

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號： 200917510

(43)公開日： 中華民國98(2009)年 4 月 16 日

(21)申請案號：097139271

(22)申請日： 中華民國97(2008)年10月13日

(51)Int. Cl.：

H01L31/06 (2006.01)

H01L21/312 (2006.01)

(30)優先權主張： 2007/10/12

美國

60/979,585

2008/10/02

美國

12/244,455

(71)申請人： 氣體產品及化學品股份公司 AIR PRODUCTS AND CHEMICALS, INC.
美國

(72)發明人： 賀利 派翠克 汀摩子 HURLEY, PATRICK TIMOTHY；瑞吉威 羅伯特 戈登
RIDGEWAY, ROBERT GORDON；孟提 雷蒙 尼克勞斯 VRTIS, RAYMOND NICHOLAS；歐
尼爾 馬克 李納德 O' NEILL, MARK LEONARD；強生 安德魯 大衛 JOHNSON,
ANDREW DAVID

(72)代理人： 陳展俊；林聖富

申請實體審查：有 申請專利範圍項數： 15 項 圖式數： 3 共 37 頁

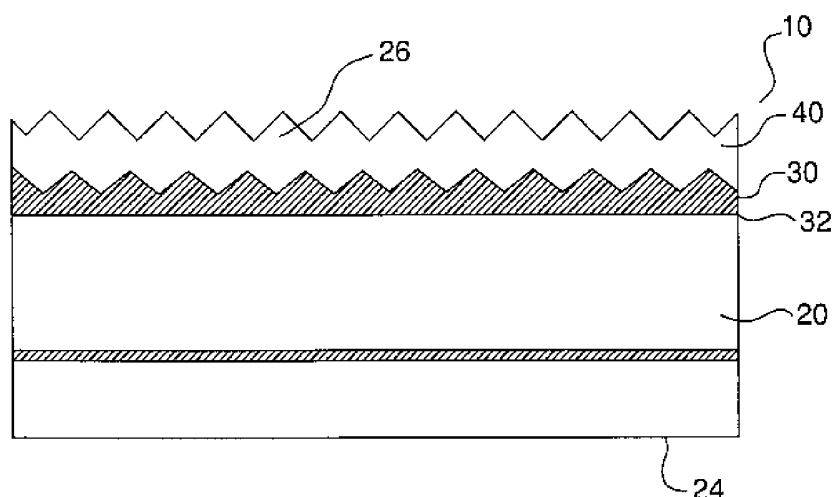
(54)名稱

光伏打應用的抗反射塗層

ANTIREFLECTIVE COATINGS FOR PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS

(57)摘要

本發明提供一種製造包含含有p-n接面的矽基材的光伏打設備的方法，其中該方法包括步驟：通過在至少一個矽基材的表面上由組合物化學氣相沉積形成無定形碳化矽抗反射塗層，其中該組合物包含由有機矽烷、胺基矽烷及其混合物組成的組中選擇的前驅物，其中該無定形碳化矽抗反射塗層是由式 $\text{Si}_v\text{C}_x\text{N}_u\text{H}_y\text{F}_z$ 表示的薄膜，其中 $v+x+u+y+z=100\%$ ， v 為1-35原子%， x 為5-80原子%， u 為0-50原子%， y 為10-50原子%且 z 為0-15原子%。



10：光伏打電池
20：基材
24：電池的背面
30：n-摻雜層
32：p-n接面
40：抗反射塗層

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號： 200917510

(43)公開日： 中華民國98(2009)年 4 月 16 日

(21)申請案號：097139271

(22)申請日： 中華民國97(2008)年10月13日

(51)Int. Cl.：

H01L31/06 (2006.01)

H01L21/312 (2006.01)

(30)優先權主張： 2007/10/12

美國

60/979,585

2008/10/02

美國

12/244,455

(71)申請人： 氣體產品及化學品股份公司 AIR PRODUCTS AND CHEMICALS, INC.
美國

(72)發明人： 賀利 派翠克 汀摩子 HURLEY, PATRICK TIMOTHY；瑞吉威 羅伯特 戈登
RIDGEWAY, ROBERT GORDON；孟提 雷蒙 尼克勞斯 VRTIS, RAYMOND NICHOLAS；歐
尼爾 馬克 李納德 O' NEILL, MARK LEONARD；強生 安德魯 大衛 JOHNSON,
ANDREW DAVID

(72)代理人： 陳展俊；林聖富

申請實體審查：有 申請專利範圍項數： 15 項 圖式數： 3 共 37 頁

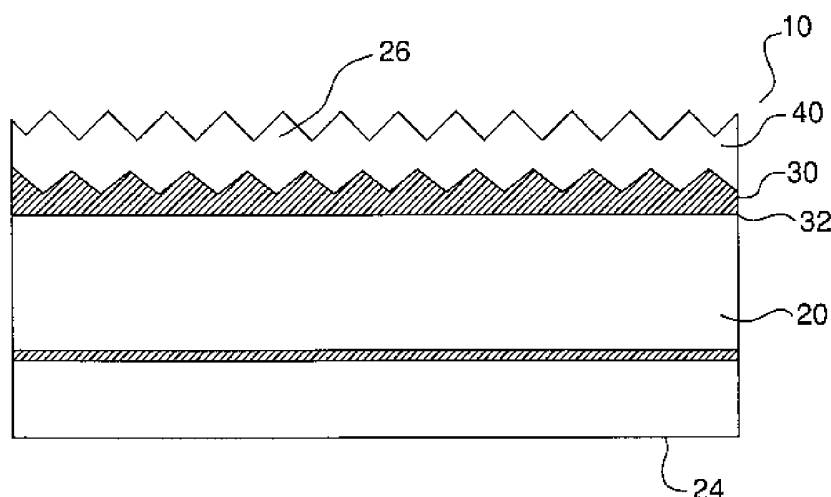
(54)名稱

光伏打應用的抗反射塗層

ANTIREFLECTIVE COATINGS FOR PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS

(57)摘要

本發明提供一種製造包含含有p-n接面的矽基材的光伏打設備的方法，其中該方法包括步驟：通過在至少一個矽基材的表面上由組合物化學氣相沉積形成無定形碳化矽抗反射塗層，其中該組合物包含由有機矽烷、胺基矽烷及其混合物組成的組中選擇的前驅物，其中該無定形碳化矽抗反射塗層是由式 $\text{Si}_v\text{C}_x\text{N}_u\text{H}_y\text{F}_z$ 表示的薄膜，其中 $v+x+u+y+z=100\%$ ， v 為1-35原子%， x 為5-80原子%， u 為0-50原子%， y 為10-50原子%且 z 為0-15原子%。



10：光伏打電池
20：基材
24：電池的背面
30：n-摻雜層
32：p-n接面
40：抗反射塗層

六、發明說明：

參照相關申請

本申請根據 35 U.S.C. § 119 (e) 要求於 2007 年 10 月 12 日提出的在先美國專利申請系列號 No.60/979,585 的優先權，在此將其引入以作參考。

發明所屬之技術領域

本發明涉及光伏打設備，具體地涉及包含半導體材料薄層諸如單晶或多晶矽的薄層的光伏打設備。更具體地，本發明涉及包含含有無定形碳化矽材料的抗反射層的光伏打設備，其與傳統製造的電池相比是高效率的。

先前技術

光伏打（“PV”）電池將光能轉化成電能。大多數光伏打電池是由單晶矽或多晶矽製造的。矽是通常使用的，因為在微電子工業的應用上，它易於以合理的價格獲得，和因為它具有在用於製造光伏打電池方面的電、物理和化學性能上的適當的平衡。在光伏打電池製造期間，矽典型地摻雜有正或負電導率類型的摻雜劑，並且通過現有技術中已知的各種方法典型地將其切成薄的基材，通常是晶片或帶狀形式的。貫穿本申請，將基材諸如晶片的用來面向入射光的面稱作正面，以及將與正面相對的面稱作背面。按照慣例，通常將正電導率類型指定為“p”，以及負電導率類型指定為“n”。在本申請中，“p”和“n”僅用作表示相反的電

