(19)中華民國智慧財產局
(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 201310664 A1
(43)公開日： 中華民國 102 (2013) 年 03 月 01 日

(21)申請案號：101127862 (22)申請日： 中華民國 101 (2012) 年 08 月 01 日
(51)Int. Cl.： *H01L31/0224(2006.01)* *H01L31/042 (2006.01)*
(30)優先權：2011/08/04 美國 61/515,253
(71)申請人：愛美科公司 (比利時) IMEC (BE)
比利時
(72)發明人：帕夫拉克 巴特勞米基 珍 PAWLAK, BARTLOMIEJ JAN (BE)；蘇卡 巴特勞米基 SOJKA, BARTLOMIEJ (BE)
(74)代理人：詹銘文；葉璟宗
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：16 項 圖式數：9 共 27 頁

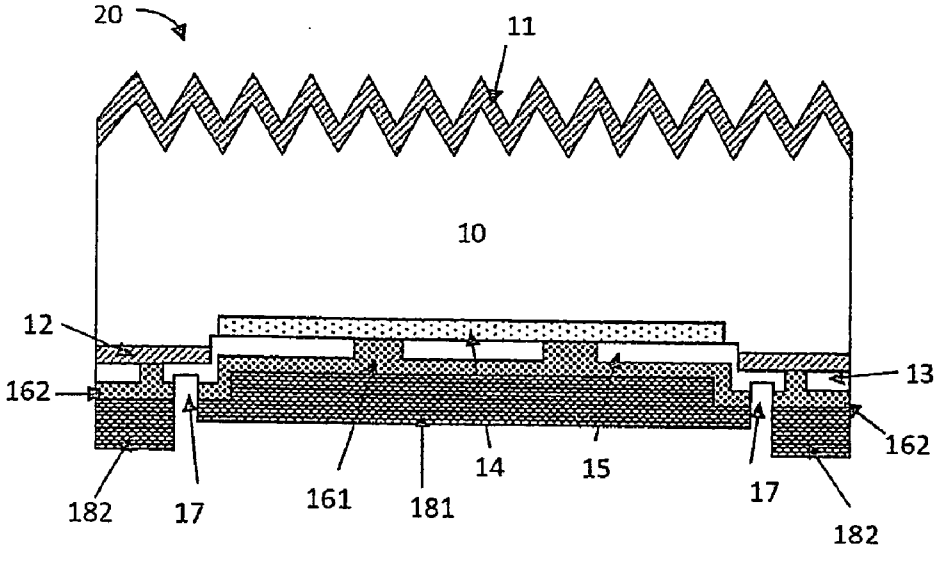
(54)名稱

指叉電極的形成方法以及指叉式背接觸光伏特電池

METHOD FOR FORMING INTERDIGITATED ELECTRODE AND INTERDIGITATED BACK-CONTACT PHOTOVOLTAIC CELL

(57)摘要

一種在半導體基板上形成第一指叉電極以及第二指叉電極(181、182)之方法，該方法包括：在半導體基板的背表面上設置介電層(15)；在介電層上設置金屬種子層(16)；以雷射剝蝕方式將金屬種子層圖案化，藉此將金屬種子層劃分成第一種子層(161)與第二種子層(162)，在該第一種子層(161)以及該第二種子層(162)之間具有一分離區(17)，其中第一種子層與第二種子層彼此指叉且電性絕緣；以及以電鍍方式增厚第一種子層與第二種子層，藉以形成第一電極(181)以及第二電極(182)。其中，在增厚種子層之前，例如以濕蝕刻之方式局部移除分離區(17)中之介電層(15)。上述步驟可以移除先前雷射剝蝕步驟所造成之再沉積的金屬，並減少短路發生的風險。本發明之形成方法有利於應用在指叉式背接觸光伏特電池的製程中。



10：矽基板
11：正表面電場(FSF)區
12：背表面電場區
13：第一介電層
14：型射極區
15：第二介電層
17：開口
20：正面
161：第一種子層
162：第二種子層
181：射極背面電極
182：塊材背面電極

(19)中華民國智慧財產局
(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 201310664 A1
(43)公開日： 中華民國 102 (2013) 年 03 月 01 日

(21)申請案號：101127862 (22)申請日： 中華民國 101 (2012) 年 08 月 01 日
(51)Int. Cl.： *H01L31/0224(2006.01)* *H01L31/042 (2006.01)*
(30)優先權：2011/08/04 美國 61/515,253
(71)申請人：愛美科公司 (比利時) IMEC (BE)
比利時
(72)發明人：帕夫拉克 巴特勞米基 珍 PAWLAK, BARTLOMIEJ JAN (BE)；蘇卡 巴特勞米基 SOJKA, BARTLOMIEJ (BE)
(74)代理人：詹銘文；葉璟宗
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：16 項 圖式數：9 共 27 頁

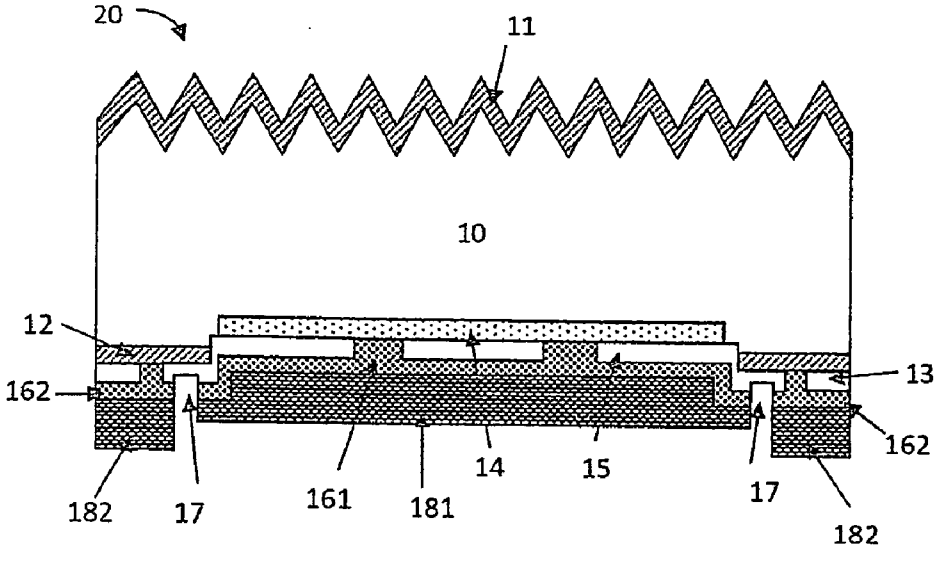
(54)名稱

指叉電極的形成方法以及指叉式背接觸光伏特電池

METHOD FOR FORMING INTERDIGITATED ELECTRODE AND INTERDIGITATED BACK-CONTACT PHOTOVOLTAIC CELL

(57)摘要

一種在半導體基板上形成第一指叉電極以及第二指叉電極(181、182)之方法，該方法包括：在半導體基板的背表面上設置介電層(15)；在介電層上設置金屬種子層(16)；以雷射剝蝕方式將金屬種子層圖案化，藉此將金屬種子層劃分成第一種子層(161)與第二種子層(162)，在該第一種子層(161)以及該第二種子層(162)之間具有一分離區(17)，其中第一種子層與第二種子層彼此指叉且電性絕緣；以及以電鍍方式增厚第一種子層與第二種子層，藉以形成第一電極(181)以及第二電極(182)。其中，在增厚種子層之前，例如以濕蝕刻之方式局部移除分離區(17)中之介電層(15)。上述步驟可以移除先前雷射剝蝕步驟所造成之再沉積的金屬，並減少短路發生的風險。本發明之形成方法有利於應用在指叉式背接觸光伏特電池的製程中。



10：矽基板
11：正表面電場(FSF)區
12：背表面電場區
13：第一介電層
14：型射極區
15：第二介電層
17：開口
20：正面
161：第一種子層
162：第二種子層
181：射極背面電極
182：塊材背面電極

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：101127862

※申請日：101、8、1　　※IPC 分類：H01L 31/0224 2006.01 H01L 31/042 2006.01

一、發明名稱：（中文/英文）

交叉電極的形成/INTERDIGITATED ELECTRODE FORMATION

二、中文發明摘要：

一種在半導體基板上形成第一指叉電極以及第二指叉電極(181、182)之方法，該方法包括：在半導體基板的背表面上設置介電層(15)；在介電層上設置金屬種子層(16)；以雷射剝蝕方式將金屬種子層圖案化，藉此將金屬種子層劃分成第一種子層（161）與第二種子層（162），在該第一種子層(161)以及該第二種子層(162)之間具有一分離區(17)，其中第一種子層與第二種子層彼此指叉且電性絕緣；以及以電鍍方式增厚第一種子層與第二種子層，藉以形成第一電極（181）以及第二電極（182）。其中，在增厚種子層之前，例如以濕蝕刻之方式局部移除分離區(17)中之介電層（15）。上述步驟可以移除先前雷射剝蝕步驟所造成之再沉積的金屬，並減少短路發生的風險。本發明之形成方法有利於應用在指叉式背接觸光伏特電池的製程中。

三、英文發明摘要：

A method for forming first and second interdigitated electrodes 181, 182 on a semiconductor substrate comprises: providing a dielectric layer 15 on the rear surface 30 of the semiconductor substrate; providing a metal seed layer 16 on the dielectric layer; patterning the metal seed layer by laser ablation, thereby separating it into a first seed layer 161 and a second seed layer 162 with a separation region 17 in between, the first seed layer and the second seed layer being interdigitated and electrically isolated from each other; and thickening the first seed layer and the second seed layer by plating, thereby forming the first electrode 181 and the second electrode 182; wherein, before the thickening of the seed layers, the dielectric layer 15 is partially removed in the separation region 17, e.g. by wet etching. This removes any redeposited metal resulting from the earlier laser ablation step and reduces the risk of a short-circuit. The method can advantageously be used in a fabrication process for Interdigitated Back Contact photovoltaic cells.

