



(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 I520354 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 02 月 01 日

(21)申請案號：099144311

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 12 月 16 日

(51)Int. Cl. : H01L31/0224(2006.01)

H01L51/52 (2006.01)

(71)申請人：財團法人工業技術研究院(中華民國) INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE (TW)

新竹縣竹東鎮中興路 4 段 195 號

(72)發明人：李維中 LEE, WILLIAM(TW)；姚寶順 YAU, BAO SHUN(TW)；路智強 LU, CHIH CHIANG(TW)

(74)代理人：詹銘文；葉璟宗

(56)參考文獻：

US 2002/0179143A1

US 2003/0175557A1

審查人員：黃本立

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：2 共 17 頁

(54)名稱

堆疊電極以及光電元件

STACKED ELECTRODE AND PHOTO-ELECTRIC DEVICE HAVING THE SAME

(57)摘要

一種堆疊電極，其包括一光匹配層、一透明導電層以及一金屬層。光匹配層之複數折射率為  $N_1$ ，且  $N_1=n_1-ik_1$ ，其中  $n_1$  為光匹配層之折射率， $k_1$  為光匹配層之消光係數。透明導電層之複數折射率為  $N_2$ ，且  $N_2=n_2-ik_2$ ，其中  $n_2$  為透明導電層之折射率， $k_2$  為透明導電層之消光係數，而  $n_1>n_2$ ，且  $k_1<k_2$ 。金屬層配置於光匹配層與透明導電層之間。此外，本申請案另提出一種具有前述之堆疊電極的光電元件。

A stacked electrode including an optical match layer, a transparent conductive layer and a metal layer. The refractive index complex function of the optical match layer is  $N_1=n_1-ik_1$ , wherein  $n_1$  represents the reflective index of the optical match layer and  $k_1$  represents the extinction coefficient of the optical match layer. The refractive index complex function of the transparent conductive layer is  $N_2=n_2-ik_2$ , wherein  $n_2$  represents the reflective index of the transparent conductive layer,  $k_2$  represents the extinction coefficient of the transparent conductive layer,  $n_1>n_2$ , and  $k_1<k_2$ . The metal layer is disposed between the optical match layer and the transparent conductive layer. In addition, a photo-electric device having the above-mentioned stacked electrode is also provided.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 1 . . . 光電元件
- 10 . . . 基板
- 20 . . . 堆疊電極
- 22 . . . 光匹配層
- 24 . . . 金屬層
- 26 . . . 透明導電層
- 30 . . . 主動層
- 40 . . . 對向電極

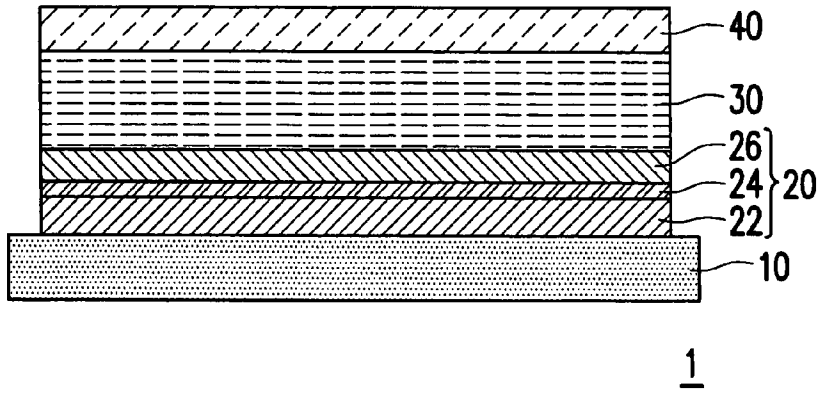


圖 1

# 發明專利說明書

100年1月27日修正

(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：99144311

※申請日：99.12.16

※IPC 分類：

H01L 31/027 (2006.01)  
H01L 51/52 (2006.01)

## 一、發明名稱：

堆疊電極以及光電元件 / STACKED ELECTRODE  
AND PHOTO-ELECTRIC DEVICE HAVING THE  
SAME

## 二、中文發明摘要：

一種堆疊電極，其包括一光匹配層、一透明導電層以及一金屬層。光匹配層之複數折射率為  $N_1$ ，且  $N_1 = n_1 - ik_1$ ，其中  $n_1$  為光匹配層之折射率， $k_1$  為光匹配層之消光係數。透明導電層之複數折射率為  $N_2$ ，且  $N_2 = n_2 - ik_2$ ，其中  $n_2$  為透明導電層之折射率， $k_2$  為透明導電層之消光係數，而  $n_1 > n_2$ ，且  $k_1 < k_2$ 。金屬層配置於光匹配層與透明導電層之間。此外，本申請案另提出一種具有前述之堆疊電極的光電元件。

