



(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 I409962B1

(45)公告日：中華民國 102 (2013) 年 09 月 21 日

(21)申請案號：098125640

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 07 月 30 日

(51)Int. Cl. : H01L31/042 (2006.01)

H01L31/18 (2006.01)

(30)優先權：2008/08/14 美國

61/088,779

2009/05/19 美國

12/468,606

(71)申請人：樂福太陽能股份有限公司(中華民國) LOF SOLAR CORPORATION (TW)

新竹市科學園區展業二路6號2樓

(72)發明人：黃惠良 HWANG, HUEY LIANG (TW)；李正中 LEE, CHENG CHUNG (TW)；黃

乃傑 HWANG, NAEJYE (US)；楊祥之 YANG, SHIANG CHIH (TW)；宋孟勳

SUNG, MENG HSUN (TW)

(74)代理人：王盛勇

(56)參考文獻：

TW 510058

CN 101651157B

JP 2003197937A

KR 101127182B1

US 4830038

US 5421909

US 5807440

US 2003/0178058A1

US 2005/0160970A1

US 2006/0219293A1

US 2008/0006323A1

US 2010/0037948A1

審查人員：王敬業

申請專利範圍項數：30 項 圖式數：11 共 18 頁

(54)名稱

具有色彩調變之太陽能電池及其製造方法

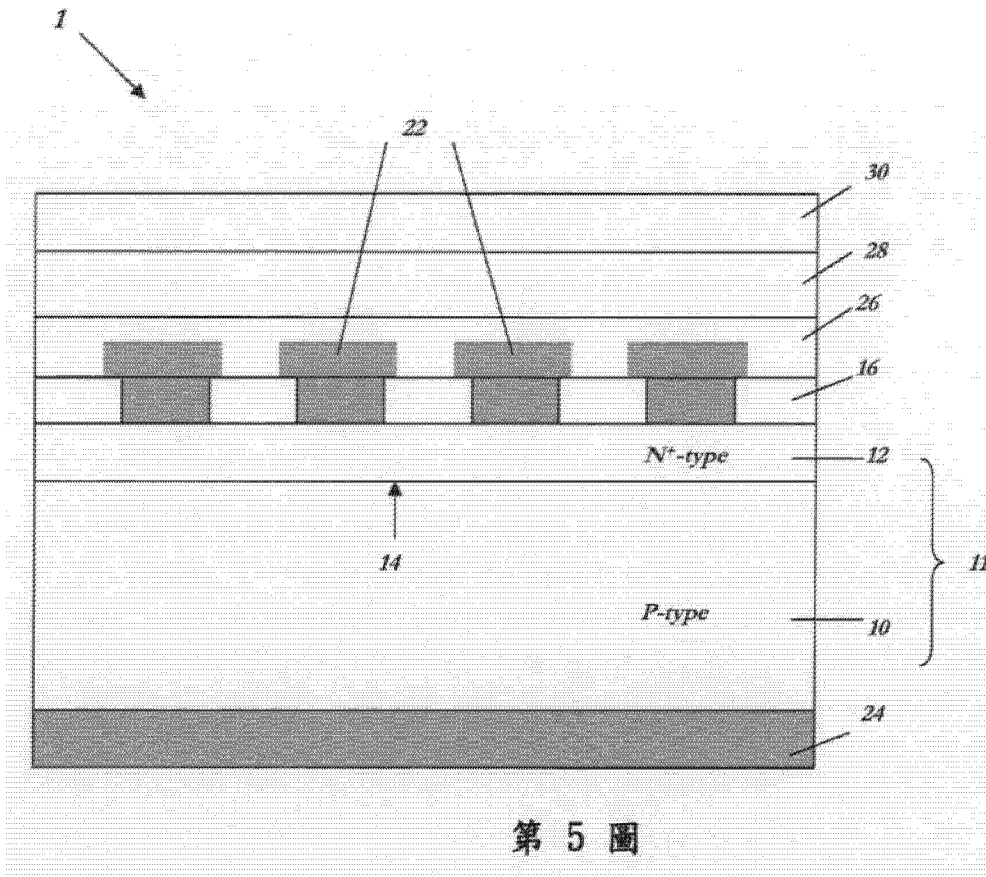
SOLAR CELLS PROVIDED WITH COLOR MODULATION AND METHOD FOR FABRICATING THE SAME

(57)摘要

本發明係提供一種具有色彩調變之太陽能電池及其製造方法，此太陽能電池包括一光電轉換層與設置於光電轉換層上方之一色彩調變層，光電轉換層可自入射光產生電能，而色彩調變層係用以調變太陽能電池之色彩外觀。

Solar cells provided with color modulation and a method for fabricating the same are disclosed. The solar cell includes a photoelectric conversion layer and a color-modulating layer provided over the photoelectric conversion layer. The photoelectric conversion layer is employed for generating electrical energy from incident light and the color-modulating layer is used to modulate colorful appearance.

- 1 . . . 太陽能電池單元
- 10 . . . p 型半導體基底
- 11 . . . 光電轉換層
- 12 . . . n 型半導體層
- 14 . . . p-n 接面
- 16 . . . 抗反射層
- 18 . . . 導體層
- 20 . . . 導體層
- 22 . . . 前電極
- 24 . . . 背電極
- 26 . . . 色彩調變層
- 28 . . . 保護層
- 30 . . . 透明層



第 5 圖

公告本

107年6月17日修正對號(本)

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：98125640

※ 申請日：98, 07, 30

※IPC 分類：

H01L 31/042 (2006, 01)

H01L 31/18 (2006, 01)

一、發明名稱：(中文/英文)

具有色彩調變之太陽能電池及其製造方法/ SOLAR CELLS

PROVIDED WITH COLOR MODULATION AND METHOD FOR

FABRICATING THE SAME

二、中文發明摘要：

本發明係提供一種具有色彩調變之太陽能電池及其製造方法，此太陽能電池包括一光電轉換層與設置於光電轉換層上方之一色彩調變層，光電轉換層可自入射光產生電能，而色彩調變層係用以調變太陽能電池之色彩外觀。

