



(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 I612682 B

(45) 公告日：中華民國 107 (2018) 年 01 月 21 日

(21) 申請案號：102145474

(22) 申請日：中華民國 102 (2013) 年 12 月 10 日

(51) Int. Cl. : H01L31/042 (2014.01)

H01L31/0224(2006.01)

(71) 申請人：太陽電子公司 (美國) SUNPOWER CORPORATION (US)

美國

(72) 發明人：雪弗瑞 麥可 SHEPHERD, MICHAEL (US) ; 史密斯 大維 D SMITH, DAVID

D. (US)

(74) 代理人：楊長峯

(56) 參考文獻：

CN 1705088A

CN 101681944A

CN 101999176A

US 7468485B1

審查人員：李忠憲

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：5 共 23 頁

(54) 名稱

具氮氧化矽介電層之太陽能電池

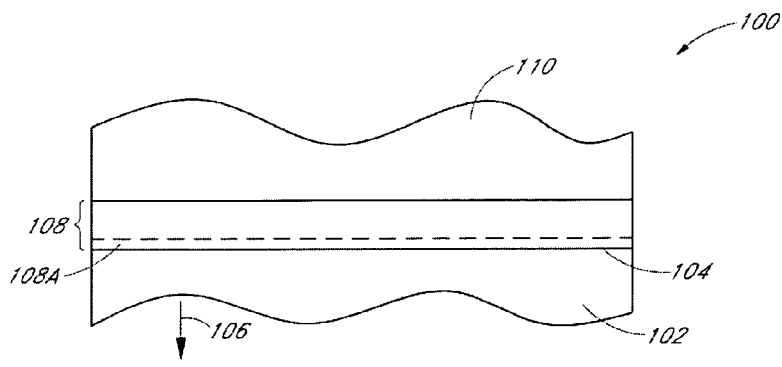
SOLAR CELL WITH SILICON OXYNITRIDE DIELECTRIC LAYER

(57) 摘要

闡述一種具有氮氧化矽介電層的太陽能電池與形成用於太陽能電池製造之氮氧化矽介電層的方法。舉例來說，太陽能電池的發射區域包含具有相對於光接收表面之後表面之基板的一部分。氮氧化矽( $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ,  $0 < x, y$ )介電層係設置在基板之一部分的後表面上。半導體層係設置在氮氧化矽介電層上。

Solar cells with silicon oxynitride dielectric layers and methods of forming silicon oxynitride dielectric layers for solar cell fabrication are described. For example, an emitter region of a solar cell includes a portion of a substrate having a back surface opposite a light receiving surface. A silicon oxynitride ( $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ,  $0 < x, y$ ) dielectric layer is disposed on the back surface of the portion of the substrate. A semiconductor layer is disposed on the silicon oxynitride dielectric layer.

指定代表圖：



符號簡單說明：

100 . . . 發射區域

102 . . . 基板

104 . . . 後表面

106 . . . 箭頭

108 . . . 氮氧化矽介電層

108A . . . 區域

110 . . . 半導體層

第 1 圖

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 具氮氧化矽介電層之太陽能電池

【英文發明名稱】 SOLAR CELL WITH SILICON OXYNITRIDE

DIELECTRIC LAYER

【技術領域】

【0001】 本文中所描述的發明依美國能源部 (United States Department of Energy) 授 予 之 合 同 號 (contract number)DE-FC36-07GO17043 下由政府資助。因此，政府可具有本發明之一定權利。

【0002】 本發明之實施例係於可再生能源領域中，而特別地係具氮氧化矽介電層之太陽能電池。

【先前技術】

【0003】 一般習知為太陽能電池之光伏打電池(Photovoltaic cells)是眾所周知用於直接轉換太陽輻射至電能的裝置。一般而言，太陽能電池製造於半導體晶圓或使用半導體製程技術的基板上，以在接近基板之表面形成 p-n 接面(p-n junction)。衝射於基板的表面並進入其中之太陽輻射在塊狀基板中產生電子與電洞對。電子與電洞對遷移至基板中的 P 型摻雜區與 N 型摻雜區，因而產生摻雜區之間的電壓差(voltage differential)。摻雜區連接至太陽能電池上之導電區以引導電池的電流至耦接於其上的外部電路。