四、指定代表圖：

（一）本案之指定代表圖：圖 9

（二）本代表圖之元件符號簡單說明：

10：矽基板

11：正表面電場（FSF）區

12：背表面電場區

13：第一介電層

14：型射極區

15：第二介電層

17：開口

161：第一種子層

162：第二種子層

181：射極背面電極

182：塊材背面電極

20：正面

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】

本發明所揭露之技術是有關於一種指叉電極之形成方法，適用於指叉式背接觸光伏特電池之製程中。

【先前技術】

指叉式背接觸光伏特電池在其電池的背面上具有射極與基極接觸窗。在這些元件中，電子-電洞對是在高壽命塊材區產生，而在電池背面上的指叉接面聚集。在電池背面具有p型接觸窗與n型接觸窗的情況下，電池的正面並無形成金屬圖案，因此可以避免光陰影的產生。另外，由於背表面上大部分的區域皆被金屬圖案所覆蓋，可以將金屬圖案之串聯電阻降至非常低的程度。此外，在背表面上大部分區域覆蓋金屬圖案亦助於電池背面的光反射，進而使多種光可以穿過電池。也因此，p型接觸窗與n型接觸窗間之非金屬化區域之面積(分離區)應盡可能地縮小。另外，由於在前接觸電池(front-contacted cell)中無須沿著射極導通電流，因此無需在串聯電阻與柵極陰影效應間做出妥協。

複雜的電池結構一直是指叉式背接觸光伏特電池工業製造的一項挑戰，其需要將指叉的n型區與p型區以及指叉電極圖案形成在電池背面，而不會有短路與分流的發生。

在製造指叉式背接觸光伏特電池的工業製程步驟中，在將p型區與n型區形成在矽基板的背面後，進一步

將介電層設置在背表面上，並例如以雷射剝蝕方式將介電層圖案化，以便形成金屬接觸窗開口。然後，可進行下列步驟形成指叉電極圖案：將金屬種子層設置在背表面上；例如利用雷射剝蝕方式將種子層圖案化，以便在兩個電極間定義出分離區；接著以電鍍方式(例如是銅電鍍)增厚兩個電極。上述製程之難處在於：在對金屬種子層進行雷射剝蝕時，如何避免金屬穿透位於下方的矽；以及如何在兩個電極間形成良好電性絕緣。(雷射剝蝕所造成的)金屬穿透現象會導致矽基板的壽命降低。另外，雷射剝蝕會熱蒸鍍薄膜金屬種子層，可能使金屬再沉積在介電層上，特別是沉積在分離區中，進而在電極間造成短路。

美國專利公開案(US2008/0035198)揭露了一種方法，其包括：在位於矽基板背面的介電層上設置一堆疊結構，上述堆疊結構包括金屬層以及蝕刻阻障層，其例如是聚合物層。以低功率雷射剝蝕方式來圖案化阻障層，並在開口區域進行金屬蝕刻，以便將電極分離。由於使用低功率雷射，上述方法之優點在於可降低破壞矽之風險並避免降低元件壽命。然而，因為需要額外進行蝕刻阻障層的沉積與圖案化步驟，上述方法會增加製程的複雜度。

【發明內容】

本發明之實施例之目的是提供一種指叉電極之形成方法，此方法將指叉電極形成在半導體基板上，並可維持指叉電極間良好的電性絕緣。相較於先前技術之方法，本發明之形成方法可避免金屬穿透下方的半導體，並減低製

程複雜性。

本發明之實施例是有關於一種在半導體基板上形成第一電極與第二電極之形成方法，其中第一電極與第二電極彼此指叉。上述形成方法包括：在半導體基板之表面上設置介電層；在介電層上設置金屬種子層；以雷射剝蝕方式將金屬種子層圖案化，藉此將金屬種子層劃分為第一種子層以及第二種子層，且第一種子層以及第二種子層之間具有一分離區，第一種子層與第二種子層彼此指叉且電性絕緣；以及利用電鍍方式(例如是銅電鍍)增厚第一種子層與第二種子層，藉此形成第一電極與第二電極，其中，在增厚第一種子層與第二種子層之前，局部移除分離區中之介電層。

上述半導體基板例如是結晶矽基板或結晶鍺基板。

根據本發明之實施例，上述形成方法可進一步包括：將介電層圖案化，以便將介電層從下方半導體基板上需要設置電性接觸窗之位置上移除。上述電性接觸窗例如是位於第一電極與半導體基板之第一區之間及/或位於第二電極與半導體基板之第二區之間的電性接觸窗。舉例來說，半導體基板之第一區可以是光伏特電池之射極區，而半導體基板之第二區可以是光伏特電池之背表面電場區。又或者，半導體基板之第一區可以是光伏特電池之背表面電場區，而半導體基板之第二區可以是光伏特電池之射極區。

在本發明之實施例中，將介電層圖案化，以容許與半導體基板接觸，特別是容許與射極區以及背表面電場區接

觸，但介電層仍維持在對應於分離區之位置上。

舉例來說，上述介電層可以是下列或包括下列：SiO_x層、SiN_x層、AlO_x層或其他本領域中具有通常知識者所熟知之合適介電層。介電層之厚度例如是介於 80nm 至 1000nm 之間，例如是介於 80nm 至 500nm 之間，或例如是介於 80nm 至 300nm 之間。另外，介電層可以是介電層堆疊結構，其例如是包括氧化矽層與氮化矽層之堆疊結構、包括氧化鋁層與氮化矽層之堆疊結構或者是其他本領域中具有通常知識者所熟知之合適介電層堆疊結構。在本發明之實施例中，可選擇介電層作為良好之表面鈍化層，以減少下方半導體表面上發生電荷載子之再復合現象。

金屬種子層可以是一堆疊層結構，其例如是包括：具有良好反射特性之接觸金屬層(例如是厚度介於 20nm 至 50nm 之間之 AlSi1%層)、擴散阻障金屬層(例如是厚度介於20nm至50nm之間之TiN層或Ti層)以及導電金屬層(例如是厚度大約介於 100nm 至 300nm 之間之銅層)之堆疊結構。

位於第一種子層與第二種子層之間的分離區，其橫向尺寸例如是介於 20 微米至 300 微米之間，且例如是在 30 微米至 100 微米之間。上述橫向尺寸對應於第一種子層與第二種子層之間的最小距離。舉例來說，若第一種子層以及第二種子層是呈手指狀且彼此指叉，分離區之橫向尺寸是對應於實質上與第一種子層以及第二種子層之手指狀部分的縱向方向呈直角的方向上之距離。

上述局部移除分離區中介電層之步驟例如可藉由濕蝕刻方式來完成，其例如是在緩衝 HF 溶液或是包括 0.5% 至 5% HF(例如是 2% HF)之 HF 溶液中進行。另外，上述局部移除分離區中介電層之步驟例如包括移除 10nm 至 50nm 厚度之介電層，以在分離區中形成較薄之介電層。

本發明之實施例適合應用在指叉式背接觸電池之製程中。相較於先前技術之方法，本發明實施例所揭露之形成方法可以減少指叉式背接觸電池背面上之電極發生短路的風險。其原因在於，若雷射剝蝕種子層之步驟造成金屬再沉積在介電層上，上述用來局部移除分離區中介電層之濕蝕刻步驟可一併移除再沉積之微量金屬，減少在增厚種子層之後發生短路之風險。根據本發明之實施例，本發明之形成方法的優點在於可藉由執行一額外濕蝕刻步驟，減低發生短路之風險，相較於先前技術之方法，本發明僅些微增加製程的複雜度。

