

(21)申請案號：098142586

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 12 月 11 日

(51)Int. Cl.：

H01L31/042 (2006.01)

H01L31/075 (2006.01)

(71)申請人：財團法人金屬工業研究發展中心 (中華民國) (TW)

高雄市楠梓區高楠公路 1001 號

(72)發明人：陳慶隆 (TW)；翁敏航 (TW)；吳春森 (TW)

(74)代理人：林玲珠

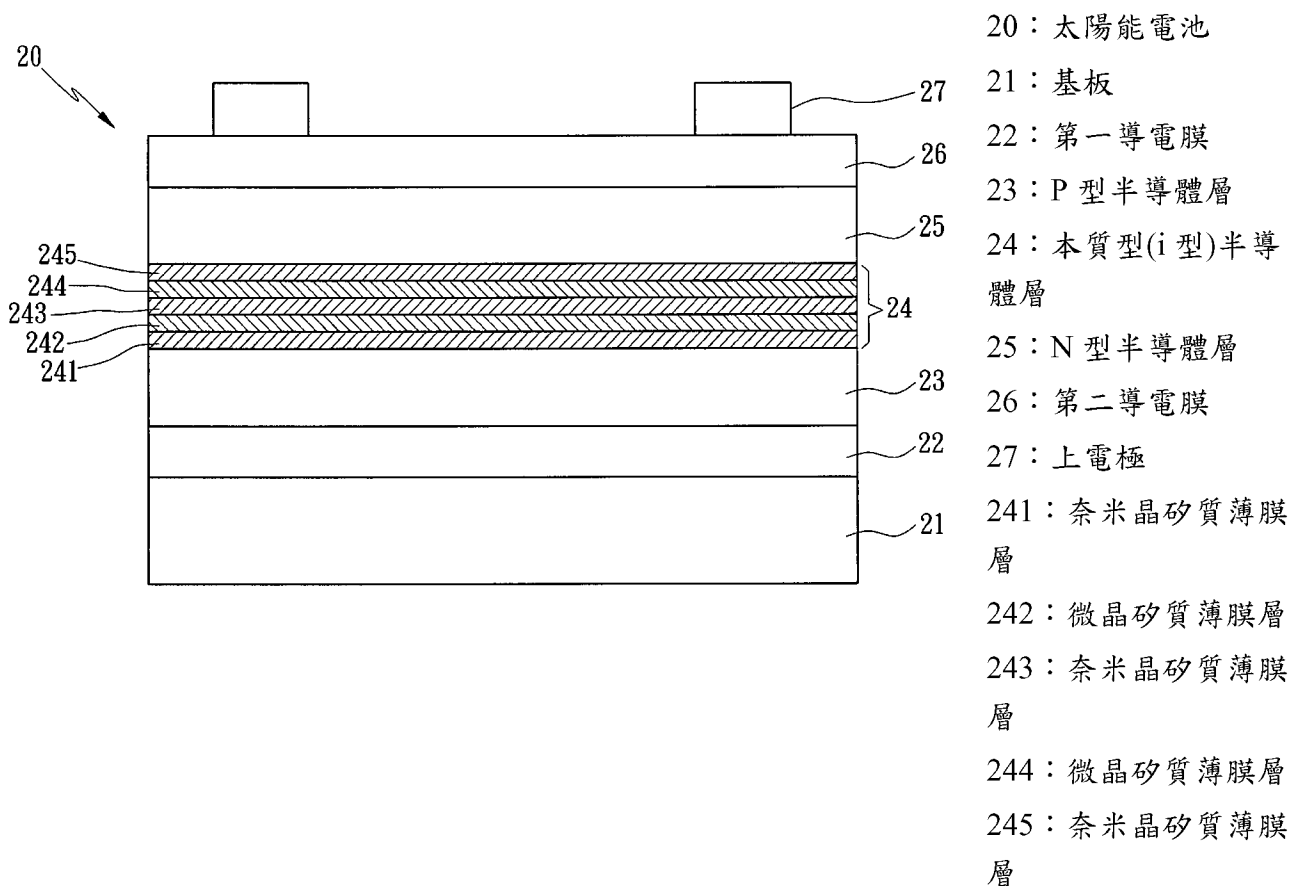
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：22 項 圖式數：4 共 18 頁

(54)名稱

具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池

(57)摘要

一種具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池，其主要包括有一基板、第一導電膜、P-i-N 型半導體結構層、第二導電膜以及一上電極；該 P-i-N 型半導體結構層係具有一 P 型半導體層、本質型 (i 型) 半導體層及一 N 型半導體層；其中，該本質型 (i 型) 半導體層係由複數奈米晶矽質薄膜層及至少一微晶矽質薄膜層交錯堆疊而成，利用該本質型 (i 型) 半導體層，可有效提升可見光及紅、紫外光譜光子的吸收範圍及電子遷移率，以確保有效提升各項電性特性，進而達到提高太陽能電池光轉換效率的目的。



六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明尤指其提供一種可有效提升可見光及紅、紫外光譜光子的吸收範圍及電子遷移率，以確保有效提升各項電性特性，進而提高太陽能電池光轉換效率之具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池。

