



(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 I682012 B

(45) 公告日：中華民國 109 (2020) 年 01 月 11 日

(21) 申請案號：107133905

(22) 申請日：中華民國 107 (2018) 年 09 月 26 日

(51) Int. Cl. : **C09D5/24 (2006.01)** **B41M1/12 (2006.01)**
 B41M1/26 (2006.01) **B41M3/00 (2006.01)**
 H01L31/0224(2006.01) **H01L31/18 (2006.01)**

(71) 申請人：元晶太陽能科技股份有限公司 (中華民國) TSEC CORPORATION (TW)
 新竹縣湖口鄉光復北路 85 號

(72) 發明人：顧鴻壽 KOO, HORNG-SHOW (TW)；盧君翰 LU, CHUN-HAN (TW)；余承曄 YU, CHENG-YEH (TW)；官大明 KUAN, TA-MING (TW)；郭正聞 KUO, CHENG-WEN (TW)

(74) 代理人：許郁莉

(56) 參考文獻：

TW 201013941A

TW 201511316A

審查人員：洪鈴雅

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：4 共 13 頁

(54) 名稱

太陽能電池的製造方法

(57) 摘要

本發明提供一種太陽能電池的製造方法，於網印製程使用訂製的網版，網版具有無網結網紗及有網結網紗。於無網結網紗，電極材料的落入方向與經紗的方向相平行，使電極材料通過網版。相較於傳統網版印刷技術，具有優異的光電特性。

The present invention provides a method for manufacturing a solar cell. The method uses a specialized screen having knotless yarns and yarns with knots in screen printed process. The direction that electrode materials fall down is parallel to the direction of warps of the knotless yarns, so as to let electrode materials fall across the screen. The solar cell has more excellent photoelectric properties than one using traditional screen printing.

【發明說明書】

【中文發明名稱】 太陽能電池的製造方法

【英文發明名稱】 Method for Manufacturing Solar Cell

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種太陽能電池的製造方法，特別是有關於一種利用具無網結的網版製造太陽能電池的方法。

【先前技術】

【0002】 利用網版印刷來印製矽晶太陽能電池的電極，是目前矽晶太陽能電池重要的製作過程之一。為了提升太陽能電池的轉換效率，通常會將正面電極製作成手指狀，以減少入射光的遮蔽面積。

【0003】 網版印刷是藉由電極漿料以直接印刷製程將電極圖案印刷於基板，在經熱固化成形。一般網版印刷製程所使用的網版具有由經紗與緯紗交織而成的網紗，經紗與緯紗於交織處會重疊交叉而形成網結。如圖1所示之依據先前技術，電極漿料101通過網版的示意圖，網紗中的網結102會遮蔽電極圖案，使電極漿料101無法落入矽基材100的電極圖案處，造成電極漿料101不均勻，電極的阻值會攀升，而使轉換效率變差。

【0004】 另外，網版是否適用於網版印刷還取決於張網張力，各種網布的抗張力不同，需考量材質、目數、紗線徑、張網角度。一般市售的網版都是固定規格，所製造出的太陽能電池不見得良率會符合客戶的期待。因此網版印刷的製版技術也是太陽能電池製造上的重要環節。

【發明內容】

【0005】 為解決上述問題，本發明的主要目的在提供一種太陽能電池的製造方法，利用具無網結的網版進行網版印刷，可以提升太陽能電池的製造良率。

【0006】 本發明之太陽能電池的製造方法包括以下步驟：提供矽基材；以蝕刻液對矽基材的正面進行粗糙化處理(textured)；於矽基材的正面加入摻雜源以形成P-N接面；使用蝕刻液進行濕式邊緣製程，以去除矽基材的背面的矽化物；於矽基材的正面形成抗反射層；使用電極材料及網版進行網印製程；及進行燒結製程，於矽基材的正面形成正面電極。網版具有無網結網紗及有網結網紗，無網結網紗是由經紗所構成，有網結網紗是由經紗及與經紗垂直相交的緯紗所構成，無網結網紗的經紗之間間距小於有網結網紗的經紗與緯紗之間間距，於無網結網紗，電極材料的落入方向與經紗的方向相平行，使電極材料通過網版。