三、英文發明摘要：

Solar cells provided with color modulation and a method for fabricating the same are disclosed. The solar cell includes a photoelectric conversion layer and a color-modulating layer provided over the photoelectric conversion layer. The photoelectric conversion layer is employed for generating electrical energy from incident light and the color-modulating layer is used to modulate colorful appearance.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (5) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1~太陽能電池單元；10~p 型半導體基底；11~光電轉換層；12~n 型半導體層；14~p-n 接面；16~抗反射層；18~導體層；20~導體層；22~前電極；24~背電極；26~色彩調變層；28~保護層；以及，30~透明層。

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於可將太陽輻射能量轉換為有用電能的光伏特電池(photovoltaic cells)，特別是有關於具有色彩調變之太陽能電池及其製造方法。

【先前技術】

太陽能電池或光伏特電池係將陽光的光能藉由光電轉換機制轉換為電能。近年來，在全球化環境保護的浪潮之下，太陽能電池供應電力被寄予厚望，並已積極進行研究發展，期能獲致廣泛的商業化。基於裝飾需求或視覺美觀的因素，太陽能電池可能需要有不同的外觀色彩，例如：當將太陽能電池應用在建築物的屋頂或外牆時，若考量建築設計美觀時，即便需要與建築物或周遭環境的顏色做整體搭配。

而習知技術即如美國專利第 5,725,006 號和第 6,049,035 號等，即便需要額外的製程，方能賦予太陽能電池不同的色彩，同時卻又劣化太陽能電池的光電轉換效率。因此，毋須藉由複雜設計或製程，又不會影響太陽能功率轉換效率的前提下，而能獲致多種色彩太陽能電池者，為此業界人士之所需。

【發明內容】

因此，本發明之一目的，在於提供具有色彩調變之太陽能電池及其製造方法。根據本發明之太陽能電池包括一光電轉換層與設置於光電轉換層上方之一色彩調變層，光電轉換層可自入射光產生電能，而色彩調變層係用以調變太陽能電池之色彩外觀、抑或是提昇轉換效率。

為能獲致上述目的，本發明可即由提供一種太陽能電池，其包括：一光電轉換層，用以從一入射光產生電能；至少一第一電極和至少一第二電極，設置於上述光電轉換層上

方，用以輸出上述電能；以及一色彩調變層，設置於上述光電轉換層上方，用以調變其色彩外觀。

本發明尚可藉由提供一種太陽能電池的製造方法，其包括：提供一光電轉換層；形成至少一第一電極和至少一第二電極於上述光電轉換層上方；形成一色彩調變層於上述光電轉換層上方，用以調變其色彩外觀。

【實施方式】

第 1 圖至第 5 圖係顯示根據本發明一較佳實施例之太陽能電池製造方法流程剖面圖。請參照第 1 圖，N 型半導體層 12 係形成設置於 P 型半導體基底 10 上，而於其間形成有 P-N 接面 14，故而在 P-N 接面 14 處形成有電場(electric field)。因此，當光及於此電場形成之處，即便會產生正電荷載子(positive charge carriers)和負電荷載子(negative charge carriers)，便會產生電流流經 P-N 接面 14，此即稱為光電轉換機制(photoelectric conversion mechanism)。廣義來說，P 型半導體基底 10 和 N 型半導體層 12 的組合，即用以建構光電轉換層 11，用以自入射光產生電能。P 型半導體層 10 可以是 P 型矽基底，而 N 型半導體層 12 可以是順應地(conformably)沈積於 P 型矽基底上方，經由 N 型雜質摻雜入 P 型矽基底而得。同理，N 型半導體基底和 P 型半導體層的組合，也可以用來建構光電轉換層 11。廣義而論，光電轉換層 11 可以是由一種或多種半導體物質所構成，此半導體物質可以是單晶(single crystalline)、多晶(polycrystalline)、非晶(amorphous)狀態之矽、鍺或類似的半導體材料。

如第 2 圖所示，透明抗反射層 16 係形成設置於光電轉換層 11 上方，可以是由氮化矽(silicon nitride)材質所構成，其形成方法可以是蒸鍍法(evaporation)、濺鍍法(sputtering)、印刷法(print screen)、化學氣相沈積法(CVD)

或其他熟習此技藝之人士所知悉之方式。抗反射層 16 係用以保護太陽能電池，並可降低電池單元表面的反射漏失 (reflective loss)；較佳而言，抗反射層 16 的厚度約可介於 1~500nm 間之範圍。

接著，導電層 18 和 20 分別形成設置於光電轉換層 11 相對應之表面上方，其形成方法可以是蒸鍍法 (evaporation)、濺鍍法 (sputtering)、印刷法 (print screen)、化學氣相沈積法 (CVD) 或其他熟習此技藝之人士所知悉之方式。如第 3 圖所示，導電層 18 係形成設置於光電轉換層 11 之正面，因此形成設置於抗反射層 16 上；而導電層 20 則形成設置光電轉換層 11 之背面，與 P 型半導體基底 10 相接觸。導電層 18 和 20 可以是由金屬或合金所構成，其材質可以是金、銀、鋁、銅、鉑等類似物質，亦可以是諸如氧化銦錫 (ITO) 或氧化鋅 (ZnO) 等透明導電氧化物 (transparent conductive oxide)。

導電層 18 可以經過熱處理，使導電層 18 內含之導電物質可以藉由穿透效應 (spiking effect)，通過抗反射層 16 而及於 N 型半導體層 12。此外，導電層 18 和 20 可經過定義 (patterned) 成為複數平行線，分別做為前電極 22 和背電極 24。如同第 4 圖所示，前電極 22 係電連接至 N 型半導體層 12，背電極 24 係電連接至 P 型半導體基底 10，據此，前電極 22 和背電極 24 即成為光電轉換層 11 之兩個電性端子；換句話說，當太陽能電池單元 1 接受太陽光照射時，電極 22 和 24 係用以對光電轉換層 11 所產生的電能進行充、放電操作。較佳而言，背電極 24 可以設置成各種形狀，諸如凹凸起伏 (concavo-convex) 結構，俾利光能聚集 (light collection)。再者，前電極 22 可以形成特定表面結構 (surface-textured structure) 而具有粗糙表面，則對於光線能及於光電轉換層 11 之入射效率，會有所提昇。

