

【發明說明書】

【中文發明名稱】 太陽能電池模組

【英文發明名稱】 PHOTOVOLTAIC MODULE

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種具有一或多個光伏電池的太陽光電模組，所述一或多個光伏電池位於前板與背板之間的空間中，所述空間更包含封裝體材料，所述太陽光電模組包括多個焊帶（ribbon），所述多個焊帶提供所述一或多個光伏電池之間的電性互連（electrical interconnection）。

【先前技術】

【0002】 此項技術中習知的太陽光電（photovoltaic，PV）模組包括作為個別電池的感光部分的主動區、包括所述模組中的其他部分中的大部分的非主動區（例如位於電池陣列中及電池陣列周圍的框架區（framing region）及邊際區（marginal region））及能夠藉由（雙重）反射將入射光的一部分重定向至主動區域上的半主動區（例如靠近於電池的金屬互連線及背板區域）。PV 模組的視覺外觀是由該些特徵決定，其中主動區域顯得相對較暗（若入射光中的大多數被吸收，則極為暗）且金屬區域顯得相對較亮。背板的可見部分相依於背板的材料，背板的材料可為透明的（特別是若背板為玻璃背板）、白色的（為達成最大模組效率）或黑色的（若需要總體上為暗的外觀）。當前市場上銷售的所有黑色模組均

具有黑色背板及黑色框架。然而，金屬化區依然相對較亮而使得在美感上劣於具有均勻黑色表面的模組。

【0003】 美國專利公開案 US2012/0247541 揭露一種包括光伏電池及與所述光伏電池上的入射光的至少一部分進行交互作用以對觀察者呈現經修改視覺外觀的外觀修改系統的有色太陽光電（PV）模組。外觀修改系統在空間上對入射光進行解多工（demultiplex）以提供發電組件及外觀修改組件。外觀修改組件實質上被定向至觀察者，且在實施例中包括被提供至施釉層的多個小面（facet）及被提供至光伏電池非主動區域的嵌置元件。在空間上進行解多工包括將小面及嵌置元件配置成使得小面將自嵌置元件反射的光實質上朝向觀察者進行折射。

【0004】 美國專利公開案 US2008/0006323 揭露一種具有經封裝光伏元件及紅外線（infrared，IR）透射裝飾覆蓋件的太陽光電模組。應清楚的是，紅外線透射裝飾覆蓋件將對太陽光電模組的效能造成負面影響，同樣，主動區亦會因由具有光散射功能的覆蓋件所造成的漫射效應而受到負面影響。

【0005】 美國專利公開案 US2009/0151771 揭露一種覆蓋對多個光伏電池進行電性互連的反射導電焊帶（reflective conductive ribbon）的干涉遮罩（interferometric mask）。此種干涉遮罩可減少入射光自導體的反射。在各種實施例中，所述遮罩減少反射，以使前電極圖案及後電極圖案相對於裝置的周圍特徵呈現黑色或相似顏色。在其他實施例中，所述遮罩可對光的反射進行調變而使

得電極圖案匹配可見光譜中的顏色。缺點是焊帶的此種構造難以製造且難以焊接於母線（busbar）上。熱傳遞受到光學共振腔（optical resonance cavity）阻礙。

【0006】 中國專利公開案 CN-A-102623554 揭露一種製造太陽電池模組（solar cell module）的方法，所述方法包括其中以黑色或暗灰色焊條（welding strip）取代傳統銀色焊條的太陽電池製造工序。所述方法成本低且適合於大型生產。缺點是焊接製程的熱傳遞受到所使用的無機顏料阻礙。此使得焊接不可靠且在母線與焊帶之間造成易碎的接點（junction），由此負面地影響模組在超過 25 年的壽命期間在室外條件下的長期可靠性。

【發明內容】

【0007】 本發明旨在提供一種在美學意義（aesthetic sense）上表現良好的太陽光電模組。本發明使得能夠焊接傳統的塗佈有錫的銅焊帶且能夠實質上完善模組的黑色外觀。

【0008】 根據本發明，提供以上所界定的太陽光電模組，所述太陽光電模組更包括單個可見光吸收層，所述單個可見光吸收層具有圖案，所述圖案至少包括與所述多個焊帶對準的局部區域，其中與所述多個焊帶對準的局部區域具有寬度 $w+e$ ，寬度 $w+e$ 等於相關聯的所述多個焊帶的焊帶寬度 w 加上對稱施加的延伸寬度 e ，其中在所述多個焊帶 3 的前表面與單個可見光吸收層 7 之間存在高度 h ，其中延伸寬度 e 及高度 h 是根據以下公式來決定：

$$\frac{2h}{w+e} < \tan(90 - \sin^{-1}(\frac{1}{n_E}))$$

其中 n_E 是封裝體材料的折射率，且其中所述單個可見光吸收層設置於前板的內表面上。

【0009】 該些特徵的組合確保太陽光電模組的外觀對於觀察者而言完全是暗的（黑色的）。

【圖式簡單說明】

【0010】 以下將參照附圖更詳細地論述本發明，在附圖中：

圖 1 顯示太陽光電模組的正視圖。

圖 2 顯示根據本發明另一實施例的太陽光電模組的立體圖。

圖 3 顯示應用在本發明太陽光電模組實施例中的單個可見光吸收層的實施例的俯視圖。

圖 4 顯示根據本發明實施例的太陽光電模組的局部剖面圖。

圖 5 顯示太陽光電模組的局部剖面圖，其示出各向同性 (isotropic) 反射。

圖 6A 及圖 6B 顯示本發明太陽光電模組的再兩個實施例的局部剖視圖。

【實施方式】

【0011】 現今廣泛使用具有一或多個光伏電池的太陽光電模組，且建築與居住局域的進一步一體化持續推動著在獲得更高效的太陽光電模組方面以及在獲得更美觀的太陽光電模組方面作出努力。

【0012】 在圖 1 中顯示太陽光電（PV）模組 1 的正視圖，PV 模組 1 在本領域中被稱為「全黑（all-black）」PV 模組。PV 模組 1 的

外觀幾乎完全是暗的，對太陽光電模組 1 的個別光伏電池 2 進行互連的焊帶 3（參見以下參照圖 2 所述的實施例）及對焊帶 3 的端部（或端子）進行互連的匯流排（bussing）3a 除外。大體而言，匯流排 3a 在與焊帶 3 的方向垂直的方向上延伸。此種特定 PV 模組 1 版本中的焊帶 3 及匯流排 3a 是由導電材料製成，且一般而言是由反射視覺輻射（光）的材料製成，通常被實施作為鍍錫扁平銅焊線。因而，即使在「全黑」PV 模組 1 的情形中，PV 模組 1 的外觀仍不完全是黑色的。

【0013】在圖 2 中顯示 PV 模組 1 的再一變型的立體圖，在此種情形中 PV 模組 1 具有光伏電池 2 的 6×10 陣列（亦參見以下對圖 3 的說明）。在此立體圖中可見的是太陽光電模組 1 的常用分層結構，所述結構包括（自下向上）背板 5、包括其中嵌置有光伏電池 2 的封裝體材料 6 的封裝體層、及（玻璃）前板 4。每一光伏電池 2 頂上設置有母線 3b 以收集來自光伏電池 2 的電荷載子，且設置有對所述多個光伏電池 2 中各個相鄰的光伏電池 2 進行互連的焊帶 3（或耳片（tab））。一般而言，焊帶 3 是使用焊接連接件/焊接層 3c 而連接至母線 3b（亦參照以下更詳細闡述的圖 6A 及圖 6B 中所示的實施例）。在圖 2 所示立體圖中亦顯示單個可見光吸收層 7，根據本發明的實施例，單個可見光吸收層 7 被塗覆至太陽光電模組 1 的前板 4 的後表面。具有如以下更詳細論述的再一些特徵的單個可見光吸收層 7 將有效地遮罩住太陽光電模組 1 的其他反射（且因此可見）的部分，特別是如圖 1 中所示的焊帶 3 及匯流

排 3a。應注意，在實際實作中，層的堆疊可包括甚至更多的層，例如抗反射塗層（anti-reflection coating，ARC）層（例如，位於前板 4 頂上）。

【0014】 在此說明中，可見光被界定為對於人眼而言可見的輻射，其一般而言對應於 390 奈米（nm）至 700 奈米的波長。亦與太陽光電模組 1 相關的可為近紅外線（near infrared，NIR）輻射（實質上為具有 700 奈米至 1000 奈米的波長區），乃因此種輻射（的一部分）可藉由光伏電池 2 轉換。此外，實質上具有大於 1000 奈米的波長區的紅外線輻射可能撞擊太陽光電模組 1。

【0015】 對於如圖 1 中所示 PV 模組 1 的示例性實施例，焊帶 3、匯流排 3a 及光伏電池 2 嵌置於前板 4 與背板 5 之間的封裝體層 6 中。在此實施例中，單個可見光吸收層 7 是塗覆與焊帶 3 及匯流排 3a 上方的對準的區域（例如，作為觸及頂部片材 4 的層 7）。單個可見光吸收層 7 將接著具有如圖 3 的俯視圖中所示出的形狀。應注意，如圖 3 中所示的單個可見光吸收層 7 的具體實施例亦可應用於如圖 2 中所示的 6×10 陣列實施例，其中單個可見光吸收層 7 的區域接著與存在於每一光伏電池 2 頂上及每一光伏電池 2 之間的焊帶 3（例如，呈如圖 2 的實施例中所示出的四條平行線的形式）對準，且與太陽光電模組 1 的再一些（非主動）區域對準，例如，介於個別的光伏電池 2 之間的空間或太陽光電模組 1 的周邊處的區域。應用單個可見光吸收層 7 將提供具有真正暗的外觀的 PV 模組 1。

【0016】 在所示實施例中，單個可見光吸收層 7 具有圖案，所述圖案至少包括與太陽光電模組 1 的焊帶 3（及匯流排 3a）對準的區域。在圖 2 的示例性實施例中，可見光吸收層 7 的圖案與位於光伏電池 2 中的每一者的輻射接收區域上的所述多個（光學反射）焊帶 3（位於每一光伏電池 2 上方的所述四條平行線）對準，且與定位有焊帶 3 的個別光伏電池 2 之間的區域，及形成太陽光電模組 1 的外側周邊的太陽光電模組的區域對準。在再一些實施例中，本發明可實作於各種太陽光電模組中，例如包括光伏電池 2 的 6×12 陣列、包括多個多晶光伏電池 2（與單晶光伏電池 2 不同，其可為矩形，單晶光伏電池 2 在正常情況下由於用來生成單晶光伏電池 2 的單錠矽晶體（single ingot silicon crystal）的形狀而具有圓形邊緣）或者包括一或多個薄膜光伏電池 2。