導率類型。在本申請中，“p”和“n”分別意指正和負，但也可以分別表示負和正。光伏打電池運轉的關鍵是 p-n 接面的產生，其通常通過進一步摻雜矽基材的正面以形成來自摻雜的矽基材的相反電導型的層來形成的。這樣的層通常稱為發射層。在 p-摻雜基材的情況下，發射層會通過用 n-型摻雜劑摻雜正面形成。p-n 接面是 p-型摻雜區域和 n-型摻雜區域之間的介面。p-n 接面允許對入射光子回應的電子-電洞對的遷移，其導致基材晶片的正面和背面之間有電勢差異。

光伏打電池的製造通常可由 p-摻雜基材開始。然後將典型地以晶片形式的基材暴露到 n-摻雜劑中以形成發射層和 p-n 接面。典型地，n-摻雜層是通過下述步驟形成的，首先使用本技術領域中通常採用的技術將 n-摻雜劑沉積到基材的表面上，例如噴霧、旋壓、化學氣相沉積或其他沉積方法。在 n-摻雜劑在基材表面沉積後，將 n-摻雜劑驅趕進入矽基材的表面以進一步將 n-摻雜劑擴散入基材表面（n-摻雜層通常稱作“發射”層）。這種“驅趕”步驟一般通過將晶片暴露到熱中而完成，其通常結合含氧、氮、蒸汽或它們的混合的氣流。p-n 接面因此在 n-摻雜層和 p-摻雜矽基材之間的分界區域形成，其允許對入射光回應的電荷載流子遷移。

光伏打電池的效率取決於電池將入射光能轉化成電能的能力。現已發展對光伏打電池的設計和製造的一些改進，以增加轉化效率，其包括使用組織化、抗反射塗層、

表面鈍化和後表面電場。

光伏打電池的組織化減少了入射光在光伏打電池表面的反射。通過減少反射，更多入射光能夠由光伏打電池轉化。組織化典型地通過化學蝕刻，以及特別地通過矽基材的各向異性蝕刻來完成。

抗反射塗層典型地施加在組織化的表面以進一步減少入射光在光伏打電池表面的反射。抗反射塗層和光伏打設備的發射層之間的介面是整個設備性能的關鍵。例如在這個介面上的縫隙或任何其他類型的缺陷會不利地影響有效的電荷收集。現有技術的抗反射塗層，例如氧化物或氮化矽，由於沉積這些材料所需的高溫和電漿能量而容易在這個介面上形成缺陷。相應地，在本技術領域中，需要不會遭受上述缺陷的抗反射塗層。

發明內容

本發明通過提供一種製造包含含有 p-n 接面的矽基材的光伏打設備的方法來滿足這種需要，該方法包括步驟：通過在至少一個矽基材的表面上由組合物化學氣相沉積形成無定形碳化矽抗反射塗層，其中該組合物包含由有機矽烷、胺基矽烷及其混合物組成的組中選擇的前驅物，其中無定形碳化矽抗反射塗層是由式 $\text{Si}_v\text{C}_x\text{N}_u\text{H}_y\text{F}_z$ 表示的薄膜，其中 $v+x+u+y+z=100\%$ ， v 為 1-35 原子%， x 為 5-80 原子%， u 為 0-50 原子%， y 為 10-50 原子%且 z 為 0-15 原子%。

在另一方面，本發明提供一種光伏打電池，其包含：
含有 p-n 接面的矽基材；和由式 $\text{Si}_v\text{C}_x\text{N}_u\text{H}_y\text{F}_z$ 表示的無定形
碳化矽抗反射塗層，其中 $v+x+u+y+z=100\%$ ， v 為 1-35 原子
%， x 為 5-80 原子%， u 為 0-50 原子%， y 為 10-50 原子
% 且 z 為 0-15 原子%。

實施方式

本發明提供一種製造包含含有 p-n 接面的矽基材的光
伏打設備的方法，該方法包括步驟：通過在至少一個矽基
材的表面上由組合物化學氣相沉積形成無定形碳化矽抗反
射塗層，其中該組合物包含由有機矽烷、胺基矽烷及其混
合物組成的組中選擇的前驅物，其中無定形碳化矽抗反射
塗層是由式 $\text{Si}_v\text{C}_x\text{N}_u\text{H}_y\text{F}_z$ 表示的薄膜，其中 $v+x+u+y+z=100\%$ ， v 為 1-35 原子%， x 為 5-80 原子%， u 為 0-50 原子%， y 為 10-50 原子% 且 z 為 0-15 原子%。這裏所用的術語“無
定形碳化矽抗反射塗層”，其由上述所定義的式
 $\text{Si}_v\text{C}_x\text{N}_u\text{H}_y\text{F}_z$ 表示，薄膜中存在氮時還包括無定形矽碳氮化
物（即當“ u ”大於 0 時）。這裏還使用的術語“光伏打設備”
意指固態電設備，其將光直接轉化成電壓-電流特性的直流
電，其電壓-電流特性是光源特性和設備中材料和設計的函
數。術語“光伏打設備”包括但不必然限於光伏打電池。

在一個實施方式中，光伏打設備例如根據本發明的光
伏打電池是使用含矽的摻雜硼的基材，其典型地是晶片或
帶狀形式。基材可含有單晶矽，並且基材可含有多晶矽。

除非特別指出，這裏所用的“矽”包括單晶矽和多晶矽。如果需要，一個或多個其他材料層，例如鍍，可以沉積在基材表面上或結合到基材中。雖然普遍用硼作 p-型摻雜劑，但是也可以採用其他 p-型摻雜劑例如鎵或銦。

晶片典型地由切割矽晶錠，氣相沉積，液相取向附生或其他已知的方法獲得。切割可通過內徑刀片，連續拉線或其他已知的鋸切方法。雖然基材可以切割成任何傳統的平面形狀，但晶片典型地為圓形。通常，這樣的晶片的厚度典型地小於約 400 微米。優選地，本發明的基材的厚度小於約 200 微米，較優選小於約 150 微米，更優選小於約 100 微米，以及最優選小於約 50 微米。典型地，基材的厚度至少約 10 微米，較優選約 20 微米。本發明所採用的基材典型地切割成具有約 100 mm-200 mm 直徑的圓柱形矽塊。

在進一步的加工之前，優選地清潔基材，以除去任何表面碎片和切割損害。典型地，這包括將基材置於濕化學浴中，例如含有鹼和過氧化物混合物，酸和過氧化物混合物，NaOH 溶液或各種本領域中已知或使用的其他溶液中任意一種的溶液。用於清潔的溫度和時間取決於所用的特定的溶液。例如，可在約 75-95°C 的溫度下使用 25 wt%-35 wt% NaOH 水溶液約 20-約 70 秒。

任選地（特別是對於單晶基材來說），基材是通過例如結晶平面的各向異性蝕刻而組織化處理的。組織化通常是在基材表面上的成金字塔形狀的凹陷或凸出的形式。金字

塔形的高度或深度典型地為約 4-約 7 微米。對於典型的具有 100 取向的基材來說，典型地採用在升高的溫度下的低濃度 NaOH 水溶液各向異性地蝕刻該 100 面，其顯露出金字塔形凸出的 111 取向面。在本申請中所用的“低濃度”溶液優選地指低於約 7wt% 的溶質濃度。在此使用的“升高的溫度”優選地指高於約 80°C 的溫度。在這樣的條件下，例如，基材會在溶液中放置約 10-約 30 分鐘。

發射層典型地是通過用 n-型摻雜劑摻雜基材形成的。n-摻雜可通過將 n-摻雜劑沉積到基材上，和然後加熱該基材以將該 n-摻雜劑“驅趕”到基材中完成。氣相擴散可用於將 n-摻雜劑沉積到基材表面上。但是，也可以採用其他方法，例如離子植入、固態擴散或本技術領域中用於產生 n-摻雜層和最接近於基材表面的淺 p-n 接面的其他方法。磷是優選的 n-摻雜劑，但任何適合的 n-摻雜劑也可以單獨或組合使用，例如砷、銻或鋰。典型地，可將多重基材如此放置在托盤中，以使得基材的正和背面和邊緣顯露到 n-摻雜劑中。通過這個方法的應用，在 n-摻雜過程中產生的發射層和 p-n 接面沿著基材的全部表面形成。