【先前技術】

按，由於國際能源持續短缺以及地球溫室效應逐漸擴大，近幾年來世界各國均致力於發展環保性佳的替代能源，其中以利用太陽能發電的太陽能電池最受到矚目。太陽光是取之不盡用之不竭的天然能源，除了沒有能源耗盡的疑慮之外，也可以避免能源被壟斷的問題，更兼具無污染、無廢棄物的環保優點，因此太陽能的利用與發展，將是非常重要的課題。

太陽能電池係將光能轉換為電能，其主要為 P-N 型半導體結構；N 型半導體為在純矽中摻入擁有 5 個價電子的原子（如磷原子），而以該雜質原子取代矽原子的位置，當擁有 5 個價電子的雜質原子與鄰近的矽原子形成共價鍵時，將會多出 1 個帶負電的自由電子，該提供自由電子的雜質原子所摻雜而成的半導體即為 N 型半導體；P 型半導體則為純矽中摻入擁有 3 個價電子的原子（如硼原子），而以該雜質原子取代矽原子的位置，當擁有 3 個價電子的雜質原子與鄰近的矽原子形成共價鍵時，將會形成 1 個帶正電的電洞，該形成電洞的雜質原子所摻雜而成的半導體即為 P 型半導體。當 N 型半導體與 P 型半導體互相接觸時，N 型半導體內的電子會湧入 P 型半導體中，以填補其內的電洞，在 P-N 接面附近，因電子-電洞的結合形成一個載子空泛區，而 P 型及 N 型半導體中也因而分別帶有負、正電荷，而形成內建電場。當太陽光照射到該 P-N 結構時，N 型半導體與 P 型半導體因吸收太陽光而產生電子-電洞對，由於空泛區所提供的內建電場可以讓半導體內所產生的電子在電池內流動，經由電極將電流引出，即為太陽能電池。

隨著 P-N 型半導體結構的發展，近年來即有所謂中間能帶

(Intermediate band) 結構被提出，亦即在導帶 (Conduction band) 與價帶 (Valence band) 之間引進額外的能帶，理論上，如果參雜 (doping) 濃度高到某種程度，參雜原子的能階互相耦合 (Overlapping)，就會在導帶與價帶間引進中間能帶，而中間能帶的引入，可以讓原本能量小於能隙的不被吸收的光子，有機會被吸收，因而增加光電流，而為了保持輸出電壓，進而採用 P-i-N 結構，以讓中間能帶位於純質區域。P-i-N 型結構又以 i 層結構最為重要，i 層結構又稱本質型半導體層，目前較常採用微晶矽質薄膜或是非晶矽質薄膜，以下茲分別說明其優缺點：

1. 採用微晶矽質薄膜者，因其薄膜的載子遷移率 (Carrier mobility) 比一般非晶矽薄膜高出 1~2 個數量級，而暗電導則介於 $10^{-5} \sim 10^{-7} \text{ (S.cm}^{-1}\text{)}$ 之間，明顯高出非晶矽薄膜 3~4 數量級，因此可以有效提高太陽能電池的轉換效率；惟微晶矽質薄膜因具有較小的能隙，約略為 1.1eV，對於可見光吸收範圍大幅縮小，而不利於光能的吸收。
2. 採用非晶矽質薄膜者，因其具有較高的能隙，約略為 1.6eV，可提高可見光譜光子的吸收範圍，以增加太陽能電池的轉換效率；惟非晶矽質薄膜因材料中部份未飽和矽原子 (Dangling bond, DB)，因光照射發生結構上的變化，使得在光照射後短時間內性能大幅衰退，也就所謂的 SW (Staebler-Wronski) 效應，其幅度達 15~35%，因此大大降低各項電性特性。

為了改善傳統 P-i-N 型結構的缺點，即有業者將 i 層結構加以改善。請參閱第 1 圖所示，其係為台灣申請第 95223064 號『具有多階層微晶矽質之薄膜太陽能電池』專利案，該專利之太陽能電池 10 包括有一基板 11、第一穿透導電膜 12、一 P 型半導體層 13、一本質型 (i 型) 半導體層 14、一 N 型半導體層 15、一第二穿透導電膜 16 以及一上電極 17；其中本質型 (i 型) 半導體層 14 係由複數非晶矽質薄膜層 141、143 及複數微晶矽質薄膜層 142、144 交錯堆疊而成一多階層微晶矽質之薄膜太陽能電池，以有效提高可見光譜光子的吸收範圍，並加以改

善太陽能電池之各項電性特性，以提升太陽能電池的轉換效率。然而該設計之非晶矽質薄膜層 1 4 1、1 4 3 雖可提高可見光譜光子的吸收範圍，但仍伴隨存有降低各項電性特性的問題，因此仍未能積極獲致改善。

有鑑於此，本發明人遂以其多年從事相關行業的研發與製作經驗，針對目前所面臨之問題深入研究，經過長期努力之研究與試作，終究研創出一種可提高光譜光子的吸收範圍及電子遷移率，達到提高太陽能電池光轉換效率，藉以大幅改善習式之缺弊，此即為本發明之設計宗旨。