## 三、英文發明摘要：

A stacked electrode including an optical match layer, a transparent conductive layer and a metal layer. The refractive index complex function of the optical match layer is  $N_1 = n_1 - ik_1$ , wherein  $n_1$  represents the reflective index of the optical match layer and  $k_1$  represents the extinction

coefficient of the optical match layer. The refractive index complex function of the transparent conductive layer is  $N_2 = n_2 - ik_2$ , wherein  $n_2$  represents the reflective index of the transparent conductive layer,  $k_2$  represents the extinction coefficient of the transparent conductive layer,  $n_1 > n_2$ , and  $k_1 < k_2$ . The metal layer is disposed between the optical match layer and the transparent conductive layer. In addition, a photo-electric device having the above-mentioned stacked electrode is also provided.

#### 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：

- 1：光電元件
- 10：基板
- 20：堆疊電極
- 22：光匹配層
- 24：金屬層
- 26：透明導電層
- 30：主動層
- 40：對向電極

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】

本發明是有關於一種光電元件(photo-electric device)，且特別是有關於一種光電元件中之堆疊電極(stacked electrode)。

### 【先前技術】

由於有機太陽電池(organic solar cells)具有結構簡單、製程簡易以及可利用捲對捲(roll-to-roll)鍍膜方法量產以降低生產成本等優點，近幾年來已成為學術界及光電業界所積極發展之廉價次世代光電伏電池(photovoltaic cells)。高穿透率(high transmittance)低電阻率(low resistivity)的透明導電電極是影響光電伏電池效能的關鍵因素之一。

對於提升光電伏電池的光電能轉換效率而言，透明導電電極必須能夠讓射向電池的光線能盡量進入到電池(cell)中的聚合物主動層(polymer active layer)。因為太陽電池的光電能轉換效率是與進入到聚合物主動層且被吸收的光線量成正比，而被電極反射或吸收的光對於光電能轉換效率則完全沒有助益。此外，透明導電電極需將光電能轉換後之電子導出或導入該太陽電池，透明導電電極的電阻值將嚴重影響太陽電池的輸出功率。因此，透明導電電極的品質將嚴重影響太陽電池的光電能轉換效率。

一般而言，位於太陽電池之入光側的透明導電電極通常需具備高穿透率以及低電阻率兩項特性，但是，這兩項

特性常常是不能兼顧。舉例而言，以厚度大於 50 奈米之一般金屬當電極，雖然可以獲得很好的導電性，但是穿透率極低。然而，若將這類金屬厚度降至數奈米至數十奈米，雖然可以稍微提昇穿透率，但由於金屬本身會反射光線，因此穿透率的提昇十分有限。此外，若以透明導電氧化物薄膜當電極時，雖然(相較於金屬薄膜電極)穿透率可獲顯著的提昇，但是要得到足夠低的電阻率則需要較大厚度或者需經過複雜的製造程序，例如後續的退火處理(annealing treatment)。由於退火處理的製程溫度較高，故退火處理不適用於塑膠基材(plastic substrate)上電極之製作。

除了太陽電池方面的應用外，透明導電電極亦可應用在有機電激發光元件(如顯示器、照明裝置等)中。同樣地，透明導電電極會影響有機電激發光元件的發光效率，因此有機電激發光元件中透明導電電極也必須具備高穿透率以及低電阻率兩項特性。

近十幾年，為了獲得高穿透率與低電阻率的透明導電電極，利用光學薄膜干涉原理(optical interference theorem)的氧化物-金屬-氧化物(oxide-metal-oxide)堆疊電極一直被持續地研究著。一般常見的氧化物-金屬-氧化物堆疊電極可採用對稱結構以及非對稱結構，上、下兩層氧化物使用一般透明導電氧化物與非導電電介質膜，但現有研究中並未針對上、下兩層氧化物之光學特性(即折射率與光吸收性)的匹配提出完整之討論。

