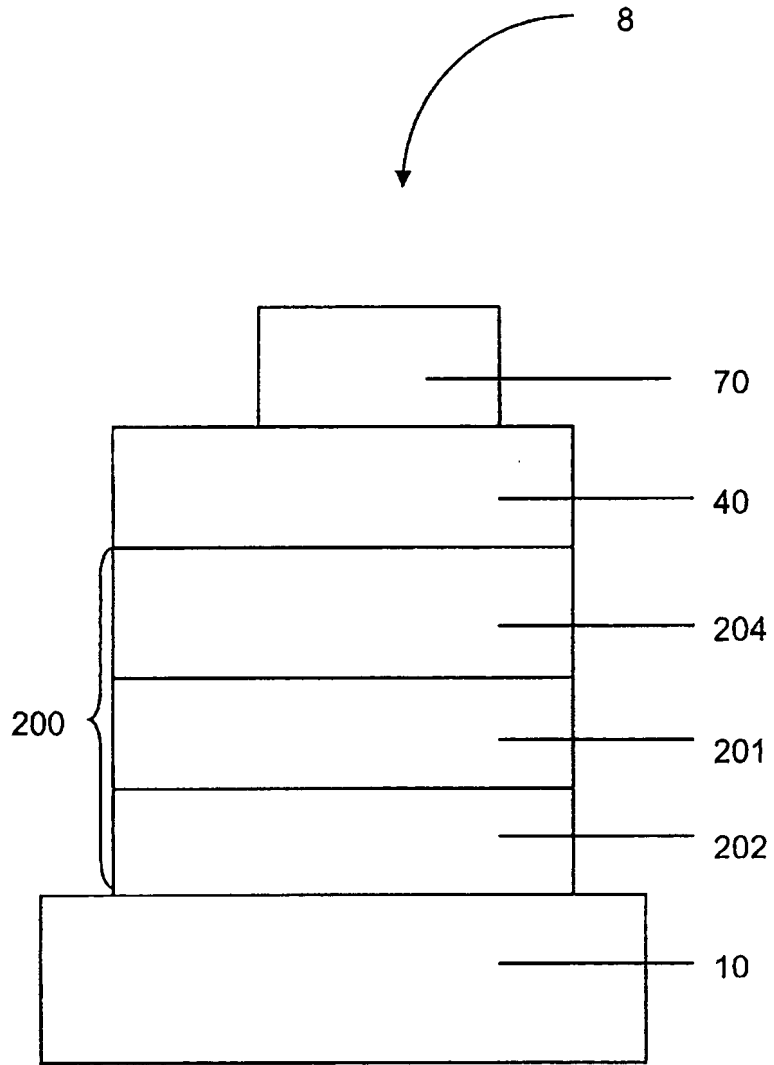


圖8

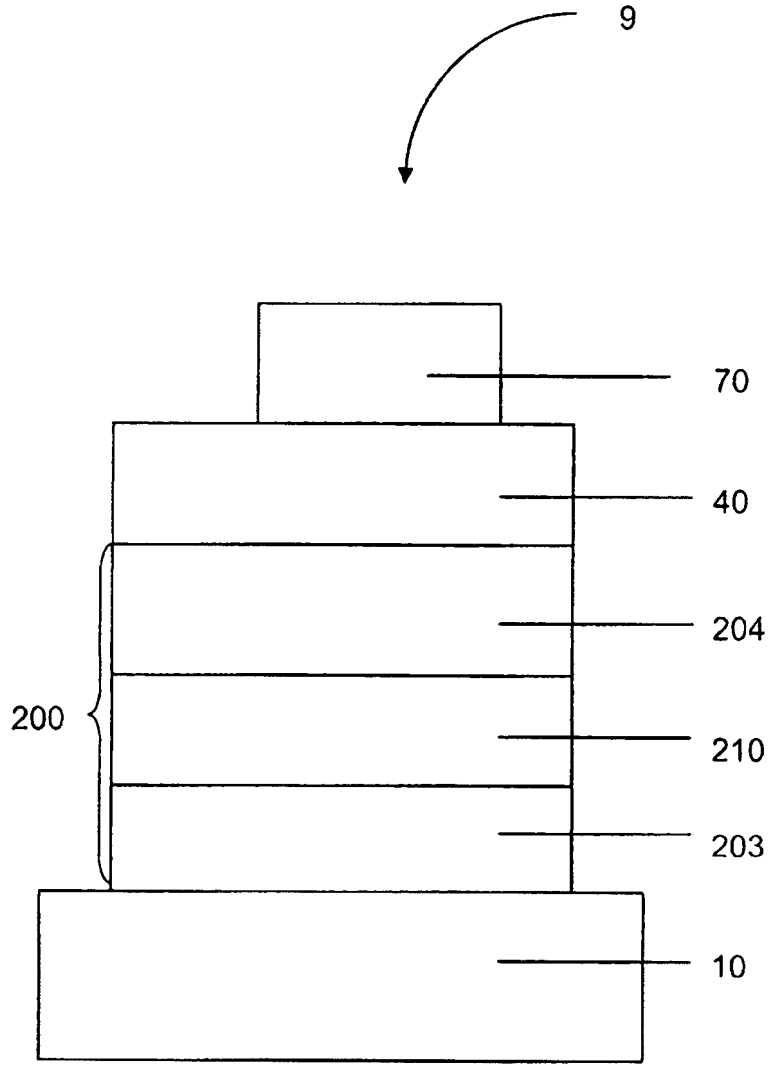


圖9

