



- (21)申請案號：101144041 (22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 11 月 23 日
- (51)Int. Cl. : *H01L31/0224(2006.01)* *H01L31/0216(2014.01)*
H01L31/042 (2014.01) *H01L21/24 (2006.01)*
H01L21/324 (2006.01)
- (30)優先權：2011/11/23 美國 61/563,433
- (71)申請人：愛美科公司 (比利時) IMEC (BE)
 比利時
 比利時魯汶大學 (比利時) KATHOLIEKE UNIVERSITEIT LEUVEN (BE)
 比利時
 愛克西可集團公司 (比利時) EXCICO GROUP NV (BE)
 比利時
- (72)發明人：陶斯 洛依克 TOUS, LOIC (FR)；阿勒曼 莫尼卡 ALEMAN, MONICA (VE)；約翰 約靜 JOHN, JOACHIM (DE)；艾莫洛 提瑞 EMERAUD, THIERRY (FR)
- (74)代理人：陳長文
- (56)參考文獻：
 TW 201003940A CN 102017163A
 CN 102160160A
- 審查人員：楊喻仁
- 申請專利範圍項數：16 項 圖式數：1 共 20 頁

(54)名稱

形成金屬矽化物層之方法

METHOD FOR FORMING METAL SILICIDE LAYERS

(57)摘要

本發明係關於一種於具有紋理之矽基板表面上形成金屬矽化物層之方法，該方法包括：於具有紋理之矽基板上提供金屬層；並進行脈衝雷射退火步驟，該步驟提供至少一雷射通量係於 0.1 J/cm² 與 1.5 J/cm² 之間之範圍且雷射脈衝持續時間係於 1 ns 與 10 ms 之間之範圍的 UV 雷射脈衝，從而將至少部分該金屬層轉變為金屬矽化物層。此外，本發明係關於此方法於製造光伏打電池之用途，其中介電層為表面鈍化層，或者其中介電層為抗反射塗層。

The present invention is related to a method for forming a metal silicide layer on a textured silicon substrate surface, the method comprising: providing a metal layer on a textured silicon substrate; and performing a pulsed laser annealing step providing at least one UV laser pulse with a laser fluence in the range between 0.1 J/cm² and 1.5 J/cm² and with a laser pulse duration in the range between 1 ns and 10 ms, thereby converting at least part of the metal layer into a metal silicide layer. In addition, the present invention is related to the use of such method in a process for fabricating a photovoltaic cell, wherein the dielectric layer is a surface passivation layer, or wherein the dielectric layer is an antireflection coating.

指定代表圖：

符號簡單說明：

1 . . . 具有紋理之前表面

10 . . . 基板

11 . . . 發射體區

12 . . . 介電層

13 . . . 開口

14 . . . 薄鎳層

15 . . . 鎳矽化物層

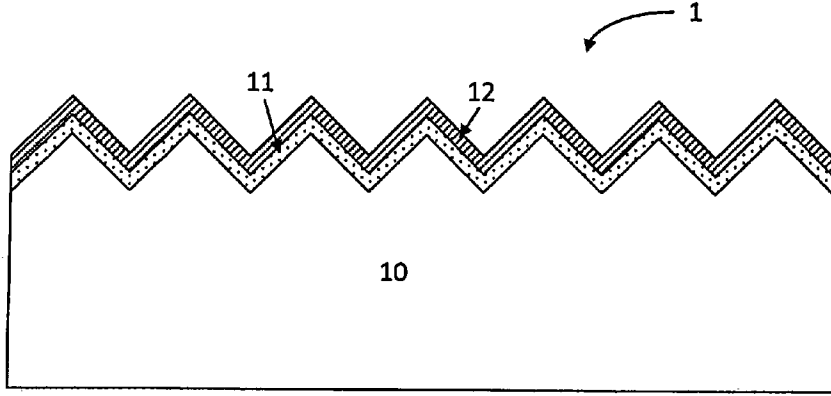


圖 1 (a)

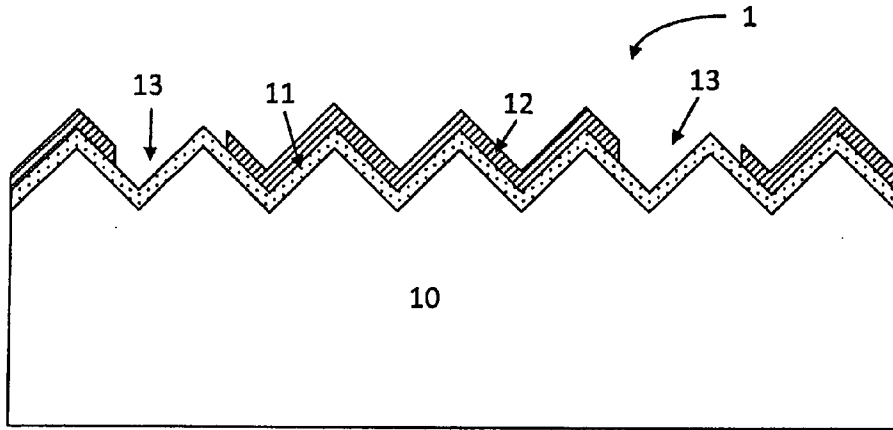


圖 1 (b)