在正面上的 n-摻雜層的深度典型地大於約 0.1 微米，優選地大於約 0.2 微米，且典型地少於約 0.5 微米，和優選地少於約 0.3 微米。正面的發射層的表面摻雜濃度優選地大於約 10^{18} 原子/cm³，更優選大於約 10^{19} 原子/cm³。正面的發射層的表面摻雜濃度可以高至飽和，但典型地低於約 10^{22} 原子/cm³，更優選低於約 10^{21} 原子/cm³，最優選地發

射層的表面摻雜濃度為約 10^{20} 原子/cm³。n-摻雜過程典型地在晶片的表面上生成二氧化矽的層，其典型地在應用有利於塗層的抗反射塗層之前除去。二氧化矽可通過例如在濕化學浴中，典型地低濃度 HF 溶液，在環境溫度下化學蝕刻約 10-約 40 秒除去。

本發明的方法包括通過將組合物化學氣相沉積到矽基材的至少一個表面上形成無定形碳化矽抗反射塗層的步驟，其中該組合物包含由有機矽烷、胺基矽烷及其混合物組成的組中選擇的前驅物。這裏所用的術語“在矽基材的至少一個表面上形成無定形碳化矽抗反射塗層”不限於無定形碳化矽層與至少一個被沉積的矽基材的表面直接接觸。還可以存在其他的間隔材料或層。其他的間隔材料或層的實例包括典型地發現於光伏電池中的材料和層，例如透明導體層和閘極導體層。

根據本發明的無定形碳化矽抗反射塗層優選地是由式 $\text{Si}_v\text{C}_x\text{N}_u\text{H}_y\text{F}_z$ 表示的薄膜，其中 $v+x+u+y+z=100\%$ ， v 為 1-35 原子%， x 為 5-80 原子%， u 為 0-50 原子%， y 為 10-50 原子%且 z 為 0-15 原子%。根據本發明的抗反射塗層優選地是通過組合物化學氣相沉積形成的，其中該組合物包含 (1) 由有機矽烷、胺基矽烷以及它們的混合物組成的組中選擇的至少一種前驅物；任選地和 (2) 烴，其中在沉積後該烴不從抗反射塗層中除去。

下述是由有機矽烷、胺基矽烷以及它們的混合物組成的組中選擇的至少一種前驅物的非限制性實例，其根據本

發明的實施方式是適合應用的，其適合與或不與相區別的烴一起形成無定形碳化矽抗反射塗層。在隨後的化學式中以及在整個此文獻中的所有化學式中，術語“獨立地”應被理解成表示所屬 R 基團不僅相對於帶有不同上標的其他 R 基團是獨立地選擇的，還相對於相同 R 基團的任何另外種類是獨立地選擇的。例如，在式 $R^1_n R^2_{4-n} Si$ 中，當“n”是 2 或 3 時，兩個或三個 R^1 基團不需要相互之間或與 R^2 相同。

下述是表示一些矽基前驅物的化學式，其中該前驅物適合與相區別的光吸收劑一起使用以形成根據本發明的無定形碳化矽和/或矽碳氮化物抗反射塗層。

(a) 式 $(NR_1 Si R_1 R_3)_x$ 的環矽氮烷，其中 R^1 和 R^3 獨立地為 H、 C_1-C_4 ，直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴；且 x 為 2-8 的整數；

(b) 式 $(CR_1 R_3 Si R_1 R_3)_x$ 的環碳矽烷，其中 R^1 和 R^3 獨立地為 H、 C_1-C_4 ，直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴；且 x 為 2-8 的整數；

(c) 式 $(R_{1n} R_{2m} R_{3o} R_{4p})_t Si-H_{4-t}$ 的非環烷基矽烷，其中 R^1 至 R^4 為 C_1-C_4 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴；且 $t=n+m+o+p$ 。

(d) $R^1_n (NR^2)_{4-n} Si$ 的化合物，其中 R^1 獨立地為 H 或 C_1-C_4 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴； R^2 獨立地為 C_1-C_6 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，芳族的，部分或全部氟化的烴；且 n 為 0-3；

(e) 式 $R^1_n(NR^2)_{3-n}Si-SiR^3_m(NR^4)_{3-m}$ 的化合物，其中 R^1 和 R^3 獨立地為 H 或 C_1-C_4 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴； R^2 和 R^4 獨立地為 C_1-C_6 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，芳族的，部分或全部氟化的烴；且 n 為 0-3； m 為 0-3；

(f) 式 $R^1_n(NR^2)_{3-n}Si-R^5-SiR^3_m(NR^4)_{m-3}$ 的化合物，其中 R^1 和 R^3 獨立地為 H 或 C_1-C_4 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴； R^2 、 R^4 和 R^5 獨立地為 C_1-C_6 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，芳族的，部分或全部氟化的烴，可選擇地， R^5 為胺或有機胺基團； n 為 0-3；且 m 為 0-3；

(g) 式 $(R^1_n(NR^2)_{3-n}Si)_tCH_{4-t}$ 的化合物，其中 R^1 獨立地為 H 或 C_1-C_4 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴； R^2 獨立地為 C_1-C_6 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，芳族的，部分或全部氟化的烴； n 為 0-3；且 t 為 1-3；和

(h) 式 $(R^1_n(NR^2)_{3-n}Si)_tNH_{3-t}$ ，其中 R^1 獨立地為 H 或 C_1-C_4 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴； R^2 獨立地為 C_1-C_6 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，芳族的，部分或全部氟化的烴； n 為 0-3。

在前驅物採用有機矽烷的實施方式中，優選的有機矽烷是式 $(R^1_nR^2_mR^3_oR^4_p)_tSi-H_{4-t}$ 的非環烷基矽烷，其中 R^1-R^4 為 C_1-C_4 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀

的，部分或全部氟化的烴和 $t=n+m+o+p$ ，且 $t=1-4$ 。這樣的有機矽烷的實例包括一甲基矽烷、二甲基矽烷、三甲基矽烷和四甲基矽烷。在前驅物採用胺基矽烷的實施方式中，優選的胺基矽烷是雙(第三丁基胺基)矽烷。

在一些實施方式中，上述前驅物可混有光吸收劑或者帶有光吸收取代基，且可混有這些種類的其他分子和/或相同種類的分子。在其他實施方式中，上述前驅物用作組合物的唯一組份，即沒有附加的光吸收分子。

如上所述，烴是包含至少一種前驅物的組合物的任選組份。烴用於提供吸光物種。物種是否吸收波長小於 400 nm 的光，是通過所得薄膜最小化被反射的光，例如由光伏打設備反射回的光的能力來測量的，但其在較長的波長處基本是透明的，其中在該波長處設備吸收光產生電洞-電子對。光吸收可通過本技術領域中已知的多種工具，例如分光光度計、反射計和偏振光橢圓率測量儀測量。光吸收還可以理解為折射指數的虛部。在本發明的一些實施方式中，烴為有機烴，且區別於有機矽烷和胺基矽烷。在本發明優選的實施方式中，有機烴僅由碳和氫原子組成。

下述為適合用於本發明實施方式中的烴的非限制性實例，其中該烴區別於至少一種選自由有機矽烷組成的組中的前驅物。換句話說，下述化合物適合用作根據本發明的光吸收劑。

1) 通式 C_nH_{2n} 的環烴，其中 $n=4-14$ ，其中環結構中的碳數為 4-12，且可有取代到環結構上的多個簡單或支鏈

的烴。實例包括：環己烷、三甲基環己烷、1-甲基-4(1-甲基乙基)環己烷、環辛烷、甲基環辛烷、環辛烯、環辛二烯、環庚烯、環戊烯、環己烯和 1,5,9-環十二碳三烯。

2) 通式 $C_nH_{(2n+2)-2y}$ 的直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的烴，其中 $n=2-20$ ，且其中 $y=$ —不飽和單元。實例包括乙烯、丙烯、乙炔、新己烷等。

3) 通式 C_nH_{2n-2x} 的單或多不飽和的環烴，其中 x 為分子中不飽和位元點的數目， $n=4-14$ ，其中在環結構中的碳數為 4-10，且可有取代到環結構上的多個簡單或支鏈的烴。不飽和鍵可位於橋環的內部或環結構的一個烴取代基上。實例包括環己烯、乙烯基環己烷、二甲基環己烯、第三丁基環己烯、 α -萜品烯、蒎烯、1,5-二甲基-1,5-環辛二烯、乙烯基環己烯等。