【0017】 將參照如圖 4 中所示太陽光電模組 1 的局部剖面圖來進一步闡釋本發明實施例。在圖 4 實施例的剖面圖中，局部地顯示兩個光伏電池 2，所述兩個光伏電池 2 在光伏電池層中以單元間間隙（inter-cell gap）8 分隔開。一般而言，太陽光電模組 1 的所述一或多個光伏電池 2 位於前（玻璃）板 4 與背板 5 之間的（密封）空間中，其中所述空間包含封裝體材料 6。太陽光電模組 1 包括多個（光學反射）母線及焊帶 3。當使用矽系光伏電池 2 時，焊帶 3 被施加至前側上的所有金屬電極材料，例如（直接）位於所述一或多個光伏電池 2 的主輻射接收表面上的網格線電極、匯流排電極及焊盤、母線等，並且，對各個相鄰的光伏電池 2 進行互連的

焊帶 3 一般由金屬電極材料形成，且因此反射光（可見輻射）。在示例性實施例中，每一光伏電池 2 可包括三條、四條（如圖 2 的實施例中所示）、五條或甚至六條（通常為平行的）母線，或者所述母線可包括複雜的電極圖案。在薄膜光伏電池的情形中，母線可甚至包括沿太陽光電模組 1 的長度佈線的大量（平行）母線。另外，焊帶 3 亦可以覆蓋所有母線、將所述一或多個光伏電池 2 彼此互連（以並聯電路連接及/或串聯電路連接方式）的方式存在。

【0018】 此外，根據本發明實施例，提供單個可見光吸收層 7，單個可見光吸收層 7 具有圖案，所述圖案至少包括與所述多個焊帶 3 對準的區域。

【0019】 單個可見光吸收層 7 可被排列成吸收撞擊於太陽光電模組 1 的前表面上的輻射。根據本發明實施例中的任一者，可見光吸收層 7 的圖案至少包括與所述多個焊帶 3 對準的局部（例如，矩形）區域。在再一實施例中，可見光吸收層 7 的圖案更包括與所述一或多個光伏電池 2 中的每一者的導電匯流排 3a 對準的再一些局部區域。應注意，如圖 3 的實施例中所示，所述再一些局部區域可個別地拉伸於被多個匯流排 3a 覆蓋的區域之上，包括位於各個匯流排 3a 之間的空間（參見圖 1 中的匯流排 3a）。

【0020】 在圖 4 的剖面圖中示出兩個撞擊光射線 9a、9b，所述兩個撞擊光射線 9a、9b 將例如代表自不同方向撞擊於太陽光電模組 1 的前表面上的光。陡的射線 9a 將在焊帶 3 的（反射）表面上進行鏡面反射，並撞擊於單個可見光吸收層 7 的後側上。在單個可

見光吸收層 7 為全面吸收層（例如，黑色的）的情形中，射線 9a 將接著被吸收。對於僅沿單個可見光吸收層 7 的寬度以更淺的角度進行撞擊的射線 9b，射線 9b 將僅能夠以如所指示的角度 α 自焊帶 3 的表面反射且前進至封裝體層 6 中並到達前板 4。由於常規封裝體材料（例如，乙烯乙酸乙烯酯（ethylene vinyl acetate，EVA））的耐破指數（breaking index）極為接近於前板 4 的材料（例如，玻璃）的折射率，因此射線 9b 將最終如所指示在玻璃空氣介面處發生折射及反射（且由於此特定角度 α 而留在太陽光電模組 1 內）。所述折射將相依於位於焊帶 3 上方的封裝體層 6 的高度 h ，而且相依於單個可見光吸收層 7 的（局部）寬度。經折射的光束的射線 9b 在 PV 模組 1 的表面處以所指示角度 α 平行地離開 PV 模組 1。在所指示角度之外，發生全內反射（Total Internal Reflection，TIR），且接著光束留在 PV 模組 1 內且因此對於觀察者而言不可見。

【0021】 可利用此種效應來使太陽光電模組 1 顯得更有美感。焊帶 3（及匯流排 3a）趨向於以鏡面反射方式反射進入太陽光電模組 1 的輻射。假定光束與空氣-玻璃表面（前板 4 的頂部）處的法線的夾角小於臨界角（critical angle） α （即，由於折射率為 $n=1.5$ ，因此 $\sin^{-1}(1/n)=42^\circ$ ），則光可以某一角度進入太陽光電模組 1，隨後在焊帶 3 處反射並接著離開太陽光電模組 1，其中 n 是玻璃（即，前板 4 的材料）的折射率。若光束 9b 以更大的角度擊中表面，則光將不能夠自太陽光電模組 1 逃離且因此將不被觀察者的眼看

到。此暗示焊帶 3 是不可見的。如參照圖 4 所示，對於射線 9a、9b，可根據焊帶 3 的頂表面和前板 4 之間的距離 h 與焊帶 3 的寬度 w 的比率來確定鏡面反射焊帶 3 的非可見性準則（**criterion of non-visibility**）。若角度 α 小於 $90-\sin^{-1}(1/n_E)$ ，則光無法自太陽光電模組 1 逃離且因此經歷全內反射（**TIR**）。欲在鏡面反射焊帶 3 處反射回的光的最小角度遵循方程式 $\tan(\alpha)=h/(w/2)$ ，其中 h 是單個可見光吸收層 7（例如，在前板 4 上呈黑色條帶的形式）與焊帶 3 之間的距離，且其中 w 是焊帶 3 的寬度。若光反射角度 α 大於 $\tan^{-1}(h/(w/2))$ ，則光撞擊單個可見光吸收層 7 且因此被吸收。若所述角度小於 $90-\sin^{-1}(1/n)$ ，則光將不離開太陽光電模組 1。因而，光無法逃離太陽光電模組 1 的準則是由 $h/(w/2)<\tan(90-\sin^{-1}(1/n))$ 給出。

【0022】 在實例中， $\tan(90-\sin^{-1}(1/n))=\tan(90-\sin^{-1}(1/1.5))=1.11$ 且焊帶 3 具有為 $w=1000$ 微米的寬度。若選擇將為 500 微米的封裝體（**EVA**）層 6 厚度與為 200 微米的焊帶 3 厚度加以組合，則層 7 與焊帶 3 之間的距離 h 變為 300 微米。自此， $h/(w/2)=0.6$ ，其小於 1.11 且因此在焊帶 3 處發生鏡面反射的光均無法逃離太陽光電模組 1。

【0023】 在一個實施例中，與所述多個焊帶 3 對準的區域（單個輻射層 7）具有圖案寬度（ $w+e$ ），圖案寬度（ $w+e$ ）等於相關聯的所述多個焊帶 3 的焊帶寬度（ w ）加上對稱施加的延伸寬度（ e ），如圖 2 中所示（即，單個可見光吸收層 7 因此在另一側上延伸超

過距離 $e/2$)。延伸寬度 (e) 是根據以下方程式來決定：

$$\frac{2h}{w+e} < \tan(90 - \sin^{-1}(1/n_E))$$

其中 n_E 是封裝體材料 6 的折射率，且 h 是所述多個焊帶 3 的前表面與單個可見光吸收層 7 之間的高度。此實施例闡述經鏡面反射的光的不可見準則，且作為一種意外效果，其不相依於前板 4 (玻璃) 的折射率或前板 4 頂上的抗反射塗層的折射率。

【0024】 在另一實施例中，延伸寬度 (e) 是根據以下方程式來決定：

$$\frac{2h}{e} < \tan(90 - \sin^{-1}(1/n_E))$$

【0025】 金屬焊帶 3 在很高程度上為鏡面反射體，然而如圖 5 中的再一實施例的剖面圖中所示，小部分的光可各向同性地發生反射。在此種情形中，不可見準則適用於在焊帶 3 (的端部) 處各向同性散射的光 (例如，當焊帶 3 設置有塗層時)。此種要求更為嚴格是為了使焊帶 3 的邊緣處的散射光受到上覆的單個可見光吸收層 7 所限制。應注意，此種準則不相依於焊帶 3 的寬度 w 。

【0026】 在再一示例性實施例中，圖案寬度 ($w+e$) 較焊帶寬度 (w) 大至少 50 微米，例如大 100 微米。若單個可見光吸收層 7 是例如黑色條帶，則此將確保焊帶 3 自太陽光電模組 1 的前側為不可見。

【0027】 重新參照圖 2，根據一組本發明實施例，單個可見光吸收層 7 的圖案更包括所述一或多個光伏電池 2 的輻射接收主表面之外的區域。在一組實施例中，所述圖案更包括與所述一或多個光伏電池 2 中各個相鄰的光伏電池 2 之間的空間對準的區域，且在

另一組實施例中，所述圖案更包括與所述一或多個光伏電池 2 的周邊之外的空間對準的區域。換言之，亦包括各單元之間中的金屬區域及光伏電池 2 之間的非金屬化區域，且此外甚至位於太陽光電模組 1 的邊緣處的區域亦可為單個可見光吸收層 7 的對準的一部分。在相關聯的延伸寬度 e 方面，以上實施例亦可適用於該些部件。在層 7 不屏蔽吸收有效輻射的光伏電池的區域中，延伸 e 可大於基於不可見準則而需要的寬度。在該些區域中，層 7 亦可覆蓋多於一個匯流排或焊帶。藉由此種方式，可達成更均勻的外觀。

【0028】 延伸 e 亦可被選擇成大於基於經鏡面反射的光或經各向同性散射的光的不可見準則而需要的寬度，乃因製造製程中需要一定容差來使焊帶 3 及匯流排 3a 與層 7 的圖案對準。

【0029】 如在圖 2 的剖面圖中更清晰地示出，圖 1 的立體圖亦顯而易見，單個可見光吸收層 7 設置於前板 4 的內表面上。相較於封裝體層 6 的厚度及焊帶 3 的厚度，單個可見光吸收層 7 相對較薄，且可容易塗覆至前板 4 並仍維持所期望的高效屏蔽功能。