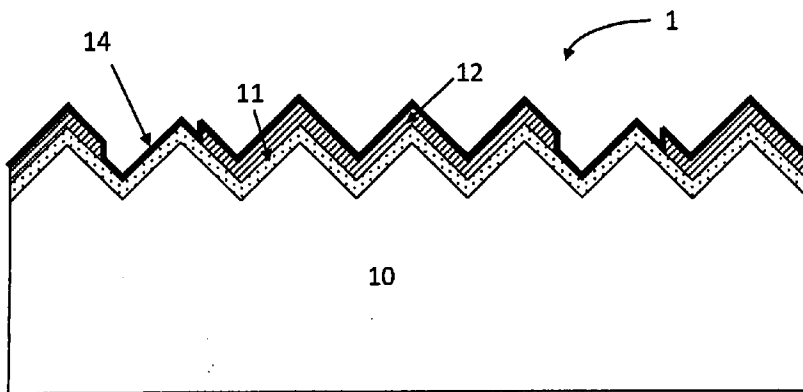


圖 1 (c)

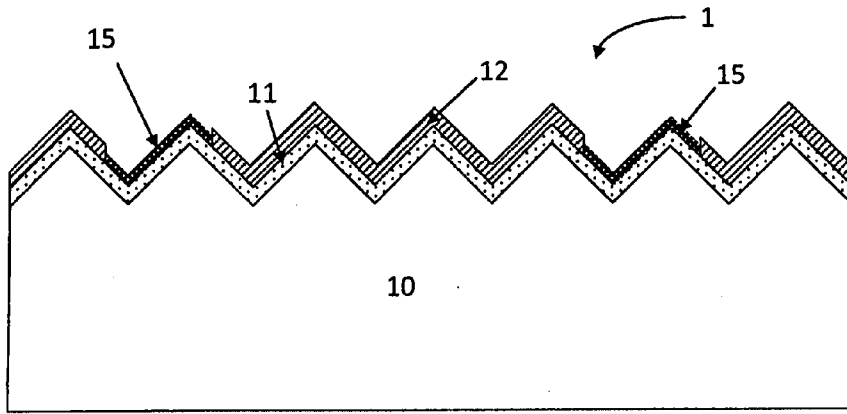


圖 1 (d)

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：101144041

※ 申請日：101/11/23

※IPC 分類：H01L 31/0224 (2006.01)
H01L 31/0216 (2014.01)
H01L 31/042 (2014.01)
H01L 21/24 (2006.01)
H01L 21/324 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

形成金屬矽化物層之方法

METHOD FOR FORMING METAL SILICIDE LAYERS

二、中文發明摘要：

本發明係關於一種於具有紋理之矽基板表面上形成金屬矽化物層之方法，該方法包括：於具有紋理之矽基板上提供金屬層；並進行脈衝雷射退火步驟，該步驟提供至少一雷射通量係於 0.1 J/cm^2 與 1.5 J/cm^2 之間之範圍且雷射脈衝持續時間係於 1 ns 與 10 ms 之間之範圍的UV雷射脈衝，從而將至少部分該金屬層轉變為金屬矽化物層。此外，本發明係關於此方法於製造光伏打電池之用途，其中介電層為表面鈍化層，或者其中介電層為抗反射塗層。

三、英文發明摘要：

The present invention is related to a method for forming a metal silicide layer on a textured silicon substrate surface, the method comprising: providing a metal layer on a textured silicon substrate; and performing a pulsed laser annealing step providing at least one UV laser pulse with a laser fluence in the range between 0.1 J/cm^2 and 1.5 J/cm^2 and with a laser pulse duration in the range between 1 ns and 10 ms , thereby converting at least part of the metal layer into a metal silicide layer. In addition, the present invention is related to the use of such method in a process for fabricating a photovoltaic cell, wherein the dielectric layer is a surface passivation layer, or wherein the dielectric layer is an antireflection coating.

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：

1 具有紋理之前表面

10 基板

11 發射體區

12 介電層

13 開口

14 薄鎳層

15 鎳矽化物層

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)

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

所揭示技術係關於一種形成金屬矽化物層之方法，且更特定言之，係關於一種在矽光伏打電池之金屬化製程中形成圖案化金屬矽化物層之方法。

【先前技術】

用於矽光伏打電池之前側金屬化之現行工業標準製程係基於需要經燒製以形成良好接觸之印刷銀漿或油墨。傳統絲網印刷銀漿受限於薄片電阻為大約60至90歐姆/平方之發射體，其中發射體表面濃度超過 10^{20} at/cm³，以形成足夠Ag微晶。

由於鎳矽化物層之接觸特性優越，故可使用鎳矽化物層在表面濃度低於 10^{20} at/cm³之經低摻雜之發射體上形成良好接觸。藉由在矽表面上設置薄鎳層(例如藉由無電電鍍)，接著藉由退火或燒結步驟以引發矽化作用，導致形成鎳-矽合金(鎳矽化物)，可形成鎳矽化物層。退火步驟通常係在惰性環境(例如N₂)中藉由快速熱退火(RTA)或者在帶式燒製爐中完成。

