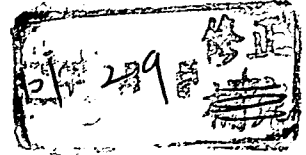


公告本



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：97118368

※申請日期：97.5.19

※IPC 分類：

H01L 31/0256 (2006.01)

H01L 31/042 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

高性能光電元件 / HIGH PERFORMANCE
OPTOELECTRONIC DEVICE

二、申請人：(共 2 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

1. 大同股份有限公司 / TATUNG COMPANY
2. 大同大學 / TATUNG UNIVERSITY

代表人：(中文/英文) 1. 林蔚山 / LIN WEI-SHAN (簽章)

2. 朱文成 / CHU, WEN-CHEN (簽章)

住居所或營業所地址：(中文/英文)

1. 台北市中山北路 3 段 22 號 / 22, CHUNGSHAN N. RD., SEC. 3, TAIPEI, TAIWAN, 104, R. O. C. (LEGAL DEP)
2. 台北市中山區中山北路三段 40 號 / NO. 40, CHUNGSHAN N. RD., 3RD SEC., TAIPEI, 104, TAIWAN, R. O. C.

國籍：(中文/英文) 1-2 中華民國/TW

三、發明人：(共 2 人)

姓名：(中文/英文)

1. 林炯暉 / LIN, CHIUNG-WEI
2. 陳易良 / CHEN, YI-LIANG

國籍：(中文/英文) 1-2 中華民國/TW

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

一種光電元件，包括 P 型半導體基板、N 型透明非晶結構氧化半導體層以及背電極。N 型透明非晶結構氧化半導體層，位於 P 型半導體基板的一表面上，其構成 P-N 二極體的一部份，且同時做為光子吸收窗層與前電極層。背電極則位於 P 型半導體基板的另一表面上

六、英文發明摘要：

An optoelectric device is provided. The optoelectric device includes a p-type semiconductor substrate, an n-type transparent amorphous oxide semiconductor (TAOS) layer located on a surface of the p-type semiconductor substrate, and a back electrode on another surface of the p-type semiconductor substrate. The n-type TAOS layer constructs a portion of a diode and serves as a window layer and a front electrode.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 2

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10：P 型半導體基板

12：N 型透明非晶結構氧化半導體層

14：電極

200：太陽能電池

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種光電元件用二極體及應用此二極體之太陽能電池。

【先前技術】

太陽能電池(solar cell)可直接將太陽能轉換為電能，在解決目前石化能源所面臨的污染與短缺的問題時，一直是最受矚目的焦點。

太陽能電池主要是透過光伏特效應來產生光電流。光伏特效應一般而言是指光子射到半導體 P-N 二極體後，產生光電流之後，藉由 P-N 二極體的二端電極產生輸出電壓。

典型的太陽能電池，是以擴散的方式在 P 型矽基板上擴散形成 N 型摻雜層，再於 P 型矽基板兩側形成前電極與背電極。由於前電極為金屬材料，會遮蔽下方的 N 型摻雜層，而降低 N 型摻雜層的光子吸收率以及嚴重影響電池的轉換效率。此外，為能減少入射光的反射，通常在前電極與 N 型摻雜層之間插入光子吸收窗層，然而，這將使得製程變得更為複雜，且增加成本。

【發明內容】

本發明係提供一種新型 P-N 二極體結構。

本發明的進一步提供一種 P-N 二極體之光電元件，其可以使用簡單的製程來製作以降低生產成本。

本發明提出一種光電元件用之二極體，其包括 P 型半導體基板以及 N 型透明非晶結構氧化半導體層

(Transparent Amorphous Oxide Semiconductor; TAOS)。

依照本發明實施例所述，上述之光電元件用之二極體中，N型透明非晶結構氧化半導體層之材質包含以氧化鋅(ZnO)、氧化鋅與氧化錫混合物(ZnO-SnO₂)或氧化鋅與氧化銦混合物(ZnO-In₂O₃)為主體，並進一步包含其他的元素。其他的元素包含鋁、鎵、銦、硼、鈮、鈦、氟、鈳、矽、鍺、銦、銻、銻或其組合。

依照本發明實施例所述，上述之光電元件用之二極體，其中P型半導體基板包括P型矽晶圓或P型矽薄膜層或其他P型半導體材料。

本發明進一步提出一種光電元件，其包括P型半導體基板、N型透明非晶結構氧化半導體層以及背電極。N型透明非晶結構氧化半導體層，位於P型半導體基板的一表面上，N型透明非晶結構氧化半導體層與P型半導體基板構成P-N二極體。背電極位於P型半導體基板的另一表面上。