此外，相較於先前技術之方法，本發明之實施例可使用較低之雷射功率來進行雷射剝離金屬種子層之步驟。其原因在於，本發明形成方法中之雷射剝蝕步驟無須移除所有種子層之殘餘。另外，低功率雷射可減少損壞半導體(例如是矽)基板之風險，及/或降低金屬穿透入基板之風險。

雷射剝蝕可以使用在指叉式背接觸電池製程中的不同階段，例如可以用來在電池的背面定義出射極區，以及在電池背面形成穿過介電層之開口，以便接觸下方之矽。根據本發明之實施例，本發明之形成方法優點在於使用雷

射剝蝕方式來完成額外的製程步驟，亦即種子層絕緣步驟(分離步驟)。因此，當使用本發明之形成方法時，所有用來在電池背面形成圖案之步驟(例如是與圖案(feature)之對準或定位有關之步驟，或是施加罩幕)可以使用相同類型的工具以及相同的步驟流程來完成，因此使得不同步驟間之對準變得更容易。

因此，本發明旨在提供一種指叉電極的形成方法，其例如適用於指叉式背接觸光伏特電池。相較於先前技術之方法，本發明之形成方法可在電極間形成良好的電性絕緣，而不會損傷下方的半導體(例如是矽)基板，並減低金屬穿透入半導體(例如是矽)基板之風險，而且本發明之形成方法具有較不複雜之製程步驟。

本發明之各種發明觀點之目的以及優點已揭露如上。應注意到的是，並非每個特定實施例皆可達成上述所有目的以及優點。因此，舉例來說，本領域中具有通常知識者應知道本發明可實現或有效執行一個或多個以上揭露之優點，而不一定實現以上描述所可能揭露或暗示之其他目的或優點。另外，此處所描述之發明內容僅為範例，因此不應用來限制本發明之範圍。關於本發明之組織結構與方法步驟，以及其特徵和優點，請參照下列實施例之詳細說明，並配合所附圖示，以便對本發明有更完整的了解。

【實施方式】

下列詳細描述中所提到之細節，其目的在於使本發明能夠完全被了解以及說明在特定實施例中如何實現本發

明。然而，應注意的是，本發明亦可在省略該些細節的情況下被實現。在其他實例中，將不會針對眾所周知之方法、步驟及技術等做詳細的描述，以免模糊了本發明之重點。下列特定實施例配合部分所附圖式提供本發明內容之詳細描述，但本發明並不限於此。另外，下列描述之附圖僅為概要式圖示，因此不應用來限制本發明之範圍。此外，應注意的是，圖式中部分元件的尺寸可能稍微放大，以便清楚說明，因此並非完全依照比例繪示。

另外，在下列描述中所提到之「第一」、「第二」、「第三」等或類似的詞彙是用來區別類似元件，並不一定是用來限定時間、空間或等級上等之順序。因此，在適當的情況下，上述詞彙可彼此調換。而本發明之實施例在本說明書未揭露的其他順序中亦可被實施。

此外，「上」、「下」、「上方」、「下方」等或類似的詞彙其目的在於說明本發明內容，並不一定是用來限定元件之相對位置。因此，在適當的情況下，上述詞彙可彼此調換。而本發明之實施例在本說明書未揭露的其他方向中亦可被實施。

此外，應注意的是，在申請專利範圍中「包括」一詞所定義之範圍並不侷限於其後所描述之內容。「包括」一詞並不排除其他元件或步驟存在之可能性。因此，應被解讀為具有所列之特徵、事物、步驟或部件，同時，不排除具有一個或多個其他特徵、事物、步驟或部件之可能性。所以，「一元件包括手段A及B」之描述不應解讀為該元

件僅包括部件 A 及 B。

在本發明之描述中，光伏特電池或基板之正表面或正面等係指其朝向光源而接受照明之表面或面。而光伏特電池或基板之背表面、後表面、背面或後面等係指與上述正表面或正面背向之表面或面。

在本發明之描述中，「指叉」一詞意指交雜在一起或是彼此連結，以交替呈現一群組之部件與另一群組之部件。「指叉」特別是指光伏特電池之背面接觸窗。指叉之電極例如可以是梳子狀或是手指狀，其例如包括多個手指形狀之元件。上述指叉之背面接觸窗其優點之一在於可減少前柵陰影損耗。

相對於先前技術之方法，在本發明之實施例中，在將第一種子層與第二種子層增厚之前，先對金屬種子層進行雷射剝蝕(將其分割為第一種子層與第二種子層)，然後例如以濕蝕刻方式對介電層進行局部蝕刻。上述蝕刻步驟可一併去除剝蝕種子層後可能留下之種子層金屬殘餘物。若不將金屬殘餘物移除，則可能造成電性短路，特別是在以電鍍方式增厚種子層時。

圖 1~9 繪示一種使用本發明一實施例之方法來製造指叉式背接觸光伏特電池的示範方法。在示範實施例中，係使用 n 型矽基板。但本發明並不限於此，本發明亦可使用 p 型矽基板或矽基板以外之半導體基板，例如是鍺基板。

如圖 1 所示，首先提供矽基板 10，其例如是 n 型矽基板 10，具有介於大約 $10^{15}\,cm^{-3}$ 至 $10^{16}\,cm^{-3}$ 範圍間之摻雜濃

度。基板 10 之正面 20 具有紋理。在基板之正面上形成正表面電場（FSF）區 11。正表面電場區為一濃摻雜區(其摻雜濃度例如在大約 $5x10^{18}$ cm^{-3} 至 $5x10^{19}$ cm^{-3} 的範圍之間)，具有與基板 10 相同之摻雜型態。舉例來說，正表面電場區 11 可藉由磷擴散方式形成在 n 型矽基板 10 中。在同樣的擴散步驟中，可在基板之背面 30 上形成背表面電場區 12。

然後，如圖 2 所示，將第一介電層 13 沉積在矽基板 10 之背表面上，第一介電層 13 之厚度例如在 80nm 至 300nm 之範圍間。接著，較佳是使用雷射剝蝕方式(例如是脈衝雷射剝蝕)，在將要形成射極區之位置上，局部移除第一介電層 13。為了取得良好的介電層移除效果，雷射蝕刻過程中所使用的雷射光點較佳是具有重疊部分，舉例來說，重疊部分大約是在 20%至 60%的範圍間。在雷射蝕刻步驟之後，進行濕蝕刻步驟以移除可能在雷射蝕刻步驟中受損之薄膜矽層以及局部移除背表面電場區 12。蝕刻的深度(對應於此步驟中被移除之矽層的厚度)大於背表面電場區 12 之厚度。其例如是在大約 0.5 微米至 10 微米的範圍之間，且例如是在大約 1 微米至 5 微米的範圍之間，例如是大約 2 微米級數。上述步驟所完成的結構如圖 3 所示。

在接下來的步驟中，如圖 4 所示，在背面上形成 p 型射極區 14。例如，使用圖案化第一介電層 13 作為罩幕，進行硼離子植入(例如使用範圍在 2keV 至 20keV 之間的植入能量以及範圍在 $3x10^{14}$ cm^{-2} 至 $3x10^{15}$ cm^{-2} 之間的硼劑量)

以及後續的退火步驟(溫度範圍例如在介於大約 950℃至 1100℃之間)，或本領域中具有通常知識者所熟知之其他合適方式來形成。第一介電層 13 較佳是在植入步驟後移除。

雖然未繪示在圖式中，射極區 14 為長的長方形或手指形，沿著垂直於圖面的方向延伸。由於具有蝕刻深度以及形成橫向懸突之第一介電層 13，因此可將射極區 14 與相似的手指狀背表面電場區 12 分隔開。

然後，在背面上形成第二介電層 15 或介電層堆疊結構(圖 5)，以提供表面鈍化特性，並在稍後的步驟中防止金屬穿透。例如，第二介電層 15 或介電層堆疊結構可包括矽氧化物層及/或矽氮化物層及/或本領域中具有通常知識者所熟知之其他合適介電層。其厚度例如是在大約 80nm 至 1000nm 的範圍之間，且例如是在大約 80nm 至 300nm 的範圍之間。但是本發明並不限於此，本發明亦可使用其他介電層厚度。

接下來，將第二介電層 15 圖案化，其較佳是使用雷射剝蝕的方式，藉此在第二介電層 15 中形成開口，開口的位置係在稍後的步驟中將用來提供矽(特別是提供給射極區 14 以及背表面電場區 12)電性接觸的位置上。之後，在基板的整個背面 30 上沉積金屬種子層 16(圖 6)。金屬種子層可以是堆疊層結構，其例如包括：接觸金屬層，用來提供良好的反射特性(例如是厚度大約在 20nm 至 50nm 之間的 AlSi1%層)、擴散阻障金屬層(例如是厚度大約在 20nm

至 50nm 之間的 TiN 層或 Ti 層)以及導電金屬層(例如是大約 100nm 至 300nm 厚之銅層)。但是本發明並不限於此，本發明亦可使用其他合適之種子層或層堆疊結構。