在發射體接面頂部形成鎳矽化物之主要挑戰在於避免發射體接面分流。分流可在矽化製程期間由鎳擴散至矽中所引起。

在製造光伏打電池之製程中，可在電池前側於抗反射塗層中所產生開口中形成圖案化鎳矽化物層。在鎳矽化物層頂部，通常(利用鎳矽化物層作為晶種層)電鍍至少一額外

金屬層(諸如Cu層)，以形成低電阻接觸路徑。在一工業製造方法中，抗反射塗層中之開口通常係藉由雷射剝蝕形成，例如，利用ps UV雷射。此雷射剝蝕步驟在矽表面造成缺陷或損傷，提高在後續矽化製程期間之鎳擴散風險，且因此加劇因(例如)鎳閃爍所引起之發射體分流之風險。

在具有紋理之矽表面上，增加的雷射剝蝕出現在椎體尖端及邊緣，如由A. Knorz等人於「Selective Laser Ablation of SiN_x Layers on Textured Surfaces for Low Temperature Front Side Metallizations」，Prog. Photovolt: Res. Appl. 2009, 17, 127-136所報導。已顯示，在波長為355 nm之雷射光照射下，具有紋理之表面引起電磁場之局部放大，導致表面之不均勻照射，且因此防止抗反射塗層完全免受雷射剝蝕之損傷。

【發明內容】

某些本發明態樣係關於一種在矽基板表面形成圖案化金屬矽化物層(例如鎳矽化物層)之方法，其中金屬(例如鎳)閃爍之風險得以避免，或者相對於先前技術方法有實質上地降低。可將一種根據本發明態樣之方法應用於具有紋理之矽表面，諸如光伏打電池之具有紋理之表面，而實質上不損傷表面紋理。在一態樣中，可將一種方法有利地用於在光伏打電池前側之(例如)介電層(例如抗反射塗層)中所產生之開口(甚至當此等開口係藉由雷射剝蝕所產生)中選擇性地形成電接觸，且不會使介電層之表面鈍化品質變差。

在一態樣中，一種在矽基板上形成圖案化金屬矽化物層之方法包括：在具有紋理之矽基板上提供金屬層；並進行脈衝雷射退火步驟，該步驟提供至少一雷射通量係於 0.1 J/cm^2 與 1.5 J/cm^2 之間之範圍且雷射脈衝持續時間係於 1 ns 與 10 ms 之間之範圍的UV雷射脈衝，從而將至少部分該金屬層轉變為金屬矽化物層。

在一態樣中，一種在矽基板上形成圖案化金屬矽化物層之方法包括：在矽基板上提供介電層；在需形成金屬矽化物層之位置上形成穿過該介電層之開口；在該基板上，至少在該等開口之位置上設置包括金屬之薄金屬層；以及利用UV雷射進行脈衝雷射退火步驟，其中雷射通量係於 0.1 J/cm^2 與 1.5 J/cm^2 之間，尤其約 0.3 J/cm^2 與 0.7 J/cm^2 之間之範圍，從而將至少部分該金屬層轉變為金屬矽化物層。例如，該金屬可為Ni、Co、Ti、TiW或Pt。

在一態樣中，金屬為鎳，且金屬矽化物層為鎳矽化物層。

在一態樣中，使用單雷射脈衝，其中脈衝持續時間係於約 1 ns 與 10 ms 之範圍，例如約 1 ns 與 1 ms 之間，尤其約 1 ns 與 250 ns 之間。

不受任何理論約束，利用一脈衝準分子雷射，以適宜能量密度值與適宜脈衝長度進行退火可引起金屬層下之矽基板之熔化，並僅在被熔化區產生金屬矽化物。

雷射束光點尺寸可於約 $2 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$ 與 $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ 之間之範圍，諸如約 $1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$ 。然而，本發明並不限於

此。例如，可使用多雷射脈衝及/或雷射束光點尺寸可大於10 cm x 10 cm(例如等於或大於基板尺寸)或小於2 mm x 2 mm。可使用步進掃描法照射整個基板表面。例如，可使用如WO 2010/115763所述之系統以高產量進行雷射退火步驟。

進行雷射退火步驟後，進行蝕刻步驟，以移除未反應的金屬，例如未反應的鎳。例如，蝕刻步驟可包括在包含 HNO_3 、 $\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{SO}_4$ 或 $\text{HCl}:\text{HNO}_3$ 之濕式蝕刻溶液或者熟習此項技術者所知之任何其他適宜蝕刻溶液中進行蝕刻。此蝕刻步驟後進行至少一個電鍍步驟，從而(例如)於金屬矽化物層頂部形成Ni/Cu堆疊或Ni/Cu/Ag堆疊或Ni/Cu/Sn堆疊或熟習此項技術者所知之任何其他適宜堆疊。