4) 通式 C_nH_{2n-2} 的雙環烴，其中 $n=4-14$ ，其中雙環結構中的碳數為 4-12，且可有取代到環結構上的多個簡單或支鏈的烴。實例包括：降莢烷、螺壬烷、蒈烷等。

5) 通式 $C_nH_{2n-(2+2x)}$ 的多不飽和雙環烴，其中 x 為分子中不飽和位元點的數目， $n=4-14$ ，其中雙環結構中的碳數為 4-12，且可有取代到環結構上的多個簡單或支鏈的烴。不飽和鍵可位於橋環的內部或環結構的一個烴取代基上。實例包括：蒎烯、降蒎烯、降蒎二烯等。

6) 通式 C_nH_{2n-4} 的三環烴，其中 $n=4-14$ ，其中三環結構中的碳數為 4-12，且可有取代到環結構上的多個簡單或支鏈的烴。實例為金剛烷。

在本發明的另一個實施方式中，該至少一種前驅物和光吸收前驅物不必是不同的分子，且在一些實施方式中，光吸收劑是結構形成前驅物的一部分（例如共價結合到結構形成前驅物上）。含結合有光吸收劑的前驅物有時在此稱為“光吸收前驅物”。連接有光吸收劑的含矽的至少一種前驅物，有利於實現較高效率地將光吸收體在沉積過程期間結合到薄膜中。此外，在前驅物中具有兩個光吸收體結合到一個 Si 上，諸如二苯基二乙基矽烷，或具有兩個 Si 原子結合到一個光吸收體上，諸如 1,4-雙(二乙基矽基)環己-2,5-二烯，也是有利的，因為在沉積過程期間在電漿區中可能斷裂的鍵為 Si-碳鍵。如此，在電漿區中一個 Si-C（即 Si-烴）鍵的反應會導致在沉積的薄膜中引入光吸收特性。

下述為這類具有光吸收能力的 Si 基前驅物的非限制性實例。在下述實例中，光吸收功能歸結於一個或多個 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 或 R^7 ：

a) $R^1_n(NR^2)_{4-n}Si$ ，其中 R^1 獨立地為 H 或 C_1-C_{12} 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴； R^2 獨立地為 C_1-C_{12} ，直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，芳族的，部分或全部氟化的烴；且 n 為 0-4（實例：二甲基胺基-第三丁基-新己基矽烷，和二乙基-新己基矽烷）；

b) $R^1_n(NR^2)_{3-n}Si-SiR^3_m(NR^4)_{m-3}$ ，其中 R^1 和 R^3 獨立地為 H 或 C_1-C_{12} 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴； R^2 和 R^4 獨立地為 C_1-C_{12}

直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，芳族的，部分或全部氟化的烴， n 為 0-3； m 為 0-3（實例：1,2-二丙基胺基-1,2-二第三丁基-1-新己基二矽烷，和 1,2-二乙基-1-新己基二矽烷）；

c) 式 $(NR_1SiR_1R_3)_x$ 的環矽氮烷，其中 R^1 和 R^3 獨立地為 H 或 C_1-C_{12} 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴；且 x 為 2-8 的任意整數，前提是至少一個 R^1 和 R^3 取代有 C_3 或更大的烴；

d) 式 $(CR_1R_3SiR_1R_3)_x$ 的環碳矽烷，其中 R^1 和 R^3 獨立地為 H 或 C_1-C_{12} 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴；且 x 為 2-8 的任意整數，前提是至少一個 R^1 和 R^3 取代有 C_3 或更大的烴；

e) $R^1_n(NR^4)_{3-n}Si-R^5-SiR^3_m(NR^4)_{m-3}$ ，其中 R^1 和 R^3 獨立地為 H 或 C_1-C_{12} 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴； R^2 、 R^4 、 R^5 獨立地為 C_1-C_{12} 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，芳族的，部分或全部氟化的烴，可選擇地， R^5 為胺或有機胺基團； n 為 0-3； m 為 0-3；

f) $(R^1_n(NR^2)_{3-n}Si)_tCH_{4-t}$ ，其中 R^1 獨立地為 H 或 C_1-C_{12} 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴； R^2 獨立地為 C_1-C_{12} 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，芳族的，部分或全部氟化的烴， n 為 0-3；且 t 為 1-3，前提是至少一個 R^1 取代有 C_3 或更大的烴；

g) $(R^1_n(NR^3)_{3-n}Si)_tNH_{3-t}$, 其中 R^1 獨立地為 H 或 C_1-C_{12} 直鏈或支鏈的, 飽和的, 單或多不飽和的, 環狀的, 部分或全部氟化的烴; R^2 和 R^3 獨立地為 C_1-C_{12} 直鏈或支鏈的, 飽和的, 單或多不飽和的, 環狀的, 芳族的, 部分或全部氟化的烴, n 為 0-3; p 為 0-3; 且 t 為 1-3, 前提是至少一個 R^1 取代有 C_3 或更大的烴;

h) 式 $(NR_1Si(R_2)_a(R_3)_b(NR_4)_c)_x$ 的環矽氮烷, 其中 R^1 、 R^2 和 R^3 獨立地為 H 或 C_1-C_{12} 直鏈或支鏈的, 飽和的, 單或多不飽和的, 環狀的, 部分或全部氟化的烴; 且 x 為 2-8 的任意整數; a 、 b 和 c 為 0-2 且 $a+b+c=2$, 前提是 R^1 和 R^3 中至少一個取代有 C_3 或更大的烴; 和

i) 式 $(CR_1R_3Si(R_2)_b(NR_3)_c)_x$ 的環碳矽烷, 其中 R^1 、 R^2 和 R^3 獨立地為 H 或 C_1-C_{12} 直鏈或支鏈的, 飽和的, 單或多不飽和的, 環狀的, 部分或全部氟化的烴, 且 x 為 2-8 的任意整數; b 和 c 為 0-2 且 $b+c=2$, 前提是 R^1 、 R^2 和 R^3 中至少一個取代有 C_3 或更大的烴;

優選 R^1 、 R^3 和 R^7 中至少一個取代有 C_3 或更大的烴以用作光吸收劑, 以及可採用任選的後處理步驟以改性光吸收劑的至少一部分。在本發明優選的實施方式中, 在上述式中的各個 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 和 R^7 為氫或 C_5-C_7 烴基團。

上述前驅物混有這些相同種類的其他分子和/或混有同種分子, 除了當 n 和/或 m 為 0-3 之外。

在所有上述實施方式中, 烴 (即光吸收組份) 實質上不從抗反射塗層中除去。在這裏所使用的用語“實質上不從

抗反射塗層中除去”是指本發明的特徵，其中希望存在的來自於煙的碳種參與賦予塗層抗反射性。相應地，由於在沉積無定形碳化矽抗反射層之後的一些製程條件，一些碳雖然被附帶地除去了，但碳還是大量存在於塗層中以吸收所需波長的光。

在本發明優選的實施方式中，無定形碳化矽抗反射層是薄膜，其不僅具有光吸收性，相對於例如由 PECVD 基 SiH_4 和 NH_3 沉積的氮化矽而言，還具有改進的表面鈍化性能。

本發明的抗反射塗層與製造光伏打設備的各種化學製程是相容的，並且能粘附在各種材料上，諸如矽、 SiO_2 、 Si_3N_4 、OSG、FSG、碳化矽、氮化碳化矽、氮化矽、氮化氮化矽、矽碳氮化物、氮化矽碳氮化物、氮化硼、低介電係數材料、光微影膠、有機聚合物、多孔有機和無機材料、金屬諸如銅和鋁、和擴散阻擋層諸如但不限於 TiN 、 Ti(C)N 、 TaN 、 Ta(C)N 、 Ta 、 W 、 WN 或 W(C)N 。這樣的薄膜能夠粘附在至少一種前述材料上足以通過傳統的牽拉試驗，諸如 ASTM D3359-95a 帶牽拉試驗，其中如果沒有可辨別的膜移動則評定樣品已通過該試驗。