### 【發明內容】

本申請案提供一種堆疊電極以及具有該堆疊電極之光電元件。

本申請案提供一種堆疊電極，其包括一光匹配層、一透明導電層以及一金屬層。光匹配層之複數折射率為  $N_1$ ，且  $N_1 = n_1 - ik_1$ ，其中  $n_1$  為光匹配層之折射率， $k_1$  為光匹配層之消光係數。透明導電層之複數折射率為  $N_2$ ，且  $N_2 = n_2 - ik_2$ ，其中  $n_2$  為透明導電層之折射率， $k_2$  為透明導電層之消光係數，而  $n_1 > n_2$ ，且  $k_1 < k_2$ 。金屬層配置於光匹配層與透明導電層之間。

本申請案另提供一種光電元件，其包括前述之堆疊電極、一主動層以及一對向電極(opposite electrode)，其中主動層配置於堆疊電極與對向電極之間。

為讓本申請案之上述和其他目的、特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下。

### 【實施方式】

圖 1 為本申請案一實施例之光電元件的剖面示意圖。請參照圖 1，本實施例之光電元件 1 適於製作在一基板 10 上。在本實施例中，基板 10 例如為一般之玻璃基板或青板玻璃基板(soda-lime-silica float glass substrate)，前述之玻璃基板在 400 奈米至 800 奈米的波長範圍內之色散範圍例如係介於 1.50 至 1.535 之間。在其他可行的實施例中，基板 10 亦可以是塑膠基板，如 PET 基板、PC 基板、PEN 基板、

PES 基板、COC 基板、PI 基板等。前述之塑膠基板在 400 奈米至奈米至 800 奈米的波長範圍內之光折射率色散範圍例如係介於 1.43 至 1.67 之間。

本實施例之光電元件 1 包括一堆疊電極 20、一主動層 30 以及一對向電極 40，其中主動層 30 配置於堆疊電極 20 與對向電極 40 之間。舉例而言，光電元件 1 為一有機電激發光元件或一太陽電池；換言之，主動層 30 例如為一有機電激發光層或一太陽電池之光電轉換層。值得注意的是，主動層 30 可為單層結構或者是多層結構。此外，對向電極 40 之材質例如鉀(K)、鋰(Li)、鈉(Na)、鎂(Mg)、鐳(La)、鈰(Ce)、鈣(Ca)、鋇(Sr)、鋇(Ba)、鋁(Al)、銀(Ag)、銦(In)、錫(Sn)、鋅(Zn)、鋯(Zr)、銀-鎂合金(Ag-Mg alloy)、鋁-鋰合金(Al-Li alloy)、銦-鎂合金(In-Mg alloy)、鋁-鈣合金(Al-Ca alloy)、銀/鎂疊層(Ag/Mg stacked layer)、鋁/鋰疊層(Al/Li stacked layer)、銦/鎂疊層(In/Mg stacked layer)、鋁/鈣疊層(Al/Ca stacked layer)等金屬材料。當然，對向電極 40 之材質亦可以是銦錫氧化物(ITO)、銦鋅氧化物(IZO)、銦鈰氧化物(ICO)、氧化鋅(ZnO)、氧化鋁鋅(AZO)、銦鋅錫氧化物(IZTO)、氧化鋅鎵(GZO)、氧化錫(SnO)等透明材料。

在本實施例中，堆疊電極 20 包括一光匹配層 22、一透明導電層 26 以及一金屬層 24。光匹配層 22 之複數折射率為  $N_1$ ，且  $N_1 = n_1 - ik_1$ ，其中  $n_1$  為光匹配層 22 之折射率， $k_1$  為光匹配層 22 之消光係數。透明導電層 26 之複數折射率為  $N_2$ ，且  $N_2 = n_2 - ik_2$ ，其中  $n_2$  為透明導電層 26 之折射率，



$k_2$  為透明導電層 26 之消光係數，而  $n_1 > n_2$ ，且  $k_1 < k_2$ 。一般而言，堆疊電極 20 的穿透率是由基材與堆疊於基材上之各層材料的複數折射率與各膜層厚度所決定，將各層薄膜的複數折射率與厚度作一適當匹配才能得到高穿透率。舉例而言，光匹配層 22 與透明導電層 26 之穿透率是由光匹配層 22 之複數折射率  $N_1$  與透明導電層 26 之複數折射率  $N_2$  所決定，而光線在光匹配層 22、透明導電層 26 中傳遞時所被吸收的程度則是由消光係數  $k_1$ 、 $k_2$  決定。另一方面，堆疊電極 20 的整體導電性則由各膜層的導電性所決定並且由金屬層 24 所主導，但是一般在選定光匹配層 22 與透明導電層 26 之後，增加金屬層 24 的厚度雖然可以增加導電度（降低整個堆疊電極 20 的電阻值）但卻會降低堆疊電極 20 的穿透率。所以總括而言，為使堆疊電極 20 在波長介於 400 奈米至 800 奈米之間同時得到高穿透低阻值的特性，必須對光匹配層 22、金屬層 24 與透明導電層 26 之光學特性與厚度做一規範。本實施例令  $n_1 > n_2$  以及  $k_1 < k_2$ ，以使堆疊電極 20 對於從光匹配層 22 側入射之光線能有十分良好的穿透率。此外，金屬層 24 配置於光匹配層 22 與透明導電層 26 之間。本實施例之金屬層 24 之材質例如為鋁 (Al)、銅 (Cu)、銀 (Ag)、鉑 (Pt)、金 (Au)、銱 (Ir)、鈀 (Pd) 或前述金屬之合金。舉例而言，金屬層 24 之厚度介於 6 奈米至 16 奈米之間。