接著，進行雷射剝蝕步驟，局部移除種子層 16 並在種子層 16 中形成開口 17(分離區)，藉以形成電性絕緣之指叉種子層：與射極區 14 電性接觸之第一種子層 161，以及與背表面電場區 12 電性接觸之第二種子層 162，其中第一種子層 161 與第二種子層 162 彼此電性絕緣(圖 7)。分離區 17 之橫向尺寸或寬度 w 例如是在 20 微米至 300 微米的範圍之間。但是本發明並不限於此，本發明亦可使用其他橫向尺寸。

然後，進行濕蝕刻步驟(例如是在緩衝 HF 溶液或包括 0.5%至 5% HF 之溶液中)，將位於種子層已經被移除的位置上(例如是在分離區 17 中)之第二介電層 15 局部移除。舉例來說，上述步驟局部移除大約 10nm 至 50nm 厚之第二介電層 15。根據上述步驟所完成之結構如圖 8 所示。在此製程階段將第二介電層 15 局部移除之優點在於可減低電性短路發生之風險。若雷射蝕刻種子層之步驟使得金屬再沉積在介電層上，上述用來局部移除分離區 18 中的第二介電層 15 之濕蝕刻步驟亦可一併移除再沉積之微量金屬。

最後，進行電鍍步驟增厚第一種子層 161 與第二種子層 162，以形成射極背面電極 181 以及塊材背面電極 182。射極背面電極 181 與塊材背面電極 182 彼此指叉且電性絕緣(圖 9)。舉例來說，可藉由電鍍方式設置一厚度在 10 微

米至 50 微米間(依據電池尺寸)之銅層。

圖式 1~9 所繪示之指叉式背接觸電池製程，其優點在於將雷射蝕刻應用在背面上三種不同圖案化步驟中，亦即：移除背面上之第一介電層，以定義出射極區；在第二介電層中對應於金屬接觸窗的位置上，形成開口；以及雷射剝蝕金屬種子層，以在指叉電極間形成分離區。上述製程之優點在於可使用相同類型之工具以及執行相同之程序來完成所有圖案化步驟，因此使得步驟間之對準變得更容易。

以上描述詳細說明了本發明部分實施例之內容。然而，本發明仍可以其他方式實現，因此並不受限於上述細節。另外，應注意的是，在本說明書中用來描述本發明某些特徵或觀點之特定技術不應被解讀為僅具有該些特徵或觀點之特性。

雖然以上描述已揭露、說明並指出本發明應用於不同實施例時所具有之新穎特徵，本技術領域中具有通常知識者應知道，在不脫離本發明精神之範圍內，當可針對上述元件或方法步驟之形式或細節作各種省略、替換或更動。

【圖式簡單說明】

圖 1~9 分別繪示一種實現本發明之方法。

申請專利範圍中所標示之元件符號不應用來限制本發明之範圍。

在不同的圖式中，相同元件符號代表相同或類似的元件。

【主要元件符號說明】

10：矽基板

11：正表面電場（FSF）區

12：背表面電場區

13：第一介電層

14：射極區

15：第二介電層

16：金屬種子層

17：開口

161：第一種子層

162：第二種子層

181：射極背面電極

182：塊材背面電極

20：正面

七、申請專利範圍：

1. 一種在半導體基板(10)上形成第一電極與第二電極之方法，該第一電極與該第二電極彼此指叉，該方法包括：

設置介電層在該半導體基板之表面上；

設置金屬種子層在該介電層上；

以雷射剝蝕方式將該金屬種子層圖案化，藉以將該金屬種子層劃分為第一種子層以及第二種子層，且該第一種子層以及該第二種子層之間具有一分離區，其中該第一種子層與該第二種子層彼此指叉且電性絕緣；以及

以電鍍方式增厚該第一種子層以及該第二種子層，藉以形成該第一電極與該第二電極，

其中，在增厚該第一種子層與該第二種子層之前，局部移除該分離區中之該介電層。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中局部移除該分離區中之該介電層之步驟是以雷射剝蝕以外的方式進行。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之方法，其中局部移除該分離區中之該介電層之步驟是以濕蝕刻方式進行，較佳是在包括 HF 之蝕刻溶液中進行。

4. 如申請專利範圍第 1 項至第 3 項中任一項所述之指形成方法，其中局部移除該分離區中之該介電層之步驟包括移除 10nm 至 50nm 厚度之該介電層。

5. 如申請專利範圍第1項至第4項中任一項所述之形成方法，其中以電鍍方式增厚該第一種子層以及該第二種子層之步驟包括銅電鍍。

6. 如申請專利範圍第1項至第5項中任一項所述之形成方法，其中該介電層(15)之厚度介於 80nm 至 1000nm 之間。

7. 如申請專利範圍第1項至第6項中任一項所述之方法，更包括：在設置該金屬種子層之前，圖案化該介電層，以便將該介電層從下方之該半導體基板上需要設置電性接觸窗之位置上移除。

8. 如申請專利範圍第7項所述之方法，包括將該介電層從該半導體基板之該第一電極與該半導體基板之一第一區之間需要設置一電性接觸窗之位置上移除，並將該介電層該第二電極與從該半導體基板之第二區之間需要設置電性接觸窗之位置上移除。

9. 如申請專利範圍第8項所述之方法，其中該第一區為光伏特電池之射極區，而該第二區為該光伏特電池之背表面電場區。

10. 如申請專利範圍第1項至第9項中任一項所述之方法，其中該介電層為 SiO_x 層、SiN_x 層或 AlO_x 層，或者是包括 SiO_x 層、SiN_x 層及/或 AlO_x 層之介電層堆疊結構。

11. 如申請專利範圍第1項至第10項任一項之任一所述之方法，其中該金屬種子層包括一金屬層堆疊結構。

12. 如申請專利範圍第10項所述之方法，其中該金屬

層堆疊結構包括接觸金屬層、擴散阻障金屬層以及導電金屬層。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之方法，其中該接觸金屬層以及該擴散阻障金屬層之厚度分別介於 20nm 至 50nm 之間，而該導電金屬層之厚度介於 100nm 至 300nm 之間。

14. 如申請專利範圍第 1 項至第 13 項任一項所述之方法，其中位於該第一種子層與該第二種子層之間的該分離區，其橫向尺寸介於 20 微米至 300 微米之間。