【0007】 因此，本發明之太陽能電池的製造方法，利用經計算開口率而訂製網版，在對應正面電極處的網紗不具有網結，不會阻擋電極漿料通過，電極圖案具有均勻性，使印刷出的正面電極具有平整的表面，可有效提升太陽能電池的製造良率。

【圖式簡單說明】

【0008】

圖1為依據先前技術，電極漿料通過網版的示意圖。

圖2A至圖2F為依據本發明之一實施例，太陽能電池的製造方法的示意圖。

圖3A為依據本發明實施例1的3D光學顯微鏡之俯瞰圖。

圖3B為依據本發明比較例1的3D光學顯微鏡之俯瞰圖。

圖4A的依據本發明實施例1的3D光學顯微鏡之剖面圖。

圖4B的依據本發明比較例1的3D光學顯微鏡之剖面圖。

【實施方式】

【0009】 為讓本發明的上述及其他目的、特徵、優點更能明顯易懂，下文將分別針對太陽能電池的製造方法做說明，並提供相關之其實施方式與其實施例，以具體說明本發明及其功效。

【0010】 在一實施例中，本發明的太陽能電池的製造方法如圖2A至圖2F所示，圖2A至圖2F為依據本發明之一實施例，太陽能電池的製造方法的示意圖。首先提供矽基材200，分為P型矽基板及N型矽基板。材質例如是單晶矽晶圓、多晶矽晶圓、及非晶矽晶圓。接著參考圖2A，清洗矽基材200後，以蝕刻液對矽基材200的正面進行粗糙化處理，以形成金字塔形孔洞201，用以降低平滑表面的光反射情形。蝕刻液為選自由氫氧化鈉、氫氧化鉀、氫氟酸、硝酸及醋酸所組成的族群中之至少一種，但不在此限。於單晶矽晶圓的情形是使用鹼性的蝕刻液進行粗糙化處理，於多晶矽晶圓的情形是使用酸性的蝕刻液進行粗糙化處理。接著如圖2B所示，進行擴散製程，在高溫爐中對矽基材200的正面加入例如三氯氧磷或三溴化硼等之摻雜源以形成P-N介面。再藉由熱氧化反應(高溫退火)結束擴散反應，生成二氧化矽層202以覆蓋摻雜層203，避免摻雜源繼續擴散。接著如圖2C所示，使用氫氟酸蝕刻液進行濕式邊緣製程，以去除矽基材200邊緣側邊的矽化物(例如磷矽玻璃)，並以研磨法來去除矽基材200的垂直側邊。接著如圖2D所示，以濺鍍法或化學氣相沉積法於矽基材200的正面形成氮化矽的抗反射

層204。接著如圖2E所示，使用例如銀膠等之電極材料205及網版進行網印製程。最後如圖2F所示，進行燒結製程，使電極材料205穿透抗反射層204而接觸到矽基材200表面，可於矽基材200的正面形成正面電極。且背面電極的鋁膠藉由高溫燒結會擴散進入矽基材200，在背面形成矽鋁合金，作為背面電場206。

【0011】 在一實施例中，本發明的網印製程所使用的網版具有無網結網紗及有網結網紗，無網結網紗是由經紗所構成，經紗的方向與重力方向相同；有網結網紗是由經紗及與經紗垂直相交的緯紗所構成，在經紗與緯紗相交之處構成網結。經紗及緯紗的材質為尼龍、聚酯、金屬、或蠶絲，較佳為金屬，但不在其限。無網結網紗的經紗之間間距小於有網結網紗的經紗與緯紗之間間距，有網結網紗的經紗與緯紗之間間距較佳為 $30\ \mu\text{m} \sim 100\ \mu\text{m}$ 。本發明的網版較佳為90度張網(即網紗與網框的角度)，而傳統網板為22.5度，鑒於張網的張力強度，無網結網紗的經紗之間間距要密集，較佳為 $30\ \mu\text{m} \sim 80\ \mu\text{m}$ 。