依照本發明實施例所述，上述之光電元件中，N型透明非晶結構氧化半導體層同時做為光子吸收窗層與前電極層。

依照本發明實施例所述，上述之光電元件中，N型透明非晶結構氧化半導體層之材質包括具有氧化鋅(ZnO)、氧化鋅與氧化錫混合物(ZnO-SnO₂)或氧化鋅與氧化銦混合物(ZnO-In₂O₃)為主體，並進一步包含其他的元素。其他的元素包含鋁、鎵、銦、硼、鈮、鈦、氟、鈳、矽、鍺、銻、銻、

鉛、氮、鉍或其組合。依照本發明實施例所述，上述之光電元件中，N型透明非晶結構氧化半導體層由單一導電型式材料層所構成。

依照本發明實施例所述，上述之光電元件中，N型透明非晶結構氧化半導體層由兩層具有相同導電型式且不同導電度的材料層所構成，其中導電性較低者較靠近P型半導體基板。

依照本發明實施例所述，上述之光電元件中，N型透明非晶結構氧化半導體層是由具有漸變式導電度的材料層所構成，其中導電性較低的部分較靠近P型半導體基板；導電性較高的部分較遠離P型半導體基板。

依照本發明實施例所述，上述之光電元件更包括金屬、透明導電氧化物或其組合所形成之前電極層，位於透明非晶結構氧化半導體層上。

依照本發明實施例所述，上述之光電元件中，用來形成前電極層之金屬材質包括鋁、銀、鉬、鈦、鐵、銅、銀、錳、鈷、鎳、金、鋅、錫、銻、鉻、鉑、鎢、或其合金。

依照本發明實施例所述，上述之光電元件中，用來形成前電極層之透明導電氧化物之材質包括銻錫氧化物、摻氟氧化錫、摻鋁氧化鋅、摻鎳氧化鋅或其組合。

依照本發明實施例所述，上述之光電元件中，P型半導體基板包括P型矽晶圓、P型矽薄膜層或其他P型半導體材料。

依照本發明實施例所述，上述之光電元件中，光電元件為太陽能電池。

本發明之 P-N 二極體，其可以應用於光電元件中。

本發明之光電元件，其可以使用更為簡單的製程來製作之，並且減少用料，降低生產成本。

為讓本發明之上述和其他目的、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 為依照本發明實施例所繪示之光電元件用之二極體的剖示意圖。

請參照圖 1，本實施例之二極體 100 包括 P 型半導體基板 10 以及 N 型透明非晶結構氧化半導體層 12。P 型半導體基板 10 可以是晶圓或是薄膜，例如其可以是 P 型矽晶圓或 P 型矽薄膜層。P 型半導體基板 10 也可以使用其他的 P 型半導體材料。N 型透明非晶結構氧化半導體層 12 位於 P 型半導體基板 10 上。N 型透明非晶結構氧化半導體層 12 的材質例如是以氧化鋅(ZnO)，或以氧化鋅與氧化錫(ZnO-SnO₂)混合物，抑或是以氧化鋅與氧化銦(ZnO-In₂O₃)混合物為主體，並再包含其他的元素。其他元素包含鋁、鎵、銦、硼、鈮、銦、氟、鈮、矽、鍺、鉛、氮、鉍或其組合。

N 型透明非晶結構氧化半導體層 12 之材質的具體實例為摻鋁氧化鋅(ZnO:Al)。N 型透明非晶結構氧化半導體

層 12 的形成方法可以採用物理氣相沉積系統、化學氣相沉積系統、旋轉塗佈法、溶膠凝膠法或濺鍍法來形成之。

上述之二極體可以應用於光電元件中，在以下的實施例以太陽能電池為例來說明其應用。

圖 2 為依照本發明實施例所繪示之一種太陽能電池的剖面示意圖。

請參照圖 2，本實施例之太陽能電池 200 由 P 型半導體基板 10、背電極 14 與 N 型透明非晶結構氧化半導體層 12 所構成。P 型半導體基板 10 可以是一塊材如晶圓，或是一層薄膜，其材質可以是 P 型半導體，例如其可以是 P 型矽晶圓或 P 型矽薄膜層。P 型半導體基板 10 也可以使用其他的 P 型半導體材料。背電極 14 位於 P 型半導體基板 10 的一表面上，其材質可以是金屬、透明導電氧化物(TCO)或其組合。金屬例如是鋁、銀、鈾、鈦、鐵、銅、銀、錳、鈷、鎳、金、鋅、錫、銻、鉻、鉑、鎢、或其合金。透明導電氧化物例如是銻錫氧化物、摻氟氧化錫、摻鋁氧化鋅、摻鎳氧化鋅或其組合。

N 型透明非晶結構氧化半導體層 12 位於 P 型半導體基板 10 的另一個表面上，其材質例如是以氧化鋅(ZnO)，或以氧化鋅與氧化錫(ZnO-SnO₂)混合物，抑或是以氧化鋅與氧化銻(ZnO-In₂O₃)混合物為主體，並再包含其他的元素。其他的元素包含鋁、鎳、銻、硼、鈮、鈦、鈳、氟、鈾、矽、鍺、銦、鉛、氮、銩或其組合。N 型透明非晶結構氧化半導體層 12 之材質的具體實例例如是摻鋁氧化鋅(ZnO:Al)。