【發明內容】

本發明之目的第一係提供一種具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池，其主要係於 P-i-N 型半導體結構層中之本質型 (i 型) 半導體層係由複數奈米晶矽質薄膜層及至少一微晶矽質薄膜層交錯堆疊而成；其中，該複數奈米晶矽質薄膜層(nc-Si:H) 可選用於超高頻電漿增強型化學式氣相沈積 (Very high frequency-plasma enhance chemical vapor deposition, VHF-PECVD) 製程或 Hot-Wire 化學式氣相沈積製程作為主要製程方式，由於奈米晶矽質薄膜具有較高之能隙 (Energy bandgap, E_g) 1.4~1.8 eV，可加以提高可見光及紅、紫外光譜光子的吸收率及電子遷移率，增加太陽電池之轉換效率，並且克服非晶矽質薄膜層在光照使用後短時間內性能的大幅衰退之現象，而有效提升各項電性特性。

本發明之目的二係提供一種具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池，其主要係於 P-i-N 型半導體結構層中之本質型 (i 型) 半導體層係由複數奈米晶矽質薄膜層及至少一微晶矽質薄膜層交錯堆疊而成；其中，該複數微晶矽質薄膜層可選用於超高頻電漿增強型化學式氣相沈積 (Very high frequency-plasma enhance chemical vapor deposition, VHF-PECVD) 製程或 Hot-Wire 化學式氣相沈積製程作為主要製程方式，由於微晶矽質薄膜層的載子遷移率比一般非晶矽質薄膜高出 1~2 個數量級，而

暗電導值則介於 $10^{-5} \sim 10^{-7}$ ($\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$) 之間，明顯高出傳統非晶矽質薄膜 3~4 個數量級，故使用微晶矽質薄膜層可加以提高太陽能電池之轉換效率。

【實施方式】

為使 貴審查委員對本發明作更進一步之瞭解，茲舉一較佳實施例並配合圖式，詳述如后：

請參閱第 2 圖，本發明太陽能電池 20 係包括有一基板 21、第一導電膜 22、P-i-N 型半導體結構層、第二導電膜 26 以及一上電極 27；該 P-i-N 型半導體結構層係具有一 P 型半導體層 23、本質型 (i 型) 半導體層 24 及一 N 型半導體層 25。該第一導電膜 22 形成於基板 21 上，其目的為提高電流收集於電極上，以提昇光電轉換之效率；於本實施例中，該第一導電膜 22 係以常見之蒸鍍法 (Evaporation)、濺鍍法 (Sputter)、Sol-Gel 液相化學溼式法製程作為主要製程方式，其材料可選用銦錫氧化物 (Indium tin oxide, ITO)、二氧化錫 (Stannum dioxide, SnO_2)、摻雜硼氧化鋅 (Zinc oxide, ZnO:B) 作為該第一導電膜 22 之材料。該第二導電膜 26 形成於 N 型半導體層 25 上方，其製作方式及選用材料與第一導電膜 22 相同。P 型半導體層 23 形成於第一導電膜 22 上方，其係以形成電洞來運作；於本實施例中，該 P 型半導體層 23 之摻雜方式可選用鋁誘導結晶矽 (Aluminum induced crystalline, AIC)、固相結晶化 (Solid phase crystalline, SPC)、準分子雷射退火 (Excimer laser anneal, ELA) 或改良式超高頻率 RF 電漿增強型有機化學式氣相沈積製程作為主要製程方式。N 型半導體層 25 形成於本質型 (i 型) 半導體層 24 上方，其係以形成電子來運作；於本實施例中，該 N 型半導體層 25 之摻雜方式可選用熱擴散法 (Thermal diffusion) 或離子佈植法 (Ion implantation) 作為主要製程方式。上電極 27 係形成於第二導電膜 26 上方，其係為一歐姆 (Ohmic contact) 電極，其功用為將太陽能電池所生之電力，以最少損失取出；於本實施例中，歐姆電極形成法有蒸鍍法、電鍍法

及印刷法等，在製造高效率之太陽電池時，蒸鍍法採用之材料有鎳 (Ni)、金 (Au)、銀 (Ag)、鈦 (Ti)、鈀 (Pd)、及鋁 (Al) …等。

本發明主要的設計在於本質型 (i 型) 半導體層 24，該本質型 (i 型) 半導體層 24 係形成於 P 型半導體層 23 上方，其由複數奈米晶矽質薄膜層 241、243、245 及與複數微晶矽質薄膜層 242、244 交錯堆疊形成，於本實施例中，為先沈積奈米晶矽質薄膜層 241，再沈積微晶矽質薄膜層 242，接下來，依序交錯沈積奈米晶矽質薄膜層與微晶矽質薄膜層，於本實施例中，該複數奈米晶矽質薄膜層 241、243、245 為三層及複數微晶矽質薄膜層 242、244 為二層，總堆疊層數為五層。於本實施例中，複數奈米晶矽質薄膜層 (nc-Si:H) 241、243、245 可選用超高頻電漿增強型化學式氣相沈積 (Very high frequency-plasma enhance chemical vapor deposition, VHF-PECVD) 製程、雷射退火製程、Hot-Wire 化學式氣相沈積製程或高溫 CVD 爐管製程作為主要製程方式，在製程過程中，一般可通入矽化合物，如矽烷，及氫氣等，其中，該矽烷與氫氣之體積流量比是不大於 10%，該複數奈米晶矽質薄膜層 241、243、245 之結晶尺寸為大於 50nm。複數微晶矽質薄膜層 242、244 形成於複數奈米晶矽質薄膜層 241、243、245 間，於本實施例中，複數微晶矽質薄膜層 242、244 可選用於超高頻電漿增強型化學式氣相沈積 (Very high frequency-plasma enhance chemical vapor deposition, VHF-PECVD) 製程或 Hot-Wire 化學式氣相沈積製程作為主要製程方式，在製程過程中，一般可通入矽化合物，如矽烷，並混和氮氣、氫氣及氨氣等，其中，該矽烷與氮氣、氫氣及氨氣等之體積流量比是不大於 20%，該複數微晶矽質薄膜層 242、244 之結晶尺寸為 20 至 30nm 之間；請參閱第 3 圖，其顯示為奈米晶矽質與微晶矽質之微拉曼光譜分析圖 (除表示為微晶矽質之曲線外，其餘曲線均為表示奈米晶矽質)，利用微拉曼光譜分析儀 (micro Raman spectra) 的量