【0004】 效率是太陽能電池重要的特性，其直接關係到太陽能電池產生能量的能力。同樣地，生產太陽能電池的效率直接地關係到這樣的太陽

能電池的成本效益。因此，用於增加太陽能電池之效率的技術或用於增加太陽能電池製造之效率的技術一般而言是受期望的。本發明之部分實施例藉由提供用於製造太陽能電池結構之新穎製程而增加太陽能電池製造的效率。本發明之部分實施例係藉由提供新穎的太陽能電池結構而增加太陽能電池的效率。

### 【發明內容】

**【0005】** 本文闡述具有氮氧化矽介電層的太陽能電池與形成用於太陽能電池製造之氮氧化矽介電層之方法。於下文描述中，為了提供徹底了解本發明之實施例，而進行大量具體細節的闡述，例如具體製程的操作流程。對於所屬領域具有通常知識者將顯而易知的是本發明可毋需這些具體細節而實施。於另一例子中，眾所皆知的製造技術為了不要不必要地混淆本發明之實施例而不詳細描述，例如微影與圖樣化技術。更進一步，應理解地是圖中所示之各種實施例係代表性的說明，並不一定按比例所繪示。

**【0006】** 本文係揭露太陽能電池，而特別地係用於太陽能電池的發射區域。於實施例中，太陽能電池之發射區域包含具有相對於光接收表面之後表面之基板的一部分。氮氧化矽( $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ,  $0 < x, y$ )介電層係設置在基板之一部分的後表面上。半導體層設置在氮氧化矽介電層上。於另一實施例中，太陽能電池包含第一發射區域。第一發射區域包含具有相對於光接收表面之後表面之基板的第一部分。氮氧化矽( $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ,  $0 < x, y$ )介電層係設置在基板之第一部分的後表面上。P型半導體層設置在氮氧化矽介電層上。太陽能電池亦包含第二發射區域。第二發射區域包含基板的第二部分。氮氧化矽介電層設置在基板之第二部分的後表面上。N型半導體層設置在氮氧化矽介電層上。於另一實施例中，太陽能電池的發射區域包含具有相對

於光接收表面之後表面之 N 型塊狀矽基板的一部分。氮氧化矽( $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ,  $0 < x, y$ )介電層係設置在 N 型塊狀矽基板之一部分的後表面上。氮氧化矽介電層具有氮的非齊次分佈。硼摻雜多晶矽層設置在氮氧化矽介電層上。金屬接觸設置在 P 型多晶矽層上。

**【0007】** 本文中亦揭露的是製造太陽能電池之方法，而特別地是形成用於太陽能電池之發射區域之方法。於實施例中，製造太陽能電池之發射區域之方法包含藉由耗損 N 型矽基板之部分而形成氮氧化矽( $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ,  $0 < x, y$ )介電層於太陽能電池之塊狀 N 型矽基板的表面上。此方法亦包含形成半導體層於氮氧化矽介電層上。

**【0008】** 本文中所描述之一或多個實施例係針對用於製造具有氮氧化矽材料之穿隧介電的製程。於一個這樣的實施例中，氮氧化矽穿隧介電用於矽基板與多晶矽發射層之間。這樣的氮氧化物穿隧層可能用於取代更常見之熱二氧化矽層穿隧介電。於實施例中，本文中所描述之氮氧化物介電層的使用可能用於防止硼穿透通過穿隧介電(例如，在高溫製程期間)，否則此可能降低具有常見(非氮化(non-nitrided))穿隧介電層之電池中 P 型多晶矽基發射之表面保護(surface passivation)。於一個這樣的實施例中，氮氧化物的使用相對於無氮氧化物材料層呈現對於硼擴散之改善阻擋性。

**【0009】** 於實施例中，氮氧化矽層係以相似於熱氧化(thermal oxidation)之方式成長，但使用氣體允許氮混入所生成層。氮濃度、成長率、層厚度、以及均一性係可使用氣體的成分、溫度、以及壓力而改變。於實施例中，氮氧化矽層係以低壓化學汽相沉積(LPCVD)爐而形成在矽基板上，但可以電漿輔助化學汽相沈積(PECVD)腔所代替而形成。如下文更詳細的描述中，一或多個實施例係涉及藉由使用基於一或多個一氧化氮