【0030】 在一組實施例中，背板 5 是透明背板，且太陽光電模組 1 包括設置於背板 5 的內表面上（即，在太陽光電模組 1 的後側上近距離面對焊帶 3 及光伏電池 2）的次級單個可見光吸收層 7。在此組中，太陽光電模組 1 可為單面模組或雙面模組。雙面的太陽光電模組 1 可由於輻射可撞擊於光伏電池 2 的兩側上而具有較高的效率，且由於前板 4 與背板 5 二者為透明的，因此太陽光電模

組 1 亦可具有好看的外觀。此種具有雙面電池 2 的太陽光電模組 1 可例如應用於商業規模 PV 發電站領域及應用於其中系統可對屋頂反射的反照率效應（albedo effect）加以利用的平坦屋頂上（例如，工廠屋頂上）。

【0031】 在再一組實施例中，如以下將更詳細論述，單個可見光吸收層 7（及可選的次級單個可見光吸收層 7）是對於特定波長範圍而言的可見光吸收層，例如黑色層或塗有顏料的層。在再一組替代性實施例中，單個可見光吸收層 7（及可選的次級單個可見光吸收層 7）包括散射層。此可被實作成一分離的層，或實作成單個可見光吸收層 7 的附加特徵。

【0032】 本發明可因此以大量太陽光電模組 1 的變型來實作。第一版本為單個可見光吸收層 7 被實作成太陽光電模組 1 中的黑色層。在一個實施例中，太陽光電模組 1 具有玻璃前板 4 及黑色背板 5，其中黑色層 7 被塗覆至前板 4（印刷於前板 4 上）（全黑模組）。此處，不可見準則確保所有焊帶 3 將保持對於觀察者而言不可見。然而，黑色層 7 亦可與單面光伏電池 2 組合以實作於具有透明（例如，玻璃）前板 4 及透明（例如，玻璃）背板 5 二者的太陽光電模組 1 中。

【0033】 在一組實施例中，背板 5 是玻璃板。或者，在另一組實施例中，背板 5 是聚合物板。在兩種替代情形中，背板 5 可例如作為黑色（聚合物）背板而設置有可見光吸收層。

【0034】 另一組實施例是關於選擇單個可見光吸收層 7 的材料。

單個可見光吸收層 7 可包括選自由以下構成的群組的吸收材料：墨水材料、網版印刷材料（例如，膏體）或無機材料。在再一實施例中，背板 5 亦包含使觀察者對於整個 PV 模組 1 具有相似顏色感受的吸收材料。為匹配用於遮罩的單個可見光吸收層 7 及 PV 模組 1 的其餘部分的外觀，在再一實施例中，吸收材料包括黑色顏料、褐色或淺褐色顏料、紅色或淡紅色顏料或者藍色或淺藍色顏料。

【0035】 黑色顏料可為以下中的一者或以下的組合：

乙炔黑（Acetylene Black）、苯胺黑（Aniline Black）、銻黑（Antimony Black）、瀝青（Asphaltum）、黑土（Black Earth）、黑赤鐵礦（Black Hematite）、黑碧璽（Black Tourmaline）、骨黑（Bone Black）、碳黑（Carbon Black）、鉻鐵鎳黑（Chrome Iron Nickel Black）、鉻墨綠赤鐵礦（Chromium Green Black Hematite）、鈷黑（Cobalt Black）、鈷鎳灰（Cobalt Nickel Gray）、氧化鈷（Cobaltic Oxide）、銅鉻黑（Copper Chromite Black）、銅鉻黑（Copper Chromite Black）、硫化亞銅（Cuprous Sulfide）、石墨（Graphite）、鹿角黑（Hartshorn Black）、鐵鈷黑（Iron Cobalt Black）、鐵鈷鉻黑（Iron Cobalt Chromite Black）、氧化錳鐵（Iron Manganese Oxide）、鐵鈦褐色尖晶石（Iron Titanium Brown Spinel）、象牙黑（Ivory Black）、燈黑（Lamp black）、硫化鉛（Lead Sulphide）、蘇木（Logwood）、蘇木（Logwood）、蘇木深黑紅（Logwood Black Lake）、蘇木深紅（Logwood Lake）、磁鐵礦（Magnetite）、錳黑（Manganese Black）、

錳鐵氧體黑 (Manganese Ferrite Black)、馬斯黑 (Mars Black)、雲母氧化鐵 (Micaceous Iron Oxide)、石黑 (Mineral Black)、石黑 (Mineral Black)、二硫化鉬 (Molybdenum Disulfide)、茈系顏料黑 (Paliogen Black)、茈黑 (Perylene Black)、軟錳礦 (Pyrolusite)、硬瀝青 (Shungite)、石板黑 (Slate Black)、錫銻灰 (Tin Antimony Gray)、二氧化鈦黑 (Titanium Dioxide Black)、鈦銻銻灰 (Titanium Vanadium Antimony Gray)、蔓藤黑 (Vine Black) 及硫化鋅 (Zinc Sulfide)。

【0036】淺藍色顏料為例如酞青藍 (Phthalocyanine Blue)，淡紅色顏料為例如紅色氧化鐵顏料，且淺褐色顏料可為氧化鐵鉻 (chrome iron oxide)。

【0037】歐洲專利公開案 EP-A-2525011 中闡述了塗料中在 700 奈米至 2500 奈米波長範圍內具有反射性的 IR 反射顏料的實例，所述歐洲專利公開案併入本案供參考。

【0038】圖 6A 示出太陽光電模組 1 的一部分的示例性實施例，其著重示出本發明實施例的特徵。示出光伏電池 2 的頂部部分，在所述頂部部分上存在有母線 3b。焊帶 3 利用焊接層 3c 施加於母線 3 之上。環繞在由母線 3b、焊接層 3c 及焊帶 3 構成的堆疊的封裝體材料 6 層的頂上存在有頂部片材 4，且頂部片材 4 與焊帶 3 以及單個可見光吸收層 7 對準。可見光吸收層 7 設置有形成如以上所論述的吸收材料的顏料顆粒 11。亦繪製三種類型的撞擊光，所述三種類型的裝激光的可見波長射線 10a 被顏料顆粒 11 吸收。顏料

顆粒 11 的成分及尺寸使得近 IR 波長區中的射線 10b 及 IR 波長區中的射線 10c 不受影響，且橫斷可見光吸收層 7。因而，在具體實施例中，（可見光吸收層 7）的可見光吸收材料是對近紅外線及紅外線輻射透明的。

【0039】 藉由恰當地選擇顏料顆粒 11 的成分及尺寸，可設想再一些實施例，例如其中可見光吸收材料使近紅外線及/或紅外線輻射發生偏轉。偏轉機制可歸因於顏料顆粒 11 的反射、散射或其他光學效應。

【0040】 為獲得所述效應，單個可見光吸收層 7 更包括近紅外線散射材料及/或紅外線輻射散射材料。近紅外線散射材料或紅外線輻射散射材料可與如以上論述的吸收材料混合（即，均位於單層 7 中），或者所述兩種材料可單獨地位於特定子層中。近紅外線散射材料及/或紅外線輻射散射材料的實例包括 TiO_2 系顏料，其中可利用例如成分以及顆粒尺寸及形狀等確切特性來對（近）紅外線輻射造成所期望影響。例如，吸收材料可更包括散射光且可增加吸收材料中的光學路徑長度且因此增強吸收的無機顆粒（例如 TiO_2 顏料）。散射顏料的其他實例是 Al_2O_3 或 ZnO 。

【0041】 例如，在再一實施例中，單個可見光吸收層 7 可包括僅在可見光波長範圍內進行吸收的「黑色」顏料。所述顏料可被選擇成使得其反射（N）IR 光或者對（N）IR 光透明。在前一種情形中，（N）IR 光將被部分地散射出太陽光電模組 1 且被部分地偏轉而使（N）IR 光可最後到達光伏電池 2 中。優點是 NIR 光將被

轉換成由（矽）光伏電池 2 供電，然而 IR 光將經歷寄生吸收（parasitic absorption）並致使太陽光電模組 1 非期望地升溫。在後一種情形中，（N）IR 光將橫斷層 7 且將在焊帶 3 上發生反射並將接著自太陽光電模組 1 逃離。優點是非期望的 IR 光將被反射出模組，但缺點是原本可有利於電力轉換的 NIR 亦被反射出模組。

【0042】在再一示例性實施例中，單個可見光吸收層 7 具有兩個子層，其中一個層設置有如上所述的顏料顆粒 11，且第二子層設置有僅使近紅外線發生光學偏轉的顆粒 12。更一般而言，近紅外線散射材料及/或紅外線輻射散射材料設置於可見光吸收層 7 之下的散射層中。

【0043】在圖 6B 中所示實施例中，可見光吸收層 7 包括具有特定有益效果的所述兩種類型的顆粒 11、12 二者。首先，現在整個太陽光電模組 1 藉由吸收波長介於 390 奈米與 700 奈米之間的可見光而在視覺上呈現黑色以滿足美學目標，如射線 10a 所指示。第二，波長介於 700 奈米與 1000 奈米之間（近紅外）的光被散射或偏轉成使得其將可能在例如頂部片材 4 的介面處進行幾次內反射之後將最終到達光伏電池 2 的主動區中，如射線 10b 所指示。第三，波長超過近似 1000 納米的光（紅外）將由於頂部片材 4 及層 7 是對此波長範圍透明的而被折射出模組，藉此防止導致太陽光電模組 1 非期望地升溫而使功率輸出減小的寄生吸收。應注意，在此示例性實施例中，在視覺上完全呈現黑色的太陽光電模組 1 可具有較不具有層 7 的傳統太陽光電模組高的功率輸出。

【0044】 在再一實施例中，吸收材料包括相對較大（即，直徑介於 1000 奈米至 3000 奈米之間）的 TiO_2 顏料（或具有相同有效大小的聚結小顆粒（agglomerated small particle）），所述 TiO_2 顏料在散射（N）IR 光方面相對較強。在此種情形中，（N）IR 光可藉由偏轉耦合至太陽電池中而後被吸收於（矽）太陽電池中，或者隨後在焊帶處發生偏轉、反射，在玻璃-空氣介面處發生反射而後被吸收至（矽）太陽電池中。