在一態樣中，矽基板上所設置之介電層可為單一介電層，諸如 SiN_x 、 SiO_2 或 AlO_x 層，或者包括至少兩個介電層之堆疊，諸如 $\text{SiO}_2/\text{SiN}_x$ 堆疊或 $\text{AlO}_x/\text{SiN}_x$ 堆疊。在光伏打電池中，介電層或介電層堆疊可提供表面鈍化及/或可充當抗反射塗層。

在一態樣中，形成穿過介電層之開口可藉由(例如)雷射剝蝕完成。然而，本發明並不限於此，且可使用其他適宜方法。例如，形成穿過介電層之開口可包括提供圖案化遮罩層(諸如，藉由噴墨印刷)，接著藉由濕式蝕刻介電層。

在一態樣中，提供薄金屬層可藉由熟習此項技術者所知之任何適宜方法完成，諸如，藉由物理氣相沉積(PVD)或較佳藉由電鍍，例如無電電鍍、電鍍、光引發之無電電鍍

(LIEP)，或甚至更佳光引發之電鍍。

薄金屬層之厚度可於約1 nm與2000 nm之間，較佳約10 nm與200 nm之間，更佳約20 nm與100 nm之間，且較佳約40 nm與50 nm之間之範圍。

在一態樣中一種方法之優勢在於發射體接面分流之風險得以避免，或者相對於先前技術方法有實質上地降低，甚至在為雷射剝蝕所損傷之表面上亦然。

在一態樣中一種方法之優勢在於因雷射剝蝕所引起之表面損傷得以消除。

在一態樣中一種方法之優勢在於可更好地控制光伏打電池之厚度。

在一態樣中一種方法之優勢在於可在一步驟內控制單矽氧化物NiSi之形成。

在一態樣中一種方法之優勢在於雷射通量係於適宜範圍，以在具有紋理之表面上實施該方法，而實質上不損傷表面紋理。

在一態樣中一種方法之優勢在於實質上保持介電層之表面鈍化品質，以使得無需將雷射照射束對準介電層中所形成之開口。

在一態樣中一種方法之優勢在於雷射脈衝之持續時間極短，導致氧化作用減少，從而避免在惰性環境中操作之需求。

在一態樣中一種方法之優勢在於例如當用於形成光伏打電池之前側接觸時，僅加熱基板之前側，因此(例如)可在

電池後側使用溫度敏感表面鈍化層，諸如非晶矽或 AlO_x 。

在一態樣中一種方法之優勢在於(例如)在工業環境中，其可以高產量進行。

上文已說明各種本發明態樣之特定目的及優勢。當然，應瞭解，按照本發明之任一特定實施例，未必可達到所有此等目的或優勢。因此，例如，熟悉此項技術者將瞭解，本發明可以達到或最佳化本文所教示之一個優勢或一組優勢的方式來具體化或操作，而未必能達到本文所教示或所暗示之其他目的或優勢。另外，應瞭解，發明內容僅為實例，而並不意欲限制本發明範圍。當連同閱讀附圖時，藉由參考以下詳細說明可更好理解關於組織與操作方法兩者之本發明及其特徵與優勢。

【實施方式】

在本說明書之範圍內，光伏打電池之前表面或前側為經調整為面向光源並因此接收照明之表面或側。光伏打電池之背表面、背側、後表面或後側係與前表面相反之表面或側。基板之前側係該基板之相當於欲製造光伏打電池之前側之側，而基板之後側或背側相當於欲製造光伏打電池之背側。

特定實施例係關於一種於矽基板上形成圖案化金屬矽化物層之方法，該方法包括：在矽基板上提供介電層；在需形成金屬矽化物層之位置上形成穿過該介電層之開口；在該基板上，至少在該等開口之位置上設置包括金屬之薄金屬層；以及利用UV雷射進行脈衝雷射退火步驟，其中雷

射通量係於 0.1 J/cm^2 與 1.5 J/cm^2 之間，尤其約 0.3 J/cm^2 與 0.7 J/cm^2 之間之範圍，從而將至少部分該金屬層轉變為金屬矽化物層。在一實施例中，使用單雷射脈衝，其中脈衝持續時間係於約 1 ns 與 10 ms 之間之範圍，例如，約 1 ns 與 1 ms 之間，較佳 1 ns 與 250 ns 之間，且雷射束光點尺寸係於約 $2 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$ 與 $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ 之間之範圍，諸如約 $1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$ 。

針對其中金屬為鎳且其中金屬矽化物層為鎳矽化物層之實施例進一步說明該方法。然而，本發明並不限於此。可使用其他金屬，諸如 Co 、 Ti 、 TiW 或 Pt ，且可形成其他金屬矽化物。

針對其中將經圖案化的鎳矽化物層提供為光伏打電池之前側金屬化製程之一部分之實施例進一步說明該方法。然而，本發明並不限於此，亦可使用該方法提供光伏打電池之後側之接觸。可將該方法用於不同類型之光伏打電池之製造方法，諸如背接觸電池、金屬貫穿式電池、發射體貫穿式電池、背接合電池、交錯式背接觸電池以及兩面受光型電池。