在此實施例中，N 型透明非晶結構氧化半導體層 12 與 P 型半導體基板 10 構成 P-N 二極體，做為光電轉換層。此外，N 型透明非晶結構氧化半導體層 12 還可同時做為光子吸收窗層與前電極，因此，本實施例之太陽能電池可以不需要再額外形成光子吸收窗層與前電極，因此，光線可以不受前電極的阻擋而直接被 N 型透明非晶結構氧化半導體層 12 所吸收與 P 型半導體基板 10 之接面處產生光電流。

當然本發明並不以上述實施例為限，還可以做各種的更動或潤飾，涵蓋各種的結構組合。在以下的實施例將詳細說明之。

圖 3 為依照本發明另一實施例所繪示之一種透明型薄膜太陽能電池的剖面示意圖。

請參照圖 3，本實施例之透明型薄膜太陽能電池 300 由 P 型半導體基板 10、背電極 14、N 型透明非晶結構氧化半導體層 18 所構成。P 型半導體基板 10 之材質與背電極 14 之位置與材質如同上述實施例所述，於此不再贅述。N 型透明非晶結構氧化半導體層 18 位於 P 型半導體基板 10 的另一個表面上，為一種本質為 N 型的材料，其是由兩層具有不同導電性的透明材料層 18a、18b 所構成。導電性較低的材料層 18a 較靠近 P 型半導體基板 10；導電性較高材料層 18b 較遠離 P 型半導體基板 10。

在一實施例中，導電性較低的透明材料層 18a 的組成成分與導電性較高的透明材料層 18b 的組成成分相同，而藉由調控各成分的配比來使其具有不同的導電性。N 型透

明非晶結構氧化半導體層 18 的材質例如是以氧化鋅 (ZnO)，或以氧化鋅與氧化錫 (ZnO-SnO₂) 混合物，抑或是以氧化鋅與氧化銦混合物 (ZnO-In₂O₃) 為主體，並再包含其他的元素。其他元素包含鋁、鎵、銦、硼、鈮、鈦、氟、鈳、矽、鍺、銦、鉛、氮、銻或其組合。在一具體實施例中，N 型透明非晶結構氧化半導體層 18 中導電性較高的材料層 18b 之材質為摻鋁氧化鋅 (ZnO:Al)，導電性較低的材料層 18a 之材質也為摻鋁氧化鋅 (ZnO:Al)，但，導電性較高的材料層 18b 中的氧含量較低。在另一實施例中，導電性較低的材料層 18a 的組成成分與導電性較高的材料層 18b 的組成成分相異。導電性較低的材料層 18a 的材質可以是具有氧化鋅 (ZnO)、氧化鋅與氧化錫 (ZnO-SnO₂) 混合物或氧化鋅與氧化銦混合物 (ZnO-In₂O₃) 或氧化鋅合金例如是摻鋁氧化鋅。導電性較高的材料層 18b 的材質可以是氧化鋅 (ZnO)、氧化鋅與氧化錫 (ZnO-SnO₂) 混合物、或氧化鋅與氧化銦 (ZnO-In₂O₃) 混合物、或氧化鋅合金例如是摻鋁氧化鋅 (ZnO:Al)。在一具體實施例中，N 型透明非晶結構氧化半導體層 18 中導電性較高的材料層 18b 之材質為摻鋁氧化鋅 (ZnO:Al)，導電性較低的材料層 18a 之材質為未摻鋁的氧化鋅 (ZnO)。在另一具體實施例中，N 型透明非晶結構氧化半導體層 18 中導電性較高的材料層 18b 之材質為銦錫氧化物，導電性較低的材料層 18a 之材質為摻鋁的氧化鋅 (ZnO:Al)。

在此實施例中，N 型透明非晶結構氧化半導體層 18

中導電性較低的材料層 18a 可與 P 型半導體基板 10 構成 P-N 二極體，做為光電轉換層。N 型透明非晶結構氧化半導體層 18 中導電性較高的材料層 18b 則可同時做為光子吸收窗層與前電極，因此，本實施例之太陽能電池可以不需要再額外形成光子吸收窗層與前電極，因此，光線可以不受前電極的阻擋而直接被 N 型透明非晶結構氧化半導體層 18 所吸收 P 型半導體基板 10 接面處產生光電流。