【0045】 在再一實施例中，在層 7 中 TiO_2 顏料與黑色顏料的濃度比被選擇成 $x:1$ ，其中 $x < 2$ 確保光學外觀仍為黑色。

【0046】 在再一實施例中，層 7 包括由層構成的堆疊。與頂部覆蓋玻璃相鄰的第一層具有可見光吸收顏料但對（N）IR 透明，且第二層具有（ TiO_2 ）散射顏料。

【0047】 在再一實施例中，此種第二層具有小的（例如，直徑 < 300 奈米）顏料（例如 TiO_2 ），此種小的顏料在 NIR 光與 IR 光之間存在明顯的散射力度差異。（亦參見 PCT 專利公開案 WO2013/066545 的揭露內容，所述 PCT 專利公開案併入本案供參考）。如此，對 NIR 光的散射力度強於對 IR 光的散射力度。此使得 NIR 光較 IR 光更明顯地偏轉及/或反射。藉由選擇 TiO_2 顏料的足夠低的濃度，NIR 有很大可能被吸收至太陽電池中，乃因以下軌跡具有相對高的機率：偏轉而後被吸收至（矽）態樣電池中，或者隨後在焊帶處發生偏轉、反射，在玻璃-空氣介面處發生反射而後被吸收至（矽）太陽電池中。另一方面，IR 光較不明顯地偏轉及/或反射，

此暗示第二層很大程度上是對 IR 光透明的。此暗示 IR 光有很大可能將在焊帶處發生反射且將逃離模組，藉此防止模組負面地升溫。

【0048】 在以上說明中稱實施例具有一或多個光伏電池 2。該些光伏電池 2 可包括由以下構成的群組中的一者：薄膜電池、單晶電池或多晶電池。

【0049】 在再一態樣中，本發明實施例是有關於一種製造根據上述（示例性）實施例中任一者的光伏電池的方法，其中單個可見光吸收層 7 是在太陽光電模組 1 的組裝之前塗覆至前板 4。在再一實施例中，單個可見光吸收層 7 是利用以下塗覆技術中的一者進行塗覆：噴墨印刷（ink-jet printing）、絲網印刷（screen printing）/型版印刷（stencilling）、滾筒印刷（roller printing），轉移印刷（tampon printing）、移印（pad printing）、粉末塗佈（powder coating）、雷射燒結（laser sintering）、熱印刷（thermal printing）。應注意，對於太陽光電模組 1 的雙面實施例，亦可以相同的方式塗覆次級單個可見光吸收層。

【0050】 以上已參照如圖式中所示的一定數量的示例性實施例闡述了本發明。可對一些部件或元件進行潤飾及替代性實作，且所述潤飾及替代性實作包含於如在隨附申請專利範圍中所界定的保護範圍中。

【符號說明】

【0051】

- 1：太陽能光電（PV）模組
- 2：光伏電池
- 3：焊帶
- 3a：匯流排
- 3b：母線
- 3c：焊接層
- 4：前板
- 5：背板
- 6：封裝體材料
- 6：封裝體層
- 7：可見光吸收層
- 8：單元間間隙
- 9a、9b、10a、10b、10c：射線
- 11、12：顆粒
- $e/2$ ：距離
- e ：延伸寬度
- h ：高度/距離
- w ：焊帶寬度
- $w+e$ ：寬度
- α ：角度/臨界角



201909548

【發明摘要】

【中文發明名稱】太陽能電池模組

【英文發明名稱】PHOTOVOLTAIC MODULE

【中文】一種太陽光電模組具有一或多個光伏電池（2），所述一或多個光伏電池（2）位於前板（4）與背板（5）之間的空間中，所述空間被封裝體材料（6）填充。太陽光電模組（1）具有多個焊帶（3），所述多個焊帶（3）提供一或多個光伏電池（2）之間的電性互連。存在單個可見光吸收層（7），所述單個可見光吸收層（7）具有圖案，所述圖案包括與所述多個焊帶（3）對準的局部區域。局部區域具有寬度（w+e），寬度（w+e）等於相關聯的焊帶（3）的寬度（w）加上對稱施加的延伸寬度（e）。延伸寬度（e）及高度（h）是根據以下方程式來決定：

$$\frac{2h}{w+e} < \tan(90 - \sin^{-1}(1/n_E))$$

其中 n_E 是封裝體材料（6）的折射率。單個可見光吸收層（7）設置於前板（4）的內表面上。

【英文】A photovoltaic module having one or more photovoltaic cells (2) positioned in a space between a front sheet (4) and a back sheet (5), the space being filled with an encapsulant material (6). The photovoltaic module (1) has a plurality of ribbons (3) providing an electrical interconnection of the one or more photovoltaic cells (2). A single visible-light absorbing layer (7) is present having a pattern

which includes partial areas aligned with the plurality of ribbons (3). The partial areas have a width ($w + e$) which is equal to a width (w) of the associated ribbon (3) plus a symmetrically applied extension width (e). The extension width (e) and height (h) are determined according to the equation:

$$\frac{2h}{w+e} < \tan(90 - \sin^{-1}(\frac{1}{n_E}))$$

wherein n_E is the refractive index of the encapsulant material (6).

The single visible-light absorbing layer (7) is provided on an internal face of the front sheet (4).

【指定代表圖】圖6A。

【代表圖之符號簡單說明】

2：光伏電池

3：焊帶

3b：母線

3c：焊接層

4：前板

7：可見光吸收層

10a、10b、10c：射線

11：顆粒

【特徵化學式】

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種太陽光電模組，具有一或多個光伏電池（2），

所述一或多個光伏電池（2）位於前板（4）與背板（5）之間的空間中，所述空間更包括封裝體材料（6），

所述太陽光電模組（1）包括多個焊帶（3），所述多個焊帶（3）提供所述一或多個光伏電池（2）的電性互連，以及

單個可見光吸收層（7），具有圖案，所述圖案至少包括與所述多個焊帶（3）對準的局部區域，

其中與所述多個焊帶（3）對準的所述局部區域具有寬度（ $w+e$ ），所述寬度（ $w+e$ ）等於相關聯的所述多個焊帶（3）的焊帶寬度（ w ）加上對稱施加的延伸寬度（ e ），

其中所述多個焊帶（3）的前表面與所述單個可見光吸收層（7）之間存在高度（ h ），

其中所述延伸寬度（ e ）及所述高度（ h ）是根據以下方程式來決定：

$$\frac{2h}{w+e} < \tan(90 - \sin^{-1}(\frac{1}{n_E}))$$

其中 n_E 是所述封裝體材料（6）的折射率，且

其中所述單個可見光吸收層（7）設置於所述前板（4）的內表面上。

【第2項】如申請專利範圍第1項所述的太陽光電模組，其中所述延伸寬度（ e ）及所述高度（ h ）是根據以下方程式來決定：

$$\frac{2h}{e} < \tan(90 - \sin^{-1}(1/n_e))。$$

【第3項】 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的太陽光電模組，其中與所述多個焊帶（3）對準的所述局部區域的所述寬度（w+e）較所述焊帶寬度（w）大至少 50 微米。

【第4項】 如申請專利範圍第 1 項至第 3 項中任一項所述的太陽光電模組，其中所述單個可見光吸收層（7）的所述圖案更包括與所述太陽光電模組的導電匯流排對準的局部區域。

【第5項】 如申請專利範圍第 1 項至第 4 項中任一項所述的太陽光電模組，其中所述單個可見光吸收層（7）的所述圖案更包括與所述一或多個光伏電池（2）中各個相鄰的光伏電池（2）之間的空間對準的區域。

【第6項】 如申請專利範圍第 1 項至第 5 項中任一項所述的太陽光電模組，其中所述單個可見光吸收層（7）的所述圖案更包括與所述一或多個光伏電池（2）的周邊之外的空間對準的區域。

【第7項】 如申請專利範圍第 1 項至第 6 項中任一項所述的太陽光電模組，其中所述背板（5）是透明的背板，且所述太陽光電模組（1）包括設置於所述透明的背板（5）的內表面上的次級單個可見光吸收層（7）。

【第8項】 如申請專利範圍第 1 項至第 7 項中任一項所述的太陽光電模組，其中所述背板（5）是玻璃板。

【第9項】 如申請專利範圍第 1 項至第 7 項中任一項所述的太陽光

電模組，其中所述背板（5）是聚合物板。

【第10項】 如申請專利範圍第 8 項或第 9 項所述的太陽光電模組，其中所述背板（5）設置有可見光吸收層。

【第11項】 如申請專利範圍第 1 項至第 10 項中任一項所述的太陽光電模組，其中所述單個可見光吸收層（7）包括選自以下群組的吸收材料：墨水材料、網版印刷材料、無機材料。

【第12項】 如申請專利範圍第 11 項所述的太陽光電模組，其中所述背板（5）亦包括所述吸收材料。

【第13項】 如申請專利範圍第 11 項或第 12 項所述的太陽光電模組，其中所述可見光吸收材料包括黑色顏料、淺褐色顏料、淡紅色顏料、淺藍色顏料。

【第14項】 如申請專利範圍第 11 項至第 13 項中任一項所述的太陽光電模組，其中所述可見光吸收材料對近紅外線及紅外線輻射是透明的。

【第15項】 如申請專利範圍第 11 項至第 13 項中任一項所述的太陽光電模組，其中所述可見光吸收材料使近紅外線及/或紅外線輻射發生偏轉。

【第16項】 如申請專利範圍第 1 項至第 15 項中任一項所述的太陽光電模組，其中所述單個可見光吸收層（7）更包括近紅外線散射材料及/或紅外線輻射散射材料。

【第17項】 如申請專利範圍第 1 項至第 16 項中任一項所述的太陽光電模組，其中所述一或多個光伏電池（2）包括以下群組中的一

者：薄膜電池、單晶電池或多晶電池。

【第18項】 一種製造如申請專利範圍第 1 項至第 17 項中任一項所述的光伏電池的方法，其中所述單個可見光吸收層（7）是在所述太陽光電模組（1）的組裝之前塗覆至所述前板（4）。

【第19項】 如申請專利範圍第 18 項所述的方法，其中所述單個可見光吸收層是利用以下塗覆技術中的一者進行塗覆：噴墨印刷、絲網印刷/型版印刷、滾筒印刷、轉移印刷、移印、粉末塗佈、雷射燒結、熱印刷。

