



(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 I378567B1

(45)公告日：中華民國 101 (2012) 年 12 月 01 日

(21)申請案號：098103891

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 02 月 06 日

(51)Int. Cl. : *H01L31/042 (2006.01)**H01L31/06 (2012.01)*(71)申請人：聯相光電股份有限公司 (中華民國) NEXPOWER TECHNOLOGY CORPORATION
(TW)

臺中市后里區后科南路 2 號

(72)發明人：畢建中 BI, CHIEN CHUNG (TW)；賴光傑 LAI, KUANG CHIEH (TW)

(74)代理人：周威君

(56)參考文獻：

TW 200840064

TW 200843125

審查人員：翁佑菱

申請專利範圍項數：21 項 圖式數：4 共 0 頁

(54)名稱

薄膜太陽能電池

(57)摘要

本發明係關於一種薄膜太陽能電池，其包含：一基板；一透明導電層，其係形成於基板之上；一第一半導體薄膜層，其係形成於透明導電層之上；一反射薄膜層，其係形成於第一半導體薄膜層之上，並具有複數個微通道，該反射薄膜層係為高反射性，可使光反射至第一半導體薄膜層，增進第一半導體薄膜層之光吸收率；一反射率增進結構層係形成於反射薄膜層之上，該反射率增進結構層包含至少一堆疊層，該堆疊層係包括一低折射率層與一高折射率層，可使入射光由具有較高折射率之高折射率層進入具有較低折射率之低折射率層時，產生光之全反射作用，使入射光再進入第一半導體薄膜層或第二半導體薄膜層，增進該兩半導體薄膜層之光再吸收；一第二半導體薄膜層，其係形成於反射率增進結構層之上；以及一電極層係形成於第二半導體薄膜層之上。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種太陽能電池，尤其係關於一種藉由增進半導體薄膜層的光吸收率而提昇光電轉換效率之薄膜太陽能電池。

【先前技術】

太陽能電池係為一種利用光伏特效應(photovoltaic effect)轉換入射光子的能量而產生輸出電壓之光電轉換裝置，由於其具有光源之取用不會耗竭、潔淨、環保以及安全等諸多優點，已成為目前備受矚目之替代能源。太陽能電池依其材料、製造程序與結構之差異可區分為單晶矽(Crystalline Si)、多晶矽(Polycrystalline Si)、非晶矽(Amorphous Si)、非矽半導體以及薄膜太陽能電池(thin film solar cell)等，其中薄膜太陽能電池的開發，使得製造成本降低的同時，亦提高電池轉換效率。

習知以非晶矽為主之薄膜太陽能電池的基本結構可分為透明基板(substrate)、透明導電層、由 P-i-N 二極體構成之半導體薄膜層以及電極層四個主要部分，並藉由自透明基板一側入射之光源，於薄膜半導體層內產生電子-電洞對，而生成光電流，其中 P-i-N 結構一般採用氫化非晶矽(Amorphous Silicon, a-Si:H)作為本質層，再藉由原子摻雜(Doping)方式引進額外中間能帶，使導帶與價帶的能階相互耦合(overlap)，目前為了增加薄膜太陽能電池的轉換效率，亦可採用微晶矽(microcrystalline silicon, c-Si:H)材質作為本質層來進行摻雜並與非晶矽材質進行相互堆疊。

對於薄膜太陽能電池而言，其光電轉換效能的優劣，大部分取決於半導體薄膜層對光能吸收之效率，此關鍵因子可決定太陽能電池輸出的電流與電壓。光源進入物體之型式可為直接(direct)射入或先經過地表其他物體再散射並擴散(diffuse)該光線，一般的情況，直接陽光約佔太陽能電池入

射光的80%，但此部份之光程路徑較短且吸收不易，導致半導體薄膜層之光能吸收效率不彰以及增加未吸收光的損失，此外，不論是採用氫化非晶矽或微晶矽所形成的P-i-N結構，其所能提高的光電轉換效率仍然有限。雖然薄膜太陽能電池中之金屬電極層係具有反射光線之效用，並可將光損失部份再反射至薄膜半導體層，促使該層之光源再吸收，但其對增進光電轉換率之效益並不大。