(NO)、一氧化二氮(N<sub>2</sub>O)、氨(NH<sub>3</sub>)、及/或氧(O<sub>2</sub>)、或其他氣體、或含有氧與/或氮之氣體之組合的熱製程而形成用於多發射太陽能電池(poly emitter solar cell)的穿隧介電。具體實施例包含形成具有隨深度而變化的氮濃度之氮氧化物薄膜，例如具有氮併入接近於表面或界面之氧化層，或整個層中之梯度漸變。

### 【圖式簡單說明】

【0010】 第 1 圖係說明根據本發明之實施例之太陽能電池之發射區域的剖面圖。

【0011】 第 2 圖係說明根據本發明之另一實施例之太陽能電池之另一發射區域的剖面圖。

【0012】 第 3 圖係說明根據本發明又另一實施例之太陽能電池之另一發射區域的剖面圖。

【0013】 第 4A 圖至第 4C 圖係說明根據本發明之實施例之製造太陽能電池之方法中各種製程操作的剖面圖。

【0014】 第 5 圖係根據本發明之實施例於具有氮氧化矽穿隧介電層之發射區域相對具有氧化矽穿隧介電層之發射區域之作為深度(微米)之函數的硼(B)濃度(原子/cm<sup>3</sup>)的圖表。

### 【實施方式】

【0015】 作為具有氮氧化矽穿隧介電層(silicon oxynitride tunnel dielectric layers)之發射區域的例子，第 1 圖至第 3 圖係說明根據本發明之三個不同實施例之包含在太陽能電池中之發射區域的剖面圖。參照第 1

圖至第 3 圖，太陽能電池的發射區域 100、發射區域 200、或發射區域 300 包含具有相對於光接收表面(未繪示，但為由箭頭 106 所提供之方位)之後表面 104 之基板 102(例如，N 型塊狀晶矽基板(N-type bulk crystalline silicon substrate))的一部分。氮氧化矽( $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ,  $0 < x, y$ )介電層 108、208、或 308 分別設置在基板 102 之一部分的後表面 104 上。半導體層 110 設置在氮氧化矽介電層 108、208、或 308，其僅部分繪示於第 1 圖至第 3 圖。

【0016】再次參照第 1 圖至第 3 圖，於實施例中，氮氧化矽介電層 108、208、與 308 具有氮遍佈之非齊次分佈(non-homogeneous distribution)。舉例來說，氮氧化矽介電層可具有氮濃度的一區域或最大值。於第一具體實施例中，參照第 1 圖，氮氧化矽介電層 108 僅具有一個氮濃度的最大值(如區域 108A 所示)。最大值 108A 位於接近基板 102 之一部分之後表面 106 之氮氧化矽介電層 108 的表面。於第二具體實施例中，參照第 2 圖，氮氧化矽介電層 208 亦僅具有一個氮濃度的最大值(如區域 208A 所示)。然而，最大值 208A 位於遠離基板 102 之一部分之後表面 106 之氮氧化矽介電層 208 的表面，即接近半導體層 110。

【0017】於另一例子中，氮氧化矽介電層可具有氮濃度之一個以上的區域或最大值。於具體實施例中，參照第 3 圖，氮氧化矽介電層 308 具有兩個氮濃度的最大值(如區域 308A 與區域 308B 所示)，一個最大值 308A 位於遠離基板 102 之一部分之後表面 106 之氮氧化矽介電層 308 的表面，而一個最大值 308B 位於接近基板 102 之一部分之後表面 106 之氮氧化矽介電層 308 的表面。於這樣具體的實施例中，最大值 308A 與最大值 308B 之間之距離約略在 5-6 埃(Angstroms)之範圍內。