【發明說明書】

【中文發明名稱】太陽光電模組以及其製造方法

【英文發明名稱】PHOTOVOLTAIC MODULE AND METHOD OF
MANUFACTURING THE SAME

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種具有一或多個光伏電池的太陽光電模組，所述一或多個光伏電池位於前板與背板之間的空間中，所述空間更包含封裝體材料，所述太陽光電模組包括多個焊帶（ribbon），所述多個焊帶提供所述一或多個光伏電池之間的電性互連（electrical interconnection）。

【先前技術】

【0002】 此項技術中習知的太陽光電（photovoltaic，PV）模組包括作為個別電池的感光部分的主動區、包括所述模組中的其他部分中的大部分的非主動區（例如位於電池陣列中及電池陣列周圍的框架區（framing region）及邊際區（marginal region））及能夠藉由（雙重）反射將入射光的一部分重定向至主動區域上的半主動區（例如靠近於電池的金屬互連線及背板區域）。PV 模組的視覺外觀是由該些特徵決定，其中主動區域顯得相對較暗（若入射光中的大多數被吸收，則極為暗）且金屬區域顯得相對較亮。背板的可見部分相依於背板的材料，背板的材料可為透明的（特別是若背板為玻璃背板）、白色的（為達成最大模組效率）或黑色的

(若需要總體上為暗的外觀)。當前市場上銷售的所有黑色模組均具有黑色背板及黑色框架。然而，金屬化區依然相對較亮而使得在美感上劣於具有均勻黑色表面的模組。

【0003】 美國專利公開案 US2012/0247541 揭露一種包括光伏電池及與所述光伏電池上的入射光的至少一部分進行交互作用以對觀察者呈現經修改視覺外觀的外觀修改系統的有色太陽光電 (PV) 模組。外觀修改系統在空間上對入射光進行解多工 (demultiplex) 以提供發電組件及外觀修改組件。外觀修改組件實質上被定向至觀察者，且在實施例中包括被提供至施釉層的多個小面 (facet) 及被提供至光伏電池非主動區域的嵌置元件。在空間上進行解多工包括將小面及嵌置元件配置成使得小面將自嵌置元件反射的光實質上朝向觀察者進行折射。

【0004】 美國專利公開案 US2008/0006323 揭露一種具有經封裝光伏元件及紅外線 (infrared, IR) 透射裝飾覆蓋件的太陽光電模組。應清楚的是，紅外線透射裝飾覆蓋件將對太陽光電模組的效能造成負面影響，同樣，主動區亦會因由具有光散射功能的覆蓋件所造成的漫射效應而受到負面影響。

【0005】 美國專利公開案 US2009/0151771 揭露一種覆蓋對多個光伏電池進行電性互連的反射導電焊帶 (reflective conductive ribbon) 的干涉遮罩 (interferometric mask)。此種干涉遮罩可減少入射光自導體的反射。在各種實施例中，所述遮罩減少反射，以使前電極圖案及後電極圖案相對於裝置的周圍特徵呈現黑色或相

似顏色。在其他實施例中，所述遮罩可對光的反射進行調變而使得電極圖案匹配可見光譜中的顏色。缺點是焊帶的此種構造難以製造且難以焊接於母線（busbar）上。熱傳遞受到光學共振腔（optical resonance cavity）阻礙。

【0006】 中國專利公開案 CN-A-102623554 揭露一種製造太陽電池模組（solar cell module）的方法，所述方法包括其中以黑色或暗灰色焊條（welding strip）取代傳統銀色焊條的太陽電池製造工序。所述方法成本低且適合於大型生產。缺點是焊接製程的熱傳遞受到所使用的無機顏料阻礙。此使得焊接不可靠且在母線與焊帶之間造成易碎的接點（junction），由此負面地影響模組在超過 25 年的壽命期間在室外條件下的長期可靠性。

【發明內容】

【0007】 本發明旨在提供一種在美學意義（aesthetic sense）上表現良好的太陽光電模組。本發明使得能夠焊接傳統的塗佈有錫的銅焊帶且能夠實質上完善模組的黑色外觀。

【0008】 根據本發明，提供以上所界定的太陽光電模組，所述太陽光電模組更包括單個可見光吸收層，所述單個可見光吸收層具有圖案，所述圖案至少包括與所述多個焊帶對準的局部區域，其中與所述多個焊帶對準的局部區域具有寬度 $w+e$ ，寬度 $w+e$ 等於相關聯的所述多個焊帶的焊帶寬度 w 加上對稱施加的延伸寬度 e ，其中在所述多個焊帶 3 的前表面與單個可見光吸收層 7 之間存在高度 h ，其中延伸寬度 e 及高度 h 是根據以下公式來決定：

$$\frac{2h}{w+e} < \tan(90 - \sin^{-1}(\frac{1}{n_E}))$$

其中 n_E 是封裝體材料的折射率，且其中所述單個可見光吸收層設置於前板的內表面上。

【0009】 該些特徵的組合確保太陽光電模組的外觀對於觀察者而言完全是暗的（黑色的）。

【圖式簡單說明】

【0010】 以下將參照附圖更詳細地論述本發明，在附圖中：

圖 1 顯示太陽光電模組的正視圖。

圖 2 顯示根據本發明另一實施例的太陽光電模組的立體圖。

圖 3 顯示應用在本發明太陽光電模組實施例中的單個可見光吸收層的實施例的俯視圖。

圖 4 顯示根據本發明實施例的太陽光電模組的局部剖面圖。

圖 5 顯示太陽光電模組的局部剖面圖，其示出各向同性 (isotropic) 反射。

圖 6A 及圖 6B 顯示本發明太陽光電模組的再兩個實施例的局部剖視圖。

【實施方式】

【0011】 現今廣泛使用具有一或多個光伏電池的太陽光電模組，且建築與居住局域的進一步一體化持續推動著在獲得更高效的太陽光電模組方面以及在獲得更美觀的太陽光電模組方面作出努力。

【0012】 在圖 1 中顯示太陽光電（PV）模組 1 的正視圖，PV 模組

1 在本領域中被稱為「全黑 (all-black)」PV 模組。PV 模組 1 的外觀幾乎完全是暗的，對太陽光電模組 1 的個別光伏電池 2 進行互連的焊帶 3 (參見以下參照圖 2 所述的實施例) 及對焊帶 3 的端部 (或端子) 進行互連的匯流排 (bussing) 3a 除外。大體而言，匯流排 3a 在與焊帶 3 的方向垂直的方向上延伸。此種特定 PV 模組 1 版本中的焊帶 3 及匯流排 3a 是由導電材料製成，且一般而言是由反射視覺輻射 (光) 的材料製成，通常被實施作為鍍錫扁平銅焊線。因而，即使在「全黑」PV 模組 1 的情形中，PV 模組 1 的外觀仍不完全是黑色的。

【0013】在圖 2 中顯示 PV 模組 1 的再一變型的立體圖，在此種情形中 PV 模組 1 具有光伏電池 2 的 6×10 陣列 (亦參見以下對圖 3 的說明)。在此立體圖中可見的是太陽光電模組 1 的常用分層結構，所述結構包括 (自下向上) 背板 5、包括其中嵌置有光伏電池 2 的封裝體材料 6 的封裝體層、及 (玻璃) 前板 4。每一光伏電池 2 頂上設置有母線 3b 以收集來自光伏電池 2 的電荷載子，且設置有對所述多個光伏電池 2 中各個相鄰的光伏電池 2 進行互連的焊帶 3 (或耳片 (tab))。一般而言，焊帶 3 是使用焊接連接件/焊接層 3c 而連接至母線 3b (亦參照以下更詳細闡述的圖 6A 及圖 6B 中所示的實施例)。在圖 2 所示立體圖中亦顯示單個可見光吸收層 7，根據本發明的實施例，單個可見光吸收層 7 被塗覆至太陽光電模組 1 的前板 4 的後表面。具有如以下更詳細論述的再一些特徵的單個可見光吸收層 7 將有效地遮罩住太陽光電模組 1 的其他反

射（且因此可見）的部分，特別是如圖 1 中所示的焊帶 3 及匯流排 3a。應注意，在實際實作中，層的堆疊可包括甚至更多的層，例如抗反射塗層（**anti-reflection coating**，**ARC**）層（例如，位於前板 4 頂上）。

【0014】 在此說明中，可見光被界定為對於人眼而言可見的輻射，其一般而言對應於 390 奈米（**nm**）至 700 奈米的波長。亦與太陽光電模組 1 相關的可為近紅外線（**near infrared**，**NIR**）輻射（實質上為具有 700 奈米至 1000 奈米的波長區），乃因此種輻射（的一部分）可藉由光伏電池 2 轉換。此外，實質上具有大於 1000 奈米的波長區的紅外線輻射可能撞擊太陽光電模組 1。

【0015】 對於如圖 1 中所示 PV 模組 1 的示例性實施例，焊帶 3、匯流排 3a 及光伏電池 2 嵌置於前板 4 與背板 5 之間的封裝體層 6 中。在此實施例中，單個可見光吸收層 7 是塗覆與焊帶 3 及匯流排 3a 上方的對準的區域（例如，作為觸及前板 4 的可見光吸收層 7）。單個可見光吸收層 7 將接著具有如圖 3 的俯視圖中所示出的形狀。應注意，如圖 3 中所示的單個可見光吸收層 7 的具體實施例亦可應用於如圖 2 中所示的 6×10 陣列實施例，其中單個可見光吸收層 7 的區域接著與存在於每一光伏電池 2 頂上及每一光伏電池 2 之間的焊帶 3（例如，呈如圖 2 的實施例中所示出的四條平行線的形式）對準，且與太陽光電模組 1 的再一些（非主動）區域對準，例如，介於個別的光伏電池 2 之間的空間或太陽光電模組 1 的周邊處的區域。應用單個可見光吸收層 7 將提供具有真正暗的