測結果揭示，奈米晶矽質因結晶條件的不同，其能隙強度可達到 1.4 eV ~1.8 eV 之範圍，進而可加以提高可見光及紅、紫外光譜光子的吸收率及電子遷移率，增加太陽電池之轉換效率，並且克服非晶矽質薄膜層在光照使用後短時間內性能的大幅衰退之現象，而有效提升各項電性特性。至於微晶矽質，其微拉曼光譜圖之峰值出現在 520cm^{-1} 為一高結晶度之微晶矽質薄膜，由於其載子遷移率比一般非晶矽質薄膜高出 1~2 個數量級，而暗電導值則介於 $10^{-5}\sim 10^{-7} (\text{S}\cdot\text{cm}^{-1})$ 之間，明顯高出傳統非晶矽質薄膜 3~4 個數量級，故使用微晶矽質可加以提高太陽能電池之轉換效率。

本實施例所揭示之本質型 (i 型) 半導體層 24，其係由複數奈米晶矽質薄膜層 241、243、245 及與複數微晶矽質薄膜層 242、244 交錯堆疊形成五層結構，但不以此為限，亦可由二奈米晶矽質薄膜層夾一微晶矽質薄膜層堆疊而成三層結構，或其他層數多於五層之結構。

請參閱第 4 圖，本發明的另一實施例，其主要係由二 P-i-N 型半導體結構層堆疊形成，該太陽能電池 30 包括有基板 21、第一導電膜 22、第一 P-i-N 型半導體結構層、光吸收層 28、第二 P-i-N 型半導體結構層、第二導電膜 26 以及一上電極 27，該第一、二 P-i-N 型半導體結構層係相同為具有一 P 型半導體層 23、一由複數奈米晶矽質薄膜層 241、243、245 及與複數微晶矽質薄膜層 242、244 交錯堆疊形成之本質型 (i 型) 半導體層 24 以及一 N 型半導體層 25，第一、二 P-i-N 型半導體結構層其實施方式相同於前述，故在此不再予以贅述；其中，於第一 P-i-N 型半導體結構層與第二 P-i-N 型半導體結構層間插入之光吸收層 28 (Intermediate photo-absorber layer) 係為不同材質且表面粗度較高之光吸收層，於本實施例中，該光吸收層 28 為 ZnO:B 可穿透抗反射膜層，或為其他種類粗化結構，如 ATO、AZO、TCO 多孔性結構、光致發光性結構等折射率高的金屬氧化物透明導電薄膜，利用該光吸收層 28 能有效提高可見光譜光子的吸收範圍，並加以改善太陽電池之各項電特性，藉

以提升太陽電池之轉換效率。

綜上，本發明可有效提升可見光及紅、紫外光譜光子的吸收範圍及電子遷移率，以確保有效提升各項電性特性，進而提高太陽能電池光轉換效率，實為一深具實用性及進步性之設計，然未見有相同之產品及刊物公開，從而允符發明專利申請要件，爰依法提出申請。

【圖式簡單說明】

第1圖：係為台灣申請第95223064號專利案之示意圖。

第2圖：本發明之剖面示意圖。

第3圖：本發明奈米晶矽質及微米晶矽質之微拉曼光譜分析圖。

第4圖：本發明另一實施例之剖面示意圖。

【主要元件符號說明】

習式部份：

10：太陽能電池	11：基板	12：第一穿透導電膜
13：P型半導體層		
14：本質型（i型）半導體層		
141、143：非晶矽質薄膜層		
142、144：微晶矽質薄膜層		
15：N型半導體層	16：第二穿透導電膜	
17：上電極		

本發明部份：

20：太陽能電池	21：基板	22：第一導電膜
23：P型半導體層		
24：本質型（i型）半導體層		
241、243、245：奈米晶矽質薄膜層		
242、244：微晶矽質薄膜層		
25：N型半導體層	26：第二導電膜	
27：上電極	28：光吸收層	

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： 98142586

※申請日：

98. 12. 11

※IPC 分類：

H01L 31/642 (2006.01)

H01L 31/075 (2006.01)

一、發明名稱：具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池

(中文/英文)