根據本發明，色彩調變層 26 係形成設置於抗反射層 16 上方，故而使太陽能電池單元 1 具有各種顏色。色彩調變層 26 可以是由一種或多種介電物質(dielectric material)所構成，而形成色彩調變層 26 係於真空或接近真空的環境下，以塗佈法(coating)、蒸鍍法(evaporation，諸如電子槍蒸鍍)、濺鍍法(sputtering)、化學氣相沈積法(CVD)或其他適切可行的方法等。

各種介電物質或其組合物均可以使用，例如氧化物(SnO_2 , Al_2O_3 , SiO_2 , ZnO , Y_2O_3 , Ta_2O_5 , TiO_2 , Cr_2O_3 等)、氟化物(MgF_2 , Na_3AlF_6 等)、硫化物(ZnS , PbS , CdS 等)、氮化物(Si_3N_4 , AlN , AlO_xN_y , etc.)、碲化物(CdTe 等)、硒化物(PbSe 等)及/或類似物質等。較佳而言，色彩調變層 26 的厚度約可介於 1~5000nm 間之範圍。

根據本發明，藉由提供色彩調變層 26 設置於抗反射層 16，無須犧牲轉換效率或使用複雜製程，即可獲致所需的視覺效果，。在某些實驗條件下，色彩調變層 26 更可減少反射損失(reflective loss)，而能增加太陽功率轉換效率。

接著，一保護層 28 和一透明層 30 依序形成覆蓋於色彩調變層 26 上方。保護層 28 是由一透明薄膜，較佳而言，可以是由伸乙基醋酸乙烯酯(ethylene vinyl acetate: EVA)或聚乙烯縮丁醛(polyvinyl butyral: PVB)所構成，藉以避免太陽能電池單元直接暴露於太陽或雨水、抑或是受濕的影響。較佳而言，透明層 30 可以是由熱處理玻璃(treated glass)或非熱處理玻璃(nontreated glass)所組成。

值得一提的是上述實施例所示之步驟順序，可以視實際應用予以調整，例如：形成電極 22 和 24 之步驟可以在形成色彩調變層 26 步驟之後。因此，上述實施例僅用為示例之用，並非用以限定本發明之申請專利範圍。

以下舉若干實驗例，茲以為參考：

實驗例 I：

光電轉換層 11 是由第一型之矽層形成於第二型之矽基底內/上所構成，若第一型是 P 型，則第二型為 N 型；若第一型是 N 型，則第二型為 P 型。例如，光電轉換層 11 是由具有折射率 3.4~3.6、厚度 140~250 μm 之矽材質所構成，抗反射層 16 是由具有折射率 1.8~2.2、厚度 60~120nm 之氮化矽所構成。本例中，並無色彩調變層 26 形成覆蓋於各底層，以與實驗例 II、III、IV 做一對照，而其反射頻譜(reflective spectrum)示於第 6 圖，可知其 CIE $L^*a^*b^*$ 分別測量為 34.92、1.73、-29.49 等。

實驗例 II：

光電轉換層 11 是由第一型之矽層形成於第二型之矽基底內/上所構成，若第一型是 P 型，則第二型為 N 型；若第一型是 N 型，則第二型為 P 型。例如，光電轉換層 11 是由具有折射率 3.4~3.6、厚度 140~250 μm 之矽材質所構成；抗反射層 16 是由具有折射率 1.8~2.2、厚度 60~120nm 之氮化矽所構成；色彩調變層 26 是由具有厚度 1,600~2,000Å 之材質所構成，其折射率對波長之曲線圖示於第 7 圖。此實驗例之反射頻譜(reflective spectrum)示於第 8 圖，可知其 CIE $L^*a^*b^*$ 分別測量為 56.65、-18.54、23.76 等。

實驗例 III：

光電轉換層 11 是由第一型之矽層形成於第二型之矽基底內/上所構成，若第一型是 P 型，則第二型為 N 型；若第一型是 N 型，則第二型為 P 型。例如，光電轉換層 11 是由具有折射率 3.4~3.6、厚度 140~250 μm 之矽材質所構成；抗反射層 16 是由具有折射率 1.8~2.2、厚度 60~120nm 之氮化矽所構成；色彩調變層 26 是由具有厚度 800~1,200Å 之材質所構成，其折射率對波長之曲線圖示於第 9 圖。此實驗例之反射頻譜(reflective spectrum)示於第 10 圖，可知其 CIE $L^*a^*b^*$

分別測量為 22、14.41、-8.29 等。

實驗例 IV：

光電轉換層 11 是由第一型之矽層形成於第二型之矽基底內/上所構成，若第一型是 P 型，則第二型為 N 型；若第一型是 N 型，則第二型為 P 型。例如，光電轉換層 11 是由具有折射率 3.4~3.6、厚度 140~250 μm 之矽材質所構成；抗反射層 16 是由具有折射率 1.8~2.2、厚度 60~120nm 之氮化矽所構成；色彩調變層 2 具有多層結構，本例中，是以三層所構成，第一層具有折射率 2.15~2.55、厚度 750~1100Å，第二層具有折射率 3.6~4.0、厚度 1,550~1950Å，第三層具有折射率 2.15~2.55、厚度 960~1360Å，第一層、第二層、第三層係依序由下而上堆疊而得。此實驗例之反射頻譜 (reflective spectrum) 示於第 11 圖，可知其 CIE $L^*a^*b^*$ 分別測量為 47.05、28.63、-13.77 等。

由上述諸實驗例可知，本發明所揭示之具有色彩調變層之太陽能電池，可以簡單結構和足夠的轉換效率實現，而能展現既定的色彩，故適於做為建築材料，使美觀與環保節能得以兼具。

雖然本發明已以若干實施例和實驗例敘述如上，惟本發明之範圍並未為該等實施例和實驗例所限定，尤其色彩調變之材質並非限定於實施例所列示之材質，任何可藉由光調變層 26 之色彩調變特性達到調整太陽能電池外觀顏色者，均可適用。進一步說，光調變層 26 可以是氧化物、氟化物、硫化物、氮化物、碲化物、硒化物及/或類似物質等，抑或是異於氧化物、氟化物、硫化物、氮化物、碲化物、硒化物等之材質。