圖 4 為依照本發明另一實施例所繪示之一種太陽能電池的剖面示意圖。

請參照圖 4，本實施例之透明型薄膜太陽能電池 400 由 P 型半導體基板 10、背電極 14、N 型透明非晶結構氧化半導體層 20 所構成。本實施例與圖 2 實施例之 P 型半導體基板 10 之材質與背電極 14 之位置與材質相似，於此不再贅述。本實施例與圖 2 實施例最大的差異點在於 N 型透明非晶結構氧化半導體層 20。N 型透明非晶結構氧化半導體層 20 同樣是位於 P 型半導體基板 10 的另一個表面上，且同樣是一種本質為 N 型的材料，但，其是以具有漸變式導電度的材料層所構成。N 型透明非晶結構氧化半導體層 20 中，較靠近 P 型半導體基板 10 處的部分，其導電性較低；較遠離 P 型半導體基板 10 的部分，其導電性較高。N 型透明非晶結構氧化半導體層 20 可在沈積期間藉由調控各成分的配比來使其具有漸變的導電性。N 型透明非晶結構氧化半導體層 20 的材質可以例如以氧化鋅(ZnO)，或以氧化鋅與氧化錫(ZnO-SnO₂)混合物，抑或是以氧化鋅與氧

化銦($\text{ZnO-In}_2\text{O}_3$)混合物為主體，並再包含其他的元素。其他的元素包含鋁、鎵、銦、硼、鈮、鈦、氟、鈮、矽、鍺、銦、氮、銻或其組合。N型透明非晶結構氧化半導體層 12 之材質的具體實例，例如是摻鋁氧化鋅(ZnO:Al)，且其中的氧原子成分比例自靠近 P 型半導體基板 10 處向遠離 P 型半導體基板 10 處逐漸遞減。

在此實施例中，N 型透明非晶結構氧化半導體層 20 中，導電性較低的部分可與 P 型半導體基板 10 構成 P-N 二極體，做為光電轉換層。N 型透明非晶結構氧化半導體層 20 中，導電性較高的部分則可同時做為光子吸收窗層與前電極。因此，本實施例之太陽能電池可以不需要再額外形成光子吸收窗層與前電極，使得光線可以不受前電極的阻擋，直接被 N 型透明非晶結構氧化半導體層 20 所吸收，而在 P 型半導體基板 10 接面處產生光電流。

圖 5 為依照本發明又一實施例所繪示之一種透明型薄膜太陽能電池的剖面示意圖。

請參照圖 5，若不考慮開口率的問題，在實際應用時，也可以在圖 1 所示結構的 N 型透明非晶結構氧化半導體層 12 上再額外形成前電極 16。前電極 16 之材質例如是金屬、透明導電氧化物或其組合。金屬例如是鋁、銀、鈮、鈦、鐵、銅、銀、錳、鈷、鎳、金、鋅、錫、銦、鉻、鉑、鎢、或其合金。透明導電氧化物例如是銦錫氧化物、摻氟氧化錫、摻鋁氧化鋅、摻鎵氧化鋅或其組合。換言之，在此實施例中，透明型薄膜太陽能電池 500 的 N 型透明非

晶結構氧化半導體層 12 可與 P 型半導體基板 10 構成 P-N 二極體，做為光電轉換層，並且可同時做為光子吸收窗層。而前電極與背電極 16、14 則可使以用傳統的金屬材料或透明導電氧化物來製作之。

在一實驗例中，以摻鋁氧化鋅(ZnO:Al)做為 N 型透明非晶結構氧化半導體層；以 P 型矽晶圓做為 P 型半導體基板所製作之 P-N 二極體其在照光之後，其二極體的輸出特性曲線如圖 6 所示。以前述二極體來製作太陽能電池，在照光方面其所輸出之電流與電壓的特性曲線如圖 7 所示，數據如表 1 所示。

表 1

TAOS 太陽能電池	測量結果
工作電壓 V_m (伏特)	0.15
最大供應電流 I_m (安培)	1.81×10^{-4}
開路電壓 V_{oc} (伏特)	0.22
短路電流 I_{sc} (安培)	2.94×10^{-4}
最大輸出功率 P_m (瓦特)	2.71×10^{-5}
填充因子 FF(%)	42.03
轉換效率 η (%)	0.34

由圖 7 的照光輸出特性其電流與電壓量測上顯示：摻鋁氧化鋅(ZnO:Al)太陽能電池擁有一個不錯的光照特性。這也證明此結構摻鋁氧化鋅(ZnO:Al)太陽能電池可以有效的將光導入至 P 型矽晶圓與摻鋁氧化鋅(ZnO:Al)薄膜接面間，形成一內建電場，以有效產生光電流，(FF=42.03 %，

$V_{oc}=0.22\text{ V}$ ， $J_{sc}=2.94\times 10^{-4}\text{ A/cm}^2$ ， $\eta=0.34\%$)。另，由電性量測上證明摻鋁氧化鋅(ZnO:Al)薄膜本身特性屬於為具 N 型半導體層，且直接將摻鋁氧化鋅(ZnO:Al)薄膜沉積於 p 型矽晶圓基板上可進一步簡化太陽能電池的製作。此外，以透明摻鋁氧化鋅(ZnO:Al)薄膜，可克服傳統半導體層不透光的缺點，且照光面無電極遮蔽的問題，可以讓更多可見光部分有效的進入 PN 接面產生更多的光電流。而表 1 的照光輸出數據顯示以本發明之 P-N 二極體也可用來製作太陽能電池。