二、中文發明摘要：

一種具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池，其主要包括有一基板、第一導電膜、P-i-N型半導體結構層、第二導電膜以及一上電極；該P-i-N型半導體結構層係具有一P型半導體層、本質型(i型)半導體層及一N型半導體層；其中，該本質型(i型)半導體層係由複數奈米晶矽質薄膜層及至少一微晶矽質薄膜層交錯堆疊而成，利用該本質型(i型)半導體層，可有效提升可見光及紅、紫外光譜光子的吸收範圍及電子遷移率，以確保有效提升各項電性特性，進而達到提高太陽能電池光轉換效率的目的。

三、英文發明摘要：

七、申請專利範圍：

1. 一種具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池，其係包括：
 - 一基板；
 - 一第一導電膜：其係形成於基板上方，用以提高電流收集；
 - 一 P-i-N 型半導體結構層：係具有一 P 型半導體層、一本質型（i 型）半導體層及一 N 型半導體層，該 P 型半導體層形成於第一導電膜上方，以形成電洞，該本質型（i 型）半導體層形成於 P 型半導體層上方，其係由複數奈米晶矽質薄膜層及與至少一微晶矽質薄膜層交錯堆疊形成，以提高太陽能電池光轉換效率，該 N 型半導體層形成於本質型（i 型）半導體層上方，以形成電子；
 - 一第二導電膜：其係形成於 P-i-N 型半導體結構層之 N 型半導體層的上方，用以提高電流收集；以及
 - 一上電極：其係形成於第二導電膜上方，用以取出電能。
2. 依申請專利範圍第 1 項所述之具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池，其中，該第一導電膜係以蒸鍍法、濺鍍法或 Sol-Gel 液相化學溼式法為製程之一。
3. 依申請專利範圍第 2 項所述之具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池，其中，該第一導電膜之材料可選用銦錫氧化物、二氧化錫、摻雜硼氧化鋅。
4. 依申請專利範圍第 1 項所述之具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池，其中，該第二導電膜係以蒸鍍法、濺鍍法或 Sol-Gel 液相化學溼式法為製程之一。
5. 依申請專利範圍第 4 項所述之具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池，其中，該第二導電膜之材料可選用銦錫氧化物、二氧化錫、摻雜硼氧化鋅。
6. 依申請專利範圍第 1 項所述之具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池，其中，該 P 型半導體層之摻雜方式係選用鋁誘導結晶矽、固相結晶化、準分子雷射退火或改良式

超高頻率 RF 電漿增強型有機化學式氣相沈積製程為製程之一。

7. 依申請專利範圍第 1 項所述之具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池，其中，該 N 型半導體層之摻雜方式係選用熱擴散法或離子佈植法為製程之一。
8. 依申請專利範圍第 1 項所述之具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池，其中，該上電極係為歐姆電極，其係以蒸鍍法、電鍍法及印刷法為製程之一。
9. 依申請專利範圍第 1 項所述之具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池，其中，該 P-i-N 型半導體結構層之本質型 (i 型) 半導體層係依序交錯沈積複數奈米晶矽質薄膜層及複數微晶矽質薄膜層。
10. 依申請專利範圍第 1 項所述之具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池，其中，該 P-i-N 型半導體結構層之本質型 (i 型) 半導體層的奈米晶矽質薄膜層係以超高頻電漿增強型有機化學式氣相沈積製程、雷射退火製程、Hot-Wire 化學式氣相沈積製程或高溫 CVD 爐管製程為製程之一。
11. 依申請專利範圍第 10 項所述之具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池，其中，該 P-i-N 型半導體結構層之本質型 (i 型) 半導體層的奈米晶矽質薄膜層在製程過程中，係可通入矽烷及氫氣所形成之混合氣體。
12. 依申請專利範圍第 11 項所述之具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池，其中，該 P-i-N 型半導體結構層之本質型 (i 型) 半導體層的奈米晶矽質薄膜層在製程過程中，所通入之矽烷與氫氣之體積流量比是不大於 10%。
13. 依申請專利範圍第 1 項所述之具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池，其中，該 P-i-N 型半導體結構層之本質型 (i 型) 半導體層的奈米晶矽質薄膜層，其結晶尺寸為大於 50nm。

- 1 4 · 依申請專利範圍第 1 項所述之具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池，其中，該 P-i-N 型半導體結構層之本質型 (i 型) 半導體層的微晶矽質薄膜層係以超高頻電漿增強型化學式氣相沈積製程或 Hot-Wire 化學式氣相沈積製程為製程之一。
- 1 5 · 依申請專利範圍第 1 4 項所述之具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池，其中，該 P-i-N 型半導體結構層之本質型 (i 型) 半導體層的微晶矽質薄膜層在製程過程中，係可通入矽烷並混和氮氣、氫氣及氨氣。
- 1 6 · 依申請專利範圍第 1 5 項所述之具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池，其中，該 P-i-N 型半導體結構層之本質型 (i 型) 半導體層的微晶矽質薄膜層在製程過程中，所通入之矽烷與氮氣、氫氣及氨氣等之體積流量比是不大於 20%。
- 1 7 · 依申請專利範圍第 1 項所述之具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池，其中，該 P-i-N 型半導體結構層之本質型 (i 型) 半導體層的微晶矽質薄膜層，其結晶尺寸為 20 至 30nm 之間。
- 1 8 · 一種具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池，其係包括：
 - 一基板；
 - 一第一導電膜：其係形成於基板上方，用以提高電流收集；
 - 至少二層以上之 P-i-N 型半導體結構層：該 P-i-N 型半導體結構層係具有一 P 型半導體層、一本質型 (i 型) 半導體層及一 N 型半導體層，該 P 型半導體層形成於第一導電膜上方，以形成電洞，該本質型 (i 型) 半導體層形成於 P 型半導體層上方，其係由複數奈米晶矽質薄膜層及與至少一微晶矽質薄膜層交錯堆疊形成，以提高太陽能電池光轉換效率，該 N 型半導體層形成於本質型 (i 型) 半導體層上方，以形成電子；