圖1示意性說明按照一實施例之方法，其中將該方法用於形成光伏打電池之前側金屬接觸。在所示實例中，使用具有具有紋理之前表面1之第一傳導型(例如p-型)之基板10。於前側設置具有與第一摻雜型相對之第二摻雜型(例如n-型)之發射體區11。如圖1(a)所示，將介電層或介電堆疊12設置於基板之具有紋理之前側1。例如，介電層或介

電堆疊12可包括氮化矽層。在最終裝置中，其充當前表面鈍化層，且較佳亦充當抗反射塗層。其他介電層材料可為氧化矽或氧化鋁。

接下來，例如藉由雷射剝蝕形成穿過介電層或介電堆疊12之至少一個開口13，以使需要在該方法後期形成鎳矽化物接觸層之位置的發射體區11局部暴露。圖1(b)示意性顯示形成穿過介電層12之開口13後之橫斷面。

接下來，在前側1上，至少在開口13位置設置薄鎳層14。例如，可將薄鎳層14設置於整個前表面1，例如藉由PVD或藉由電鍍設置，如圖1(c)所示。可使用其他電鍍法設置鎳層，諸如光引發電鍍，在此情況中，鎳層僅存在於開口13之位置上(未顯示)。在較佳實施例中，鎳層之厚度係於20 nm與100 nm之間之範圍。然而，本發明並不限於此，可使用較薄或較厚鎳層。

設置鎳層14後，按照一實施例完成利用UV雷射之脈衝雷射退火步驟，從而將至少部分於鎳層與矽接觸之位置(也就是在開口13位置)之鎳層14轉化為鎳矽化物層15。較佳地，使用具有相對大束斑尺寸(例如實質上大於開口13之寬度)之單雷射脈衝，從而避免將雷射束對準開口13之需求。可使用步進掃描法照射整個基板表面。

接下來，進行蝕刻步驟，以移除未反應的鎳。圖1(d)示意性顯示所得結構之橫斷面。

在製造光伏打電池之方法中，此步驟後，可接著進行電鍍步驟(在藉由第一電鍍步驟沉積鎳金屬層之情況中，此

電鍍步驟為第二電鍍步驟)，利用鎳矽化物層 15 作為晶種層。在製造光伏電池之方法中，(例如)在形成至少一開口 13 前，可提供後側鈍化層以及後側金屬接觸。然而，本發明並不限於此方法順序，而可採用任何合適方法順序。

按照一實施例，在經 75 nm 厚 SiN_x 層覆蓋之具有紋理之矽基板上形成鎳矽化物層。藉由 ps 雷射剝蝕在 SiN_x 層中形成 10 微米寬的線型開口後，藉由 PVD 沉積 40 nm 厚鎳層。在實驗中，使用具有 308 nm 波長之 XeCl 準分子雷射來照射鎳層並引發矽化作用。使用覆蓋 1 cm x 1 cm 之面積之單一 150 ns 雷射脈衝將至少部分 40 nm 厚鎳層轉化為鎳矽化物層。利用步進掃描法，藉由提供具有小幅重疊之彼此相鄰之 1 cm x 1 cm 脈衝來照射整個基板面積。

在第一系列實驗中，改變脈衝通量，並研究雷射照射對表面紋理以及 SiN_x 層之表面鈍化品質之影響。從實驗中可推論，為避免損傷表面紋理，較佳選擇可避免或限制矽熔化(例如只使椎體尖端變圓)之範圍內的雷射通量。模擬顯示，較佳雷射通量亦可受鎳層厚度影響，此係因為鎳層厚度對受照射表面之反射性具有影響。例如，就 20 nm 之鎳層厚度而言，可使用至高 1 J/cm^2 之雷射通量而無損於表面紋理。就範圍於 50 nm 與 100 nm 之間之鎳層厚度而言，表面反射性降低(與 20 nm 厚鎳層之情況相比)，且較佳使用較低雷射通量，例如約 0.5 J/cm^2 。就較厚鎳層而言，諸如於 500 nm 與 2000 nm 間之範圍內，需要較高雷射通量，此係因為於鎳層中吸收更多熱。然而，較佳避免此等較高雷

射通量，因為其可損害 SiN_x 層之表面鈍化品質。

基於 V_{oc} -光致發光成像觀察到，藉由以低於 0.7 J/cm^2 之通量進行雷射退火步驟可避免損傷 SiN_x 層之鈍化品質。

利用按照一用於形成前側接觸之實施例之方法來製造光伏打電池。使單晶p-型CZ矽基板之兩側具有紋理之後，拋光後側，並清潔基板。進行 POCl_3 擴散步驟，以於前側形成發射體接面。移除PSG(磷矽酸鹽玻璃)並清潔後，在 920°C 下進行發射體驅入步驟30分鐘，得到600 nm深發射體，其中薄片電阻為120歐姆/平方。此步驟後，接著於HF中蝕刻，並在基板前側沉積 $\text{SiN}_x\text{:H}$ 抗反射塗層。接下來，將Al漿絲網印刷於後側，並進行燒製步驟，以於整個基板後表面產生Al BSF。藉由ps雷射剝蝕於 $\text{SiN}_x\text{:H}$ 抗反射塗層中待設置前接觸之位置處形成開口。接著將40 nm厚Ni層沉積於整個前表面上。針對第一組電池，接著在 275°C 下進行標準快速熱退火步驟30秒，以引發矽化作用。針對第二組電池，進行按照一實施例之XeCl雷射退火步驟。此後接著選擇性蝕刻未反應的Ni，並電鍍Ni/Cu/Ag。