為解決光電轉換效能不佳之問題，先前技術提出使用多層P-i-N結構相互堆疊，例如以氫化非晶矽P-i-N結構和微晶矽P-i-N結構相互堆疊而形成太陽能電池，藉以提高薄膜太陽能電池的光吸收性與光電轉換效率，然此種堆疊式結構容易使光穿透率降低，反而降低薄膜太陽能電池的光吸收性與光電轉換效率；另一方面，亦有習知技術於透明基板入射光源該側之表面增設紋理(texture)或粗糙化該表面，欲造成光源散射，使光以較多的角度進入薄膜太陽能電池中，進而增加光與半導體薄膜層相互作用的路徑，然而該些先前技術可提昇之光電轉換效率仍然有限，且此能量轉換效率問題係為目前太陽能電池的近一步推廣和普及率之一大瓶頸。

因此，為使光電轉換率可有效提昇，開發一種可增進半導體薄膜層之光能吸收率的薄膜太陽能電池係為當務之急。

【發明內容】

為解決習知薄膜太陽能電池之光電轉換效率不佳的問題，本發明係提供一種薄膜太陽能電池，其係利用可產生光全反射(Total internal reflection)作用以及光反射作用之材料層的設置，以增進半導體薄膜層之光能吸收率，進而達到有效提昇光電轉換率之目的。

為達上述目的，本發明係提供一種薄膜太陽能電池，其包含：一基板、一透明導電層、一第一半導體薄膜層、一反射薄膜層、一反射率

增進結構層、一第二半導體薄膜層以及一電極層。透明導電層係形成於基板之上，且第一半導體薄膜層係形成於該透明導電層之上；第一半導體薄膜層之上係形成該反射薄膜層，該反射薄膜層係為高反射性並具有複數個微通道，藉以使入射光可進入薄膜太陽能電池內部，該些微通道係於反射薄膜層成膜時預留切割槽所形成；反射率增進結構層係形成於該反射薄膜層之上，該反射率增進結構層包含至少一堆疊層，該堆疊層係包括一低折射率層與一高折射率層，且低折射率層的折射率係相對低於高折射率層之折射率；第二半導體薄膜層，其係形成於該反射率增進結構層之上；以及電極層係形成於該第二半導體薄膜層之上。第一半導體薄膜層與第二半導體薄膜層係分別具有至少單接面(junction)以上，例如單接面(single-junction)、雙接面(double-junction)、三接面(triple-junction)或多接面(multi-junction)。

其中，高折射率層係形成於低折射率層之上，且該些微通道係延伸開設至反射率增進結構層，藉以使入射光可進入薄膜太陽能電池內部，此些微通道係於反射率增進結構層成膜時預留切割槽所形成。另一方面，低折射率層亦可形成於高折射率層之上。

此外，透明導電層、低折射率層與高折射率層係一透明導電氣薄膜(transparent conducting oxide, TCO)層，該透明導電氣薄膜層之材質係選自於由二氧化錫(SnO_2)、氧化銦錫(ITO)、氧化銦鋅(IZO)、氧化鋁鋅(AZO)、氧化鎵鋅(GZO)、氧化鋅(ZnO)以及氧化矽(SiO_2)所組成之族群。反射薄膜層係不透光之導電材質例如金屬、非金屬(如石墨)或非金屬與金屬組成之混合物等。第一半導體薄膜層之能隙大於第二半導體薄膜層之能隙，其中，第一半導體薄膜層係由非晶矽(amorphous silicon, a-Si)材質所構成的一 P-i-N 結構，第二半導體薄膜層係由微晶矽(microcrystalline silicon, mc-Si)或微晶矽鍺

(microcrystalline silicon germanium; mc-SiGe)材質所構成的一 P-i-N 結構。基板係選自由玻璃、石英、透明塑膠以及透明可撓性基板所組成群組中之任何一種材料。該電極層係包含至少一金屬層，此金屬層之材料係選自由鋁、鎳、金、銀、鉻、鈦以及鈹所組成之群組。

藉由反射率增進結構層之設置，可使入射光由具有較高折射率之高折射率層進入具有較低折射率之低折射率層時，產生光之全反射作用，使入射光再進入第一半導體薄膜層或第二半導體薄膜層，增進該兩半導體薄膜層之光再吸收；另一方面，利用不透明之反射薄膜層可使光反射至第一半導體薄膜層，增進第一半導體薄膜層之光吸收率。