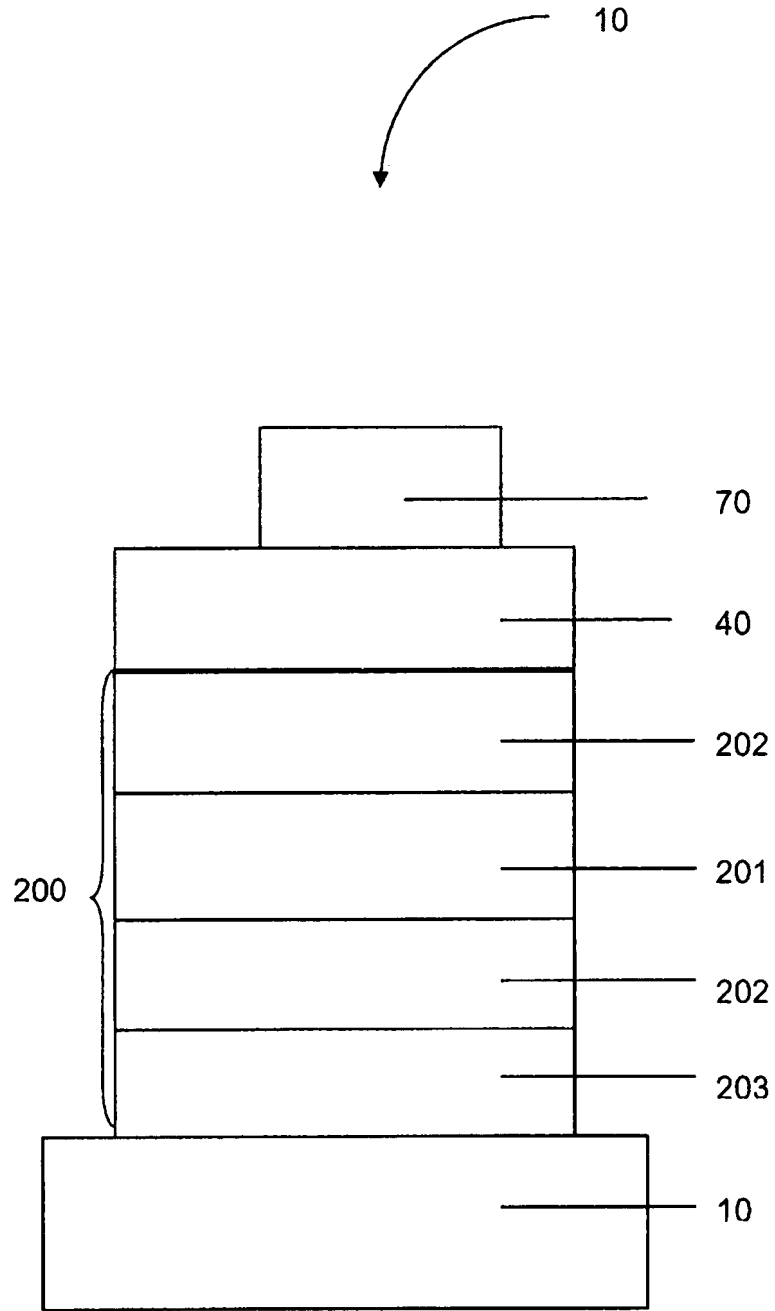


圖10

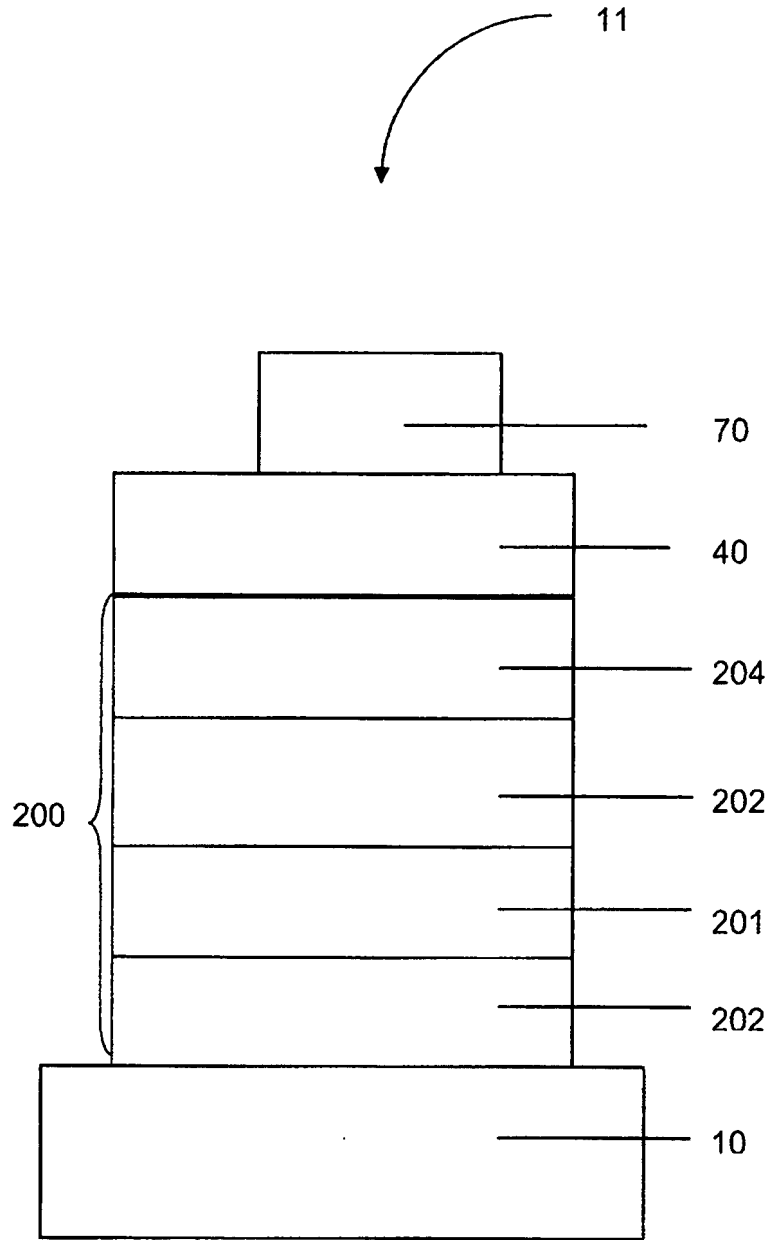


圖11

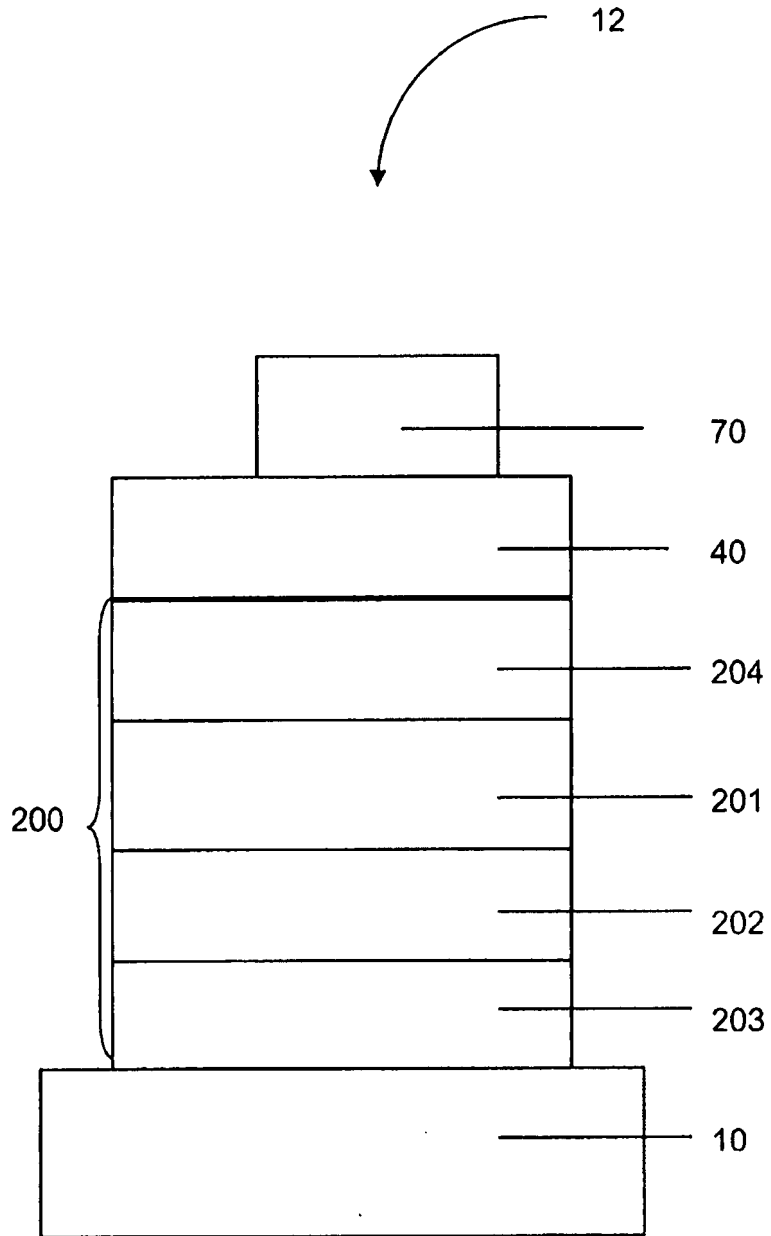