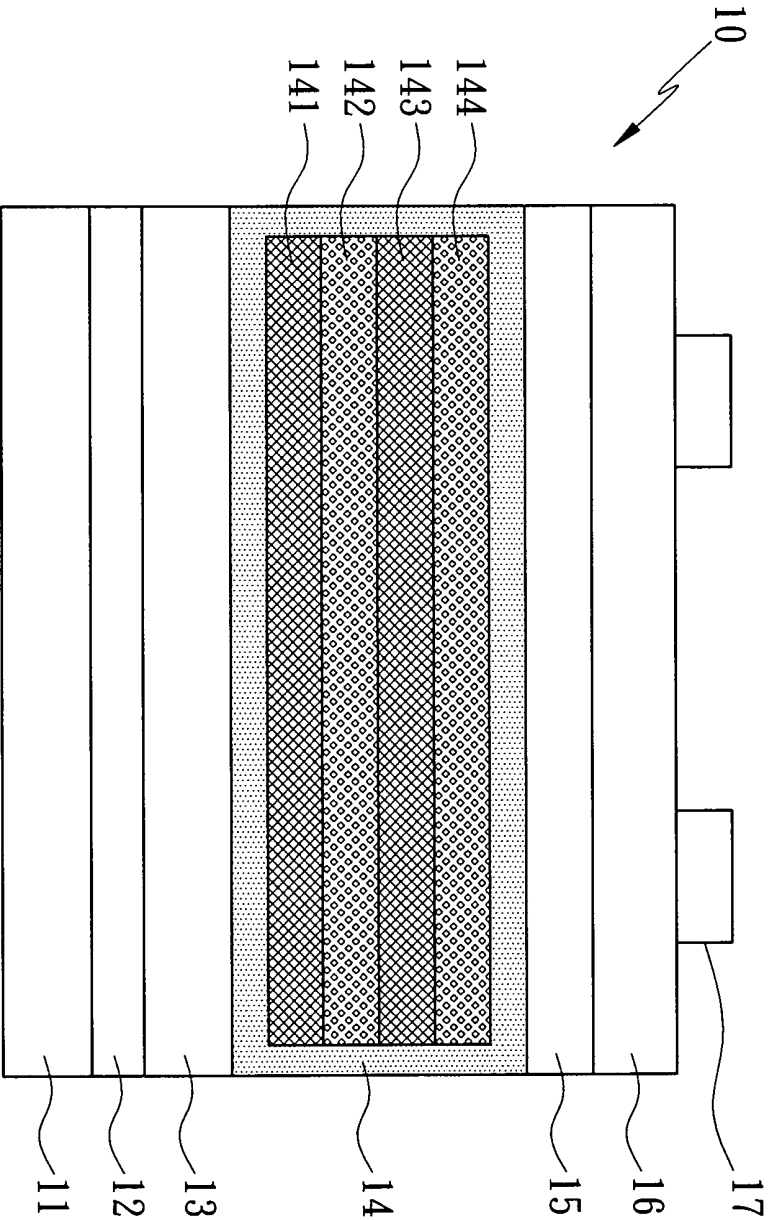
至少一層以上之光吸收層：其係形成於二 P-i-N 型半導體結構層間，以提高可見光譜光子的吸收範圍；