根據上述之揭示，本發明尚包含其他之修改或變化，而可以上述特定實施例的方式實現，因此，本發明所涵蓋之範圍當以後附之申請專利範圍界定為準。

【圖式簡單說明】

第 1 至 5 圖所示為根據本發明一較佳實施例之太陽能電池製造方法流程剖面圖；

第 6 圖係顯示實例 I 中太陽能電池之反射光譜(reflective spectrum)；

第 7 圖係顯示實例 II 中色彩調變層之折射率對波長圖；

第 8 圖係顯示實例 II 中太陽能電池之反射光譜；

第 9 圖係顯示實例 III 中色彩調變層之折射率對波長圖；

第 10 圖係顯示實例 III 中太陽能電池之反射光譜；以及

第 11 圖係顯示實例 IV 中太陽能電池之反射光譜。

【主要元件符號說明】

1~太陽能電池單元；10~p 型半導體基底；11~光電轉換層；12~ n 型半導體層；14~p-n 接面；16~抗反射層；18~導體層；20~導體層；22~前電極；24~背電極；26~色彩調變層；28~保護層；以及，30~透明層。

107年6月17日修正(本)
對條

七、申請專利範圍：

1. 一種太陽能電池，包括：
一光電轉換層，用以從一入射光產生電能；
至少一第一電極和至少一第二電極，設置於上述光電轉換層上方，用以輸出上述電能；
一色彩調變層，設置於上述光電轉換層上方，用以調變其色彩外觀；其中該色彩調變層包括至少一介電材料。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之太陽能電池，尚包括一抗反射層，設置於上述色彩調變層和上述光電轉換層之間。
3. 如申請專利範圍第 2 項所述之太陽能電池，其中，上述至少一第一電極經由該抗反射層接觸上述光電轉換層。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之太陽能電池，其中，上述色彩調變層包含氧化物、氟化物、硫化物、氮化物、碲化物及硒化物等介電材料中之至少一者所構成。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之太陽能電池，其中，上述色彩調變層包含複數薄膜。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之太陽能電池，其中，上述色彩調變層具有 1~5000nm 之厚度。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述之太陽能電池，其中，上述光電轉換層具有粗糙表面。
8. 如申請專利範圍第 1 項所述之太陽能電池，其中，上述光電轉換層具有非粗糙表面。
9. 如申請專利範圍第 1 項所述之太陽能電池，尚包括一保護層和一透明層，依序設置於上述色彩調變層上方。
10. 如申請專利範圍第 9 項所述之太陽能電池，其中，上述保護層具有 1.4~1.6 之折射率。
11. 如申請專利範圍第 10 項所述之太陽能電池，其中，上述保護層具有是由伸乙基醋酸乙烯酯(ethylene vinyl acetate: EVA)和聚乙烯縮丁醛(polyvinyl butyral: PVB)

中之至少一者所構成。

12. 如申請專利範圍第 9 項所述之太陽能電池，其中，上述透明層具有 1.4~1.6 之折射率。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之太陽能電池，其中，上述透明層是由玻璃所構成。

14. 如申請專利範圍第 1 項所述之太陽能電池，其中，上述第一電極和上述第二電極係設置於上述光電轉換層之同一側表面上。

15. 如申請專利範圍第 1 項所述之太陽能電池其中，上述第一電極和上述第二電極係分別設置於上述光電轉換層之相對表面上。

16. 一種太陽能電池的製造方法，包括：

提供一光電轉換層；

形成至少一第一電極和至少一第二電極於上述光電轉換層上方；

形成一色彩調變層於上述光電轉換層上方，用以調變其色彩外觀；其中該色彩調變層包括至少一介電材料。

17. 如申請專利範圍第 16 項所述之太陽能電池，尚包括形成一抗反射層於上述色彩調變層和上述光電轉換層之間。

18. 如申請專利範圍第 17 項所述之太陽能電池，尚包括形成上述至少一第一電極經由該抗反射層接觸上述光電轉換層。

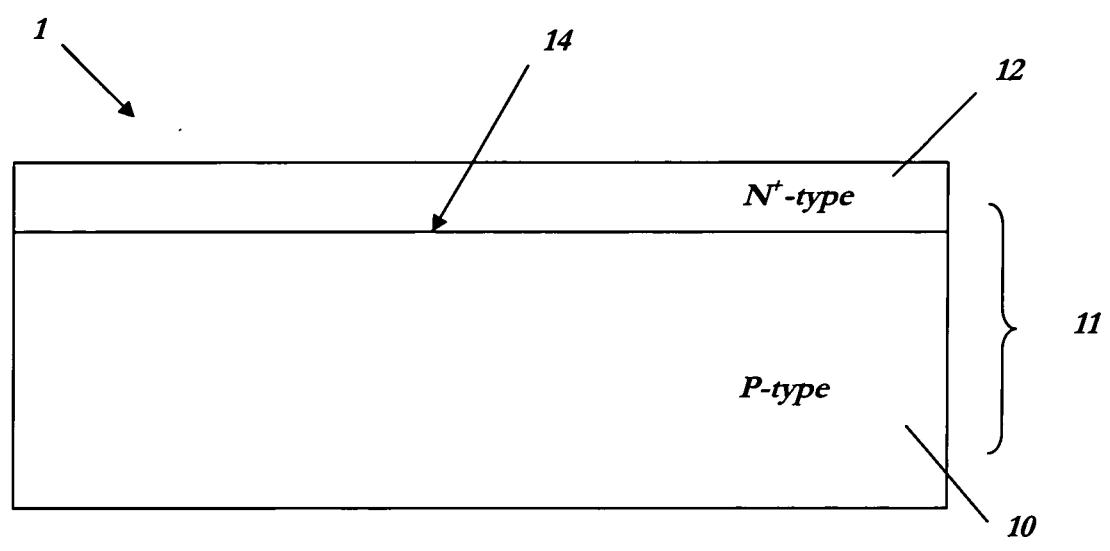
19. 如申請專利範圍第 16 項所述之太陽能電池，其中，上述色彩調變層包含氧化物、氟化物、硫化物、氮化物、碲化物及硒化物等介電材料中之至少一者所構成。