【0018】無論是只有一個氮最大值區域或一個以上最大值區域，應理解的是氮氧化物薄膜的剩餘處不必然為無氮(nitrogen-free)。於例示性實

施例中，高氮濃度的區域(例如最大值 108A、208A、308A、以及 308B) 於此區域具有占薄膜之所有原子濃度(包含矽與氧的其他成分)之約略 2-5%的氮濃度。同時，薄膜之最大值外之區域係為於此區域中占薄膜之所有原子濃度(亦包含矽與氧的其他成分)之約略 0-1%之相對地低之氮濃度之區域。

【0019】 再次參照第 1 圖至第 3 圖，於實施例中，氮氧化矽介電層 108、208、或 308 具有約略在 10-20 埃之範圍內的總厚度。於一個這樣的實施例中，特別參照第 3 圖，氮氧化矽介電層 308 具有具厚度約略在 4-5 埃之範圍內的第一富氮區域(first nitrogen-rich region)308B、設置於第一富氮區域 308B 上且具有厚度約略在 5-6 埃之範圍內的缺氮區域(nitrogen-poor region)308C、以及設置於缺氮區域 308C 上且具有厚度約略在 4-5 埃之範圍內的第二富氮區域 308A。於實施例中，考慮所有薄膜原子濃度，氮氧化矽介電層 108、208、以及 308 是由氧之數量較氮多而組成，即  $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ,  $x > y$ 。

【0020】 如上述所提及，太陽能電池之發射區域之穿隧介電層中氮的作用可為用以防止或至少抑制摻雜物穿透通過穿隧介電層而進入下層的基板。舉例來說，於實施例中，再次參照第 1 圖至第 3 圖，設置於氮氧化矽介電層 108、208、或 308 上的半導體層 110 是硼摻雜矽層，例如 P 型層。於一個這樣的實施例中，作為摻雜進入硼摻雜矽層或由此擴散之結果，氮氧化矽介電層 108、208、或 308 包含至少一部份硼原子。然而，於這樣的具體實施例中，儘管氮氧化矽介電層 108、208、或 308 最終可能包含部分 P 型(或其他)的摻雜物，但氮氧化矽介電層 108、208、或 308 仍得以抑制摻雜物由半導體層 110 穿透至基板 102 之一部分。

【0021】 儘管於第 1 圖至第 3 圖中僅描繪發射區域，但應理解的是結

構 100、結構 200、或結構 300 可進一步包含設置於半導體層 100 上的金屬接觸，如下文與第 4C 圖搭配之描述。於一個這樣的實施例中，發射區域 100、200、或 300 以具有發射層(例如，半導體層 110)形成在基板 102 外而包含於背接觸式太陽能電池中。

**【0022】** 於其他態樣中，製造太陽能電池的方法可包含在形成覆蓋之半導體層之前形成氮氧化矽介電層在基板表面上。基板、介電層、以及覆蓋之半導體層最後係可作為太陽能電池之發射區域使用。於例子中，第 4A 圖至第 4C 圖係說明根據本發明之實施例之製造太陽能電池 450 之方法中各種製程操作的剖面圖。

**【0023】** 參照第 4A 圖，製造太陽能電池之發射區域的方法包含形成氮氧化矽( $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ,  $0 < x, y$ )介電層 402 在基板 400 之表面上，例如在太陽能電池之塊狀 N 型矽基板之表面上。於部分實施例中，矽基板 400 在氮氧化矽介電層 402 形成之前係被清潔、拋光、平整化、與/或變薄或經其他製程。於實施例中，氮氧化矽介電層 402 在低壓化學汽相沉積(LPCVD)爐中形成。於實施例中，氮氧化矽介電層 402 藉由耗損 N 型矽基板的一部分而形成。舉例來說，於一個這樣的實施例中，氮氧化矽介電層 402 是藉由氧化或氮化 N 型矽基板的一部分而形成。於這樣具體實施例中，氧化與氮化生成了氮氧化矽介電層 402 中氮的非齊次分佈，如分別搭配第 1 圖至第 3 圖之氮氧化矽介電層 108、208、及 308 所描述。

**【0024】** 於具體例示性實施例中，氧化與氮化包含在氧( $\text{O}_2$ )與一氧化氮(NO)的存在下加熱 N 型矽基板 400，於不具電漿之情況下係至約略在攝氏 650-900 度之範圍內的溫度、或於具電漿之情況下至約略在攝氏 200-350 度之範圍內的溫度，以形成只具有一個氮濃度最大值的氮氧化矽介電層 402，最大值位於氮氧化矽介電層 402 接近 N 型矽基板 400 之表面。