15. 一種指叉式背接觸光伏特電池，使用如申請專利範圍第 1 項至第 14 項任一項所述之方法來製造。

16. 一種指叉式背接觸光伏特電池，具有半導體基板、第一指叉電極與第二指叉電極，該第一與該第二指叉電極設置在該半導體基板之背表面，該指叉式背接觸光伏特電池包括：

介電層設置在該半導體基板之該背表面上；

金屬種子層設置在該介電層上，其中該金屬種子層被圖案化成第一種子層以及第二種子層，其彼此間具有分離區，且該第一種子層與該第二種子層彼此指叉並電性絕緣；以及

電鍍層設置在該第一種子層以及該第二種子層上，藉以形成該第一電極與該第二電極，

其中，局部移除該第一種子層與該第二種子層間之該分離區中之該介電層，以減少該第一種子層與該第二種子

層之間發生短路之可能性。

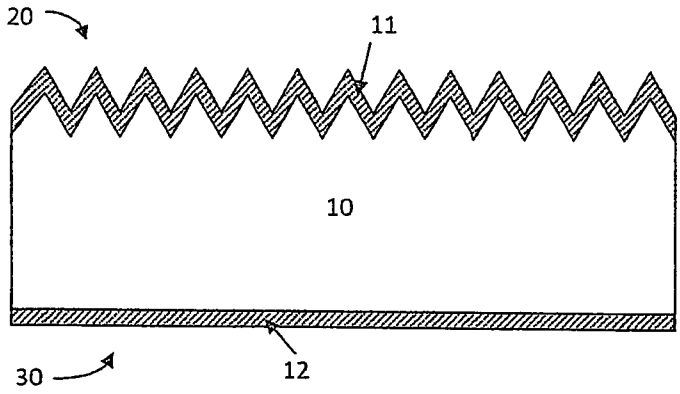


圖 1

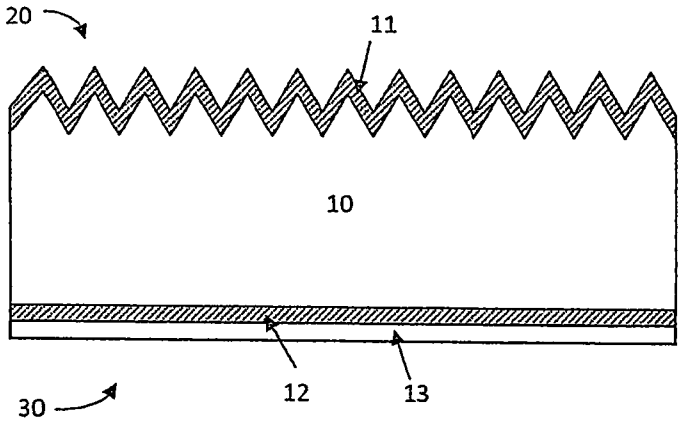


圖 2

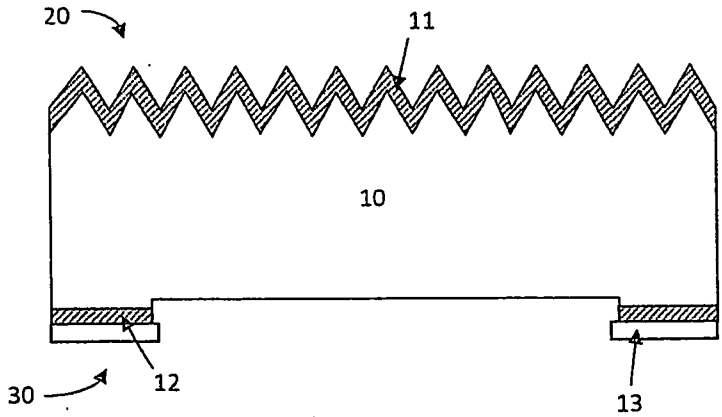


圖 3

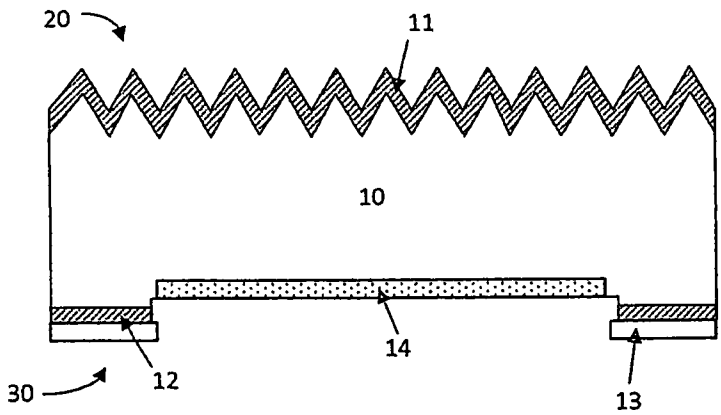


圖 4

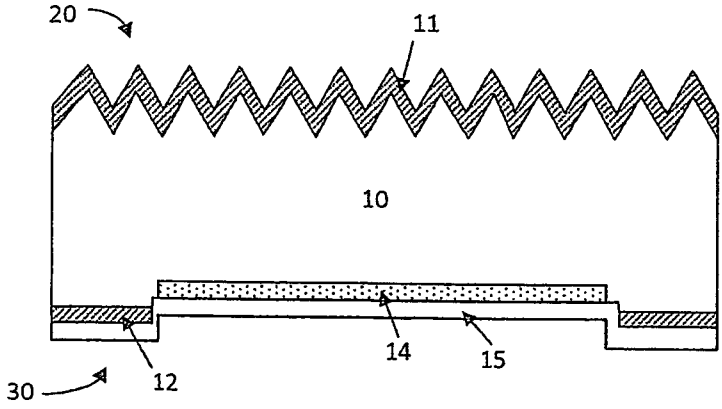


圖 5

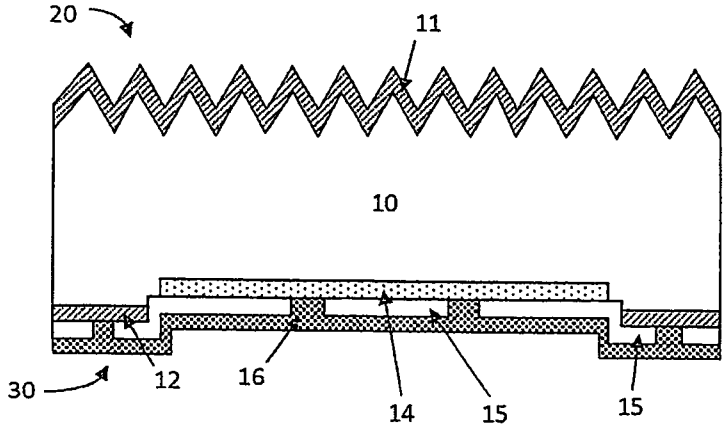


圖 6

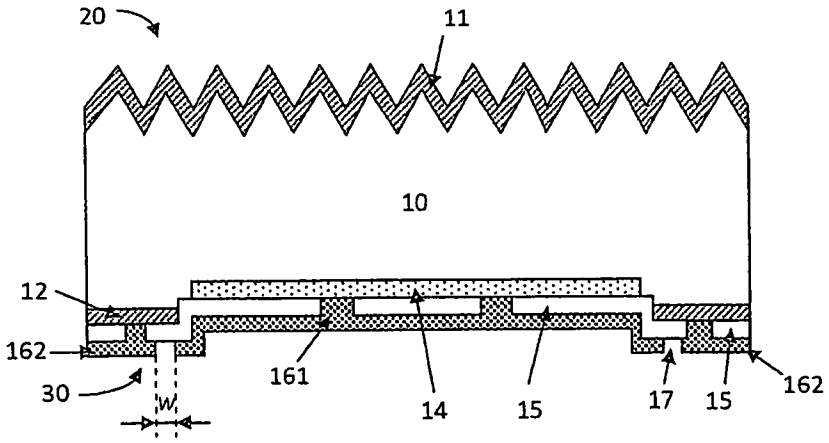

20
11
10
12
162
161
30
W
14
15
17
15
162

圖 7

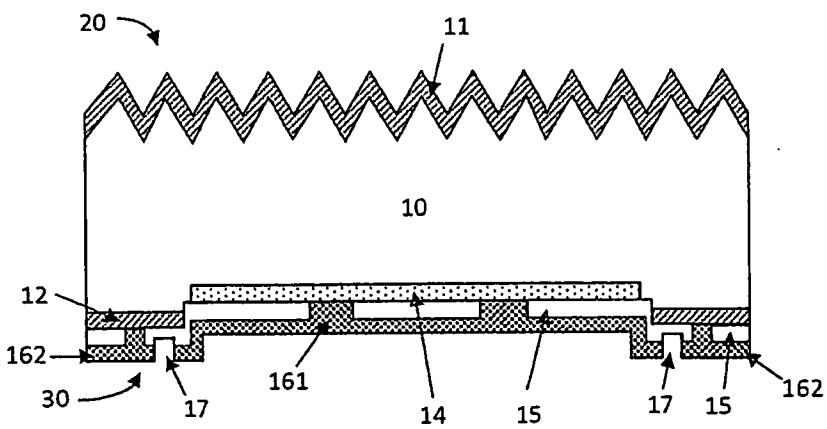

20
11
10
12
162
30
17
161
14
15
17
15
162

圖 8

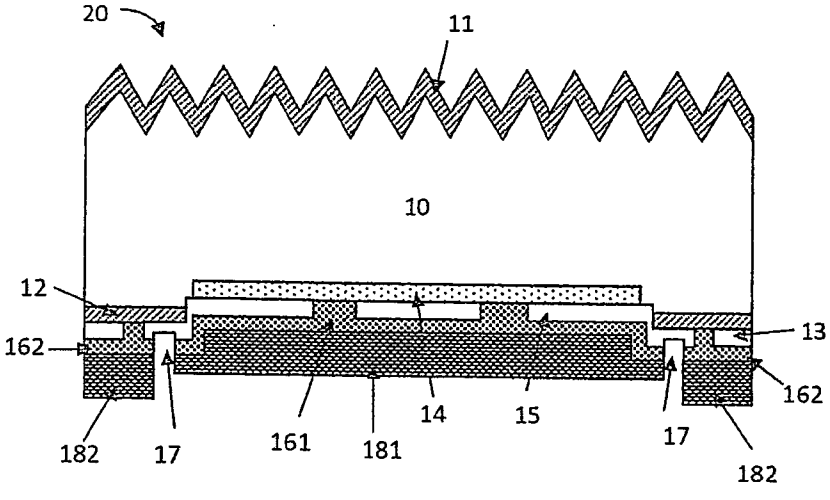


圖 9

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：101127862

※申請日：101-8-1　　※IPC 分類：

一、發明名稱：（中文/英文）

指叉電極的形成方法以及指叉式背接觸光伏特電池

METHOD FOR FORMING INTERDIGITATED ELECTRODE AND INTERDIGITATED BACK-CONTACT PHOTOVOLTAIC CELL

二、中文發明摘要：

一種在半導體基板上形成第一指叉電極以及第二指叉電極之方法，該方法包括：在半導體基板的背表面上設置介電層；在介電層上設置金屬種子層；以雷射剝蝕方式將金屬種子層圖案化，藉此將金屬種子層劃分成第一種子層與第二種子層，在該第一種子層以及該第二種子層之間具有一分離區，其中第一種子層與第二種子層彼此指叉且電性絕緣；以及以電鍍方式增厚第一種子層與第二種子層，藉以形成第一電極以及第二電極。其中，在增厚種子層之前，例如以濕蝕刻之方式局部移除分離區中之介電層。上述步驟可以移除先前雷射剝蝕步驟所造成之再沉積的金屬，並減少短路發生的風險。本發明之形成方法有利於應用在指叉式背接觸光伏特電池的製程中。