20. 如申請專利範圍第 16 項所述之太陽能電池，其中，上述色彩調變層具有 1~5000nm 之厚度。

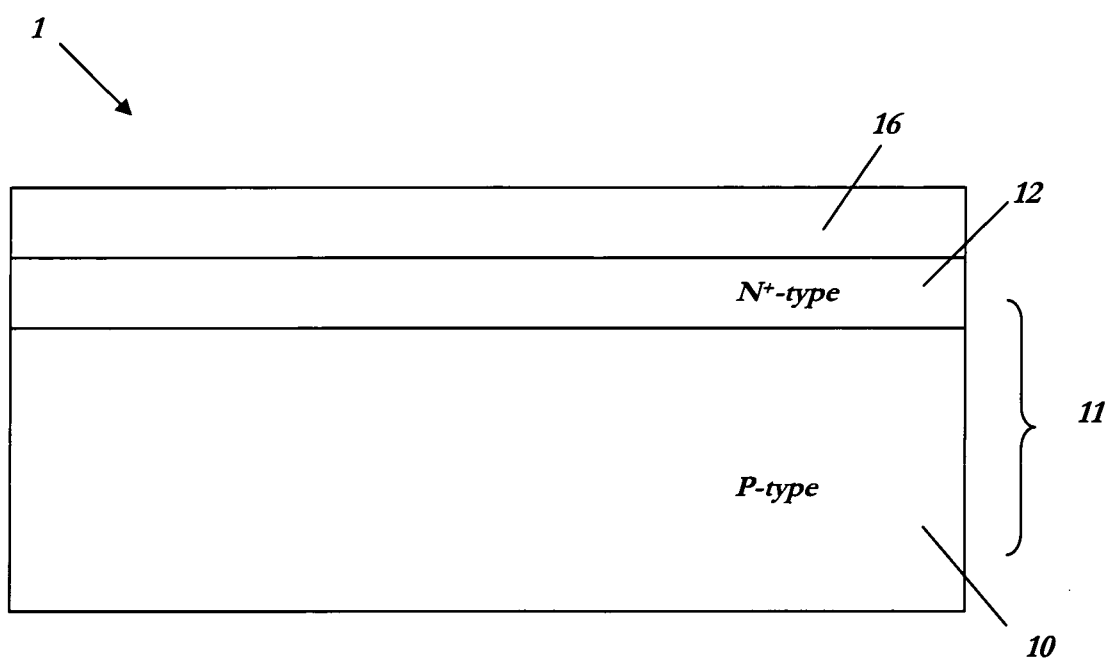
21. 如申請專利範圍第 16 項所述之太陽能電池，尚包括在一真空或近真空環境下形成上述色彩調變層。

22. 如申請專利範圍第 16 項所述之太陽能電池，其中，上述光電轉換層具有粗糙表面。
23. 如申請專利範圍第 16 項所述之太陽能電池，其中，上述光電轉換層具有非粗糙表面。
24. 如申請專利範圍第 16 項所述之太陽能電池，尚包括：形成一保護層於上述色彩調變層上方；以及形成一透明層於上述保護層上方。
25. 如申請專利範圍第 24 項所述之太陽能電池，其中，上述保護層具有 1.4~1.6 之折射率。
26. 如申請專利範圍第 25 項所述之太陽能電池，其中，上述保護層具有是由伸乙基醋酸乙烯酯(ethylene vinyl acetate: EVA)和聚乙烯縮丁醛(polyvinyl butyral: PVB)中之至少一者所構成。
27. 如申請專利範圍第 24 項所述之太陽能電池，其中，上述透明層具有 1.4~1.6 之折射率。
28. 如申請專利範圍第 27 項所述之太陽能電池，其中，上述透明層是由玻璃所構成。
29. 如申請專利範圍第 16 項所述之太陽能電池，其中，上述第一電極和上述第二電極係設置於上述光電轉換層之同一側表面上。
30. 如申請專利範圍第 16 項所述之太陽能電池其中，上述第一電極和上述第二電極係分別設置於上述光電轉換層之相對表面上。