此可藉由首先主要流動氧源與而後流動氮化所生成之薄膜之底部之一氧化氮而執行。作為一例子，於此實施例中的氮氧化矽層可搭配第 1 圖之氮氧化矽介電層 108 而描述。

**【0025】** 於其他具體例示性實施例中，氧化與氮化包含在氧(O<sub>2</sub>)與一氧化氮(NO)的存在下加熱 N 型矽基板，於不具電漿之情況下係至約略在攝氏 650-900 度之範圍內的溫度、或於具電漿之情況下至約略在攝氏 200-350 度之範圍內的溫度，以形成只具有一個氮濃度最大值的氮氧化矽介電層 402，最大值位於氮氧化矽介電層 402 遠離 N 型矽基板 400 之表面。此可藉由首先主要流動與一氧化氮結合的氧源，而後僅主要流動氧源而執行。作為一例子，於此實施例中的氮氧化矽層可搭配第 2 圖之氮氧化矽介電層 208 而描述。

**【0026】** 於又一其他具體例示性實施例中，氧化與氮化包含在氧(O<sub>2</sub>)與一氧化氮(NO)中加熱 N 型矽基板，於不具電漿之情況下係至約略在攝氏 650-900 度之範圍內的溫度、或於具電漿之情況下至約略在攝氏 200-350 度之範圍內的溫度，以形成具有兩個氮濃度之最大值的氮氧化矽介電層 402，一最大值位於氮氧化矽介電層 402 遠離 N 型矽基板 400 之表面，而一最大值位於氮氧化矽介電層 402 接近 N 型矽基板 400 之表面。於一個這樣的實施例中，氮化與氧化包含首先流動一氧化氮(NO)與氧(O<sub>2</sub>)，次而僅流動氧(O<sub>2</sub>)，且最後流動一氧化氮(NO)與氧(O<sub>2</sub>)以形成氮氧化矽介電層 402。作為一例子，於此實施例中的氮氧化矽層可搭配第 3 圖之氮氧化矽介電層 308 而描述。

**【0027】** 再次參照第 4A 圖，製造太陽能電池之發射區域的方法係進一步包含形成半導體層 404 在氮氧化矽介電層 402 上。於實施例中，半導體層是多晶矽層，而在隨後形成(期間)用以形成複數個 N 型摻雜多晶矽區

域 420 與複數個 P 型摻雜多晶矽區域 422，如第 4A 圖至第 4C 圖中所描繪。此外，溝槽 416 可形成於 N 型摻雜多晶矽區域 420 與 P 型摻雜多晶矽區域 422 之間。結構化表面 418 可形成在各溝槽 416 之底部。溝槽 416 與結構化表面 418 皆描繪於第 4A 圖中。

【0028】因此，於實施例中，製造太陽能電池以包含第一發射區域與第二發射區域，例如分別基於複數個 N 型摻雜多晶矽區域 420 與複數個 P 型摻雜多晶矽區域 422 上。於一實施例中，基於 P 型摻雜多晶矽區域 422 上的發射區域包含不論是在原位或隨後半導體層 404 之形成中所包含之硼摻雜物雜質原子。於一個這樣的實施例中，包含在氮氧化矽介電層 402 中的氮係提供用以抑制摻雜物由 P 型摻雜多晶矽區域 422 穿透至基板 400。更進一步，於實施例中，氮氧化矽介電層 402 是用於第一發射區域與第二發射區域的氮氧化矽穿隧介電層(silicon oxynitride tunnel dielectric layer)。

【0029】再次參照第 4A 圖，介電層 424 形成在複數個 N 型摻雜多晶矽區域 420、複數個 P 型摻雜多晶矽區域 422、以及由溝槽 416 顯露之基板 400 之一部分上。於一實施例中，介電層 424 的下表面與複數個 N 型摻雜多晶矽區域 420、複數個 P 型摻雜多晶矽區域 422、以及基板 400 之顯露部分共形地形成，如於第 4A 圖中所繪示，介電層 424 的上表面大致上是平坦的。於具體實施例中，介電層 424 是抗反射塗佈(anti-reflective coating, ARC)層。