圖12

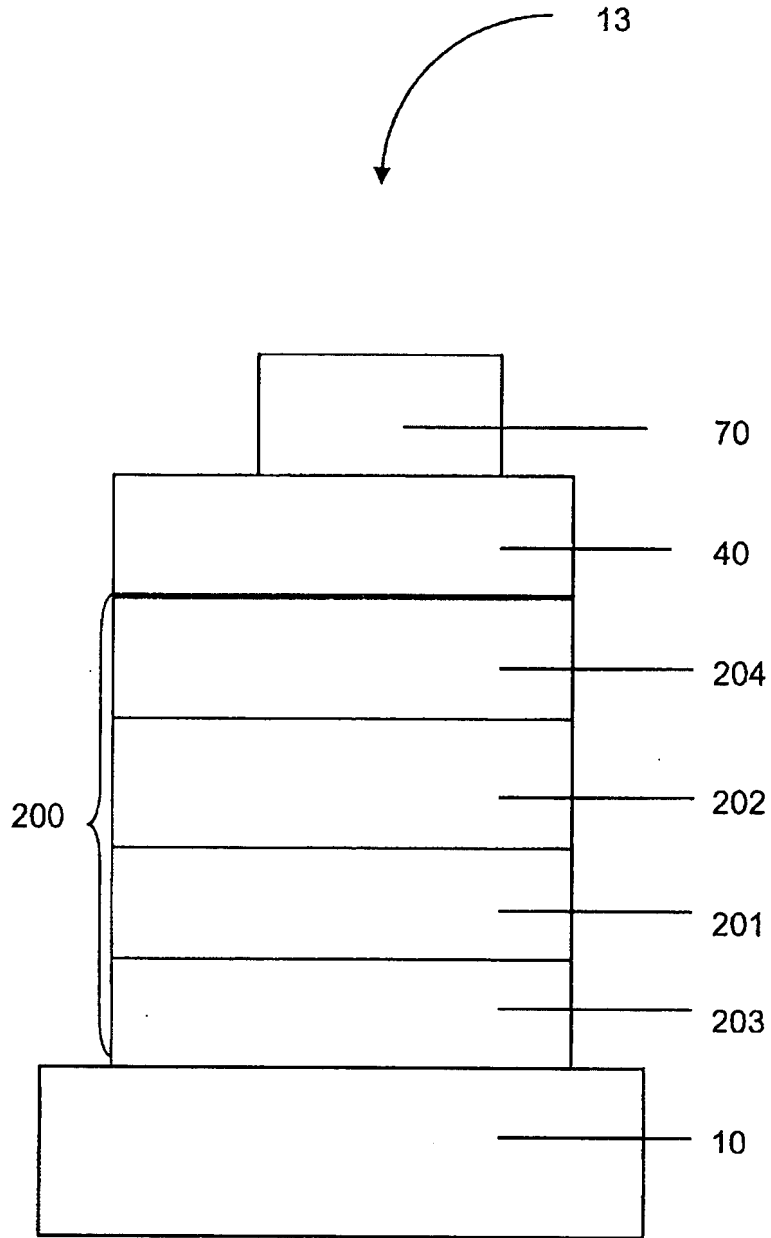


圖13

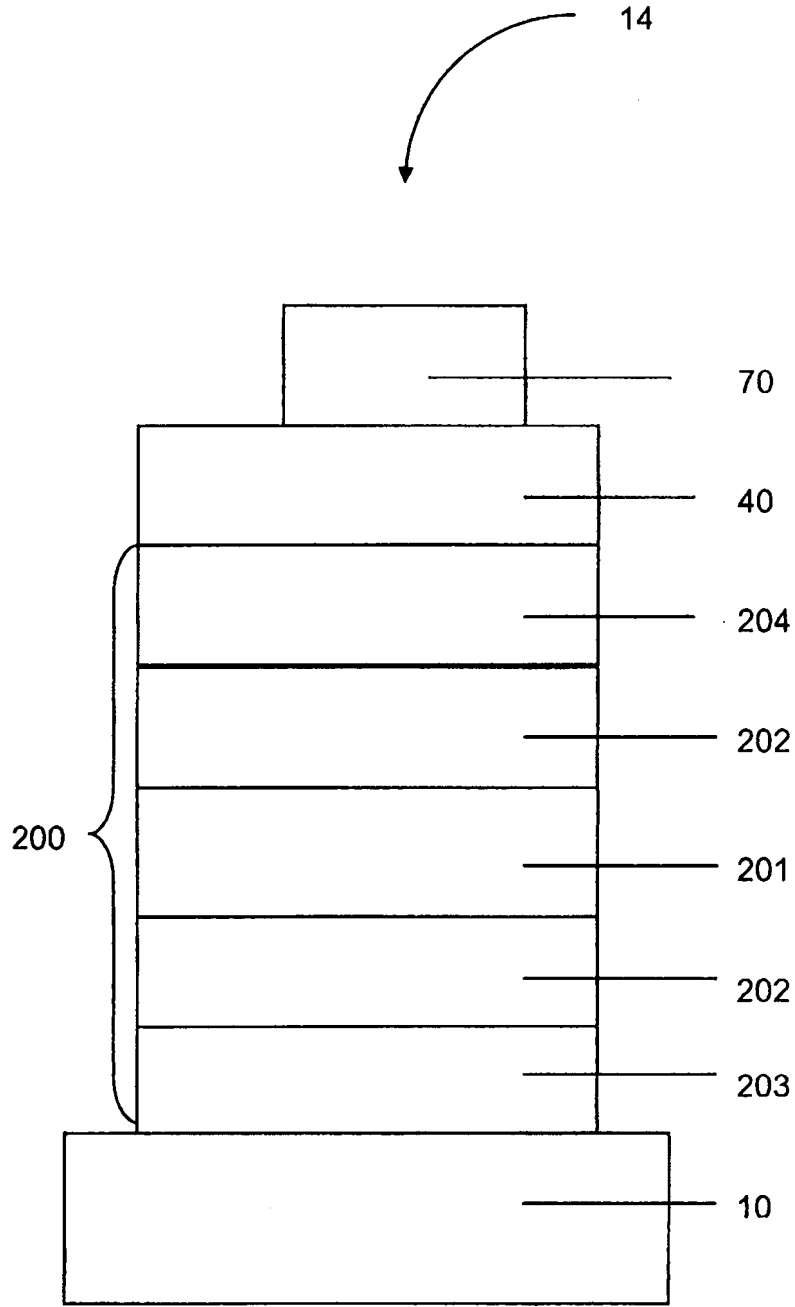


圖14

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 5 1...裝置
 10...基板
 20...陽極
 30...電洞傳輸層
 40...光活性層
10 50...電子傳輸層
 60...電子注入層
 70...陰極

15

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