【0012】 在一實施例中，本發明的正面電極具有數量小於50的匯流排及數量為60-300的手指電極，正面電極亦可不具有匯流排，匯流排的寬度為 $0.15\ \text{mm} \sim 2\ \text{mm}$ ，手指電極的寬度為 $5\ \mu\text{m} \sim 40\ \mu\text{m}$ 。訂製網版時，依據匯流排的數量及寬度、手指電極的數量及寬度計算出網孔大小及網紗間距。接著，網孔面積及網紗面積亦能計算獲得。將網孔面積除以網紗面積而得算出開口率，如圖1所示，藉由網紗厚度(A)、開口率、及電極材料的厚度(T)可以算出下膠量(即需要塗布的銀膠或鋁膠等之電極材料的量)。

【0013】 於無網結網紗處，電極材料的落入方向與經紗的方向相平

行，因為沒有網結遮蔽，使電極材料可以通過網版，且可均勻印刷於抗反射層上。正面電極的匯流排、手指電極是分開網印的，在訂製網版時已先計算好匯流排、手指電極的位置，使電極材料通過無網結網紗可以落入於矽基材的正面欲形成手指電極之處，並且亦可以落入於矽基材的正面欲形成匯流排之處。

【0014】 以下提供本發明不同實施例的詳細內容，以更加明確說明本發明，然而本發明並不受限於下述實施例。

【0015】 實施例

【0016】 所用的基材為P型矽晶圓，先使用氫氧化鉀溶液來清洗矽晶圓，再以氫氧化鈉溶液對矽晶圓進行粗糙化處理1小時。接著使用三氯氧磷、氧氣、及氮氣，在1000°C高溫爐對矽晶圓進行擴散製程30分鐘。接著通入氧氣，以200°C進行熱氧化反應。取出矽晶圓置放冷卻後，浸入10wt%氫氟酸溶液中進行濕式邊緣製程。接著以濺鍍法於矽晶圓的正面形成氮化矽。將銀膠(杜邦公司製造)塗在訂製網版上，以網印速度30mm/秒離版間距0.2 mm在矽晶圓正面、背面網印出電極結構。以150°C烤板烤3分鐘，最後置於700°C的高溫爐進行燒結3分鐘。實施例1、實施例2、實施例3分別是擴散製程的溫度設定在1000°C、800°C、600°C。

【0017】 比較例

【0018】 除了使用傳統網版以外，以與實施例1、實施例2、實施例3相同的製程步驟，來製作擴散製程的溫度設定在1000°C、800°C、600°C之比較例1、比較例2、比較例3。

【0019】 表面形態測試

【0020】 以3D光學顯微鏡，放大倍率20倍，量測實施例1及比較例1的太陽能電池的厚度及表面狀況，得到圖3A的依據本發明實施例1的3D光學顯微鏡之俯瞰圖、圖3B的依據本發明比較例1的3D光學顯微鏡之俯瞰圖、圖4A的依據本發明實施例1的3D光學顯微鏡之剖面圖、圖4B的依據本發明比較例1的3D光學顯微鏡之剖面圖。由圖3A、圖3B可看出實施例1相較於比較例1，表面具有良好的平整性。由圖4A、圖4B可看出實施例1相較於比較例1，手指電極的高低差變化較小。因此，相較於傳統網版，由無網結的訂製網版網印的太陽能電池電極的高低差變化較小，表面平整性較優。

【0021】 光電特性測試

【0022】 利用太陽能電池電流-電壓量測系統，可測得實施例1、實施例2、實施例3、比較例1、比較例2、比較例3的短路電流(ISC)、輸出功率、最大功率點(PMPP)。並將輸出功率相對於入射光照射量與太陽能電池的表面積之乘積的比值定義為光電轉換效率(EFF)，數據整理如以下表1。

【0023】 表1

	EFF (%)	ISC (A)	PMPP (W)
實施例1	18.557	9.014	4.5596
實施例2	18.586	8.9813	4.5667
實施例3	18.53	8.9579	4.5531
比較例1	18.481	8.9587	4.5409
比較例2	18.52	8.9589	4.5506
比較例3	18.465	8.932	4.537