前述薄膜太陽能電池係利用具有不同折射率堆疊層之反射率增進結構層所致光全反射作用以及薄膜反射層之光反射作用，將已通過第一半導體薄膜層或第二半導體薄膜層卻未被吸收之光線再引導至該兩半導體薄膜層中，藉以增長光於該兩半導體薄膜層內行走的路徑，促使未吸收光於該層之再吸收，有效提高半導體薄膜層之光吸收率，進而增進光電轉換效率，同時改進習知薄膜太陽能電池因堆疊式結構而降低光穿透率以及基板表面設置紋理或粗糙化處理，卻無法有效提昇薄膜太陽能電的光吸收性與光電轉換效率之弊端，並帶動薄膜太陽能電池之推廣應用和促進使用普及率。

以下將配合圖式進一步說明本發明的實施方式，下述所列舉的實施例係用以闡明本發明，並非用以限定本發明之範圍，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可做些許更動與潤飾，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。

【實施方式】

請參閱第一圖，該圖係本發明薄膜太陽能電池之一較佳實施例的剖視圖。該薄膜太陽能電池 100 係包含一基板 110、一透明導電層 120、一第一半導體薄膜層 130、一反射薄膜層 140、一反射率增進結構層 150、一第二半導體薄膜層 160 以及一電極層 170，其中反射率增進結構層 150 可使入射光產生全反射作用並將光反射至第二半導體薄膜層 160，進而增進第二半導體薄膜層 160 之光再吸收；另一方面，反射薄膜層 140 可使光反射至第一半導體薄膜層 130，增進第一半導體薄膜層 130 之光吸收率。藉由反射薄膜層 140 與反射率增進結構層 150 之設置，可有效提昇薄膜太陽能電池 100 之光電轉換率。

基板 110，其一面係為光入射面，基板 110 之材質係選自由玻璃、石英、透明塑膠以及透明可撓性基板所組成群組中之任何一種材料，但不以此為限，凡是可透光材質皆可應用於此，藉以使入射光可進入薄膜太陽能電池 100 內。

透明導電層 120，其係形成於基板 110 另一面之上，透明導電層 120 係為透明導電氣薄膜(transparent conducting oxide, TCO)層，並兼具高可見光透光性與低阻抗值，其材質係可選自於由二氧化錫(SnO_2)、氧化銦錫(ITO)、氧化銦鋅(IZO)、氧化鋁鋅(AZO)、氧化鎵鋅(GZO)、氧化鋅(ZnO)以及氧化矽(SiO_2)所組成之族群。

第一半導體薄膜層 130，其係形成於透明導電層 120 之上，並具有至少單接面(junction)以上，例如單接面(single-junction)、雙接面(double-junction)、三接面(triple-junction)或多接面(multi-junction)。於本發明實施例中第一半導體薄膜層 130 之能隙大於第二半導體薄膜層 160 之能隙，第一半導體薄膜層 130 係由非晶矽(amorphous silicon, a-Si)材質

所構成的一 P-i-N 結構，藉以產生光伏特效應並形成電子電洞對，提供光電流。

反射薄膜層 140，其係形成於透明導電層 120 之上，其係為不透光之導電材質例如金屬、非金屬(如石墨)或非金屬與金屬組成之混合物等，並具高反射特性，因此當通過第一半導體薄膜層 130 卻未被其吸收之入射光行經反射薄膜層 140 時，反射薄膜層 140 可導引入射光反射至第一半導體薄膜層 130，促使第一半導體薄膜層 130 之光再吸收作用。此外，由於反射薄膜層 140 係為不透光，故可於此層開設複數個微通道 141，以供入射光進入設置於反射薄膜層 140 上方之其他層體中，該些微通道 141 係於該反射薄膜層 140 成膜時預留切割槽所形成，藉以使薄膜太陽能電池 100 製程中減少一道雷射切割程序。