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：101127862

※申請日：101-8-1　　※IPC 分類：

一、發明名稱：（中文/英文）

指叉電極的形成方法以及指叉式背接觸光伏特電池

METHOD FOR FORMING INTERDIGITATED ELECTRODE AND INTERDIGITATED BACK-CONTACT PHOTOVOLTAIC CELL

二、中文發明摘要：

一種在半導體基板上形成第一指叉電極以及第二指叉電極之方法，該方法包括：在半導體基板的背表面上設置介電層；在介電層上設置金屬種子層；以雷射剝蝕方式將金屬種子層圖案化，藉此將金屬種子層劃分成第一種子層與第二種子層，在該第一種子層以及該第二種子層之間具有一分離區，其中第一種子層與第二種子層彼此指叉且電性絕緣；以及以電鍍方式增厚第一種子層與第二種子層，藉以形成第一電極以及第二電極。其中，在增厚種子層之前，例如以濕蝕刻之方式局部移除分離區中之介電層。上述步驟可以移除先前雷射剝蝕步驟所造成之再沉積的金屬，並減少短路發生的風險。本發明之形成方法有利於應用在指叉式背接觸光伏特電池的製程中。

三、英文發明摘要：

A method for forming first and second interdigitated electrodes, on a semiconductor substrate comprises: providing a dielectric layer on the rear surface of the semiconductor substrate; providing a metal seed layer on the dielectric layer; patterning the metal seed layer by laser ablation, thereby separating it into a first seed layer and a second seed layer with a separation region in between, the first seed layer and the second seed layer being interdigitated and electrically isolated from each other; and thickening the first seed layer and the second seed layer by plating, thereby forming the first electrode and the second electrode; wherein, before the thickening of the seed layers, the dielectric layer is partially removed in the separation region, e.g. by wet etching. This removes any redeposited metal resulting from the earlier laser ablation step and reduces the risk of a short-circuit. The method can advantageously be used in a fabrication process for Interdigitated Back Contact photovoltaic cells.

四、指定代表圖：

（一）本案之指定代表圖：圖 9

（二）本代表圖之元件符號簡單說明：

10：矽基板

11：正表面電場（FSF）區

12：背表面電場區

13：第一介電層

14：型射極區

15：第二介電層

17：開口

161：第一種子層

162：第二種子層

181：射極背面電極

182：塊材背面電極

20：正面

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】

本發明所揭露之技術是有關於一種指叉電極之形成方法，適用於指叉式背接觸光伏特電池之製程中。

【先前技術】

指叉式背接觸光伏特電池在其電池的背面上具有射極與基極接觸窗。在這些元件中，電子-電洞對是在高壽命塊材區產生，而在電池背面上的指叉接面聚集。在電池背面具有 p 型接觸窗與 n 型接觸窗的情況下，電池的正面並無形成金屬圖案，因此可以避免光陰影的產生。另外，由於背表面上大部分的區域皆被金屬圖案所覆蓋，可以將金屬圖案之串聯電阻降至非常低的程度。此外，在背表面上大部分區域覆蓋金屬圖案亦助於電池背面的光反射，進而使多種光可以穿過電池。也因此，p 型接觸窗與 n 型接觸窗間之非金屬化區域之面積(分離區)應盡可能地縮小。另外，由於在前接觸電池(front-contacted cell)中無須沿著射極導通電流，因此無需在串聯電阻與柵極陰影效應間做出妥協。

複雜的電池結構一直是指叉式背接觸光伏特電池工業製造的一項挑戰，其需要將指叉的 n 型區與 p 型區以及指叉電極圖案形成在電池背面，而不會有短路與分流的發生。

在製造指叉式背接觸光伏特電池的工業製程步驟中，在將 p 型區與 n 型區形成在矽基板的背面後，進一步

將介電層設置在背表面上，並例如以雷射剝蝕方式將介電層圖案化，以便形成金屬接觸窗開口。然後，可進行下列步驟形成指叉電極圖案：將金屬種子層設置在背表面上；例如利用雷射剝蝕方式將種子層圖案化，以便在兩個電極間定義出分離區；接著以電鍍方式(例如是銅電鍍)增厚兩個電極。上述製程之難處在於：在對金屬種子層進行雷射剝蝕時，如何避免金屬穿透位於下方的矽；以及如何在兩個電極間形成良好電性絕緣。(雷射剝蝕所造成的)金屬穿透現象會導致矽基板的壽命降低。另外，雷射剝蝕會熱蒸鍍薄膜金屬種子層，可能使金屬再沉積在介電層上，特別是沉積在分離區中，進而在電極間造成短路。

美國專利公開案(US2008/0035198)揭露了一種方法，其包括：在位於矽基板背面的介電層上設置一堆疊結構，上述堆疊結構包括金屬層以及蝕刻阻障層，其例如是聚合物層。以低功率雷射剝蝕方式來圖案化阻障層，並在開口區域進行金屬蝕刻，以便將電極分離。由於使用低功率雷射，上述方法之優點在於可降低破壞矽之風險並避免降低元件壽命。然而，因為需要額外進行蝕刻阻障層的沉積與圖案化步驟，上述方法會增加製程的複雜度。

【發明內容】

本發明之實施例之目的是提供一種指叉電極之形成方法，此方法將指叉電極形成在半導體基板上，並可維持指叉電極間良好的電性絕緣。相較於先前技術之方法，本發明之形成方法可避免金屬穿透下方的半導體，並減低製

程複雜性。

本發明之實施例是有關於一種在半導體基板上形成第一電極與第二電極之形成方法，其中第一電極與第二電極彼此指叉。上述形成方法包括：在半導體基板之表面上設置介電層；在介電層上設置金屬種子層；以雷射剝蝕方式將金屬種子層圖案化，藉此將金屬種子層劃分為第一種子層以及第二種子層，且第一種子層以及第二種子層之間具有一分離區，第一種子層與第二種子層彼此指叉且電性絕緣；以及利用電鍍方式(例如是銅電鍍)增厚第一種子層與第二種子層，藉此形成第一電極與第二電極，其中，在增厚第一種子層與第二種子層之前，局部移除分離區中之介電層。

上述半導體基板例如是結晶矽基板或結晶鍺基板。

根據本發明之實施例，上述形成方法可進一步包括：將介電層圖案化，以便將介電層從下方半導體基板上需要設置電性接觸窗之位置上移除。上述電性接觸窗例如是位於第一電極與半導體基板之第一區之間及/或位於第二電極與半導體基板之第二區之間的電性接觸窗。舉例來說，半導體基板之第一區可以是光伏特電池之射極區，而半導體基板之第二區可以是光伏特電池之背表面電場區。又或者，半導體基板之第一區可以是光伏特電池之背表面電場區，而半導體基板之第二區可以是光伏特電池之射極區。

在本發明之實施例中，將介電層圖案化，以容許與半導體基板接觸，特別是容許與射極區以及背表面電場區接

觸，但介電層仍維持在對應於分離區之位置上。

舉例來說，上述介電層可以是下列或包括下列：SiO_x 層、SiN_x 層、AlO_x 層或其他本領域中具有通常知識者所熟知之合適介電層。介電層之厚度例如是介於 80nm 至 1000nm 之間，例如是介於 80nm 至 500nm 之間，或例如是介於 80nm 至 300nm 之間。另外，介電層可以是介電層堆疊結構，其例如是包括氧化矽層與氮化矽層之堆疊結構、包括氧化鋁層與氮化矽層之堆疊結構或者是其他本領域中具有通常知識者所熟知之合適介電層堆疊結構。在本發明之實施例中，可選擇介電層作為良好之表面鈍化層，以減少下方半導體表面上發生電荷載子之再復合現象。

金屬種子層可以是一堆疊層結構，其例如是包括：具有良好反射特性之接觸金屬層(例如是厚度介於 20nm 至 50nm 之間之 AlSi1%層)、擴散阻障金屬層(例如是厚度介於 20nm 至 50nm 之間之 TiN 層或 Ti 層)以及導電金屬層(例如是厚度大約介於 100nm 至 300nm 之間之銅層)之堆疊結構。