由表1可看出，實施例1、實施例2、實施例3的光電轉換效率、短路電流、最大功率點皆比比較例1、比較例2、比較例3的值高，代表光電特性較佳。因此，無網結的訂製網版所網印的太陽能電池的電極縮束與線高度均勻、表面較為平整，不會因摻雜源的擴散濃度不同而有所影響。

【0024】 本說明書所述內容僅為舉例性，而非為限制性者。任何未脫離本發明之精神與範疇，對其進行之等效修改或變更，均應包含於後附之申請專利範圍中。

【符號說明】

100、200	矽基材
101	電極漿料
102	網結
201	金字塔形孔洞
202	二氧化矽層
203	摻雜層
204	抗反射層
205	電極材料
206	背面電場
A	網紗厚度
T	電極材料的厚度

I682012

【發明摘要】**公告本****【中文發明名稱】** 太陽能電池的製造方法**【英文發明名稱】** Method for Manufacturing Solar Cell

【中文】 本發明提供一種太陽能電池的製造方法，於網印製程使用訂製的網版，網版具有無網結網紗及有網結網紗。於無網結網紗，電極材料的落入方向與經紗的方向相平行，使電極材料通過網版。相較於傳統網版印刷技術，具有優異的光電特性。

【英文】 The present invention provides a method for manufacturing a solar cell. The method uses a specialized screen having knotless yarns and yarns with knots in screen printed process. The direction that electrode materials fall down is parallel to the direction of warps of the knotless yarns, so as to let electrode materials fall across the screen. The solar cell has more excellent photoelectric properties than one using traditional screen printing.

【指定代表圖】 無**【代表圖之符號簡單說明】** 無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種太陽能電池的製造方法，其包括：

提供矽基材；

以蝕刻液對該矽基材的正面進行粗糙化處理；

於該矽基材的正面加入摻雜源以形成P-N介面；

進行熱氧化反應以生成二氧化矽層；

使用該蝕刻液進行濕式邊緣製程，以去除該矽基材的背面的矽化物；

於該矽基材的正面形成抗反射層；

使用電極材料及網版進行網印製程；以及

進行燒結製程，於該矽基材的正面形成正面電極；

其中，該網版具有無網結網紗及有網結網紗，該無網結網紗是由經紗所構成，該無網結網紗的該經紗之間間距為 $30\ \mu\text{m} \sim 80\ \mu\text{m}$ ，該有網結網紗是由經紗及與該經紗垂直相交的緯紗所構成，該有網結網紗的該經紗與該緯紗之間間距為 $30\ \mu\text{m} \sim 100\ \mu\text{m}$ ，於該無網結網紗，該電極材料的落入方向與該經紗的方向相平行，使該電極材料通過該網版。

【第2項】 如申請專利範圍第1項所述之太陽能電池的製造方法，其中該經紗及該緯紗的材質為尼龍、聚酯、金屬、或蠶絲。

【第3項】 如申請專利範圍第1項所述之太陽能電池的製造方法，其中該正面電極具有數量小於50的匯流排及數量為60-300的手指電極，該匯流排的寬度為 $0.15\ \text{mm} \sim 2\ \text{mm}$ ，該手指電極的寬度為 $5\ \mu\text{m} \sim 40\ \mu\text{m}$ 。

【第4項】 如申請專利範圍第3項所述之太陽能電池的製造方法，其中於該網印製程，該電極材料通過該無網結網紗落入於該矽基材的正面欲形成該手指電極之處。

【第5項】 如申請專利範圍第3項所述之太陽能電池的製造方法，其中於該網印製程，該電極材料通過該無網結網紗落入於該矽基材的正面欲形成該匯流排之處。

【第6項】 如申請專利範圍第1項所述之太陽能電池的製造方法，其中該蝕刻液為選自由氫氧化鈉、氫氧化鉀、氫氟酸、硝酸及醋酸所組成的族群中之至少一種。

【第7項】 如申請專利範圍第1項所述之太陽能電池的製造方法，其中該摻雜源為三氯氧磷或三溴化硼。

【第8項】 如申請專利範圍第1項所述之太陽能電池的製造方法，其中該電極材料為銀膠及鋁膠。