優選地，將本發明的無定形碳化矽抗反射塗層沉積約 0.002-約 10 微米的厚度，儘管厚度能夠根據需要變化並且可以採用多層。沉積在未圖案化的表面上的覆蓋膜具有優異的均勻度，其在基於合理邊緣排除的整個基材上具有 1 標準偏差上小於 2% 的厚度偏差，其中例如 5 mm 的基材最

外邊緣不算在均勻度的統計計算中。

優選地，根據本發明的無定形碳化矽抗反射塗層具有 1.0-4.0 的折射指數，以及較優選 1.7-2.3。有兩層或多層薄膜可以實現在波長範圍上改進的抗反射性。例如根據本發明的抗反射塗層的層數越多，反射性可以最小化的波長範圍越大。典型地對於多個層，各個層具有不同的折射指數。薄膜的吸收度還可以通過改變膜的化學成分和沉積條件，以及採用任選的基於具體應用的膜性能而定制的後處理來增加。

本發明的抗反射塗層在薄膜的沉積期間不需要使用氧化劑。氧化劑定義為基於當前目的，會氧化有機基團的那部分（例如 O_2 、 N_2O 、臭氧、過氧化氫、 NO 、 NO_2 、 N_2O_4 、或它們的混合物），不存在向氣相中添加氧化劑，就會有利於所希望的光吸收物種在薄膜中的保持。這使得期望量的碳的引入必然提供期望的性能，諸如光吸收性和表面鈍性。

前驅物可按不同來源獨立地加入到反應器中，或作為混合物加入。可以採用多種方法將前驅物輸入反應器中，優選地使用配備有合適的閥和裝置的可以輸送液體到方法反應器的可加壓不銹鋼容器。

在一些實施方式中，不同前驅物的混合物，例如有機矽烷和/或胺基矽烷，是混合使用的。多種不同光吸收劑，有機矽烷和/或胺基矽烷，以及例如連接有光吸收劑的有機矽烷和/或胺基矽烷種的混合使用也屬於本發明的範圍。這樣的實施方式便於調節在最終產品中的光吸收劑與 Si 的比

例，和/或增強結構的一種或多種臨界性能。

除了結構形成物種和光吸收物種之外，可以在沉積反應之前、期間和/或之後向真空室中加入另外的材料。這樣的材料包括，例如惰性氣體（例如 He、Ar、N₂、Kr、Xe 等，其可用作更少的揮發性前驅物的載氣和/或其能促進已沉積材料的硬化和提供更穩定的最終薄膜）和反應性物質，諸如氣態或液態的有機物質，NH₃ 和 H₂ 是優選的載氣。

向氣態試劑施加能量從而引發氣體反應並在基材上形成薄膜。這樣的能量可以通過（取決於所採用的方法）例如熱、電漿、脈衝電漿、螺旋波電漿、高密度電漿、誘導耦合電漿和遠端電漿法提供。可以使用二級射頻頻率源來改進在基材表面的電漿特性。優選地，塗層通過電漿增強化學氣相沉積形成。在 13.56 MHz 頻率處產生電容耦合電漿是特別優選的。電漿能優選為 0.02-7 瓦特/平方釐米，更優選 0.3-3 瓦特/平方釐米，基於基材的表面積。可以有利地採用具有低電離能的載氣以降低電漿區中的電子溫度，其反過來也會在矽基前驅物和光吸收劑中產生更少的破碎。低電離能的載氣的實例包括 NH₃、CH₄、Ar、Xe、Kr。

各種氣態試劑的流速優選為 10-5000 sccm，更優選 30-1000 sccm，每單個 200 mm 晶片。選擇個體速率從而在薄膜中提供希望量的結構形成劑和光吸收劑。所需的實際速率取決於晶片的尺寸和室結構，並且決不限於 200 mm 晶片或單個晶片室。

雖然，已經闡述了本發明的抗反射塗層與沉積鈍化抗

反射塗層相關的益處，本領域的普通技術人員仍會理解本發明的抗反射塗層可用於其他基材，例如矽、鋁、金屬、金屬氧化物、和阻擋材料的鈍化。

在根據本發明的無定形碳化矽抗反射塗層形成後，將基材經受背面蝕刻以除去 p-n 接面。無定形碳化矽抗反射塗層在施加抗反射塗料的表面上用作表面掩膜，因此蝕刻就限於未塗布部分的基材。通常通過將基材置於化學物質浴中以從背面除去 n-摻雜區域來完成背面蝕刻。所用化學物質的類型，浴的溫度和基材在浴中的保持時間取決於用作基材的材料。例如約 80°C - 約 92°C 的溫度的 30 wt% NaOH 水溶液浴可用於單晶或多晶矽。單晶矽基材例如暴露到該浴中約 80 秒 - 約 100 秒。多晶矽基材通常暴露到該浴中更長的時間，例如至少約 3 分鐘且至多例如約 6 分鐘。任何蝕刻，且優選可除去背面的 n-摻雜區域的化學蝕刻，可以在一定溫度下使用一段時間，使得背面 n-摻雜區域被去除而沒有實質上的抗反射塗層降解。“沒有實質上的降解”是指根據本發明的抗反射塗層仍然保持沉積在基材的正面，優選地還有邊緣，和優選地基材的背面邊緣區域。

在由背面蝕刻除去 p-n 接面後，基材可以在沖淋並乾燥矽片前使用另一種化學蝕刻，例如用 4wt% HF 溶液清潔。背面蝕刻形成未組織化的或實質上光滑的背面。在此使用的“實質上光滑的”背面優選地指背面是未組織化的，除非背面部分沉積有表面塗層。在此使用的“未組織化的”優選指在基材表面上沒有峰或者穀；例如沒有各向異性蝕

刻的表面形貌，或例如另一個實例，具有與各向同性蝕刻一致的表面形貌。背面蝕刻還形成無或實質上無 n-摻雜劑和無或實質上無 p-n 接面的背面。在此使用的“實質上無 n-摻雜劑”優選指除了沉積有表面塗層的背面部分外，n-摻雜劑已經從背面蝕刻掉。在蝕刻後，一些 n-摻雜劑可存在於未遮罩的背面區域，其以實質上降低的表面濃度存在；例如，低於約 10^{15} 原子/cm³，優選地低於約 10^{13} 原子/cm³，更優選地低於約 10^{11} 原子/cm³。在此使用的“實質上無最接近於背面的 p-n 接面”是指最接近於未沉積有表面塗層的背面部分的 p-n 接面是被除去的，或由於降低的 n-摻雜劑濃度而呈現出無效性，例如 n-摻雜劑的表面濃度低於約 10^{15} 原子/cm³，優選地低於約 10^{13} 原子/cm³，更優選地低於約 10^{11} 原子/cm³，其中“原子”為摻雜劑原子。

然後向基材施加前與後的接觸。典型地，以置於正和後面上或中的導電金屬的形式接觸。可以使用照相平版印刷法，鐳射開槽和化學沉積法，絲網印刷或其他任何能提供正面和背面各自良好的歐姆接觸，以使得可以從光伏打電池中提取出電流的方法引起接觸。典型地，接觸存在於圖樣或圖案中，例如柵格、指針、線條等，並且不覆蓋整個正或背面。接觸優選地是使用導電金屬膠，例如銀膠，絲網印刷到基材上的。接觸典型地由絲網印刷到一個表面上，允許該表面乾燥以及隨後印刷到相反的表面上。在施加接觸後，將基材典型地在約 800-約 950°C 的溫度下烘乾，以加強在基材上的接觸。將接觸加到用於光伏打電池的晶

片基材的方法在本技術領域中是已知的。

圖 1 顯示根據本發明的一個實施方式的光伏打電池 10 的橫截面。該光伏打電池 10 包含組織化的硼摻雜的基材 20。該組織化象徵性地描述為 26。組織化的由磷擴散形成的 n-摻雜層 30 是存在的。p-n 接面 32 出現在硼摻雜的基材 20 碰到 n-摻雜層 30 的地方。將根據本發明的抗反射塗層 40 沉積在電池的 n-摻雜層 30 上。抗反射塗層還可以延伸到電池的邊緣、正面和背面 24 的週邊。