反射率增進結構層 150，其係形成於反射薄膜層 140 之上，並包含至少一堆疊層，該堆疊層係包括一低折射率層 151 與一高折射率層 152，低折射率層 151 的折射率(refractive index, n)係相對低於高折射率層 152 之折射率，且高折射率層 152 係形成於低折射率層 151 之上，當通過第二半導體薄膜層 160 卻未被其吸收之入射光自電極層 170 反射至反射率增進結構層 150 時，由於入射光係由高折射率層 152 進入低折射率層 151，亦即光係由具有高折射率之介質進入具有低折射率之介質，因此產生光之全反射作用，而此反射光會進入第二半導體薄膜層 160，促使第二半導體薄膜層 160 之光再吸收作用。此外，前述設置於反射薄膜層 140 之複數個微通道 141 係可延伸開設至反射率增進結構層 150，且該些微通道係可於反射率增進結構層 150 成膜時預留切割槽而形成，藉以使薄膜太陽能電池 100 製程中減少一道雷射切割程序。

低折射率層 151 與高折射率層 152 皆係透明導電氣薄膜層，且其材質係可選自於由二氧化錫(SnO_2)、氧化銦錫(ITO)、氧化銦鋅(IZO)、氧化鋁鋅(AZO)、氧化鎵鋅(GZO)、氧化鋅(ZnO)以及氧化矽(SiO_2)所組成之族群，由於此些透明導電氣薄膜材質係具有不同之折射率，或可利用不同製程條件將該些透明導電氣薄膜材質之折射率調整至所需範圍內，例如加入其他物質使透明導電氣薄膜材質具有不同折射率，因此可依兩材料間相對高低折射率選擇適當之低折射率層 151 與高折射率層 152 的材質，亦即將分別具有的相對高與相對低折射率之材料配對為一堆疊層，其中具有相對高折射率之材料作為高折射率層 152，具有相對低折射率之材料則作為低折射率層 151。此外，反射率增進結構層 150 所具有之堆疊層的對數可根據薄膜太陽能電池 100 之光電轉換效能的提昇程度而再增設，並不以此為限。

第二半導體薄膜層 160，其係形成於反射率增進結構層 150 之上，並具有至少單接面(junction)以上，例如單接面(single-junction)、雙接面(double-junction)、三接面(triple-junction)或多接面(multi-junction)。於本發明實施例中第二半導體薄膜層 160 的能隙小於第一半導體薄膜層 130 之能隙，第二半導體薄膜層 160 係由微晶矽(microcrystalline silicon, mc-Si)或微晶矽鍺(microcrystalline silicon germanium; mc-SiGe)材質所構成的一 P-i-N 結構，藉以產生光伏特效應並形成電子電洞對，提供光電流。

電極層 170，其係形成於第二半導體薄膜層 160 之上，電極層 170 包含至少一金屬層，該金屬層之材料係選自由鋁、鎳、金、銀、鉻、鈦以及鈹所組成之群組。由於電極層 170 係為金屬材質，因此，通過第二半導體薄膜層 160 卻未被其吸收之入射光至電極層 170 時，會

因電極層 170 本身材質而使入射光再反射至第二半導體薄膜層 160 與反射率增進結構層 150。

請參閱第二圖，該圖係本發明薄膜太陽能電池之另一較佳實施例的剖視圖。該薄膜太陽能電池 200 之結構大致上與前述實施例之薄膜太陽能電池 100 相似，且薄膜太陽能電池 200 所設各層體之材質與功用係同於薄膜太陽能電池 100。薄膜太陽能電池 200 係包含一基板 210、一透明導電層 220、一第一半導體薄膜層 230、一反射薄膜層 240、一反射率增進結構層 250、一第二半導體薄膜層 260 以及一電極層 270，其中反射率增進結構層 250 可使入射光產生全反射作用並將光反射至第一半導體薄膜層 230，進而增進第一半導體薄膜層 230 之光再吸收；另一方面，反射薄膜層 240 可使光反射至第一半導體薄膜層 230，增進第一半導體薄膜層 230 之光吸收率，同時反射薄膜層 240 開設有複數個微通道 241，以供入射光進入薄膜太陽能電池 200 內部。藉由反射薄膜層 240 與反射率增進結構層 250 之設置，可有效提昇薄膜太陽能電池 200 之光電轉換率。