基於第二組電池之日光-光致發光成像觀察到，以 0.55 J/cm^2 之XeCl雷射通量對 SiN_x 層之表面鈍化品質無損傷。然而，就較高通量而言，觀察到鈍化品質下降。就高於 0.7 J/cm^2 之雷射通量而言，觀察到雷射通量越高，鈍化損傷越大。

表1顯示所測量之光伏打電池之電流-電壓特性，就第一組電池而言，矽化作用係在 275°C 下藉由快速熱退火(表1

中之「RTA」)30秒來引發，且就第二組電池而言，矽化作用係藉由根據一實施例之雷射退火，利用 0.55 J/cm^2 之雷射通量來引發(表1中之「雷射」)。表1顯示所測量之短路電流密度 J_{sc} 、開路電壓 V_{oc} 、填充因數 FF、準填充因數 pFF(如由 R.A. Sinton 等人於「A quasi-steady-state open-circuit voltage method for solar cell characterization」, Proceedings of the 16th EPVC, Glasgow, 2000 中所述)、能量轉換效率 η 以及分流電阻 R_{sh} 。

	尺寸	J_{sc}	V_{oc}	FF	pFF	η	R_{sh}
	[cm^2]	[mA/cm^2]	[mV]	[%]	[%]	[%]	[$\Omega \text{ cm}^2$]
RTA	148.25	36.57	627.8	73.2	78.3	16.81	3540
雷射	148.25	36.50	625.7	76.3	84.0	17.42	1980

表 1

從結果可得出結論，以 0.55 J/cm^2 進行 XeCl 雷射退火導致開路電壓 V_{oc} 以及短路電流密度 J_{sc} 與利用標準 RTA 退火所得之 V_{oc} 及 J_{sc} 大體相同。

此外發現，與標準 RTA 退火相比，以 0.55 J/cm^2 進行 XeCl 雷射退火導致二極體損傷有所減少(較高 pFF)。

表1結果顯示 RTA 樣品之 FF 與 pFF 值較差。此與鍍經由抗反射塗層之雷射剝蝕期間所產生之缺陷快速擴散有關，其導致此等實驗中所使用之不深的發射體接面之閃爍(600 nm 深，120 歐姆/平方)。利用快速熱退火進行矽化製程將需使用較深發射體(例如超過 1 微米深)，以防止損傷二極體。

表2顯示光伏打電池之所測量電流-電壓特性，其中按照

一實施例對40 nm厚鎳層進行雷射退火，在鎳矽化製程中使用不同雷射通量(0.90 J/cm²、0.70 J/cm²與0.55 J/cm²)。

雷射通量	尺寸	J _{sc}	V _{oc}	日光_V _{oc}	FF	pFF	η	R _{sh}
	[cm ²]	[mA/cm ²]	[mV]	[mV]	[%]	[%]	[%]	[Ω cm ²]
0.90 J/cm ²	25	26.80	589.7	566.0	57.5	63.3	9.09	8.64x10 ³
0.70 J/cm ²	25	35.00	621.0	622.5	74.9	83.4	16.28	3.33x10 ³
0.55 J/cm ²	25	36.21	630.3	631.0	80.0	82.1	18.24	2.75x10 ⁷

表 2

結果顯示，對於在0.7 J/cm²下及尤其在0.9 J/cm²下進行XeCl雷射退火而言，與在0.55 J/cm²下進行XeCl雷射退火的電池相比，J_{sc}下降。此可能與因經由SiN_x針孔形成NiSi_x的鬼影電鍍有關。在較高XeCl雷射通量之鈍化損傷明顯反映於所測量之V_{oc}值中。在0.90 J/cm²之雷射通量下，發現pFF明顯下降至63.3%，其可能與由發射體接面之閃爍所引起之二極體損傷有關。對在0.55 J/cm²下進行XeCl雷射退火而言，得到良好的接觸特性以及良好的填充因數。

對經在不同通量下雷射退火之40 nm厚PVD Ni層覆蓋之具有紋理之矽樣品進行進一步分析。藉由SPM混合物移除未反應的Ni。在矽化製程中使用三種不同雷射通量：0.56 J/cm²、0.71 J/cm²以及0.94 J/cm²。

基於SEM圖片，發現對在0.56 J/cm²下退火之樣品而言，表面紋理之椎體具有尖端(也就是無紋理損傷)，而就在較高通量下退火之樣品而言，椎體頂部更圓。同樣發現，矽化物層具有可變厚度。與椎體頂部相比，椎體側壁底部更薄。