一第二導電膜：其係形成於 P-i-N 型半導體結構層之 N 型半導體層的上方，用以提高電流收集；以及

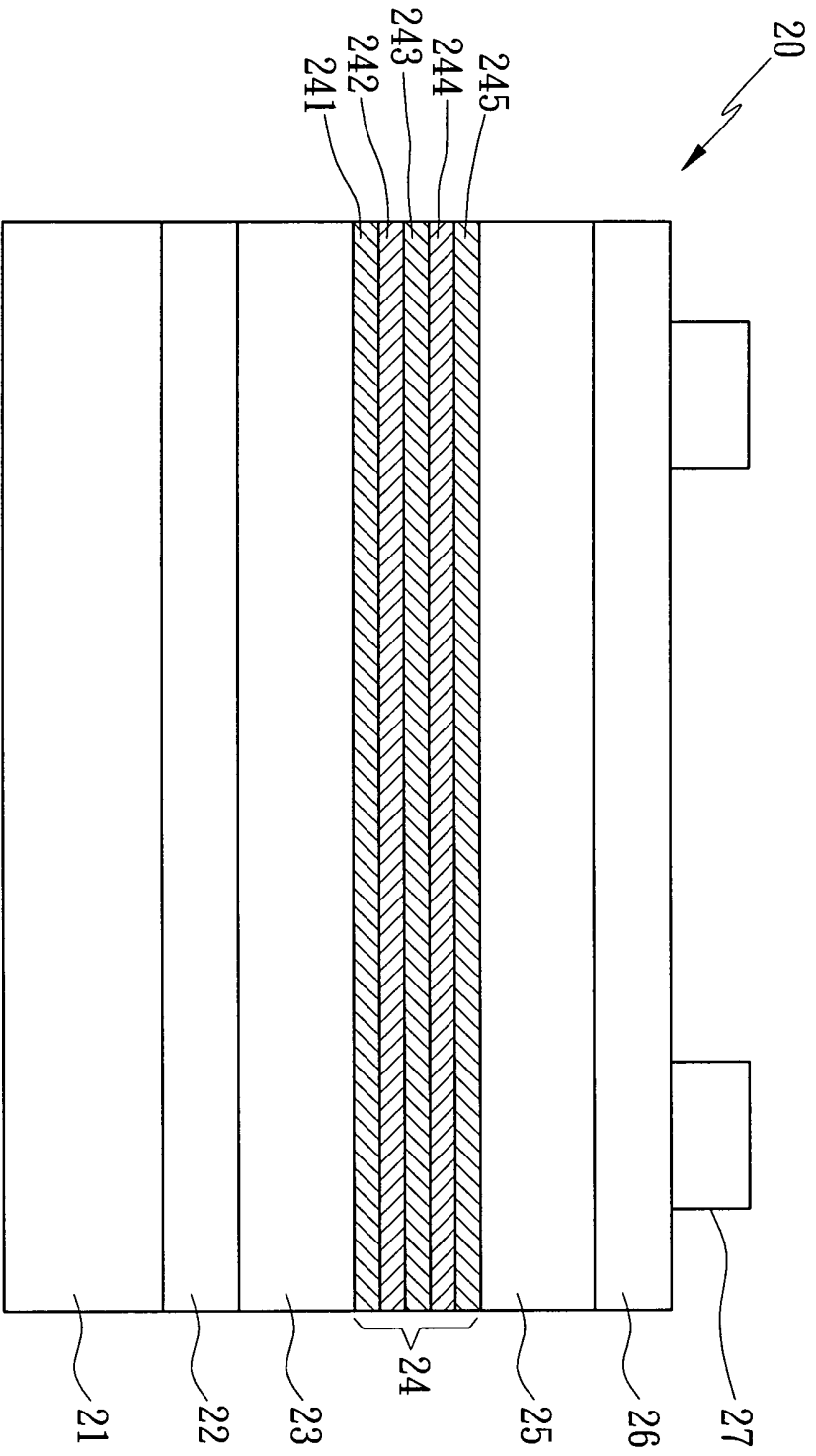
一上電極：其係形成於第二導電膜上方，用以取出電能。

- 19．依申請專利範圍第 18 項所述之具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池，其中，該 P-i-N 型半導體結構層之本質型 (i 型) 半導體層係依序交錯沈積複數奈米晶矽質薄膜層及複數微晶矽質薄膜層。
- 20．依申請專利範圍第 18 項所述之具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池，其中，該光吸收層為 ZnO:B 可穿透抗反射膜層。
- 21．依申請專利範圍第 18 項所述之具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池，其中，該光吸收層可選自為 AT0、AZO 及 TCO 所組成之群。
- 22．依申請專利範圍第 18 項所述之具奈米晶矽質及微晶矽質之薄膜太陽能電池，其中，該光吸收層為光致發光性結構。