其中，反射率增進結構層 250 包含至少一堆疊層，該堆疊層係包括一低折射率層 251 與一高折射率層 252，低折射率層 251 的折射率係相對低於高折射率層 252 之折射率，且低折射率層 251 係形成於高折射率層 252 之上，當通過第一半導體薄膜層 230 卻未被其吸收之入射光進入反射率增進結構層 250 時，由於入射光係由高折射率層 252 進入低折射率層 251，亦即光係由具有高折射率之介質進入具有低折射率之介質，因此產生光之全反射作用，而此反射光會進入第一半導體薄膜層 230，促使第一半導體薄膜層 230 之光再吸收作用。

前述薄膜太陽能電池 100 或薄膜太陽能電池 200 之各層體係依序以習知方法而逐層堆疊形成，該方法可包含濺鍍、常壓化學氣相沈積、低壓化學氣相沈積、電子迴旋共振法、直流輝光放電法、射頻輝光放電法、濺謝法和熱絲法等，但不以此為限，凡是可於一層體之上形成另一層體的方法皆可應用於此。

請參閱第三圖，該圖係本發明薄膜太陽能電池之一較佳實施例的入射光產生反射與全反射之示意圖。當入射光由基板 110 進入薄膜太陽能電池 100 內，會依序通過透明導電層 120 與第一半導體薄膜層 130，並行至反射薄膜層 140，此時不透明之反射薄膜層 140 可使入射光反射至第一半導體薄膜層 130(光反射路徑請參閱第三圖粗黑色箭頭處)，促使第一半導體薄膜層 130 之光再吸收作用；另一方面，由於反射薄膜層 140 係設置有複數個微通道 141，藉以使入射光通過該些微通道 141 進入反射率增進結構層 150，再進入至第二半導體薄膜層 160，而此些微通道 141 亦可延伸開設至反射率增進結構層 150，使入射光通過該些微通道 141 直接進入第二半導體薄膜層 160。最後入射光行至金屬製電極層 170 處，會自電極層 170 反射至反射率增進結構層 150，並藉由入射光由高折射率層 152 進入低折射率層 151 產生之光全反射(光全反射路徑請參閱第三圖粗白色箭頭處)，而反射至第二半導體薄膜層 160，促使第二半導體薄膜層 160 之光再吸收作用。

請參閱第四圖，該圖係本發明薄膜太陽能電池之另一較佳實施例的入射光產生反射與全反射之示意圖。當入射光由基板 210 進入薄膜太陽能電池 200 內，會依序通過透明導電層 220 與第一半導體薄膜層 230，並行至反射薄膜層 240，此時不透明之反射薄膜層 240

可使入射光反射至第一半導體薄膜層 230(光反射路徑請參閱第四圖粗黑色箭頭處)，促使第一半導體薄膜層 230 之光再吸收作用；另一方面，由於反射薄膜層 240 係設置有複數個微通道 241，藉以使入射光可通過該些微通道 241 進入反射率增進結構層 250，並利用入射光由高折射率層 252 進入低折射率層 251 產生之光全反射(光全反射路徑請參閱第四圖粗白色箭頭處)，而反射至第一半導體薄膜層 230，促使第一半導體薄膜層 230 之光再吸收作用。

綜上所述，藉由反射率增進結構層 150、250 之設置，可使入射光產生光之全反射作用，使入射光再進入第一半導體薄膜層 130、230 或第二半導體薄膜層 160、260，增進該兩半導體薄膜層之光吸收率；另一方面，利用不透明之反射薄膜層 140、240 可使光反射至第一半導體薄膜層 130、230，增進第一半導體薄膜層 130、230 之光吸收率，進而有效提昇薄膜太陽能電池 100、200 之光電轉換效率。