參考以下實施例更詳細地闡述本發明，但是應當理解本發明不應被認為限於這些實施例。

實施例

所有試驗均在 Applied Materials Precition-5000 系統中在配備有 Advanced Energy 2000 射頻產生器的 200mm DxZ 室中進行，使用不摻雜的 TEOS 處理包。制法包括下述基礎步驟：初步建立並穩定氣流，沉積，並在晶片移動前清除/抽空室。厚度、折射指數和消光係數由 SCI Filmtek 2000 反射計測量。

實施例 1:碳化矽薄膜

通過 PECVD 製程使用有機矽烷，例如三甲基矽烷和四甲基矽烷（分別地）在矽晶片上沉積薄膜。在具有約 100°C-約 400°C 基座溫度的 200mm Applied Materials DxZ PECVD 室中處理該晶片。使用大約 3 托的壓力和 50 sccm-1000

sccm 的流速。射頻能量 (13.56MHz) 在 100 W-800 W 之間變化 30-500 秒，其產生 1.5-2.3 之間的折射指數。圖 2 為無定型碳化矽薄膜的 IR 譜圖，其顯示在約 1200 cm^{-1} 處的 Si-C 共價鍵。

實施例 2: 矽碳氮化物薄膜

通過 PECVD 製程使用雙第三丁基胺基矽烷 (BTBAS) 與或不與氮 (NH_3) 一起在矽晶片上沉積薄膜。在具有約 100°C - 約 400°C 基座溫度的 200mm Applied Materials DxZ PECVD 室中處理該晶片。使用大約 2.0-4.0 托的壓力和 50 sccm-1000 sccm 的流速。射頻能量 (13.56MHz) 在 200 W-800 W 之間變化 30-500 秒，其產生 1.5-2.0 之間的折射指數。圖 3 為無定型矽碳氮化物薄膜的 IR 譜圖，其在約 1200 cm^{-1} 處顯示 Si-C 共價鍵，在約 3300 cm^{-1} 處顯示氮的存在。

圖式簡單說明

圖 1 顯示根據本發明的光伏打電池實施方式的橫截面示意圖；

圖 2 是根據本發明的抗反射塗層的 IR 光譜圖；

圖 3 是根據本發明的抗反射塗層的 IR 光譜圖。

主要元件符號說明

10.. 光伏打電池	20.. 基材	24.. 電池的背面
30.. n-摻雜層	32.. p-n 界面	40.. 抗反射塗層

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：97139271

※ 申請日：97.10.13

※IPC 分類：H01L 31/06 (2006.01)

H01L 31/312 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

光伏打應用的抗反射塗層

ANTIREFLECTIVE COATINGS FOR PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS

二、中文發明摘要：

本發明提供一種製造包含含有 p-n 接面的矽基材的光伏打設備的方法，其中該方法包括步驟：通過在至少一個矽基材的表面上由組合物化學氣相沉積形成無定形碳化矽抗反射塗層，其中該組合物包含由有機矽烷、胺基矽烷及其混合物組成的組中選擇的前驅物，其中該無定形碳化矽抗反射塗層是由式 $\text{Si}_v\text{C}_x\text{N}_u\text{H}_y\text{F}_z$ 表示的薄膜，其中 $v+x+u+y+z=100\%$ ， v 為 1-35 原子%， x 為 5-80 原子%， u 為 0-50 原子%， y 為 10-50 原子%且 z 為 0-15 原子%。

三、英文發明摘要：

A process is provided for making a photovoltaic device comprising a silicon substrate comprising a p-n junction, the process comprising the steps of: forming an amorphous silicon carbide antireflective coating over at least one surface of the silicon substrate by chemical vapor deposition of a composition comprising a precursor selected from the group consisting of an organosilane, an aminosilane, and mixtures thereof, wherein the amorphous silicon carbide antireflective coating is a film represented by the formula $\text{Si}_v\text{C}_x\text{N}_u\text{H}_y\text{F}_z$, wherein

200917510

$v+x+u+y+z = 100\%$, v is from 1 to 35 atomic%, x is from 5 to 80 atomic%, u is from 0 to 50 atomic %, y is from 10 to 50 atomic% and z is from 0 to 15 atomic%.

七、申請專利範圍：

1、一種製造包含含有 p-n 接面的矽基材的光伏打設備的方法，其中該方法包括步驟：

通過在至少一個矽基材的表面上由組合物化學氣相沉積形成無定形碳化矽抗反射塗層，其中該組合物包含由有機矽烷、胺基矽烷及其混合物組成的組中選擇的前驅物，

其中該無定形碳化矽抗反射塗層是由式 $\text{Si}_v\text{C}_x\text{N}_u\text{H}_y\text{F}_z$ 表示的薄膜，其中 $v+x+u+y+z=100\%$ ， v 為 1-35 原子%， x 為 5-80 原子%， u 為 0-50 原子%， y 為 10-50 原子%且 z 為 0-15 原子%。

2、如申請專利範圍第 1 項的方法，其中該基材是組織化的。

3、如申請專利範圍第 1 項的方法，其中該組合物進一步包含鹼。

4、如申請專利範圍第 1 項的方法，其中該抗反射塗層是通過包含胺基矽烷的組合物化學氣相沉積形成的。

5、如申請專利範圍第 4 項的方法，其中該胺基矽烷是雙(第三丁基胺基)矽烷。

6、如申請專利範圍第 3 項的方法，其中該鹼區別於至

少一種前驅物。

7、如申請專利範圍第 1 項的方法，其中該至少一種前驅物是由下述組成的組中選擇的至少一種前驅物：

(a) 式 $(\text{NR}_1\text{SiR}_1\text{R}_3)_x$ 的環矽氮烷，其中 R^1 和 R^3 獨立地為 H 、 $\text{C}_1\text{-C}_4$ ，直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴；且 x 為 2-8 的整數；

(b) 式 $(\text{CR}_1\text{R}_3\text{SiR}_1\text{R}_3)_x$ 的環碳矽烷，其中 R^1 和 R^3 獨立地為 H 、 $\text{C}_1\text{-C}_4$ ，直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴；且 x 為 2-8 的整數；

(c) 式 $(\text{R}_{1n}\text{R}_{2m}\text{R}_{3o}\text{R}_{4p})_t\text{Si-H}_{4-t}$ 的非環烷基矽烷，其中 $\text{R}^1\text{-R}^4$ 為 $\text{C}_1\text{-C}_4$ 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴；且 $t=n+m+o+p$ 。

(d) $\text{R}^1_n(\text{NR}^2)_{4-n}\text{Si}$ 的化合物，其中 R^1 獨立地為 H 或 $\text{C}_1\text{-C}_4$ 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴； R^2 獨立地為 $\text{C}_1\text{-C}_6$ 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，芳族的，部分或全部氟化的烴；且 n 為 0-3；

(e) 式 $\text{R}^1_n(\text{NR}^2)_{3-n}\text{Si-SiR}^3_m(\text{NR}^4)_{3-m}$ 的化合物，其中 R^1 和 R^3 獨立地為 H 或 $\text{C}_1\text{-C}_4$ 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴； R^2 和 R^4 獨立地為 $\text{C}_1\text{-C}_6$ 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，芳族的，部分或全部氟化的烴；且 n 為 0-3； m 為 0-3；

(f) 式 $\text{R}^1_n(\text{NR}^2)_{3-n}\text{Si-R}^5\text{-SiR}^3_m(\text{NR}^4)_{m-3}$ 的化合物，其中

R^1 和 R^3 獨立地為 H 或 C_1-C_4 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴； R^2 、 R^4 和 R^5 獨立地為 C_1-C_6 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，芳族的，部分或全部氟化的烴，可選擇地， R^5 為胺或有機胺基團； n 為 0-3；且 m 為 0-3；

(g) 式 $(R^1_n(NR^2)_{3-n}Si)_tCH_{4-t}$ 的化合物，其中 R^1 獨立地為 H 或 C_1-C_4 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴； R^2 獨立地為 C_1-C_6 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，芳族的，部分或全部氟化的烴； n 為 0-3；且 t 為 1-3；和

(h) 式 $(R^1_n(NR^2)_{3-n}Si)_tNH_{3-t}$ ，其中 R^1 獨立地為 H 或 C_1-C_4 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴； R^2 獨立地為 C_1-C_6 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，芳族的，部分或全部氟化的烴；且 n 為 0-3。