位於第一種子層與第二種子層之間的分離區，其橫向尺寸例如是介於 20 微米至 300 微米之間，且例如是在 30 微米至 100 微米之間。上述橫向尺寸對應於第一種子層與第二種子層之間的最小距離。舉例來說，若第一種子層以及第二種子層是呈手指狀且彼此指叉，分離區之橫向尺寸是對應於實質上與第一種子層以及第二種子層之手指狀部分的縱向方向呈直角的方向上之距離。

上述局部移除分離區中介電層之步驟例如可藉由濕蝕刻方式來完成，其例如是在緩衝 HF 溶液或是包括 0.5% 至 5% HF(例如是 2% HF)之 HF 溶液中進行。另外，上述局部移除分離區中介電層之步驟例如包括移除 10nm 至 50nm 厚度之介電層，以在分離區中形成較薄之介電層。

本發明之實施例適合應用在指叉式背接觸電池之製程中。相較於先前技術之方法，本發明實施例所揭露之形成方法可以減少指叉式背接觸電池背面上之電極發生短路的風險。其原因在於，若雷射剝蝕種子層之步驟造成金屬再沉積在介電層上，上述用來局部移除分離區中介電層之濕蝕刻步驟可一併移除再沉積之微量金屬，減少在增厚種子層之後發生短路之風險。根據本發明之實施例，本發明之形成方法的優點在於可藉由執行一額外濕蝕刻步驟，減低發生短路之風險，相較於先前技術之方法，本發明僅些微增加製程的複雜度。

此外，相較於先前技術之方法，本發明之實施例可使用較低之雷射功率來進行雷射剝離金屬種子層之步驟。其原因在於，本發明形成方法中之雷射剝蝕步驟無須移除所有種子層之殘餘。另外，低功率雷射可減少損壞半導體(例如是矽)基板之風險，及/或降低金屬穿透入基板之風險。

雷射剝蝕可以使用在指叉式背接觸電池製程中的不同階段，例如可以用來在電池的背面定義出射極區，以及在電池背面形成穿過介電層之開口，以便接觸下方之矽。根據本發明之實施例，本發明之形成方法優點在於使用雷

射剝蝕方式來完成額外的製程步驟，亦即種子層絕緣步驟(分離步驟)。因此，當使用本發明之形成方法時，所有用來在電池背面形成圖案之步驟(例如是與圖案(feature)之對準或定位有關之步驟，或是施加罩幕)可以使用相同類型的工具以及相同的步驟流程來完成，因此使得不同步驟間之對準變得更容易。

因此，本發明旨在提供一種指叉電極的形成方法，其例如適用於指叉式背接觸光伏特電池。相較於先前技術之方法，本發明之形成方法可在電極間形成良好的電性絕緣，而不會損傷下方的半導體(例如是矽)基板，並減低金屬穿透入半導體(例如是矽)基板之風險，而且本發明之形成方法具有較不複雜之製程步驟。

本發明之各種發明觀點之目的以及優點已揭露如上。應注意到的是，並非每個特定實施例皆可達成上述所有目的以及優點。因此，舉例來說，本領域中具有通常知識者應知道本發明可實現或有效執行一個或多個以上揭露之優點，而不一定實現以上描述所可能揭露或暗示之其他目的或優點。另外，此處所描述之發明內容僅為範例，因此不應用來限制本發明之範圍。關於本發明之組織結構與方法步驟，以及其特徵和優點，請參照下列實施例之詳細說明，並配合所附圖示，以便對本發明有更完整的了解。

【實施方式】

下列詳細描述中所提到之細節，其目的在於使本發明能夠完全被了解以及說明在特定實施例中如何實現本發

明。然而，應注意的是，本發明亦可在省略該些細節的情況下被實現。在其他實例中，將不會針對眾所周知之方法、步驟及技術等做詳細的描述，以免模糊了本發明之重點。下列特定實施例配合部分所附圖式提供本發明內容之詳細描述，但本發明並不限於此。另外，下列描述之附圖僅為概要式圖示，因此不應用來限制本發明之範圍。此外，應注意的是，圖式中部分元件的尺寸可能稍微放大，以便清楚說明，因此並非完全依照比例繪示。

另外，在下列描述中所提到之「第一」、「第二」、「第三」等或類似的詞彙是用來區別類似元件，並不一定是用來限定時間、空間或等級上等之順序。因此，在適當的情況下，上述詞彙可彼此調換。而本發明之實施例在本說明書未揭露的其他順序中亦可被實施。

此外，「上」、「下」、「上方」、「下方」等或類似的詞彙其目的在於說明本發明內容，並不一定是用來限定元件之相對位置。因此，在適當的情況下，上述詞彙可彼此調換。而本發明之實施例在本說明書未揭露的其他方向中亦可被實施。

此外，應注意的是，在申請專利範圍中「包括」一詞所定義之範圍並不侷限於其後所描述之內容。「包括」一詞並不排除其他元件或步驟存在之可能性。因此，應被解讀為具有所列之特徵、事物、步驟或部件，同時，不排除具有一個或多個其他特徵、事物、步驟或部件之可能性。所以，「一元件包括手段A及B」之描述不應解讀為該元

件僅包括部件 A 及 B。

在本發明之描述中，光伏特電池或基板之正表面或正面等係指其朝向光源而接受照明之表面或面。而光伏特電池或基板之背表面、後表面、背面或後面等係指與上述正表面或正面背向之表面或面。

在本發明之描述中，「指叉」一詞意指交雜在一起或是彼此連結，以交替呈現一群組之部件與另一群組之部件。「指叉」特別是指光伏特電池之背面接觸窗。指叉之電極例如可以是梳子狀或是手指狀，其例如包括多個手指形狀之元件。上述指叉之背面接觸窗其優點之一在於可減少前柵陰影損耗。

相對於先前技術之方法，在本發明之實施例中，在將第一種子層與第二種子層增厚之前，先對金屬種子層進行雷射剝蝕(將其分割為第一種子層與第二種子層)，然後例如以濕蝕刻方式對介電層進行局部蝕刻。上述蝕刻步驟可一併去除剝蝕種子層後可能留下之種子層金屬殘餘物。若不將金屬殘餘物移除，則可能造成電性短路，特別是在以電鍍方式增厚種子層時。

圖 1~9 繪示一種使用本發明一實施例之方法來製造指叉式背接觸光伏特電池的示範方法。在示範實施例中，係使用 n 型矽基板。但本發明並不限於此，本發明亦可使用 p 型矽基板或矽基板以外之半導體基板，例如是鍺基板。

如圖 1 所示，首先提供矽基板 10，其例如是 n 型矽基板 10，具有介於大約 $10^{15}\,cm^{-3}$ 至 $10^{16}\,cm^{-3}$ 範圍間之摻雜濃

度。基板 10 之正面 20 具有紋理。在基板之正面上形成正表面電場（FSF）區 11。正表面電場區為一濃摻雜區(其摻雜濃度例如在大約 $5x10^{18}$ cm^{-3} 至 $5x10^{19}$ cm^{-3} 的範圍之間)，具有與基板 10 相同之摻雜型態。舉例來說，正表面電場區 11 可藉由磷擴散方式形成在 n 型矽基板 10 中。在同樣的擴散步驟中，可在基板之背面 30 上形成背表面電場區 12。

然後，如圖 2 所示，將第一介電層 13 沉積在矽基板 10 之背表面上，第一介電層 13 之厚度例如在 80nm 至 300nm 之範圍間。接著，較佳是使用雷射剝蝕方式(例如是脈衝雷射剝蝕)，在將要形成射極區之位置上，局部移除第一介電層 13。為了取得良好的介電層移除效果，雷射蝕刻過程中所使用的雷射光點較佳是具有重疊部分，舉例來說，重疊部分大約是在 20%至 60%的範圍間。在雷射蝕刻步驟之後，進行濕蝕刻步驟以移除可能在雷射蝕刻步驟中受損之薄膜矽層以及局部移除背表面電場區 12。蝕刻的深度(對應於此步驟中被移除之矽層的厚度)大於背表面電場區 12 之厚度。其例如是在大約 0.5 微米至 10 微米的範圍之間，且例如是在大約 1 微米至 5 微米的範圍之間，例如是大約 2 微米級數。上述步驟所完成的結構如圖 3 所示。

在接下來的步驟中，如圖 4 所示，在背面上形成 p 型射極區 14。例如，使用圖案化第一介電層 13 作為罩幕，進行硼離子植入(例如使用範圍在 2keV 至 20keV 之間的植入能量以及範圍在 $3x10^{14}$ cm^{-2} 至 $3x10^{15}$ cm^{-2} 之間的硼劑量)

以及後續的退火步驟(溫度範圍例如在介於大約 950℃至 1100℃之間)，或本領域中具有通常知識者所熟知之其他合適方式來形成。第一介電層 13 較佳是在植入步驟後移除。

雖然未繪示在圖式中，射極區 14 為長的長方形或手指形，沿著垂直於圖面的方向延伸。由於具有蝕刻深度以及形成橫向懸突之第一介電層 13，因此可將射極區 14 與相似的手指狀背表面電場區 12 分隔開。