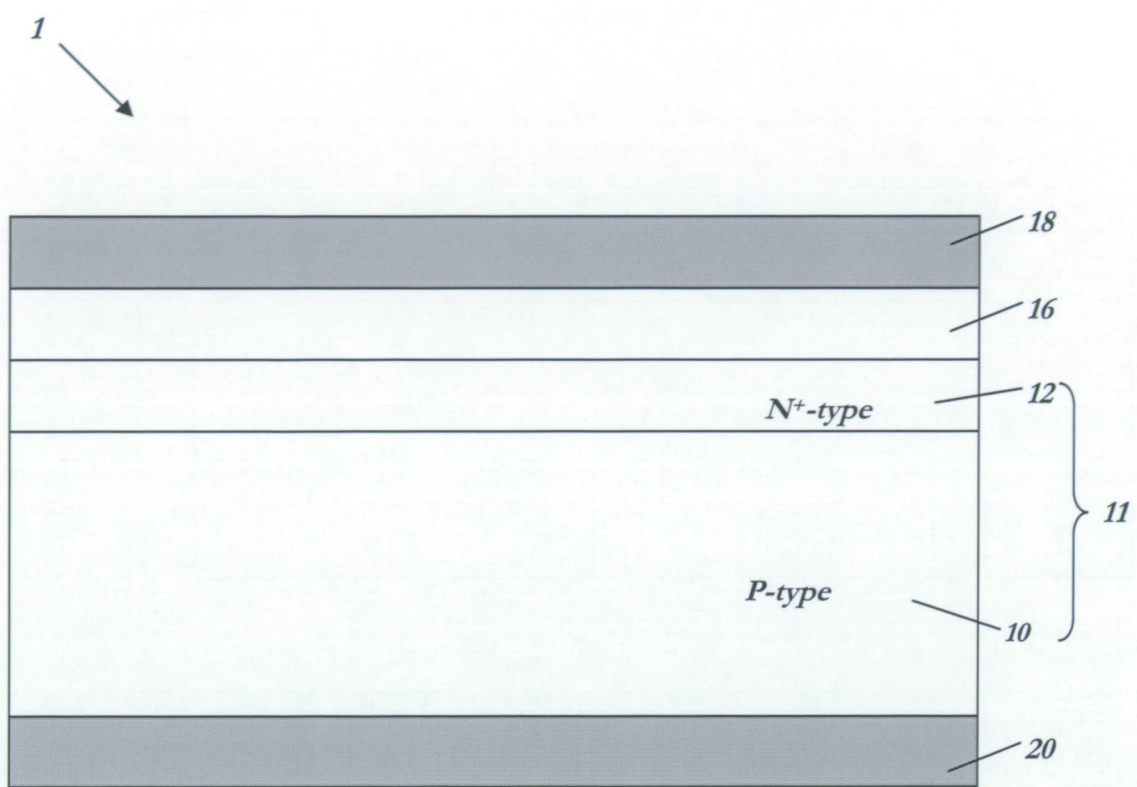
八、圖式：



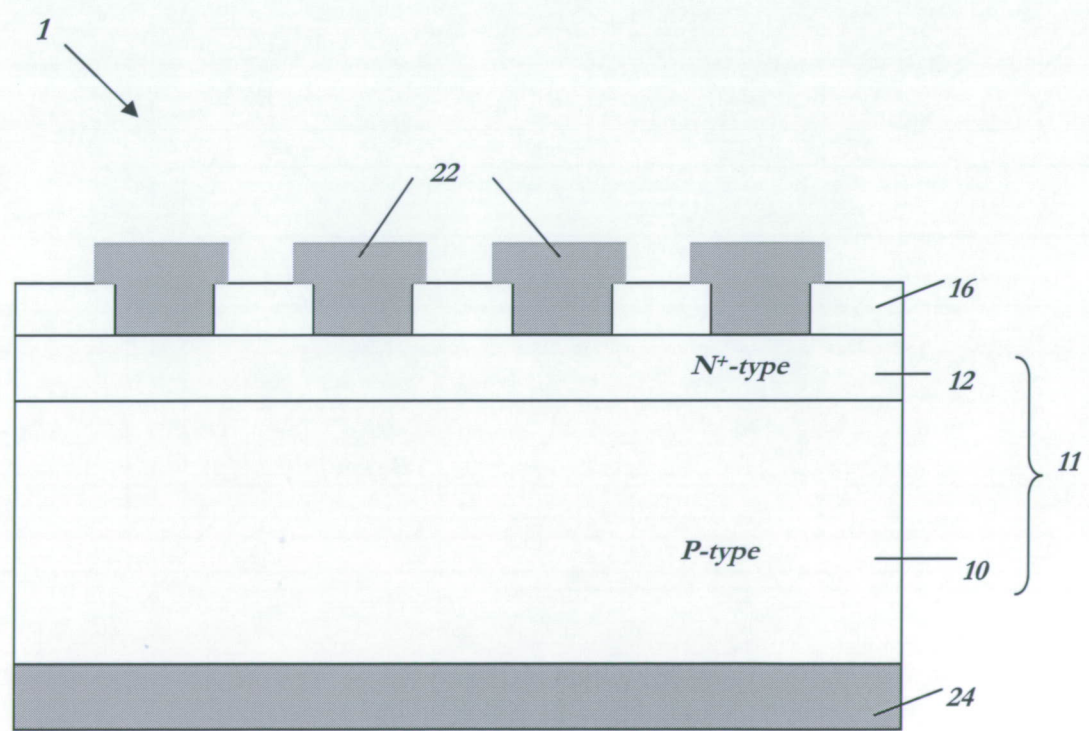
第 1 圖



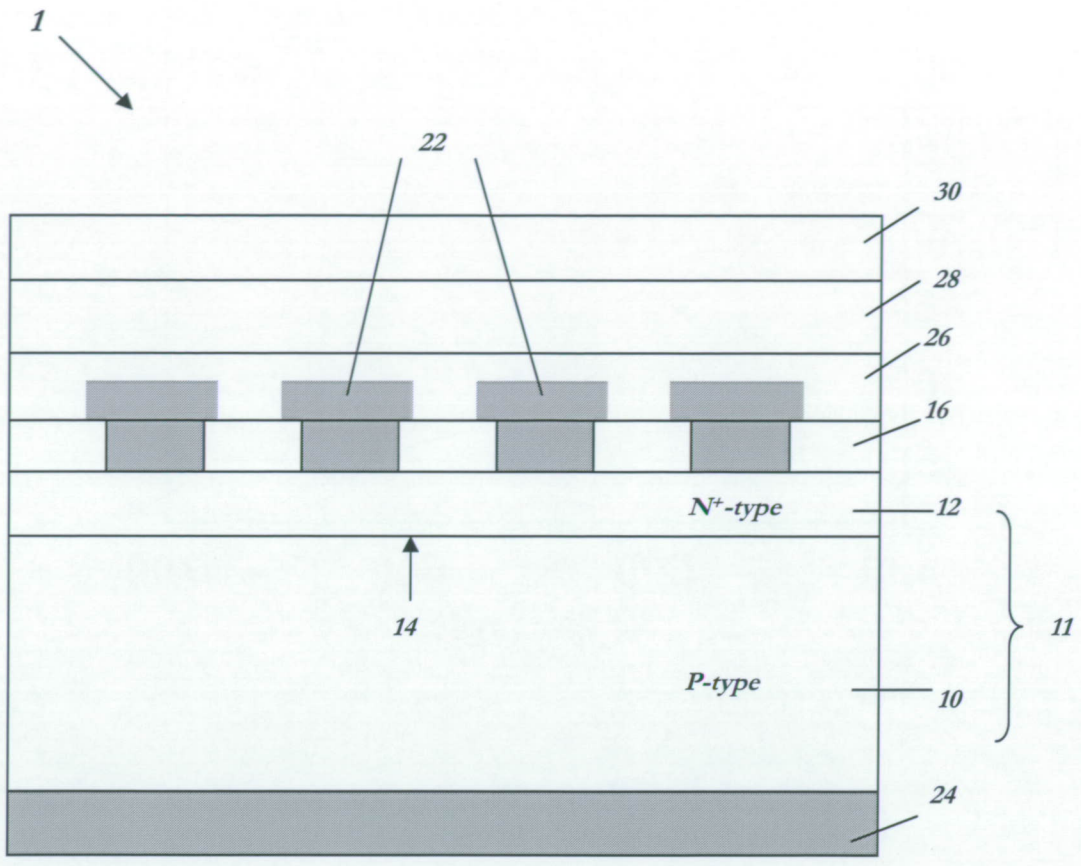
第 2 圖