外觀的 PV 模組 1。

【0016】 在所示實施例中，單個可見光吸收層 7 具有圖案，所述圖案至少包括與太陽光電模組 1 的焊帶 3（及匯流排 3a）對準的區域。在圖 2 的示例性實施例中，可見光吸收層 7 的圖案與位於光伏電池 2 中的每一者的輻射接收區域上的所述多個（光學反射）焊帶 3（位於每一光伏電池 2 上方的所述四條平行線）對準，且與定位有焊帶 3 的個別光伏電池 2 之間的區域，及形成太陽光電模組 1 的外側周邊的太陽光電模組的區域對準。在再一些實施例中，本發明可實作於各種太陽光電模組中，例如包括光伏電池 2 的 6×12 陣列、包括多個多晶光伏電池 2（與單晶光伏電池 2 不同，其可為矩形，單晶光伏電池 2 在正常情況下由於用來生成單晶光伏電池 2 的單錠矽晶體（single ingot silicon crystal）的形狀而具有圓形邊緣）或者包括一或多個薄膜光伏電池 2。

【0017】 將參照如圖 4 中所示太陽光電模組 1 的局部剖面圖來進一步闡釋本發明實施例。在圖 4 實施例的剖面圖中，局部地顯示兩個光伏電池 2，所述兩個光伏電池 2 在光伏電池層中以單元間間隙（inter-cell gap）8 分隔開。一般而言，太陽光電模組 1 的所述一或多個光伏電池 2 位於前（玻璃）板 4 與背板 5 之間的（密封）空間中，其中所述空間包含封裝體材料 6。太陽光電模組 1 包括多個（光學反射）母線及焊帶 3。當使用矽系光伏電池 2 時，焊帶 3 被施加至前側上的所有金屬電極材料，例如（直接）位於所述一或多個光伏電池 2 的主輻射接收表面上的網格線電極、匯流排電

極及焊盤、母線等，並且，對各個相鄰的光伏電池 2 進行互連的焊帶 3 一般由金屬電極材料形成，且因此反射光（可見輻射）。在示例性實施例中，每一光伏電池 2 可包括三條、四條（如圖 2 的實施例中所示）、五條或甚至六條（通常為平行的）母線，或者所述母線可包括複雜的電極圖案。在薄膜光伏電池的情形中，母線可甚至包括沿太陽光電模組 1 的長度佈線的大量（平行）母線。另外，焊帶 3 亦可以覆蓋所有母線、將所述一或多個光伏電池 2 彼此互連（以並聯電路連接及/或串聯電路連接方式）的方式存在。

【0018】 此外，根據本發明實施例，提供單個可見光吸收層 7，單個可見光吸收層 7 具有圖案，所述圖案至少包括與所述多個焊帶 3 對準的區域。

【0019】 單個可見光吸收層 7 可被排列成吸收撞擊於太陽光電模組 1 的前表面上的輻射。根據本發明實施例中的任一者，可見光吸收層 7 的圖案至少包括與所述多個焊帶 3 對準的局部（例如，矩形）區域。在再一實施例中，可見光吸收層 7 的圖案更包括與所述一或多個光伏電池 2 中的每一者的導電匯流排 3a 對準的再一些局部區域。應注意，如圖 3 的實施例中所示，所述再一些局部區域可個別地拉伸於被多個匯流排 3a 覆蓋的區域之上，包括位於各個匯流排 3a 之間的空間（參見圖 1 中的匯流排 3a）。

【0020】 在圖 4 的剖面圖中示出兩個撞擊光射線 9a、9b，所述兩個撞擊光射線 9a、9b 將例如代表自不同方向撞擊於太陽光電模組 1 的前表面上的光。陡的射線 9a 將在焊帶 3 的（反射）表面上進

行鏡面反射，並撞擊於單個可見光吸收層 7 的後側上。在單個可見光吸收層 7 為全面吸收層（例如，黑色的）的情形中，射線 9a 將接著被吸收。對於僅沿單個可見光吸收層 7 的寬度以更淺的角度進行撞擊的射線 9b，射線 9b 將僅能夠以如所指示的角度 α 自焊帶 3 的表面反射且前進至封裝體層 6 中並到達前板 4。由於常規封裝體材料（例如，乙烯乙酸乙烯酯（ethylene vinyl acetate，EVA））的耐破指數（**breaking index**）極為接近於前板 4 的材料（例如，玻璃）的折射率，因此射線 9b 將最終如所指示在玻璃空氣介面處發生折射及反射（且由於此特定角度 α 而留在太陽光電模組 1 內）。所述折射將相依於位於焊帶 3 上方的封裝體層 6 的高度 h ，而且相依於單個可見光吸收層 7 的（局部）寬度。經折射的光束的射線 9b 在 PV 模組 1 的表面處以所指示角度 α 平行地離開 PV 模組 1。在所指示角度之外，發生全內反射（**Total Internal Reflection，TIR**），且接著光束留在 PV 模組 1 內且因此對於觀察者而言不可見。

【0021】 可利用此種效應來使太陽光電模組 1 顯得更有美感。焊帶 3（及匯流排 3a）趨向於以鏡面反射方式反射進入太陽光電模組 1 的輻射。假定光束與空氣-玻璃表面（前板 4 的頂部）處的法線的夾角小於臨界角（**critical angle**） α （即，由於折射率為 $n=1.5$ ，因此 $\sin^{-1}(1/n)=42^\circ$ ），則光可以某一角度進入太陽光電模組 1，隨後在焊帶 3 處反射並接著離開太陽光電模組 1，其中 n 是玻璃（即，前板 4 的材料）的折射率。若射線 9b 以更大的角度擊中表面，則

光將不能夠自太陽光電模組 1 逃離且因此將不被觀察者的眼看到。此暗示焊帶 3 是不可見的。如參照圖 4 所示，對於射線 9a、9b，可根據焊帶 3 的頂表面和前板 4 之間的距離 h 與焊帶 3 的寬度 w 的比率來確定鏡面反射焊帶 3 的非可見性準則（**criterion of non-visibility**）。若角度 α 小於 $90-\sin^{-1}(1/n_E)$ ，則光無法自太陽光電模組 1 逃離且因此經歷全內反射（**TIR**）。欲在鏡面反射焊帶 3 處反射回的光的最小角度遵循方程式 $\tan(\alpha)=h/(w/2)$ ，其中 h 是單個可見光吸收層 7（例如，在前板 4 上呈黑色條帶的形式）與焊帶 3 之間的距離，且其中 w 是焊帶 3 的寬度。若光反射角度 α 大於 $\tan^{-1}(h/(w/2))$ ，則光撞擊單個可見光吸收層 7 且因此被吸收。若所述角度小於 $90-\sin^{-1}(1/n)$ ，則光將不離開太陽光電模組 1。因而，光無法逃離太陽光電模組 1 的準則是由 $h/(w/2)<\tan(90-\sin^{-1}(1/n))$ 給出。

【0022】在實例中， $\tan(90-\sin^{-1}(1/n))=\tan(90-\sin^{-1}(1/1.5))=1.11$ 且焊帶 3 具有為 $w=1000$ 微米的寬度。若選擇將為 500 微米的封裝體（EVA）層 6 厚度與為 200 微米的焊帶 3 厚度加以組合，則可見光吸收層 7 與焊帶 3 之間的距離 h 變為 300 微米。自此， $h/(w/2)=0.6$ ，其小於 1.11 且因此在焊帶 3 處發生鏡面反射的光均無法逃離太陽光電模組 1。

【0023】在一個實施例中，與所述多個焊帶 3 對準的區域（單個輻射層 7（即單個可見光吸收層 7））具有圖案寬度（ $w+e$ ），圖案寬度（ $w+e$ ）等於相關聯的所述多個焊帶 3 的焊帶寬度（ w ）加上

對稱施加的延伸寬度（ e ），如圖 4 中所示（即，單個可見光吸收層 7 因此在另一側上延伸超過距離 $e/2$ ）。延伸寬度（ e ）是根據以下方程式來決定：

$$\frac{2h}{w+e} < \tan(90 - \sin^{-1}(1/n_E))$$

其中 n_E 是封裝體材料 6 的折射率，且 h 是所述多個焊帶 3 的前表面與單個可見光吸收層 7 之間的高度。此實施例闡述經鏡面反射的光的不可見準則，且作為一種意外效果，其不相依於前板 4（玻璃）的折射率或前板 4 頂上的抗反射塗層的折射率。

【0024】 在另一實施例中，延伸寬度（ e ）是根據以下方程式來決定：

$$\frac{2h}{e} < \tan(90 - \sin^{-1}(1/n_E))$$

【0025】 金屬焊帶 3 在很高程度上為鏡面反射體，然而如圖 5 中的再一實施例的剖面圖中所示，小部分的光可各向同性地發生反射。在此種情形中，不可見準則適用於在焊帶 3（的端部）處各向同性散射的光（例如，當焊帶 3 設置有塗層時）。此種要求更為嚴格是為了使焊帶 3 的邊緣處的散射光受到上覆的單個可見光吸收層 7 所限制。應注意，此種準則不相依於焊帶 3 的寬度 w 。

【0026】 在再一示例性實施例中，圖案寬度（ $w+e$ ）較焊帶寬度（ w ）大至少 50 微米，例如大 100 微米。若單個可見光吸收層 7 是例如黑色條帶，則此將確保焊帶 3 自太陽光電模組 1 的前側為不可見。

【0027】 重新參照圖 2，根據一組本發明實施例，單個可見光吸收層 7 的圖案更包括所述一或多個光伏電池 2 的輻射接收主表面之

外的區域。在一組實施例中，所述圖案更包括與所述一或多個光伏電池 2 中各個相鄰的光伏電池 2 之間的空間對準的區域，且在另一組實施例中，所述圖案更包括與所述一或多個光伏電池 2 的周邊之外的空間對準的區域。換言之，亦包括各單元之間中的金屬區域及光伏電池 2 之間的非金屬化區域，且此外甚至位於太陽光電模組 1 的邊緣處的區域亦可為單個可見光吸收層 7 的對準的一部分。在相關聯的延伸寬度 e 方面，以上實施例亦可適用於該些部件。在可見光吸收層 7 不屏蔽吸收有效輻射的光伏電池的區域中，延伸寬度 e 可大於基於不可見準則而需要的寬度。在該些區域中，可見光吸收層 7 亦可覆蓋多於一個匯流排或焊帶。藉由此種方式，可達成更均勻的外觀。

【0028】 延伸寬度 e 亦可被選擇成大於基於經鏡面反射的光或經各向同性散射的光的不可見準則而需要的寬度，乃因製造製程中需要一定容差來使焊帶 3 及匯流排 3a 與可見光吸收層 7 的圖案對準。