在本實施例中，光匹配層 22 之材質例如為二氧化鈦 ( $\text{TiO}_2$ )、五氧化二鈦 ( $\text{Ti}_2\text{O}_5$ )、二氧化鋯 ( $\text{ZrO}_2$ )、五氧化二鈮 ( $\text{Nb}_2\text{O}_5$ )、氧化鎢 ( $\text{WO}_x$ )、四氮化三矽 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )、銻錫氧化物 (ITO)、銻鋅氧化物 (IZO)、銻銻氧化物 (ICO)、氧化鋅

(ZnO)、氧化鋁鋅(AZO)、銻鋅錫氧化物(IZTO)、氧化鋅鎵(GZO)或氧化錫(SnO)。舉例而言，光匹配層 22 之厚度介於 25 奈米至 55 奈米之間。此外，透明導電層 26 之材質例如為摻雜錫的化合物、摻雜鋅的化合物或或摻雜銻的化合物。詳言之，透明導電層 26 之材質例如為銻錫氧化物(ITO)、銻鋅氧化物(IZO)、銻銻氧化物(ICO)、氧化鋅(ZnO)、氧化鋁鋅(AZO)、銻鋅錫氧化物(IZTO)、氧化鋅鎵(GZO)或氧化錫(SnO)。舉例而言，透明導電層 26 之厚度介於 30 奈米至 55 奈米之間。

由於一般材料都有光色散(optical dispersion)特性，換言之，每種材料層之折射率並不是一個常數，而是會隨著對應之波長而有所不同。本實施例之光匹配層 22 與透明導電層 26 皆為氧化物，且氧化物具有高的光色散現象。此外，材料層之消光係數也會隨著對應之波長而有所不同，舉例而言，銻錫氧化物(ITO)薄膜之消光係數(k 值)會隨著所對應之波長改變而有所不同，詳言之，銻錫氧化物薄膜對於波長接近 400 奈米之光線的消光係數會比對於波長接近 800 奈米之光線的消光係數大 1 至 2 個等級(order)。因此，本申請案針對光匹配層 22 與透明導電層 26 的折射率  $n_1$ 、 $n_2$  作出如下的規範：

(a)  $n_1$  代表在 400 奈米至 800 奈米的波長範圍內，各個波長所對應到的光匹配層 22 之折射率，而  $n_2$  代表在 400 奈米至 800 奈米的波長範圍內，各個波長所對應到的透明導電層 26 之折射率，而  $n_1 > n_2$ ；或者

(b)  $n_1$  代表在 400 奈米至 450 奈米的波長範圍內，各個波長所對應到的光匹配層 22 之折射率，而  $n_2$  代表在 400

奈米至 450 奈米的波長範圍內，各個波長所對應到的透明導電層 26 之折射率，而  $n_1 > n_2$ ；或者

(c)  $n_1$  代表在 400 奈米至 800 奈米的波長範圍內，光匹配層之平均折射率，而  $n_2$  代表在 400 奈米至 800 奈米的波長範圍內，透明導電層之平均折射率，而  $n_1 > n_2$ ；或者

(d)  $n_1$  代表在 400 奈米至 450 奈米的波長範圍內，光匹配層之平均折射率，而  $n_2$  代表在 400 奈米至 450 奈米的波長範圍內，透明導電層之平均折射率，而  $n_1 > n_2$ 。

此外，本申請案亦針對光匹配層 22 與透明導電層 26 的消光係數  $k_1$ 、 $k_2$  作出如下的規範：

(a)  $k_1$  代表在 400 奈米至 800 奈米的波長範圍內，各個波長所對應到的光匹配層 22 之消光係數，而  $k_2$  代表在 400 奈米至 800 奈米的波長範圍內，各個波長所對應到的透明導電層 26 之消光係數，且  $k_1 < k_2$ ；或者