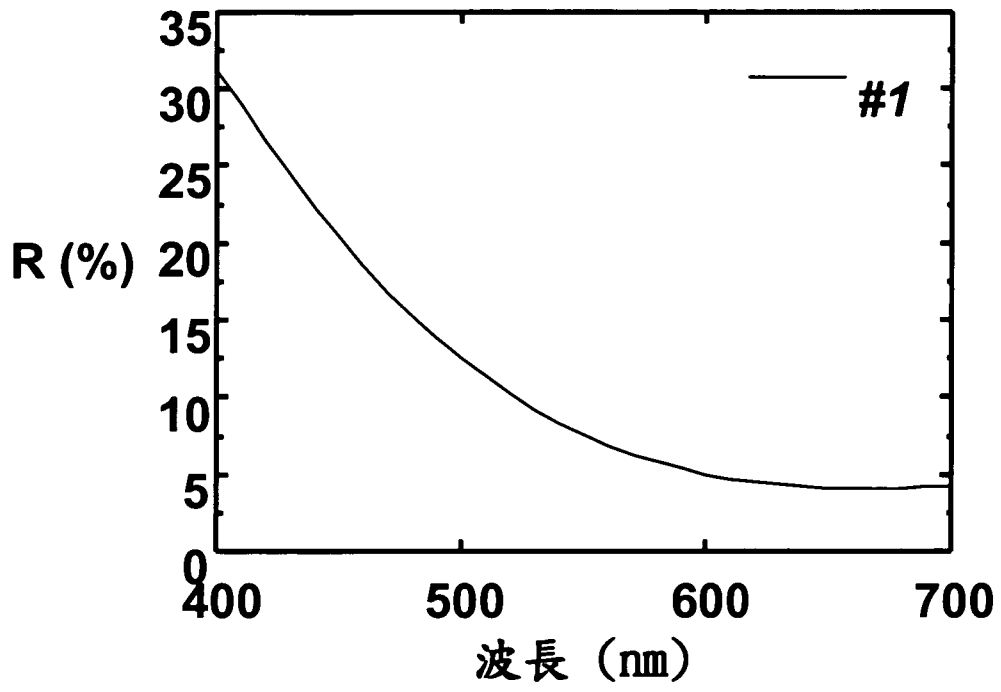
第 3 圖



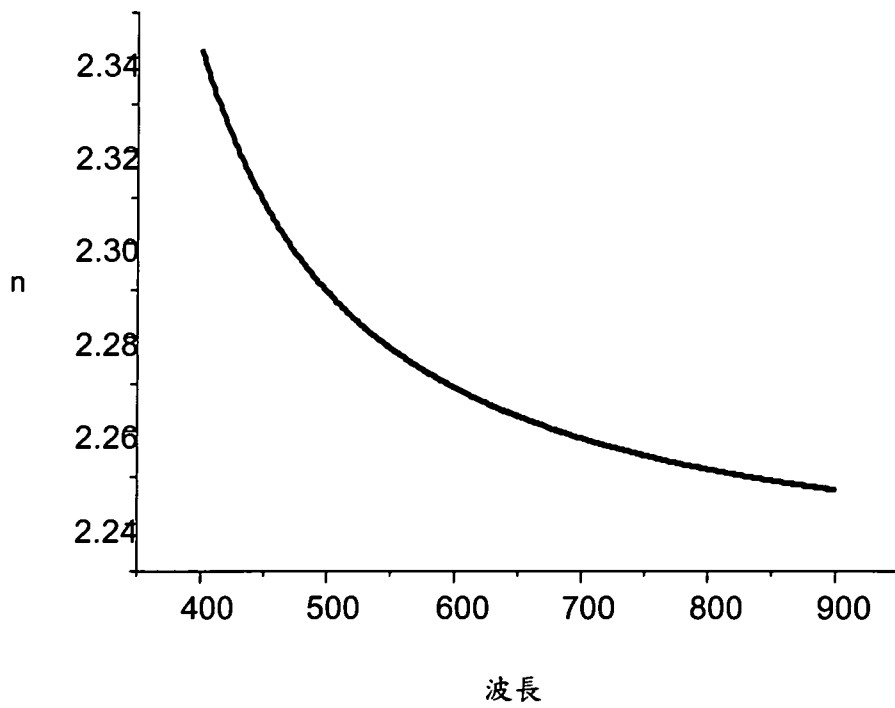
第 4 圖



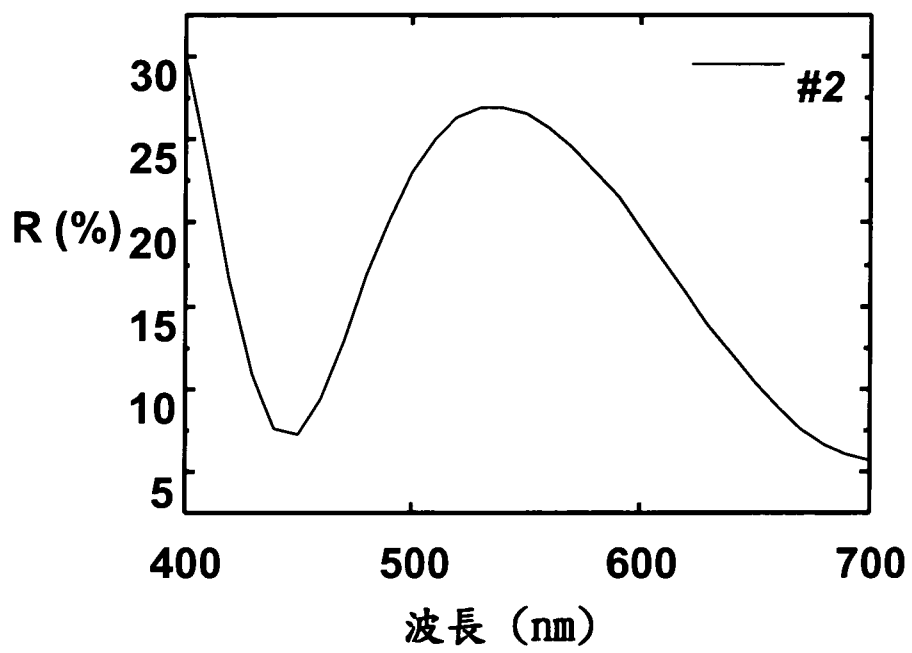
第 5 圖