八、圖式：

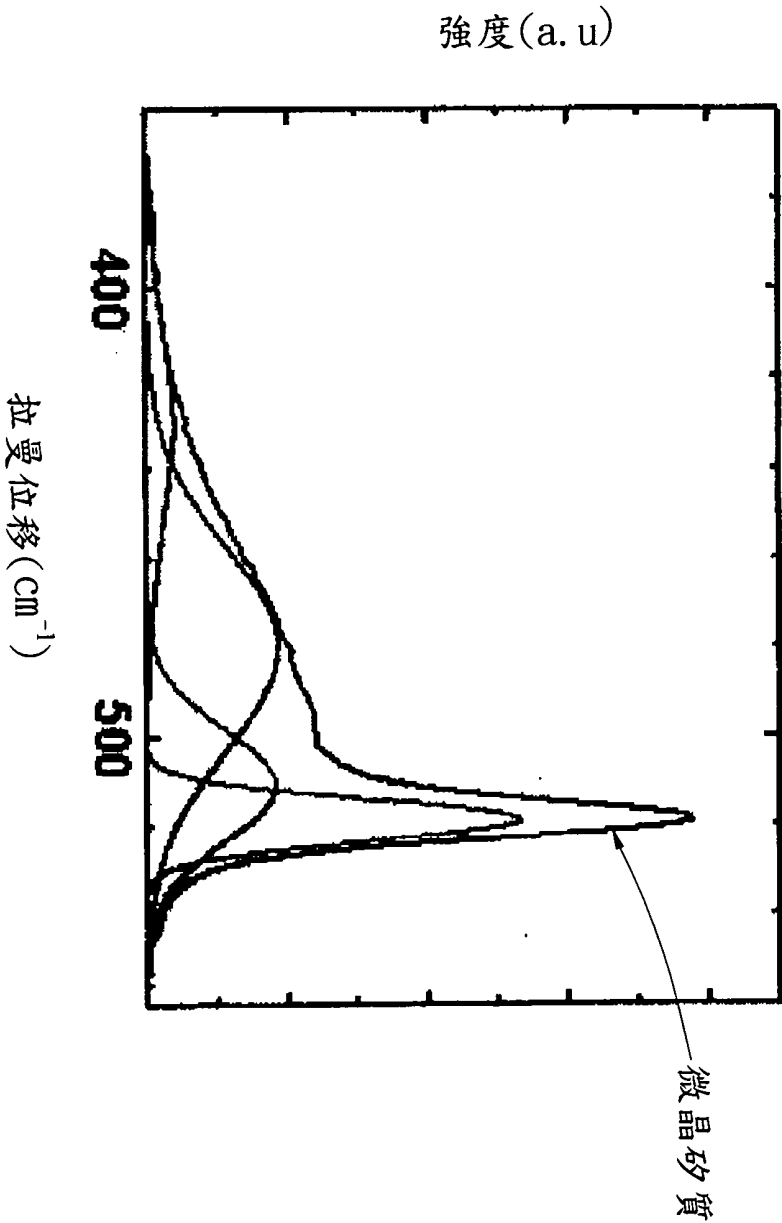


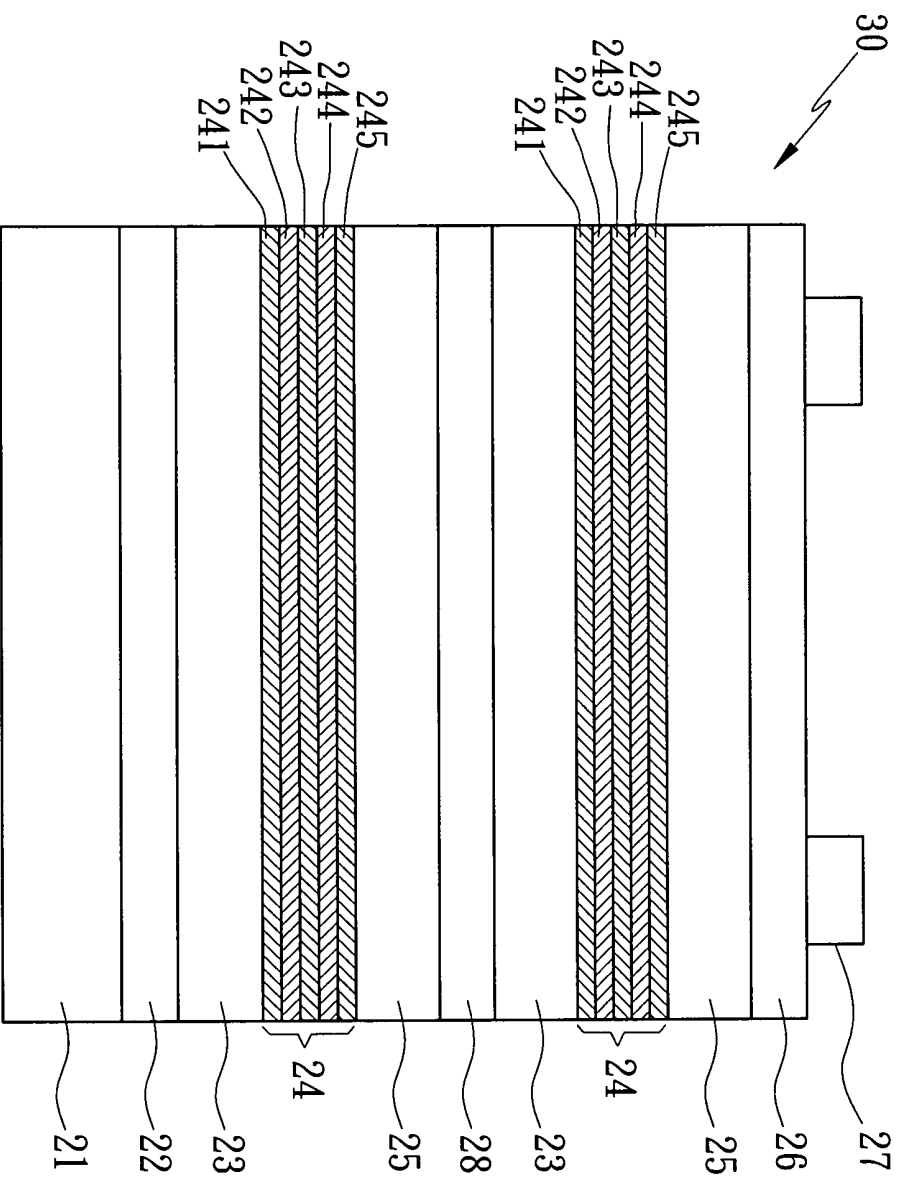
第 1 圖



第 2 圖

第 3 圖





第 4 圖

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

20：太陽能電池 21：基板 22：第一導電膜

23：P型半導體層

24：本質型(i型)半導體層

241、243、245：奈米晶矽質薄膜層

242、244：微晶矽質薄膜層

25：N型半導體層 26：第二導電膜

27：上電極

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：