然後，在背面上形成第二介電層 15 或介電層堆疊結構(圖 5)，以提供表面鈍化特性，並在稍後的步驟中防止金屬穿透。例如，第二介電層 15 或介電層堆疊結構可包括矽氧化物層及/或矽氮化物層及/或本領域中具有通常知識者所熟知之其他合適介電層。其厚度例如是在大約 80nm 至 1000nm 的範圍之間，且例如是在大約 80nm 至 300nm 的範圍之間。但是本發明並不限於此，本發明亦可使用其他介電層厚度。

接下來，將第二介電層 15 圖案化，其較佳是使用雷射剝蝕的方式，藉此在第二介電層 15 中形成開口，開口的位置係在稍後的步驟中將用來提供矽(特別是提供給射極區 14 以及背表面電場區 12)電性接觸的位置上。之後，在基板的整個背面 30 上沉積金屬種子層 16(圖 6)。金屬種子層可以是堆疊層結構，其例如包括：接觸金屬層，用來提供良好的反射特性(例如是厚度大約在 20nm 至 50nm 之間的 AlSi1%層)、擴散阻障金屬層(例如是厚度大約在 20nm

至 50nm 之間的 TiN 層或 Ti 層)以及導電金屬層(例如是大約 100nm 至 300nm 厚之銅層)。但是本發明並不限於此，本發明亦可使用其他合適之種子層或層堆疊結構。

接著，進行雷射剝蝕步驟，局部移除種子層 16 並在種子層 16 中形成開口 17(分離區)，藉以形成電性絕緣之指叉種子層：與射極區 14 電性接觸之第一種子層 161，以及與背表面電場區 12 電性接觸之第二種子層 162，其中第一種子層 161 與第二種子層 162 彼此電性絕緣(圖 7)。分離區 17 之橫向尺寸或寬度 w 例如是在 20 微米至 300 微米的範圍之間。但是本發明並不限於此，本發明亦可使用其他橫向尺寸。

然後，進行濕蝕刻步驟(例如是在緩衝 HF 溶液或包括 0.5%至 5% HF 之溶液中)，將位於種子層已經被移除的位置上(例如是在分離區 17 中)之第二介電層 15 局部移除。舉例來說，上述步驟局部移除大約 10nm 至 50nm 厚之第二介電層 15。根據上述步驟所完成之結構如圖 8 所示。在此製程階段將第二介電層 15 局部移除之優點在於可減低電性短路發生之風險。若雷射蝕刻種子層之步驟使得金屬再沉積在介電層上，上述用來局部移除分離區 18 中的第二介電層 15 之濕蝕刻步驟亦可一併移除再沉積之微量金屬。

最後，進行電鍍步驟增厚第一種子層 161 與第二種子層 162，以形成射極背面電極 181 以及塊材背面電極 182。射極背面電極 181 與塊材背面電極 182 彼此指叉且電性絕緣(圖 9)。舉例來說，可藉由電鍍方式設置一厚度在 10 微

米至 50 微米間(依據電池尺寸)之銅層。

圖式 1~9 所繪示之指叉式背接觸電池製程，其優點在於將雷射蝕刻應用在背面上三種不同圖案化步驟中，亦即：移除背面上之第一介電層，以定義出射極區；在第二介電層中對應於金屬接觸窗的位置上，形成開口；以及雷射剝蝕金屬種子層，以在指叉電極間形成分離區。上述製程之優點在於可使用相同類型之工具以及執行相同之程序來完成所有圖案化步驟，因此使得步驟間之對準變得更容易。

以上描述詳細說明了本發明部分實施例之內容。然而，本發明仍可以其他方式實現，因此並不受限於上述細節。另外，應注意的是，在本說明書中用來描述本發明某些特徵或觀點之特定技術不應被解讀為僅具有該些特徵或觀點之特性。

雖然以上描述已揭露、說明並指出本發明應用於不同實施例時所具有之新穎特徵，本技術領域中具有通常知識者應知道，在不脫離本發明精神之範圍內，當可針對上述元件或方法步驟之形式或細節作各種省略、替換或更動。

【圖式簡單說明】

圖 1~9 分別繪示一種實現本發明之方法。

申請專利範圍中所標示之元件符號不應用來限制本發明之範圍。

在不同的圖式中，相同元件符號代表相同或類似的元件。

【主要元件符號說明】

10：矽基板

11：正表面電場（FSF）區

12：背表面電場區

13：第一介電層

14：射極區

15：第二介電層

16：金屬種子層

17：開口

161：第一種子層

162：第二種子層

181：射極背面電極

182：塊材背面電極

20：正面

七、申請專利範圍：

1. 一種指叉電極形成方法，係在半導體基板上形成第一電極與第二電極，該第一電極與該第二電極彼此指叉，該指叉電極形成方法包括：

設置介電層在該半導體基板之表面上；

設置金屬種子層在該介電層上；

以雷射剝蝕方式將該金屬種子層圖案化，藉以將該金屬種子層劃分為第一種子層以及第二種子層，且該第一種子層以及該第二種子層之間具有一分離區，其中該第一種子層與該第二種子層彼此指叉且電性絕緣；以及

以電鍍方式增厚該第一種子層以及該第二種子層，藉以形成該第一電極與該第二電極，

其中，在增厚該第一種子層與該第二種子層之前，局部移除該分離區中之該介電層。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之指叉電極形成方法，其中局部移除該分離區中之該介電層之步驟是以雷射剝蝕以外的方式進行。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之指叉電極形成方法，其中局部移除該分離區中之該介電層之步驟是以濕蝕刻方式進行。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之指叉電極形成方法，其中該濕蝕刻方式是在包括 HF 之蝕刻溶液中進行。

5. 如申請專利範圍第1項至第3項中任一項所述之指叉電極形成方法，其中局部移除該分離區中之該介電層之

步驟包括移除 10nm 至 50nm 厚度之該介電層。

6. 如申請專利範圍第 1 項至第 3 項中任一項所述之指叉電極形成方法，其中以電鍍方式增厚該第一種子層以及該第二種子層之步驟包括銅電鍍。

7. 如申請專利範圍第 1 項至第 3 項中任一項所述之指叉電極形成方法，其中該介電層之厚度介於 80nm 至 1000nm 之間。

8. 如申請專利範圍第 1 項至第 3 項中任一項所述之指叉電極形成方法，更包括：在設置該金屬種子層之前，圖案化該介電層，以便將該介電層從下方之該半導體基板上需要設置電性接觸窗之位置上移除。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之指叉電極形成方法，包括將該介電層從該第一電極與該半導體基板之一第一區之間需要設置一電性接觸窗之位置上移除，並將該介電層該第二電極與從該半導體基板之第二區之間需要設置電性接觸窗之位置上移除。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之指叉電極形成方法，其中該第一區為光伏特電池之射極區，而該第二區為該光伏特電池之背表面電場區。

11. 如申請專利範圍第 1 項至第 3 項中任一項所述之指叉電極形成方法，其中該介電層為 SiO_x 層、SiN_x 層或 AlO_x 層，或者是包括 SiO_x 層、SiN_x 層及/或 AlO_x 層之介電層堆疊結構。

12. 如申請專利範圍第 1 項至第 3 項任一項之所述之

指叉電極形成方法，其中該金屬種子層包括一金屬層堆疊結構。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之指叉電極形成方法，其中該金屬層堆疊結構包括接觸金屬層、擴散阻障金屬層以及導電金屬層。

14. 如申請專利範圍第 13 項所述之指叉電極形成方法，其中該接觸金屬層以及該擴散阻障金屬層之厚度分別介於 20nm 至 50nm 之間，而該導電金屬層之厚度介於 100nm 至 300nm 之間。

15. 如申請專利範圍第 1 項至第 3 項任一項所述之指叉電極形成方法，其中位於該第一種子層與該第二種子層之間的該分離區，其橫向尺寸介於20微米至300微米之間。

16. 一種指叉式背接觸光伏特電池，使用如申請專利範圍第1項至第15項任一項所述之指叉電極形成方法來製造。

17. 一種指叉式背接觸光伏特電池，具有半導體基板、第一指叉電極與第二指叉電極，該第一與該第二指叉電極設置在該半導體基板之背表面，該指叉式背接觸光伏特電池包括：

介電層設置在該半導體基板之該背表面上；

金屬種子層設置在該介電層上，其中該金屬種子層被圖案化成第一種子層以及第二種子層，其彼此間具有分離區，且該第一種子層與該第二種子層彼此指叉並電性絕緣；以及

電鍍層設置在該第一種子層以及該第二種子層上，藉以形成該第一電極與該第二電極，

其中，局部移除該第一種子層與該第二種子層間之該分離區中之該介電層，以減少該第一種子層與該第二種子層之間發生短路之可能性。