【圖式簡單說明】

第一圖係本發明薄膜太陽能電池之一較佳實施例的剖視圖。

第二圖係本發明薄膜太陽能電池之另一較佳實施例的剖視圖。

第三圖係本發明薄膜太陽能電池之一較佳實施例的入射光產生反射與全反射之示意圖。

第四圖係本發明薄膜太陽能電池之另一較佳實施例的入射光產生反射與全反射之示意圖。

【主要元件符號說明】

100 薄膜太陽能電池

110 基板

120 透明導電層

130 第一半導體薄膜層

140 反射薄膜層

141 微通道

150 反射率增進結構層

151 低折射率層

152 高折射率層

160 第二半導體薄膜層

170 電極層

200 薄膜太陽能電池

210 基板

220 透明導電層

230 第一半導體薄膜層

240 反射薄膜層

241 微通道

250 反射率增進結構層

251 低折射率層

252 高折射率層

260 第二半導體薄膜層

270 電極層

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：98103891

※ 申請日：98.2.6

※IPC 分類：H01L 31/042 (2006.01)
H01L 31/06 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

薄膜太陽能電池

二、中文發明摘要：

本發明係關於一種薄膜太陽能電池，其包含：一基板；一透明導電層，其係形成於基板之上；一第一半導體薄膜層，其係形成於透明導電層之上；一反射薄膜層，其係形成於第一半導體薄膜層之上，並具有複數個微通道，該反射薄膜層係為高反射性，可使光反射至第一半導體薄膜層，增進第一半導體薄膜層之光吸收率；一反射率增進結構層係形成於反射薄膜層之上，該反射率增進結構層包含至少一堆疊層，該堆疊層係包括一低折射率層與一高折射率層，可使入射光由具有較高折射率之高折射率層進入具有較低折射率之低折射率層時，產生光之全反射作用，使入射光再進入第一半導體薄膜層或第二半導體薄膜層，增進該兩半導體薄膜層之光再吸收；一第二半導體薄膜層，其係形成於反射率增進結構層之上；以及一電極層係形成於第二半導體薄膜層之上。

三、英文發明摘要：

七、申請專利範圍：

1、一種薄膜太陽能電池結構，包括：

一基板；

一透明導電層，其係形成於該基板之上；

一第一半導體薄膜層，其係形成於該透明導電層之上；

一反射薄膜層，其係形成於該第一半導體薄膜層之上，該反射薄膜層係為高反射性並具有複數個微通道；

一反射率增進結構層，其係形成於該反射薄膜層之上，該反射率增進結構層包含至少一堆疊層，該堆疊層係包括一低折射率層與一高折射率層；

一第二半導體薄膜層，其係形成於該反射率增進結構層之上；以及
一電極層，其係形成於該第二半導體薄膜層之上。

2、如申請專利範圍第 1 項所述之薄膜太陽能電池結構，其中所述堆疊層中之該高折射率層係形成於該低折射率層之上。

3、如申請專利範圍第 2 項所述之薄膜太陽能電池結構，其中該些微通道係延伸開設至該反射率增進結構層。

4、如申請專利範圍第 1 或 3 項所述之薄膜太陽能電池結構，其中該些微通道係於該反射薄膜層成膜時預留切割槽所形成。

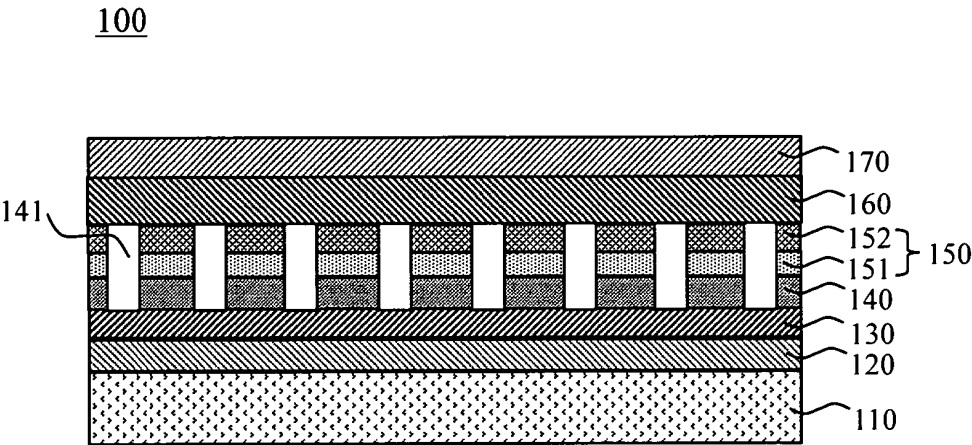
5、如申請專利範圍第 3 項所述之薄膜太陽能電池結構，其中該些微通道係於該反射率增進結構層成膜時預留切割槽所形成。