圖 8 之曲線分別為 P 型矽晶圓以及 P 型矽晶圓上沉積一層摻鋁氧化鋅(ZnO:Al)N 型透明非晶結構氧化半導體層，藉由分子螢光光譜儀(fluorescence spectrophotometer)進行反射率量測的反射率與波長的關係圖。圖 8 顯示在短波長部份擁有較低的反射率，其代表 ZnO:Al 薄膜可以吸收短波長範圍；而可見光範圍內與單獨 P 型矽晶圓相比，也擁有較低的反射率，此表此可見光範圍也擁有吸收效果。故由圖 8 可以證明在量測波長範圍內(350 nm~1000 nm)反射率低，表示摻鋁氧化鋅(ZnO:Al)能有效吸收大部份光子，證明其可做為光電轉換層和光子吸收層。

本發明以 N 型透明非晶結構氧化半導體層來製作 P-N 二極體，其可以應用於光電元件中，使元件具有足夠的轉換效率。由於 N 型透明非晶結構氧化半導體層具有足夠的導電性，因此，當應用在太陽能電池時，不僅可以做為 P-N 二極體的一部份，還可做為光子吸收窗層以及前電極，因

此，可以不需要額外再形成光子吸收窗層以及前電極，故，可以簡化製程，減少用料，降低生產成本。

雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明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 為依照本發明實施例所繪示之光電元件用之二極體的剖示意圖。

圖 2 為依照本發明實施例所繪示之一種透明型太陽能電池的剖面示意圖。

圖 3 為依照本發明又一實施例所繪示之一種透明型太陽能電池的剖面示意圖。

圖 4 為依照本發明再一實施例所繪示之一種透明型太陽能電池的剖面示意圖。

圖 5 為依照本發明另一實施例所繪示之一種透明型太陽能電池的剖面示意圖。

圖 6 為依據本發明實驗例所製作之二極體其所輸出之電流與電壓的特性曲線。

圖 7 為依據本發明實驗例所製作之太陽能電池其所輸出之電流與電壓的特性曲線。

圖 8 依據本發明實驗例所製作之太陽能電池與 P 型矽晶圓以分子螢光光譜儀量測所取得的反射率與波長的關係圖。

【主要元件符號說明】

10：P 型半導體基板

12、18、20：N 型透明非晶結構氧化半導體層

18a：導電性較低的材料層

18b：導電性較高的材料層

14、16：電極

100：二極體

200、300、400、500：太陽能電池

十、申請專利範圍：

1. 一種二極體，包括：

一 P 型半導體基板；以及

一 N 型透明非晶結構氧化半導體層(TAOS)，位於該 P 型半導體基板上，其中該 N 型透明非晶結構氧化半導體層之材質包括以氧化鋅(ZnO)為主體，並且包含鋁、硼、鈮、鈦、氟、鈣、矽、鍺、鉛、氮、鉍或其組合；或者以氧化鋅與氧化錫(ZnO-SnO₂)混合物為主體，並且包含鋁、鎵、銦、硼、鈮、鈦、鈦、氟、鈣、矽、鍺、鉛、氮、鉍或其組合；或者以氧化鋅與氧化銦(ZnO-In₂O₃)混合物為主體，並且包含鋁、銦、硼、鈮、鈦、鈦、氟、鈣、矽、鍺、鉛、氮、鉍或其組合。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之二極體，其中該 P 型半導體基板包括 P 型矽晶圓、P 型矽薄膜層或其他 P 型半導體材料。

3. 一種光電元件，包括：

一 P 型半導體基板，包括一第一表面與一第二表面；

一背電極，位於該 P 型半導體基板的該第二表面上；

以及

一 N 型透明非晶結構氧化半導體層，位於該 P 型半導體基板的該第一表面上，該 N 型透明非晶結構氧化半導體層與該 P 型半導體基板構成一 P-N 二極體，其中該 N 型透明非晶結構氧化半導體層之材質包括以氧化鋅(ZnO)為主體，並且包含鋁、硼、鈮、鈦、鈦、氟、鈣、矽、鍺、鉛、

氮、銩或其組合；或者以氧化鋅與氧化錫(ZnO-SnO_2)混合物為主體，並且包含鋁、鎳、銦、硼、鈮、鈦、氟、鈮、矽、銻、銦、鉛、氮、銩或其組合；或者以氧化鋅與氧化銦($\text{ZnO-In}_2\text{O}_3$)混合物為主體，並且包含鋁、銦、硼、鈮、鈦、鈦、氟、鈮、矽、銻、銦、鉛、氮、銩或其組合。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之光電元件，其中該 N 型透明非晶結構氧化半導體層還同時做為一光子吸收窗層與一前電極層。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之光電元件，其中該 N 型透明非晶結構氧化半導體層由單一導電性材料層所構成。