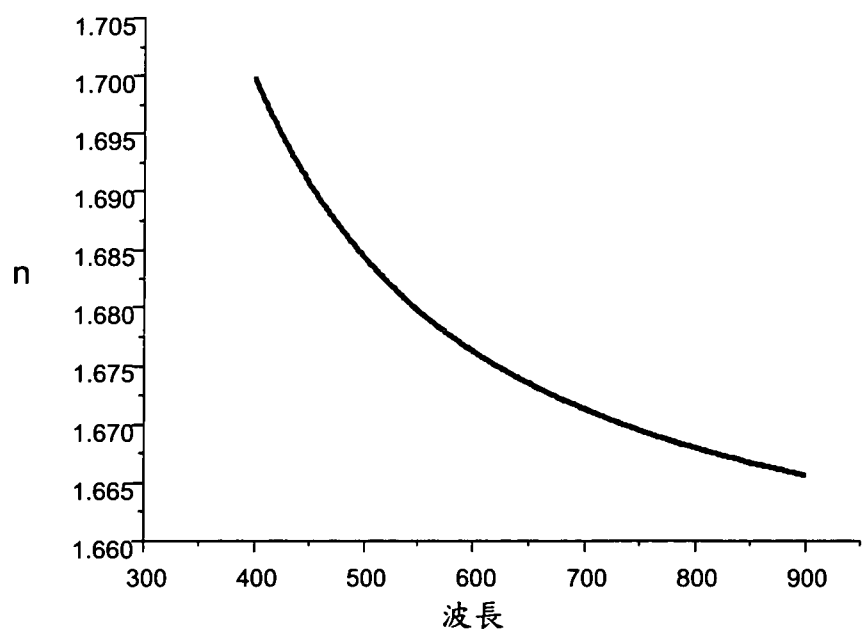
第 6 圖



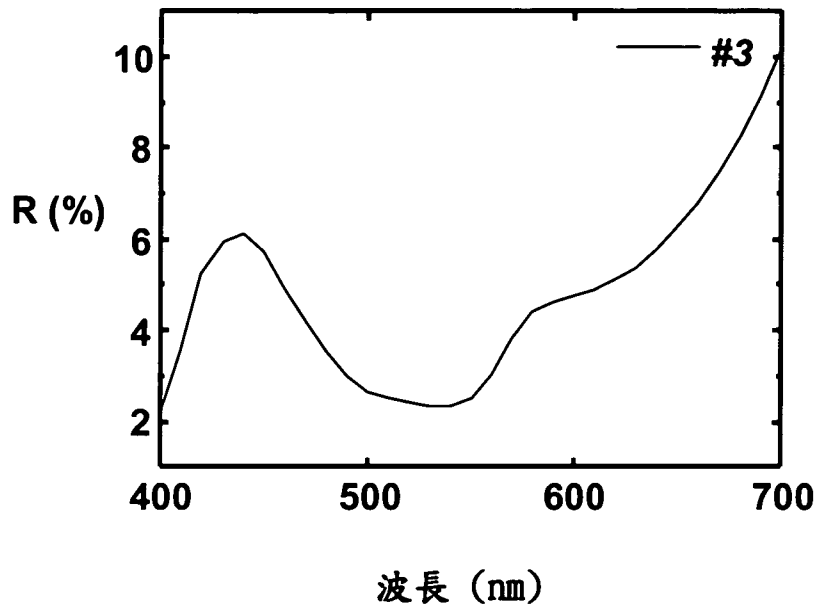
第 7 圖



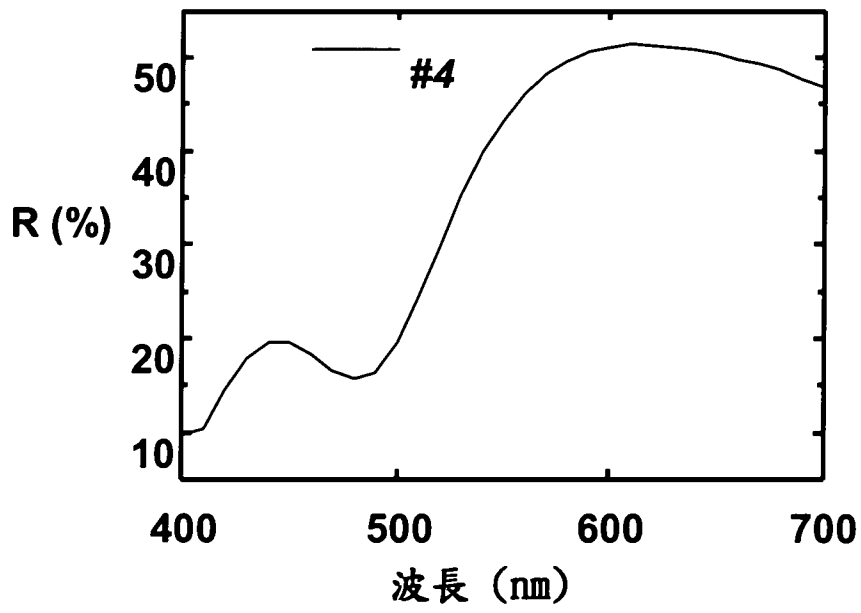
第 8 圖



第 9 圖



第 10 圖



第 11 圖