(b)  $k_1$  代表在 400 奈米至 450 奈米的波長範圍內，各個波長所對應到的光匹配層 22 之消光係數，而  $k_2$  代表在 400 奈米至 450 奈米的波長範圍內，各個波長所對應到的透明導電層 26 之消光係數，且  $k_1 < k_2$ ；或者

(c)  $k_1$  代表在 400 奈米至 800 奈米的波長範圍內，光匹配層 22 之平均消光係數，而  $k_2$  代表在 400 奈米至 800 奈米的波長範圍內，透明導電層 26 之平均消光係數，且  $k_1 < k_2$ ；或者

(d)  $k_1$  代表在 400 奈米至 450 奈米的波長範圍內，光匹配層 22 之平均消光係數，而  $k_2$  代表在 400 奈米至 450 奈米的波長範圍內，透明導電層 26 之平均消光係數，且  $k_1 < k_2$ 。

承上述，本實施例所提供的堆疊電極 20 採用不對稱的薄膜設計，意即，令光匹配層 22 之折射率（平均折射率）及消光係數（平均消光係數）不同於透明導電層 26 之折射率（平均折射率）及消光係數（平均消光係數），以使堆疊電極 20 能有較佳的穿透率。

### 【實驗例】

圖 2 繪示出不同堆疊電極之穿透率-波長曲線。請參照圖 2，曲線 50 代表透明玻璃 BK7 基材之穿透率-波長曲線，曲線 60 代表透明玻璃 BK7 基材/銦錫氧化物(ITO)/銀(Ag)/銦錫氧化物(ITO)之穿透率-波長曲線，曲線 70 代表透明玻璃 BK7 基材/二氧化鈦( $\text{TiO}_2$ )/銀(Ag)/銦錫氧化物(ITO)之穿透率-波長曲線，而曲線 80 則代表透明玻璃 BK7 基材/五氧化二銻( $\text{Nb}_2\text{O}_5$ )/銀(Ag)/銦錫氧化物(ITO)之穿透率-波長曲線。

曲線 50、60、70、80 之模擬條件為：入射光垂直入射至堆疊電極；透明玻璃 BK7 基材之厚度為 0.5 毫米，折射率與消光係數如表 1-1 所示（其可代表一般白板玻璃，接近某些光學級塑膠基材之光學特性，如光學級 PET）；銦錫氧化物(ITO)/銀(Ag)/銦錫氧化物(ITO)堆疊電極中銀薄膜之厚度為 12 奈米，上、下兩層銦錫氧化物薄膜之厚度均為 37 奈米，銦錫氧化物薄膜之折射率與消光係數如表 1-2 所示；二氧化鈦( $\text{TiO}_2$ )/銀(Ag)/銦錫氧化物(ITO)堆疊電極中之二氧化鈦薄膜之厚度為 34 奈米，二氧化鈦薄膜之折射率與消光係數如表 1-3 所示；五氧化二銻( $\text{Nb}_2\text{O}_5$ )/銀(Ag)/銦錫氧化物(ITO)堆疊電極中五氧化二銻薄膜之厚度為 33.41 奈

二氧化鈦( $\text{TiO}_2$ )/銀(Ag)/銦錫氧化物(ITO)堆疊電極與五氧化二鈮( $\text{Nb}_2\text{O}_5$ )/銀(Ag)/銦錫氧化物(ITO)堆疊電極二者中之銀薄膜與銦錫氧化物薄膜的條件與銦錫氧化物(ITO)/銀(Ag)/銦錫氧化物(ITO)堆疊電極中者相同。表 1-1 所示數據是引述自 TFCalc<sup>TM</sup> (Software Spectra, Inc. 生產) 電腦模擬軟體中之設定值，表 1-2 與表 1-3 所示數據是引述自 OPTICAL THIN FILMS(由 THIN FILM CENTER Inc. 生產) 電腦模擬軟體中之設定值，表 1-4 中之數據是以日本 Shincron 公司型號 RAS-1100B 濺射鍍膜機鍍製之五氧化二鈮薄膜以包絡法原理(J. Phy. E. : Sci. Inst. 9, 1002-1004) 計算所得。