6. 如申請專利範圍第 4 項所述之光電元件，其中該 N 型透明非晶結構氧化半導體層由兩層具有相同導電形式且不同導電度的材料層所構成，其中導電性較低者較靠近 P 型半導體基板。

7. 如申請專利範圍第 4 項所述之光電元件，其中該 N 型透明非晶結構氧化半導體層由具有漸變式導電的材料層所構成，其中導電性較低的部分較靠近該 P 型半導體基板；導電性較高的部分較遠離該 P 型半導體基板。

8. 如申請專利範圍第 3 項所述之光電元件，更包括金屬、透明導電氧化物或其組合所形成之一前電極層，位於該透明非晶結構氧化半導體層上。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之光電元件，其中該金屬之材質包括鋁、銀、鈾、鈦、鐵、銅、銀、錳、鈷、鎳、

金、鋅、錫、銻、鉻、鉑、鎢、或其合金。

10. 如申請專利範圍第 8 項所述之光電元件，其中該透明導電氧化物之材質包括銻錫氧化物、摻氟氧化錫、摻鋁氧化鋅、摻鎳氧化鋅或其組合。

11. 如申請專利範圍第 3 項所述之光電元件，其中該 P 型半導體基板包括 P 型矽晶圓、P 型矽薄膜層或其他 P 型半導體材料。

12. 如申請專利範圍第 3 項所述之光電元件，其中該光電元件為一太陽能電池。

十一、圖式：

26880TW_I

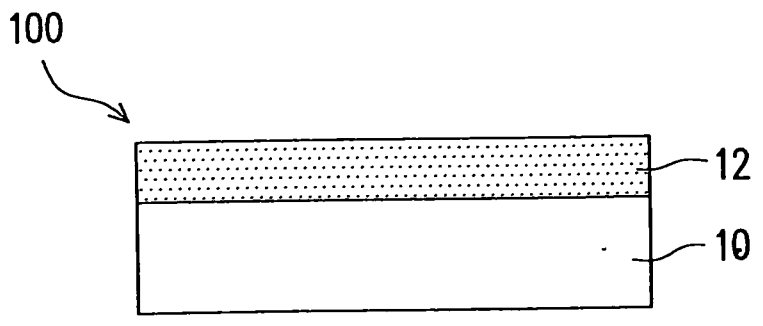


圖 1

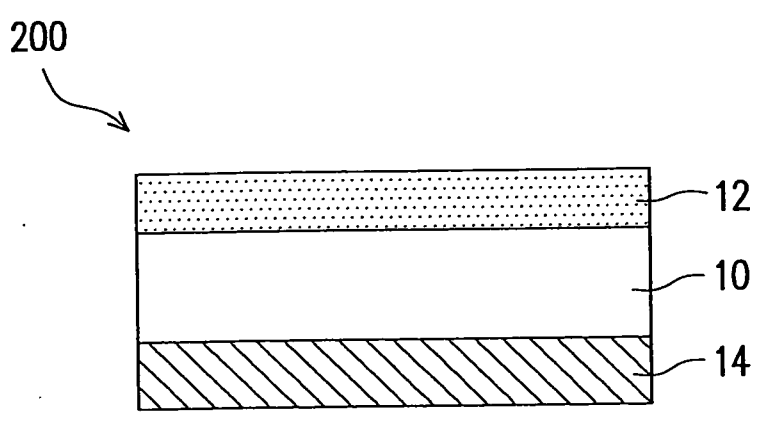