6、如申請專利範圍第 1 項所述之薄膜太陽能電池結構，其中所述堆疊層中之該低折射率層係形成於該高折射率層之上。

- 7、如申請專利範圍第 1 項所述之薄膜太陽能電池結構，其中該低折射率層之折射率係相對低於該高折射率層之折射率。
- 8、如申請專利範圍第 1 項所述之薄膜太陽能電池結構，其中該低折射率層與該高折射率層係一透明導電氣薄膜(transparent conducting oxide, TCO)層。
- 9、如申請專利範圍第 1 項所述之薄膜太陽能電池結構，其中該透明導電層係一透明導電氣薄膜(transparent conducting oxide, TCO)層。
- 10、如申請專利範圍第 8 或 9 項所述之薄膜太陽能電池結構，其中該透明導電氣薄膜層之材質係選自於由二氧化錫(SnO_2)、氧化銦錫(ITO)、氧化銦鋅(IZO)、氧化鋁鋅(AZO)、氧化鎵鋅(GZO)、氧化鋅(ZnO)以及氧化矽(SiO_2)所組成之族群。
- 11、如申請專利範圍第 1 項所述之薄膜太陽能電池結構，其中該反射薄膜層係為不透光之導電材質。
- 12、如申請專利範圍第 11 項所述之薄膜太陽能電池結構，其中該反射薄膜層之材質係為金屬、非金屬或非金屬/金屬混合物。
- 13、如申請專利範圍第 12 項所述之薄膜太陽能電池結構，其中該反射薄膜層之材質係為石墨。
- 14、如申請專利範圍第 1 項所述之薄膜太陽能電池結構，其中該第一半導體薄膜層係具有至少單接面(junction)。
- 15、如申請專利範圍第 1 項所述之薄膜太陽能電池結構，其中該第二半導體薄膜層係具有至少單接面(junction)。

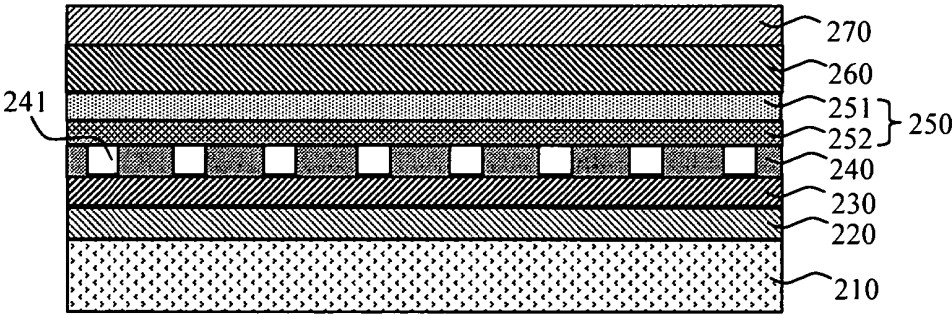
- 16、如申請專利範圍第 1 項所述之薄膜太陽能電池結構，其中該第一半導體薄膜層之能隙大於該第二半導體薄膜層之能隙。
- 17、如申請專利範圍第 16 項所述之薄膜太陽能電池結構，其中所述第一半導體薄膜層係由非晶矽(amorphous silicon, a-Si)材質所構成的一 P-i-N 結構。
- 18、如申請專利範圍第 16 項所述之薄膜太陽能電池結構，其中所述第二半導體薄膜層係由微晶矽(microcrystalline silicon, mc-Si)或微晶矽鍺(microcrystalline silicon germanium; mc-SiGe)材質所構成的一 P-i-N 結構。
- 19、如申請專利範圍第 1 項所述之薄膜太陽能電池結構，其中該基板係選自由玻璃、石英、透明塑膠以及透明可撓性基板所組成群組中之任何一種材料。
- 20、如申請專利範圍第 1 項所述之薄膜太陽能電池結構，其中該電極層係包含至少一金屬層。
- 21、如申請專利範圍第 20 項所述之薄膜太陽能電池結構，其中該金屬層之材料係選自由鋁、鎳、金、銀、鉻、鈦以及鈮所組成之群組。