【0029】 如在圖 4 的剖面圖中更清晰地示出，圖 2 的立體圖亦顯而易見，單個可見光吸收層 7 設置於前板 4 的內表面上。相較於封裝體層 6 的厚度及焊帶 3 的厚度，單個可見光吸收層 7 相對較薄，且可容易塗覆至前板 4 並仍維持所期望的高效屏蔽功能。

【0030】 在一組實施例中，背板 5 是透明背板，且太陽光電模組 1 包括設置於背板 5 的內表面上（即，在太陽光電模組 1 的後側上近距離面對焊帶 3 及光伏電池 2）的次級單個可見光吸收層 7。在

此組中，太陽光電模組 1 可為單面模組或雙面模組。雙面的太陽光電模組 1 可由於輻射可撞擊於光伏電池 2 的兩側上而具有較高的效率，且由於前板 4 與背板 5 二者為透明的，因此太陽光電模組 1 亦可具有好看的外觀。此種具有雙面光伏電池 2 的太陽光電模組 1 可例如應用於商業規模 PV 發電站領域及應用於其中系統可對屋頂反射的反照率效應（albedo effect）加以利用的平坦屋頂上（例如，工廠屋頂上）。

【0031】在再一組實施例中，如以下將更詳細論述，單個可見光吸收層 7（及可選的次級單個可見光吸收層 7）是對於特定波長範圍而言的可見光吸收層，例如黑色層或塗有顏料的層。在再一組替代性實施例中，單個可見光吸收層 7（及可選的次級單個可見光吸收層 7）包括散射層。此可被實作成一分離的層，或實作成單個可見光吸收層 7 的附加特徵。

【0032】本發明可因此以大量太陽光電模組 1 的變型來實作。第一版本為單個可見光吸收層 7 被實作成太陽光電模組 1 中的黑色層。在一個實施例中，太陽光電模組 1 具有玻璃前板 4 及黑色背板 5，其中黑色層（即單個可見光吸收層 7）被塗覆至前板 4（印刷於前板 4 上）（全黑模組）。此處，不可見準則確保所有焊帶 3 將保持對於觀察者而言不可見。然而，黑色層（即單個可見光吸收層 7）亦可與單面光伏電池 2 組合以實作於具有透明（例如，玻璃）前板 4 及透明（例如，玻璃）背板 5 二者的太陽光電模組 1 中。

【0033】 在一組實施例中，背板 5 是玻璃板。或者，在另一組實施例中，背板 5 是聚合物板。在兩種替代情形中，背板 5 可例如作為黑色（聚合物）背板而設置有可見光吸收層。

【0034】 另一組實施例是關於選擇單個可見光吸收層 7 的材料。單個可見光吸收層 7 可包括選自由以下構成的群組的吸收材料：墨水材料、網版印刷材料（例如，膏體）或無機材料。在再一實施例中，背板 5 亦包含使觀察者對於整個 PV 模組 1 具有相似顏色感受的吸收材料。為匹配用於遮罩的單個可見光吸收層 7 及 PV 模組 1 的其餘部分的外觀，在再一實施例中，吸收材料包括黑色顏料、褐色或淺褐色顏料、紅色或淡紅色顏料或者藍色或淺藍色顏料。

【0035】 黑色顏料可為以下中的一者或以下的組合：

乙炔黑（Acetylene Black）、苯胺黑（Aniline Black）、銻黑（Antimony Black）、瀝青（Asphaltum）、黑土（Black Earth）、黑赤鐵礦（Black Hematite）、黑碧璽（Black Tourmaline）、骨黑（Bone Black）、碳黑（Carbon Black）、鉻鐵鎳黑（Chrome Iron Nickel Black）、鉻墨綠赤鐵礦（Chromium Green Black Hematite）、鈷黑（Cobalt Black）、鈷鎳灰（Cobalt Nickel Gray）、氧化鈷（Cobaltic Oxide）、銅鉻黑（Copper Chromite Black）、硫化亞銅（Cuprous Sulfide）、石墨（Graphite）、鹿角黑（Hartshorn Black）、鐵鈷黑（Iron Cobalt Black）、鐵鈷鉻黑（Iron Cobalt Chromite Black）、氧化錳鐵（Iron Manganese Oxide）、鐵鈦褐色尖晶石（Iron Titanium Brown

Spinel)、象牙黑 (Ivory Black)、燈黑 (Lamp black)、硫化鉛 (Lead Sulphide)、蘇木 (Logwood)、蘇木深黑紅 (Logwood Black Lake)、蘇木深紅 (Logwood Lake)、磁鐵礦 (Magnetite)、錳黑 (Manganese Black)、錳鐵氧體黑 (Manganese Ferrite Black)、馬斯黑 (Mars Black)、雲母氧化鐵 (Micaceous Iron Oxide)、石黑 (Mineral Black)、二硫化鉬 (Molybdenum Disulfide)、茈系顏料黑 (Paliogen Black)、茈黑 (Perylene Black)、軟錳礦 (Pyrolusite)、硬瀝青 (Shungite)、石板黑 (Slate Black)、錫銻灰 (Tin Antimony Gray)、二氧化鈦黑 (Titanium Dioxide Black)、鈦釩銻灰 (Titanium Vanadium Antimony Gray)、蔓藤黑 (Vine Black) 及硫化鋅 (Zinc Sulfide)。

【0036】淺藍色顏料為例如酞青藍 (Phthalocyanine Blue)，淡紅色顏料為例如紅色氧化鐵顏料，且淺褐色顏料可為氧化鐵鉻 (chrome iron oxide)。

【0037】歐洲專利公開案 EP-A-2525011 中闡述了塗料中在 700 奈米至 2500 奈米波長範圍內具有反射性的 IR 反射顏料的實例，所述歐洲專利公開案併入本案供參考。

【0038】圖 6A 示出太陽光電模組 1 的一部分的示例性實施例，其著重示出本發明實施例的特徵。示出光伏電池 2 的頂部部分，在所述頂部部分上存在有母線 3b。焊帶 3 利用焊接層 3c 施加於母線 3b 之上。環繞在由母線 3b、焊接層 3c 及焊帶 3 構成的堆疊的封裝體材料 6 層的頂上存在有前板 4，且前板 4 與焊帶 3 以及單個可

見光吸收層 7 對準。可見光吸收層 7 設置有形成如以上所論述的吸收材料的顏料顆粒 11。亦繪製三種類型的撞擊光，所述三種類型的裝激光的可見波長射線 10a 被顏料顆粒 11 吸收。顏料顆粒 11 的成分及尺寸使得近 IR 波長區中的射線 10b 及 IR 波長區中的射線 10c 不受影響，且橫斷可見光吸收層 7。因而，在具體實施例中，（可見光吸收層 7）的可見光吸收材料是對近紅外線及紅外線輻射透明的。

【0039】 藉由恰當地選擇顏料顆粒 11 的成分及尺寸，可設想再一些實施例，例如其中可見光吸收材料使近紅外線及/或紅外線輻射發生偏轉。偏轉機制可歸因於顏料顆粒 11 的反射、散射或其他光學效應。

【0040】 為獲得所述效應，單個可見光吸收層 7 更包括近紅外線散射材料及/或紅外線輻射散射材料。近紅外線散射材料或紅外線輻射散射材料可與如以上論述的吸收材料混合（即，均位於可見光吸收層 7 中），或者所述兩種材料可單獨地位於特定子層中。近紅外線散射材料及/或紅外線輻射散射材料的實例包括 TiO_2 系顏料，其中可利用例如成分以及顆粒尺寸及形狀等確切特性來對（近）紅外線輻射造成所期望影響。例如，吸收材料可更包括散射光且可增加吸收材料中的光學路徑長度且因此增強吸收的無機顆粒（例如 TiO_2 顏料）。散射顏料的其他實例是 Al_2O_3 或 ZnO 。

【0041】 例如，在再一實施例中，單個可見光吸收層 7 可包括僅在可見光波長範圍內進行吸收的「黑色」顏料。所述顏料可被選

擇成使得其反射 (N) IR 光或者對 (N) IR 光透明。在前一種情形中，(N) IR 光將被部分地散射出太陽光電模組 1 且被部分地偏轉而使 (N) IR 光可最後到達光伏電池 2 中。優點是 NIR 光將被轉換成由 (矽) 光伏電池 2 供電，然而 IR 光將經歷寄生吸收 (parasitic absorption) 並致使太陽光電模組 1 非期望地升溫。在後一種情形中，(N) IR 光將橫斷可見光吸收層 7 且將在焊帶 3 上發生反射並將接著自太陽光電模組 1 逃離。優點是非期望的 IR 光將被反射出模組，但缺點是原本可有利於電力轉換的 NIR 亦被反射出模組。

【0042】 在再一示例性實施例中，單個可見光吸收層 7 具有兩個子層，其中一個層設置有如上所述的顏料顆粒 11，且第二子層設置有僅使近紅外線發生光學偏轉的顆粒 12。更一般而言，近紅外線散射材料及/或紅外線輻射散射材料設置於可見光吸收層 7 之下的散射層中。

【0043】 在圖 6B 中所示實施例中，可見光吸收層 7 包括具有特定有益效果的所述兩種類型的顆粒 11、12 二者。首先，現在整個太陽光電模組 1 藉由吸收波長介於 390 奈米與 700 奈米之間的可見光而在視覺上呈現黑色以滿足美學目標，如射線 10a 所指示。第二，波長介於 700 奈米與 1000 奈米之間（近紅外）的光被散射或偏轉成使得其將可能在例如前板 4 的介面處進行幾次內反射之後將最終到達光伏電池 2 的主動區中，如射線 10b 所指示。第三，波長超過近似 1000 納米的光（紅外）將由於前板 4 及可見光吸收

層 7 是對此波長範圍透明的而被折射出模組，藉此防止導致太陽光電模組 1 非期望地升溫而使功率輸出減小的寄生吸收。應注意，在此示例性實施例中，在視覺上完全呈現黑色的太陽光電模組 1 可具有較不具有可見光吸收層 7 的傳統太陽光電模組高的功率輸出。