進行鎳矽化物層之EDS(能量色散X射線光譜)定量。測得以下Si/Ni組成：

- 雷射通量 0.56 J/cm^2 : Si/Ni : 52/48 , 表示存在NiSi相；

- 雷射通量 0.71 J/cm^2 : Si/Ni : 48/52 , 51/49 , 44/55 , 47/53 , 同樣表示主要存在NiSi相；

- 雷射通量 0.94 J/cm^2 : Si/Ni : 63/37 , 68/32 , 58/42 , 表示存在具有比NiSi相更高電阻率之NiSi₂相。

在一實施例中，使用接近約50/50之Si/Ni組成，因為與Ni₂Si或NiSi₂相比，NiSi具有更佳接觸電阻特性。

上述說明詳述本發明之特定實施例。然而，應瞭解，無論文中前文如何詳述，本發明可以諸多方式實施。應注意，當說明本發明之特定特徵或態樣時，所用特定術語不應視為暗示本文重新定義此術語，以限制於(包括)與該術語相關之本發明之特徵或態樣之任何特定特性。

雖然在應用到各種實施例時，上述詳細描述已顯示，描述並指出本發明之新穎特徵，但應瞭解，熟習此項技術者可對所示裝置或方法之形式及細節作出各種省略、取代及改變，而並不脫離本發明之精髓。

【圖式簡單說明】

圖1示意性說明一實施例之方法。

【主要元件符號說明】

1 具有紋理之前表面

10 基板

- 11 發射體區
- 12 介電層
- 13 開口
- 14 薄鎳層
- 15 鎳矽化物層

七、申請專利範圍：

1. 一種於具有紋理之矽基板表面上形成金屬矽化物層之方法，該方法包括：
 - 於具有紋理之基板上提供金屬層；
 - 進行脈衝雷射退火步驟，以提供至少一雷射通量係於 0.1 J/cm^2 與 1.5 J/cm^2 之間之範圍內且雷射脈衝持續時間係於 1 ns 與 10 ms 之間之範圍內的UV雷射脈衝，從而將至少部分該金屬層轉變為金屬矽化物層。
2. 如請求項1之方法，其中該雷射通量係於 0.3 J/cm^2 與 0.7 J/cm^2 之間之範圍內。
3. 如請求項1或2之方法，其中該雷射脈衝持續時間係於 1 ns 與 250 ns 之間。
4. 如請求項1或2之方法，其中該UV雷射脈衝係由準分子雷射提供。
5. 如請求項4之方法，其中該UV雷射脈衝具有 308 nm 之波長。
6. 如請求項1或2之方法，其中該脈衝雷射退火係利用具有至高 $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ 之雷射束光點尺寸之UV雷射進行。
7. 如請求項1或2之方法，其中該金屬層之厚度係於 20 nm 與 100 nm 之間之範圍內。
8. 如請求項1或2之方法，其中該金屬層係藉由電鍍提供。
9. 如請求項8之方法，其中該金屬層係藉由光引發之電鍍提供。
10. 如請求項1之方法，其進一步包括：

在該矽基板之具有紋理之表面上提供介電層；

在需形成圖案化金屬矽化物層之預定位置處形成穿過該介電層之開口。

11. 如請求項10之方法，其中該金屬層係至少提供在該等預定開口之位置處。
12. 如請求項10或11之方法，其中形成穿過該介電層之開口包括藉由雷射剝蝕形成該等開口。
13. 如請求項1或2之方法，其進一步包括在提供該介電層之前於該具有紋理之表面處提供經摻雜區，從而形成p-n界面。
14. 如請求項1或2之方法，其進一步包括進行(第二)電鍍步驟，從而在該金屬矽化物層頂部上形成另一金屬層。
15. 一種如請求項1至14中任一項之方法於製造光伏打電池之製程中之用途，其中該介電層為表面鈍化層。
16. 一種如請求項1至14中任一項之方法於製造光伏打電池之製程中之用途，其中該介電層為抗反射塗層。

八、圖式：

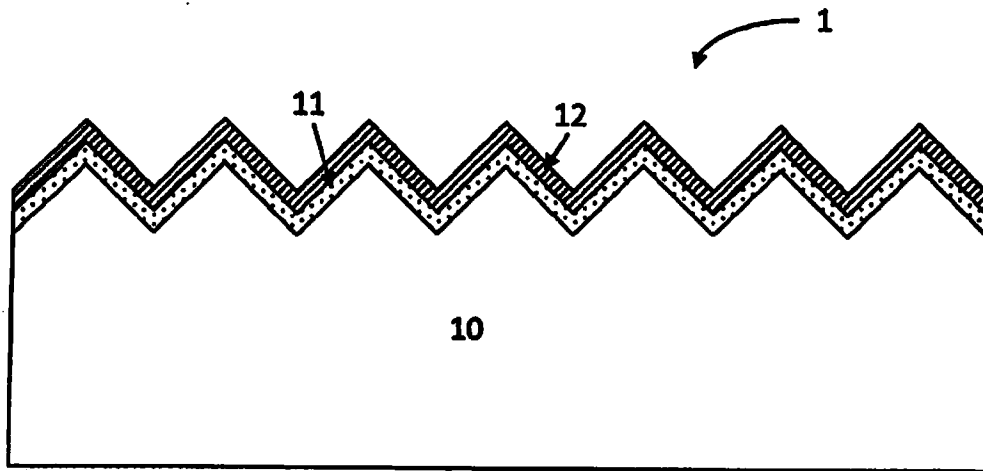


圖 1 (a)