表 1-1

Material BK7 Glass		
Wavelength(nm)	Refractive Index	Extinction Coefficient
405	1.53019593	0
425	1.52782658	0
445	1.52578586	0
465	1.52401238	0
485	1.52245853	0
505	1.52108692	0
525	1.51986781	0
545	1.51877729	0
565	1.51779591	0
585	1.51690776	0
605	1.51609968	0
625	1.5153607	0
645	1.51468165	0
665	1.51405476	0
685	1.51347346	0
705	1.51293214	0
725	1.51242597	0
745	1.5119508	0
765	1.51150305	0
785	1.51107956	0
805	1.51067763	0

表 1-2

Material ITO		
Wavelength(nm)	Refractive Index	Extinction Coefficient
400	2.182	0.045
450	2.1	0.021
500	2.06	0.016
550	2.05	0.014
600	2.04	0.012
650	2.03	0.011
700	2.02	0.0105
750	2.015	0.0105
800	1.914	0.01

表 1-3

Material TiO <sub>2</sub>		
Wavelength(nm)	Refractive Index	Extinction Coefficient
400.6	2.544	0.0025
411.3	2.509	0.002
420.4	2.483	0.0016
433	2.453	0.00131
441.1	2.438	0.00089
449.7	2.423	0.00077
465.1	2.399	0.00076
482.1	2.37701	0.00075
500.8	2.357	0.00044
521.8	2.338	0.00029
540.5	2.324	0.0002
572.5	2.305	0.00007
590.6	2.296	0
610.5	2.287	0
632.5	2.27901	0.00015
674.6	2.267	0.0003
694	2.263	0.00029
715	2.258	0.00027
800	2.25	0

表 1-4

Material Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
Wavelength(nm)	Refractive Index	Extinction Coefficient
400	2.47925637	0
420	2.45527249	0
440	2.43460967	0
460	2.41667874	0
480	2.40101881	0
500	2.38725954	0
520	2.37510481	0
540	2.36431452	0
560	2.35469126	0
580	2.34607123	0
600	2.3383191	0
620	2.33132296	0
640	2.32498716	0
660	2.31922927	0
680	2.3139832	0
700	2.30918784	0
720	2.30479338	0
740	2.30075706	0
760	2.29704024	0
780	2.29361034	0
800	2.29043888	0

由圖 2 中曲線 60、70、80 可以發覺，在 400 奈米至 800 奈米的波長範圍內，二氧化鈦(TiO<sub>2</sub>)/銀(Ag)/銻錫氧化物(ITO)堆疊電極與五氧化二銻(Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)/銀(Ag)/銻錫氧化物(ITO)堆疊電極具有較高的穿透率。

雖然本申請案已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本申請案，任何熟習此技藝者，在不脫離本申請案之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本申請案之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

**【圖式簡單說明】**

圖 1 為本申請案一實施例之光電元件的剖面示意圖。

圖 2 繪示出不同堆疊電極之穿透率-波長曲線。

**【主要元件符號說明】**

1：光電元件

10：基板

20：堆疊電極

22：光匹配層

24：金屬層

26：透明導電層

30：主動層

40：對向電極

50、60、70、80：曲線



## 七、申請專利範圍：

1. 一種堆疊電極，包括：

一光匹配層，該光匹配層之複數折射率為  $N_1$ ，且  $N_1 = n_1 - ik_1$ ，其中  $n_1$  為該光匹配層之折射率， $k_1$  為該光匹配層之消光係數；

一透明導電層，該透明導電層之複數折射率為  $N_2$ ，且  $N_2 = n_2 - ik_2$ ，其中  $n_2$  為該透明導電層之折射率， $k_2$  為該透明導電層之消光係數，而  $n_1 > n_2$ ，且  $k_1 < k_2$ ；以及

一金屬層，配置於該光匹配層與該透明導電層之間。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之堆疊電極，其中該光匹配層之材質包括二氧化鈦( $\text{TiO}_2$ )、五氧化二鈦( $\text{Ti}_2\text{O}_5$ )、二氧化鋯( $\text{ZrO}_2$ )、五氧化二鈮( $\text{Nb}_2\text{O}_5$ )、氧化鎢( $\text{WO}_x$ )、四氮化三矽( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )、銦錫氧化物(ITO)、銦鋅氧化物(IZO)、銦銻氧化物(ICO)、氧化鋅( $\text{ZnO}$ )、氧化鋁鋅(AZO)、銦鋅錫氧化物(IZTO)、氧化鋅鎳(GZO)或氧化錫( $\text{SnO}$ )。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之堆疊電極，其中該光匹配層之厚度介於 25 奈米至 55 奈米之間。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之堆疊電極，其中該透明導電層之材質包括摻雜錫的化合物、摻雜鋅的化合物或或摻雜銦的化合物。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之堆疊電極，其中該透明導電層之材質包括銦錫氧化物(ITO)、銦鋅氧化物(IZO)、銦銻氧化物(ICO)、氧化鋅( $\text{ZnO}$ )、氧化鋁鋅(AZO)、銦鋅錫氧化物(IZTO)、氧化鋅鎳(GZO)或氧化錫( $\text{SnO}$ )。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之堆疊電極，其中該透