8、如申請專利範圍第 7 項的方法，其中該至少一種前驅物是式 $(R_{1n}R_{2m}R_{3o}R_{4p})_tSi-H_{4-t}$ 的至少一種非環烷基矽烷，其中 R_1-R_4 為 C_1-C_4 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴；和 $t=n+m+o+p$ 。

9、如申請專利範圍第 8 項的方法，其中該前驅物選自由一甲基矽烷、二甲基矽烷、三甲基矽烷和四甲基矽烷組成的組。

10、如申請專利範圍第 9 項的方法，其中該前驅物是四甲基矽烷。

11、如申請專利範圍第 3 項的方法，其中該烴選自由下述組成的組：

1) 通式 C_nH_{2n} 的環烴，其中 $n=4-14$ ，其中環結構中的碳數為 4-12；

2) 通式 $C_nH_{(2n+2)-2y}$ 的直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的烴，其中 $n=2-20$ ，且其中 y =不飽和單元；

3) 通式 C_nH_{2n-2x} 的單或多不飽和的環烴，其中 x 為烴分子中不飽和位元點的數目，且 $n=4-14$ ，其中在環結構中的碳數為 4-10；

4) 通式 C_nH_{2n-2} 的雙環烴，其中 $n=4-14$ ，其中雙環結構中的碳數為 4-12；

5) 通式 $C_nH_{2n-(2+2x)}$ 的多不飽和雙環烴，其中 x 為分子中不飽和位元點的數目，且 $n=4-14$ ，且其中雙環結構中的碳數為 4-12；和

6) 通式 C_nH_{2n-4} 的三環烴，其中 $n=4-14$ ，且其中三環結構中的碳數為 4-12。

12、如申請專利範圍第 11 項的方法，其中該烴選自由下述組成的組：環己烷、三甲基環己烷、1-甲基-4(1-甲基乙基)環己烷、環辛烷、甲基環辛烷、環辛烯、環辛二烯、

環庚烯、環戊烯、環己烯、1,5,9-環十二碳三烯、乙烯、丙烯、乙炔、新己烷、環己烯、乙烯基環己烷、二甲基環己烯、第三丁基環己烯、 α -萜品烯、蒎烯、1,5-二甲基-1,5-環辛二烯、乙烯基環己烯、降莰烷、螺壬烷、萘烷、蒎烯、降莰烯、降莰二烯和金剛烷。

13、如申請專利範圍第 1 項的方法，其中該至少一種前驅物是選自由下述組成的組中的至少一種前驅物：

a) $R^1_n(NR^2)_{4-n}Si$ ，其中 R^1 獨立地為 H 或 C_1-C_{12} ，直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的； R^2 獨立地為 C_1-C_{12} ，直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，芳族的，部分或全部氟化的烴；且 n 為 0-4；

b) $R^1_n(NR^2)_{3-n}Si-SiR^3_m(NR^4)_{m-3}$ ，其中 R^1 和 R^3 獨立地為 H 或 C_1-C_{12} 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴； R^2 和 R^4 獨立地為 C_1-C_{12} 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，芳族的，部分或全部氟化的烴， n 為 0-3；且 m 為 0-3；

c) 式 $(NR^1SiR^1R^3)_x$ 的環矽氮烷，其中 R^1 和 R^3 獨立地為 H 或 C_1-C_{12} 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴；且 x 為 2-8 的任意整數，前提是 R^1 和 R^3 中至少一個取代有 C_3 或更大的烴；

d) 式 $(CR^1R^3SiR^1R^3)_x$ 的環碳矽烷，其中 R^1 和 R^3 獨立地為 H 或 C_1-C_{12} 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，

環狀的，部分或全部氟化的烴；且 x 為 2-8 的任意整數，前提是 R^1 和 R^3 中至少一個取代有 C_3 或更大的烴；

e) $R^1_n(NR^4)_{3-n}Si-R^5-SiR^3_m(NR^4)_{m-3}$ ，其中 R^1 和 R^3 獨立地為 H 或 C_1-C_{12} 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴； R^2 、 R^4 、 R^5 獨立地為 C_1-C_{12} 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，芳族的，部分或全部氟化的烴，可選擇地， R^5 為胺或有機胺基團； n 為 0-3；且 m 為 0-3；

f) $(R^1_n(NR^2)_{3-n}Si)_tCH_{4-t}$ ，其中 R^1 獨立地為 H 或 C_1-C_{12} 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴； R^2 獨立地為 C_1-C_{12} 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，芳族的，部分或全部氟化的烴， n 為 0-3，

g) $(R^1_n(NR^3)_{3-n}Si)_tNH_{3-t}$ ，其中 R^1 獨立地為 H 或 C_1-C_{12} 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴； R^2 和 R^3 獨立地為 C_1-C_{12} 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，芳族的，部分或全部氟化的烴， n 為 0-3； p 為 0-3；且 t 為 1-3，前提是 $n+p \leq 4$ 且至少一個 R^1 取代有 C_3 或更大的烴；

h) 式 $(NR_1Si(R_2)_a(R_3)_b(NR_4)_c)_x$ 的環矽氮烷，其中 R^1 、 R^2 和 R^3 獨立地為 H 或 C_1-C_{12} 直鏈或支鏈的，飽和的，單或多不飽和的，環狀的，部分或全部氟化的烴； x 為 2-8 的任意整數；且 a 、 b 和 c 為 0-2 且 $a+b+c=2$ ，前提是 R^1 和 R^3 中至少一個取代有 C_3 或更大的烴；和

i) 式 $(\text{CR}_1\text{R}_3\text{Si}(\text{R}_2)_b(\text{NR}_3)_c)_x$ 的環碳矽烷, 其中 R^1 、 R^2 和 R^3 獨立地為 H 或 C_1 - C_{12} 直鏈或支鏈的, 飽和的, 單或多不飽和的, 環狀的, 部分或全部氟化的烴, 且 x 為 2-8 的任意整數; b 和 c 為 0-2 且 $b+c=2$, 前提是 R^1 、 R^2 和 R^3 中至少一個取代有 C_3 或更大的烴。

14、如申請專利範圍第 13 項的方法, 其中該前驅物選自由下述組成的組: 二甲基胺基-第三丁基-新己基矽烷、二乙基-新己基矽烷、1,2-二丙基胺基-1,2-二第三丁基-1-新己基二矽烷、和 1,2-二乙基-1-新己基二矽烷。

15、一種光伏打電池, 其包含:

含有 p-n 接面的矽基材; 和

由式 $\text{Si}_v\text{C}_x\text{N}_u\text{H}_y\text{F}_z$ 表示的無定形碳化矽抗反射塗層, 其中 $v+x+u+y+z=100\%$, v 為 1-35 原子%, x 為 5-80 原子%, u 為 0-50 原子%, y 為 10-50 原子% 且 z 為 0-15 原子%。