圖 2

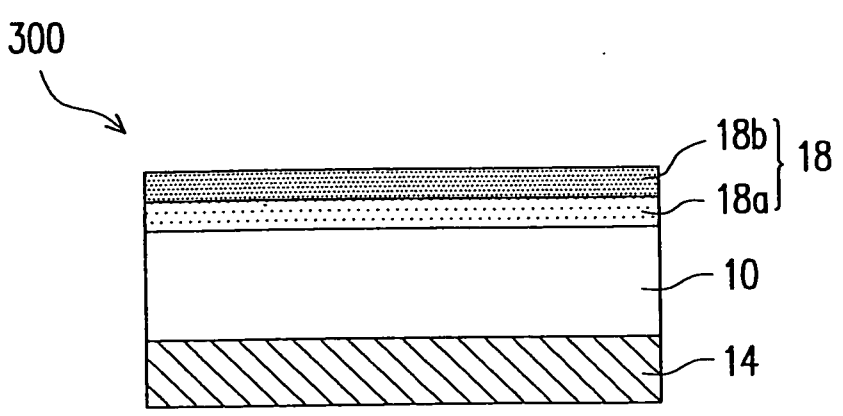


圖 3

400

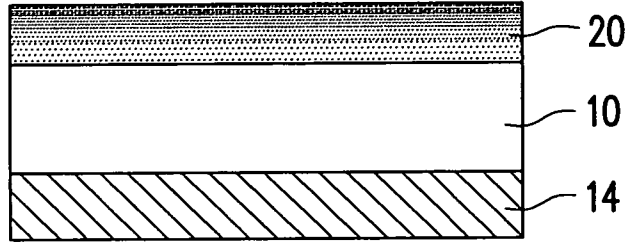


圖 4

500

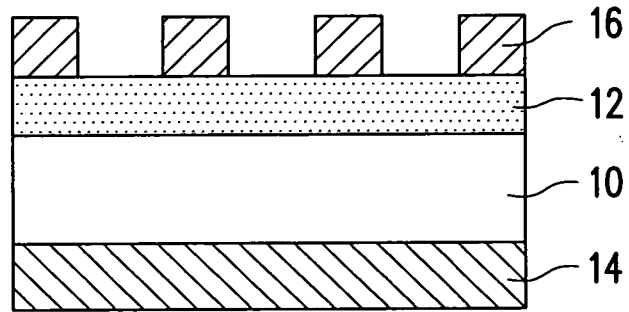


圖 5

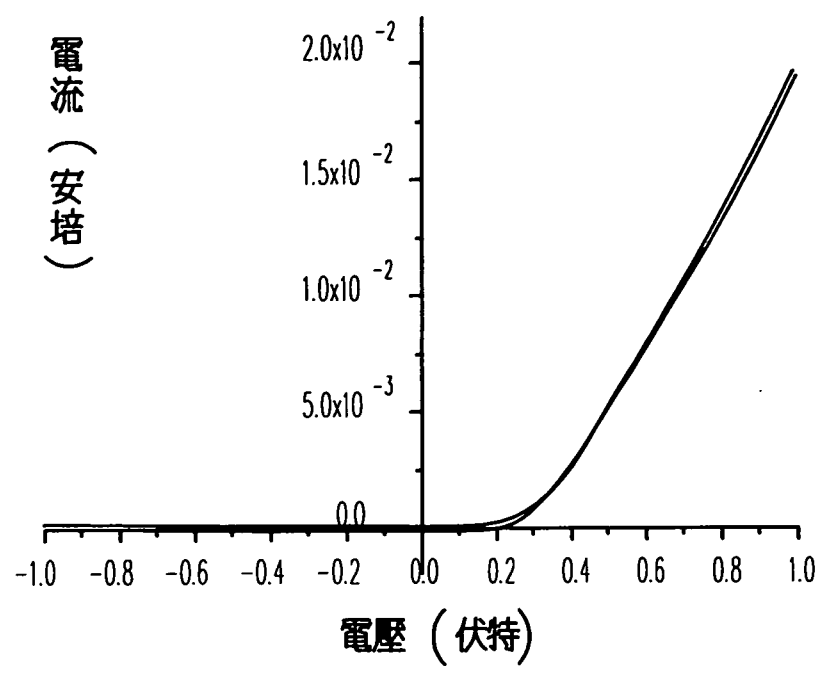


圖 6

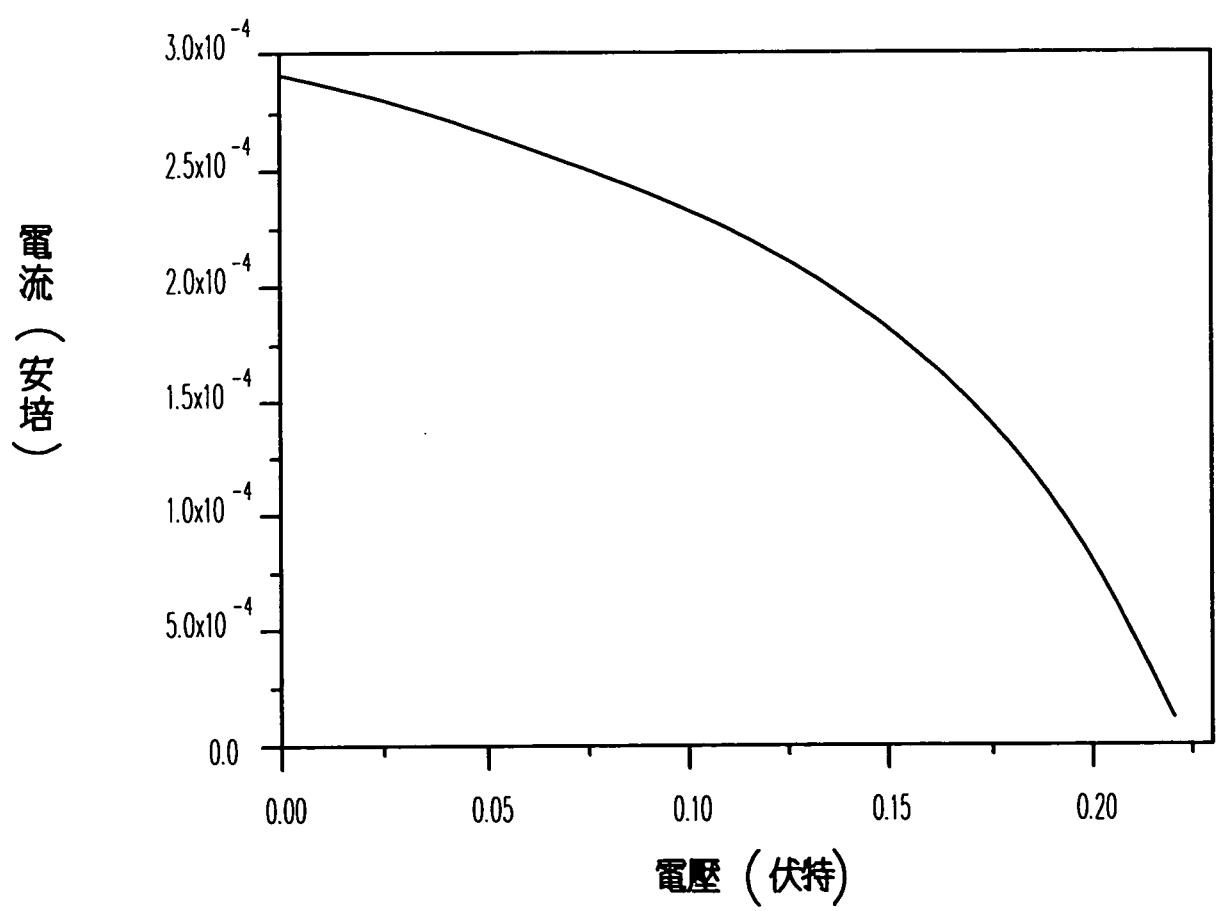


圖 7

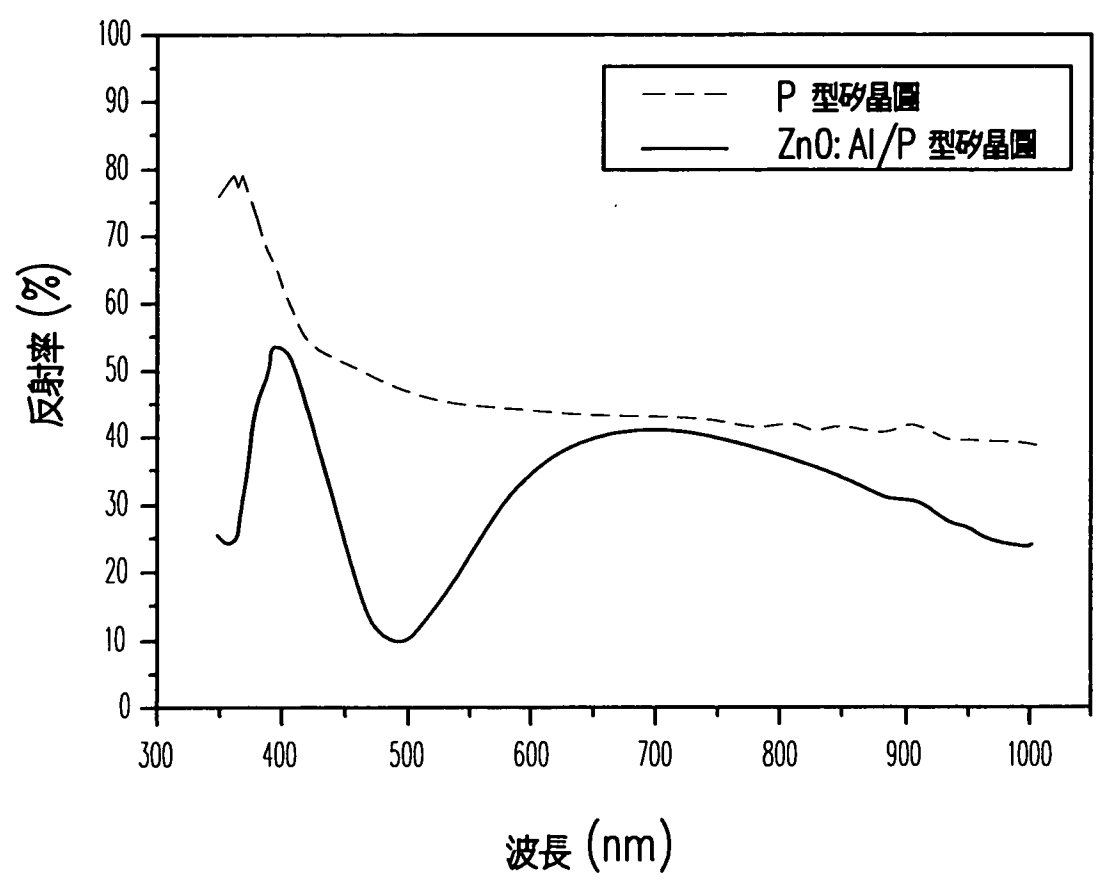


圖 8