明導電層之厚度介於 30 奈米至 55 奈米之間。

7.如申請專利範圍第 1 項所述之堆疊電極，其中該金屬層之材質包括鋁(Al)、銅(Cu)、銀(Ag)、鉑(Pt)、金(Au)、銱(Ir)或鈀(Pd)。

8.如申請專利範圍第 1 項所述之堆疊電極，其中該金屬層之厚度介於 6 奈米至 16 奈米之間。

9.如申請專利範圍第 1 項所述之堆疊電極，其中  $n_1$  代表在 400 奈米至 800 奈米的波長範圍內，各個波長所對應到的該光匹配層之折射率，而  $n_2$  代表在 400 奈米至 800 奈米的波長範圍內，各個波長所對應到的該透明導電層之折射率。

10.如申請專利範圍第 1 項所述之堆疊電極，其中  $n_1$  代表在 400 奈米至 450 奈米的波長範圍內，各個波長所對應到的該光匹配層之折射率，而  $n_2$  代表在 400 奈米至 450 奈米的波長範圍內，各個波長所對應到的該透明導電層之折射率。

11.如申請專利範圍第 1 項所述之堆疊電極，其中  $n_1$  代表在 400 奈米至 800 奈米的波長範圍內，該光匹配層之平均折射率，而  $n_2$  代表在 400 奈米至 800 奈米的波長範圍內，該透明導電層之平均折射率。

12.如申請專利範圍第 1 項所述之堆疊電極，其中  $n_1$  代表在 400 奈米至 450 奈米的波長範圍內，該光匹配層之平均折射率，而  $n_2$  代表在 400 奈米至 450 奈米的波長範圍內，該透明導電層之平均折射率。

13.如申請專利範圍第 1 項所述之堆疊電極，其中  $k_1$

代表在 400 奈米至 800 奈米的波長範圍內，各個波長所對應到的該光匹配層之消光係數，而  $k_2$  代表在 400 奈米至 800 奈米的波長範圍內，各個波長所對應到的該透明導電層之消光係數。

14. 如申請專利範圍第 1 項所述之堆疊電極，其中  $k_1$  代表在 400 奈米至 450 奈米的波長範圍內，各個波長所對應到的該光匹配層之消光係數，而  $k_2$  代表在 400 奈米至 450 奈米的波長範圍內，各個波長所對應到的該透明導電層之消光係數。

15. 如申請專利範圍第 1 項所述之堆疊電極，其中  $k_1$  代表在 400 奈米至 800 奈米的波長範圍內，該光匹配層之平均消光係數，而  $k_2$  代表在 400 奈米至 800 奈米的波長範圍內，該透明導電層之平均消光係數。

16. 如申請專利範圍第 1 項所述之堆疊電極，其中  $k_1$  代表在 400 奈米至 450 奈米的波長範圍內，該光匹配層之平均消光係數，而  $k_2$  代表在 400 奈米至 450 奈米的波長範圍內，該透明導電層之平均消光係數。

17. 一種光電元件，包括：

一如申請專利範圍第 1 項所述之堆疊電極；

一對向電極；以及

一主動層，配置於該堆疊電極與該對向電極之間。

18. 如申請專利範圍第 17 項所述之光電元件，其中該主動層包括一有機電激發光層或一太陽電池之光電轉換層。

19. 如申請專利範圍第 17 項所述之光電元件，其中該

對向電極之材質包括鉀(K)、鋰(Li)、鈉(Na)、鎂(Mg)、鐳(La)、鈰(Ce)、鈣(Ca)、銦(Sr)、鋇(Ba)、鋁(Al)、銀(Ag)、銦(In)、錫(Sn)、鋅(Zn)、鋯(Zr)、銀-鎂合金(Ag-Mg alloy)、鋁-鋰合金(Al-Li alloy)、銦-鎂合金(In-Mg alloy)、鋁-鈣合金(Al-Ca alloy)、銀/鎂疊層(Ag/Mg stacked layer)、鋁/鋰疊層(Al/Li stacked layer)、銦/鎂疊層(In/Mg stacked layer)、鋁/鈣疊層(Al/Ca stacked layer)、銦錫氧化物(ITO)、銦鋅氧化物(IZO)、銦鈰氧化物(ICO)、氧化鋅(ZnO)、氧化鋁鋅(AZO)、銦鋅錫氧化物(IZTO)、氧化鋅鎵(GZO)或氧化錫(SnO)。