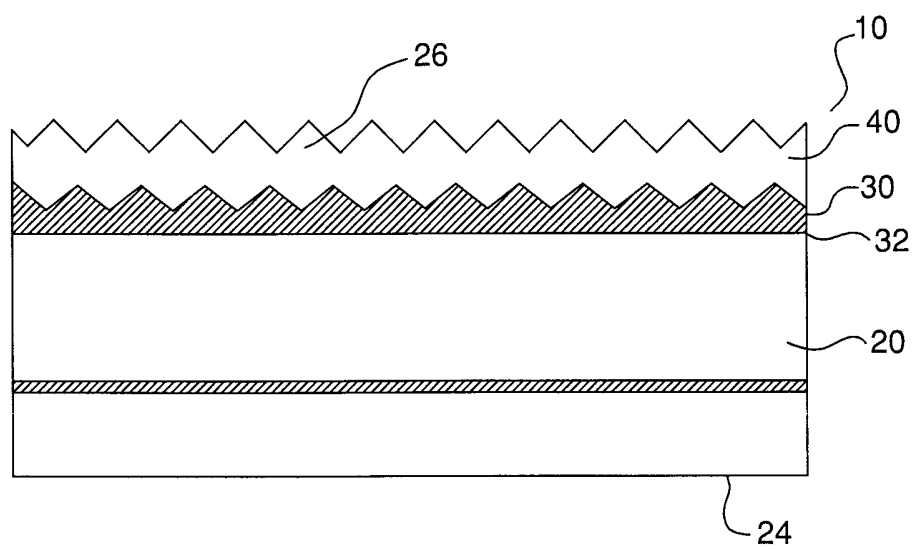


圖 1

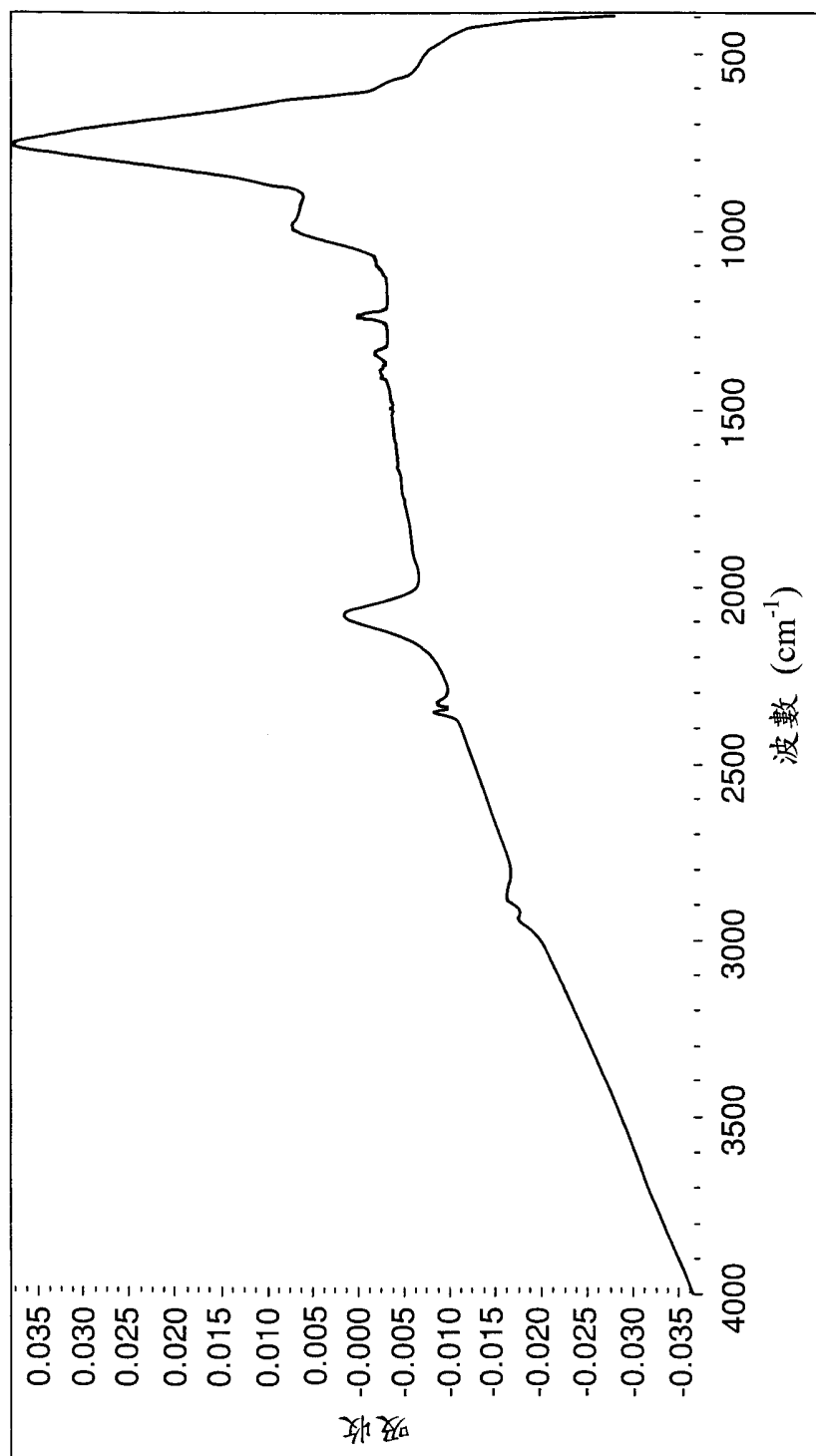


圖 2

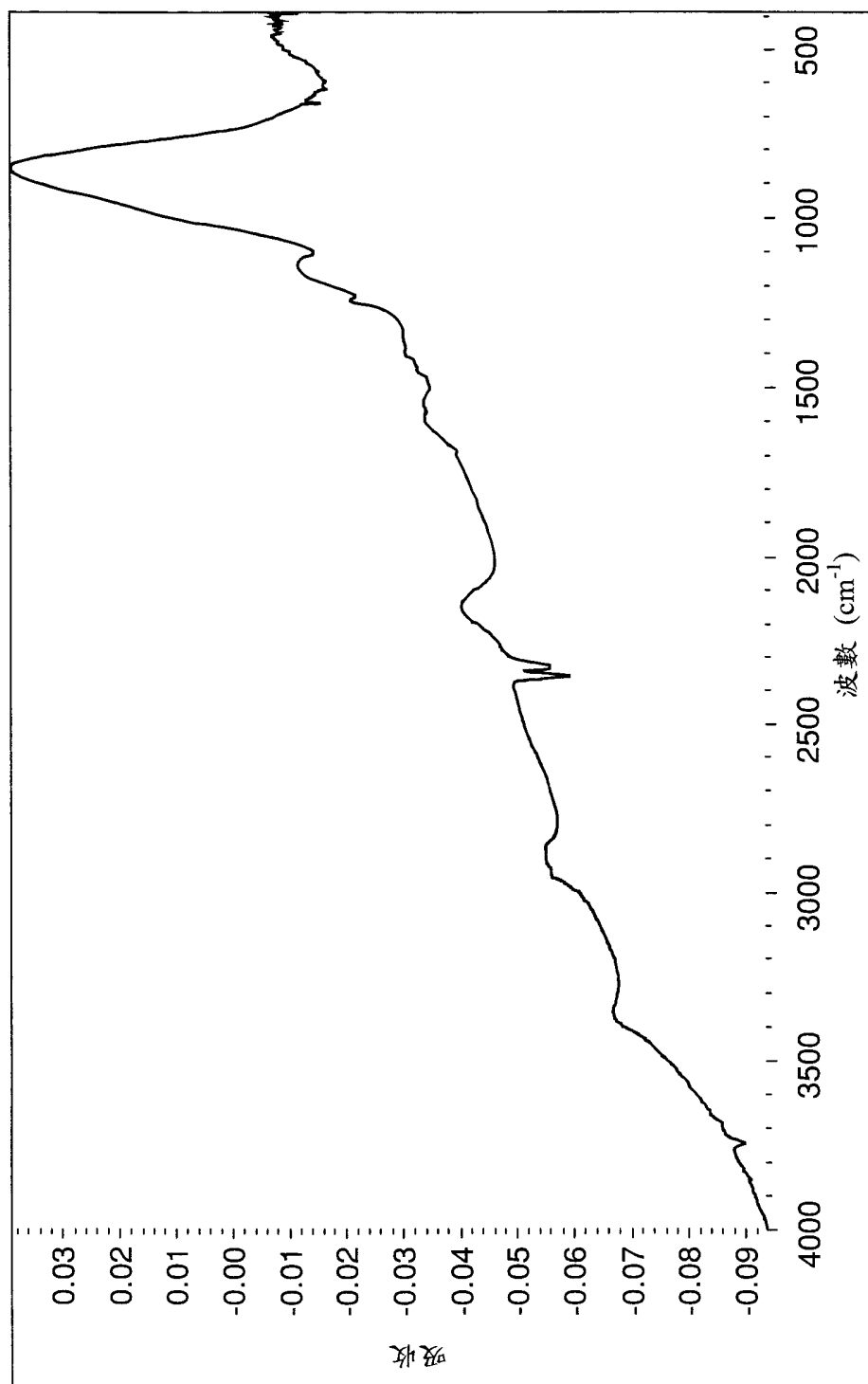


圖 3

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- | | |
|------------|-------------|
| 10.. 光伏打電池 | 20.. 基材 |
| 24.. 電池的背面 | |
| 30.. n-摻雜層 | 32.. p-n 接面 |
| 40.. 抗反射塗層 | |

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

[無]