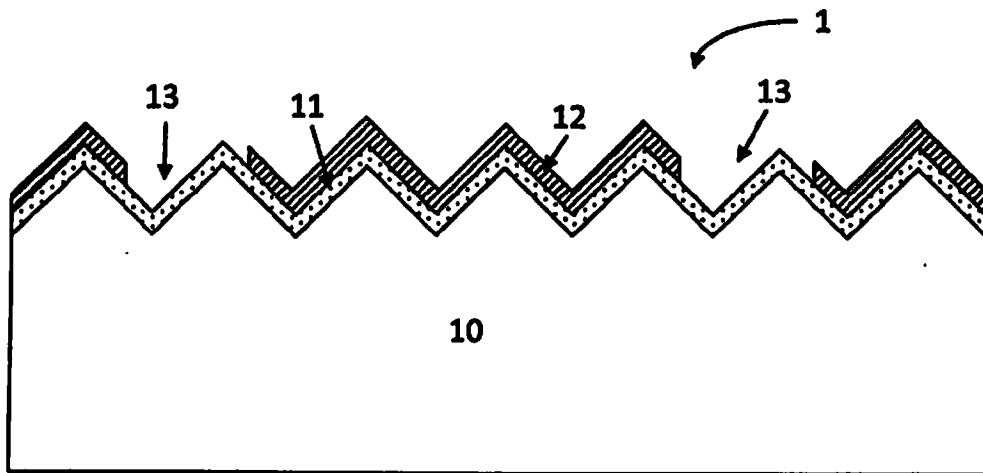


圖 1 (b)

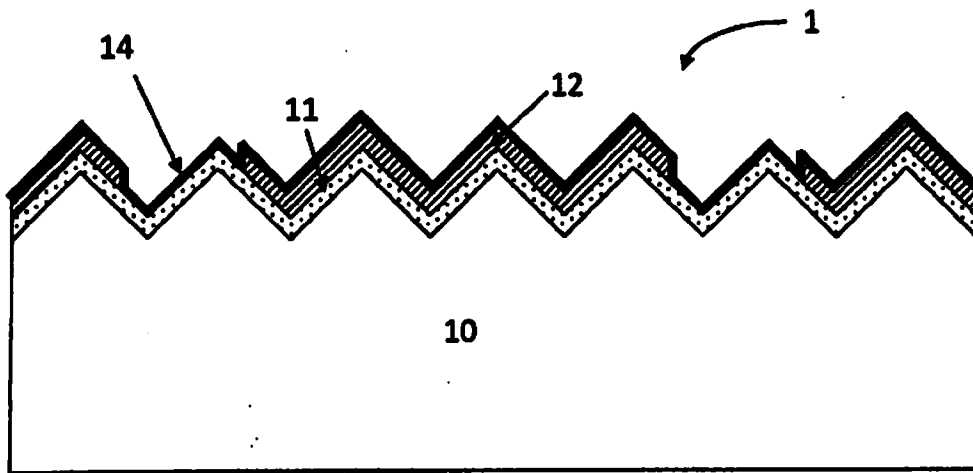


圖 1 (c)

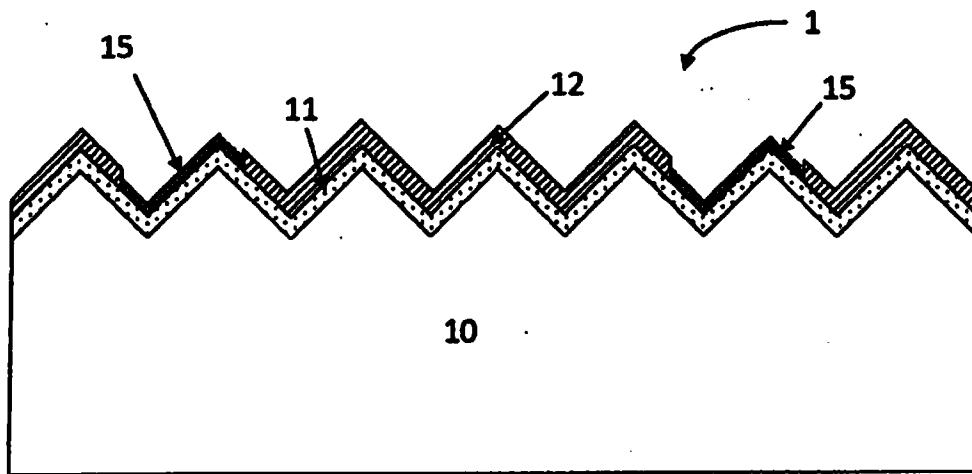


圖 1 (d)