八、圖式：

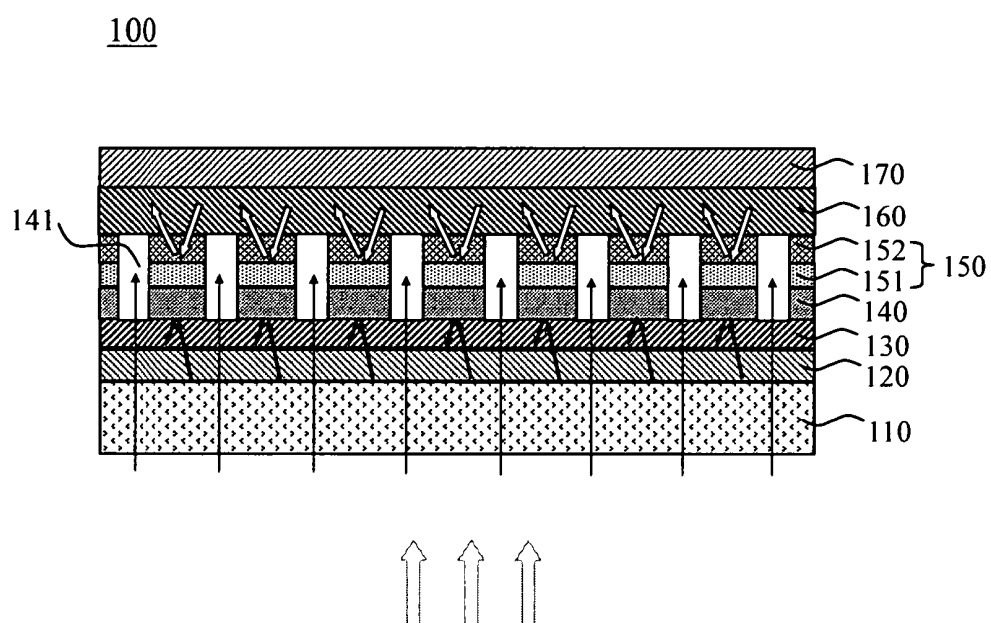


第一圖

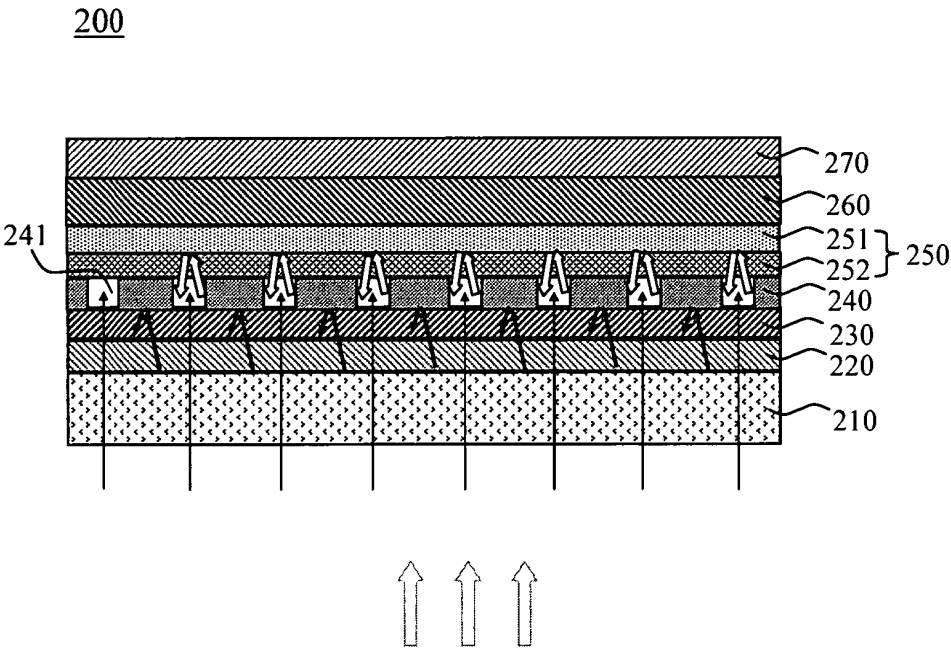
200



第二圖



第三圖



第四圖

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 無 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：