36121TW\_M

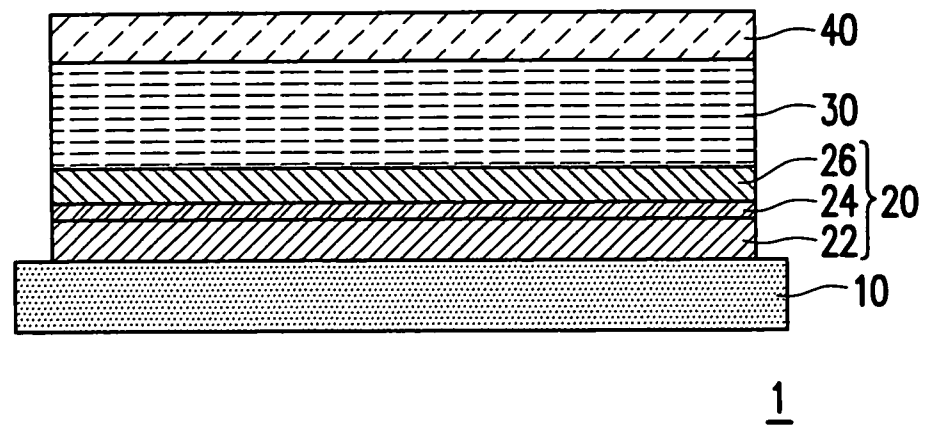


圖 1

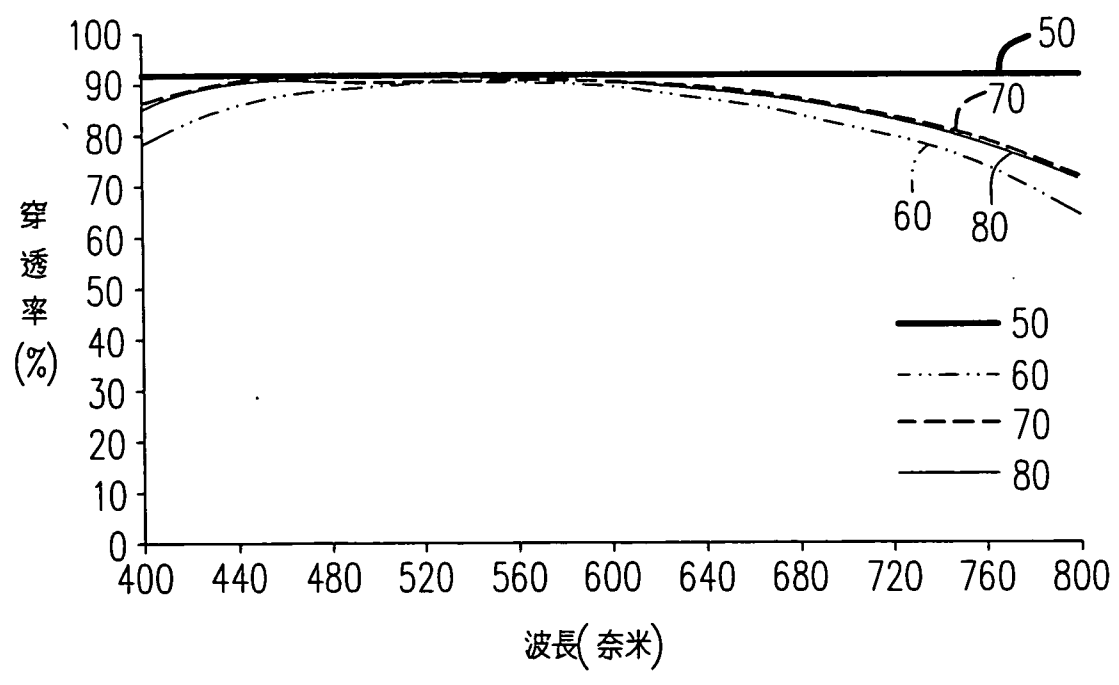


圖 2