【0044】 在再一實施例中，吸收材料包括相對較大（即，直徑介於 1000 奈米至 3000 奈米之間）的 TiO_2 顏料（或具有相同有效大小的聚結小顆粒（agglomerated small particle）），所述 TiO_2 顏料在散射（N）IR 光方面相對較強。在此種情形中，（N）IR 光可藉由偏轉耦合至太陽電池中而後被吸收於（矽）太陽電池中，或者隨後在焊帶處發生偏轉、反射，在玻璃-空氣介面處發生反射而後被吸收至（矽）太陽電池中。

【0045】 在再一實施例中，在可見光吸收層 7 中 TiO_2 顏料與黑色顏料的濃度比被選擇成 $x:1$ ，其中 $x < 2$ 確保光學外觀仍為黑色。

【0046】 在再一實施例中，可見光吸收層 7 包括由層構成的堆疊。與頂部覆蓋玻璃相鄰的第一層具有可見光吸收顏料但對（N）IR 透明，且第二層具有（ TiO_2 ）散射顏料。

【0047】 在再一實施例中，此種第二層具有小的（例如，直徑 < 300 奈米）顏料（例如 TiO_2 ），此種小的顏料在 NIR 光與 IR 光之間存在明顯的散射力度差異。（亦參見 PCT 專利公開案 WO2013/066545 的揭露內容，所述 PCT 專利公開案併入本案供參考）。如此，對 NIR 光的散射力度強於對 IR 光的散射力度。此使得 NIR 光較 IR

光更明顯地偏轉及/或反射。藉由選擇 TiO_2 顏料的足夠低的濃度，NIR 有很大可能被吸收至太陽電池中，乃因以下軌跡具有相對高的機率：偏轉而後被吸收至（矽）態樣電池中，或者隨後在焊帶處發生偏轉、反射，在玻璃-空氣介面處發生反射而後被吸收至（矽）太陽電池中。另一方面，IR 光較不明顯地偏轉及/或反射，此暗示第二層很大程度上是對 IR 光透明的。此暗示 IR 光有很大可能將在焊帶處發生反射且將逃離模組，藉此防止模組負面地升溫。

【0048】 在以上說明中稱實施例具有一或多個光伏電池 2。該些光伏電池 2 可包括由以下構成的群組中的一者：薄膜電池、單晶電池或多晶電池。

【0049】 在再一態樣中，本發明實施例是有關於一種製造根據上述（示例性）實施例中任一者的光伏電池的方法，其中單個可見光吸收層 7 是在太陽光電模組 1 的組裝之前塗覆至前板 4。在再一實施例中，單個可見光吸收層 7 是利用以下塗覆技術中的一者進行塗覆：噴墨印刷（ink-jet printing）、絲網印刷（screen printing）/型版印刷（stencilling）、滾筒印刷（roller printing），轉移印刷（tampon printing）、移印（pad printing）、粉末塗佈（powder coating）、雷射燒結（laser sintering）以及熱印刷（thermal printing）。應注意，對於太陽光電模組 1 的雙面實施例，亦可以相同的方式塗覆次級單個可見光吸收層。

【0050】 以上已參照如圖式中所示的一定數量的示例性實施例闡

述了本發明。可對一些部件或元件進行潤飾及替代性實作，且所述潤飾及替代性實作包含於如在隨附申請專利範圍中所界定的保護範圍中。

【符號說明】

【0051】

- 1：太陽能光電（PV）模組
- 2：光伏電池
- 3：焊帶
- 3a：匯流排
- 3b：母線
- 3c：焊接層
- 4：前板
- 5：背板
- 6：封裝體材料
- 6：封裝體層
- 7：可見光吸收層
- 8：單元間間隙
- 9a、9b、10a、10b、10c：射線
- 11、12：顆粒
- e/2：距離
- e：延伸寬度
- h：高度/距離

w：焊帶寬度

w+ e：寬度

α ：角度/臨界角



【發明摘要】

【中文發明名稱】太陽光電模組以及其製造方法

【英文發明名稱】PHOTOVOLTAIC MODULE AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

【中文】本發明提供一種太陽光電模組以及其製造方法。太陽光電模組具有一或多個光伏電池（2），所述一或多個光伏電池（2）位於前板（4）與背板（5）之間的空間中，所述空間被封裝體材料（6）填充。太陽光電模組（1）具有多個焊帶（3），所述多個焊帶（3）提供一或多個光伏電池（2）之間的電性互連。存在單個可見光吸收層（7），所述單個可見光吸收層（7）具有圖案，所述圖案包括與所述多個焊帶（3）對準的局部區域。局部區域具有寬度（w+e），寬度（w+e）等於相關聯的焊帶（3）的寬度（w）加上對稱施加的延伸寬度（e）。延伸寬度（e）及高度（h）是根據以下方程式來決定：

$$\frac{2h}{w+e} < \tan(90 - \sin^{-1}(\frac{1}{n_E}))$$

其中 n_E 是封裝體材料（6）的折射率。單個可見光吸收層（7）設置於前板（4）的內表面上。

【英文】A photovoltaic module and a method of manufacturing the same are provided. The photovoltaic module having one or more photovoltaic cells (2) positioned in a space between a front sheet (4) and a back sheet (5), the space being filled with an encapsulant

material (6). The photovoltaic module (1) has a plurality of ribbons (3) providing an electrical interconnection of the one or more photovoltaic cells (2). A single visible-light absorbing layer (7) is present having a pattern which includes partial areas aligned with the plurality of ribbons (3). The partial areas have a width (w + e) which is equal to a width (w) of the associated ribbon (3) plus a symmetrically applied extension width (e). The extension width (e) and height (h) are determined according to the equation:

$$\frac{2h}{w+e} < \tan(90 - \sin^{-1}(1/n_E))$$

wherein n_E is the refractive index of the encapsulant material (6).

The single visible-light absorbing layer (7) is provided on an internal face of the front sheet (4).

【指定代表圖】圖6A。

【代表圖之符號簡單說明】

2：光伏電池

3：焊帶

3b：母線

3c：焊接層

4：前板

7：可見光吸收層

10a、10b、10c：射線

11：顆粒

【特徵化學式】

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種太陽光電模組，具有一或多個光伏電池，

所述一或多個光伏電池位於前板與背板之間的空間中，所述空間更包括封裝體材料，

所述太陽光電模組包括多個焊帶，所述多個焊帶提供所述一或多個光伏電池的電性互連，以及

單個可見光吸收層，具有圖案，所述圖案至少包括與所述多個焊帶對準的局部區域，

其中與所述多個焊帶對準的所述局部區域具有寬度（ $w+e$ ），所述寬度（ $w+e$ ）等於相關聯的所述多個焊帶的焊帶寬度（ w ）加上對稱施加的延伸寬度（ e ），

其中所述多個焊帶的前表面與所述單個可見光吸收層之間存在高度（ h ），

其中所述延伸寬度（ e ）及所述高度（ h ）是根據以下方程式來決定：

$$\frac{2h}{w+e} < \tan(90 - \sin^{-1}(1/n_E))$$

其中 n_E 是所述封裝體材料的折射率，且

其中所述單個可見光吸收層設置於所述前板的內表面上。

【第2項】 如申請專利範圍第 1 項所述的太陽光電模組，其中所述延伸寬度（ e ）及所述高度（ h ）是根據以下方程式來決定：

$$\frac{2h}{e} < \tan(90 - \sin^{-1}(\frac{1}{n_E}))。$$

【第3項】 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的太陽光電模組，其中與所述多個焊帶對準的所述局部區域的所述寬度（ $w+e$ ）較所述焊帶寬度（ w ）大至少 50 微米。

【第4項】 如申請專利範圍第 1 項所述的太陽光電模組，其中所述單個可見光吸收層的所述圖案更包括與所述太陽光電模組的匯流排對準的局部區域。

【第5項】 如申請專利範圍第 1 項所述的太陽光電模組，其中所述單個可見光吸收層的所述圖案更包括與所述一或多個光伏電池中各個相鄰的光伏電池之間的空間對準的區域。

【第6項】 如申請專利範圍第 1 項所述的太陽光電模組，其中所述單個可見光吸收層的所述圖案更包括與所述一或多個光伏電池的周邊之外的空間對準的區域。

【第7項】 如申請專利範圍第 1 項所述的太陽光電模組，其中所述背板是透明的背板，且所述太陽光電模組包括設置於所述透明的背板的內表面上的次級單個可見光吸收層。

【第8項】 如申請專利範圍第 1 項所述的太陽光電模組，其中所述背板是玻璃板。

【第9項】 如申請專利範圍第 1 項所述的太陽光電模組，其中所述背板是聚合物板。

【第10項】 如申請專利範圍第 8 項或第 9 項所述的太陽光電模

組，其中所述背板設置有可見光吸收層。

【第11項】 如申請專利範圍第 1 項所述的太陽光電模組，其中所述單個可見光吸收層包括選自以下群組的吸收材料：墨水材料、網版印刷材料或無機材料。

【第12項】 如申請專利範圍第 11 項所述的太陽光電模組，其中所述背板亦包括所述吸收材料。

【第13項】 如申請專利範圍第 11 項或第 12 項所述的太陽光電模組，其中所述吸收材料包括黑色顏料、淺褐色顏料、淡紅色顏料或淺藍色顏料。

【第14項】 如申請專利範圍第 11 項所述的太陽光電模組，其中所述吸收材料對近紅外線及紅外線輻射是透明的。

【第15項】 如申請專利範圍第 11 項所述的太陽光電模組，其中所述吸收材料使近紅外線及/或紅外線輻射發生偏轉。

【第16項】 如申請專利範圍第 1 項所述的太陽光電模組，其中所述單個可見光吸收層更包括近紅外線散射材料及/或紅外線輻射散射材料。

【第17項】 如申請專利範圍第 1 項所述的太陽光電模組，其中所述一或多個光伏電池包括以下群組中的一者：薄膜電池、單晶電池或多晶電池。

【第18項】 一種製造如申請專利範圍第 1 項至第 17 項中任一項所述的太陽光電模組的方法，其中所述單個可見光吸收層是在所述光伏電池的組裝之前塗覆至所述前板。

【第19項】 如申請專利範圍第 18 項所述的方法，其中所述單個可見光吸收層是利用以下塗覆技術中的一者進行塗覆：噴墨印刷、絲網印刷/型版印刷、滾筒印刷、轉移印刷、移印、粉末塗佈、雷射燒結以及熱印刷。