【0030】參照第 4B 圖，複數個接觸孔 426 形成在介電層 424 中。複數個接觸孔 426 提供用以暴露複數個 N 型摻雜多晶矽區域 420 與複數個 P 型摻雜多晶矽區域 422。於一實施例中，複數個接觸孔 426 是藉由雷射剝蝕(laser ablation)而形成。於一實施例中，如第 4B 圖所描述，至 N 型摻

雜多晶矽區域 420 之接觸孔 426 具有與至 P 型摻雜多晶矽區域 422 之接觸孔大致上相同的高度，如第 4B 圖所示。

【0031】參照第 4C 圖，導電接觸 428 形成在複數個接觸孔 426 中，並耦接至複數個 N 型摻雜多晶矽區域 420 與複數個 P 型摻雜多晶矽區域 422。於實施例中，導電接觸 428 是由金屬所組成，且藉由沉積、微影、以及蝕刻方法而形成。因此，於實施例中，導電接觸 428 形成在塊狀 N 型矽基板 400 之光接收表面 401 相對之塊狀 N 型矽基板 400 之表面上或上方。因而製成背接觸式太陽能電池 450。

【0032】在太陽能電池中氮氧化矽穿隧介電層之硼抑制行為 (boron-inhibiting behavior) 的例子中，第 5 圖係根據本發明之實施例於具有氮氧化矽穿隧介電層之發射區域(曲線 502)比對於具有氧化矽穿隧介電層之發射區域(曲線 504)之為深度(微米)之函數的硼(B)濃度(原子/cm<sup>3</sup>)的圖表 500。參照圖表 500，於基於 4.5%之硼摻雜之曲線 504 與曲線 502 兩者中，硼堆積發生在發射區域的第一部分中直至包含各別穿隧介電層(分別在峰值 504A 與峰值 502A)。然而，在氮氧化矽穿隧介電層(曲線 502)的情況下，急劇的/陡峭地下降至約略在  $5 \times 10^{16}$  at/cm<sup>3</sup> 的範圍(於此喪失量測能力)，表示幾乎沒有硼穿透。相對地，於曲線 504 的情況下，無顯著下降，表示大量的硼穿透。

【0033】更常見地，於實施例中，氮氧化矽穿隧介電層包含於太陽能電池中以阻擋少數載子。於一個實施例中，氮氧化矽穿隧介電層的厚度約略在 10-20 埃之範圍內，而具體上大約係 15 埃。然而，習知形成穿隧介電層所需的熱預算可能促使太陽能電池之其他部分中缺陷的形成，舉例來說，在背接觸式太陽能電池之塊狀基板的基板中。因此，當施加習知之方法時，其可能要權衡藉由包含穿隧介電層所提供之優點與一般需求製造此

類層之增加熱預算(thermal budget)之損害效應。因此，根據本發明之實施例，本文中所提供之方法得以製造用於在高效能太陽能電池設計中之氮氧化矽穿隧介電層，但具有減少的熱預算。於一實施例中，藉由減少熱預算，而使隨著增加熱暴露而加劇之缺陷減少或減緩缺陷。

**【0034】** 於實施例中，用於製造穿隧介電層於具有多晶矽接觸之結構中之薄氮氧化矽的成長在太陽能電池的製造中得以改善。舉例來說，可包含下文中一或多個薄膜特性的改善：兼具高性能與薄的氮氧化矽穿隧介電膜、控制厚度、控制品質、降低製程的週期時間、以及降低之製程熱預算。於實施例中，藉由施加文中所描述的一或多個方法，而在相對低溫(例如，降低熱預算(thermal budget))與相對短周期時間下實現整個廣基板中具良好厚度控制之非常薄的氮氧化矽穿隧氧化物。

**【0035】** 儘管上文具體地描述部分材料，但部分材料可以本發明之實施例之精神與範疇下之其餘其他這樣的實施例之其他材料所輕易地替換。舉例來說，在一實施例中，不同材料的基板，例如 III-V 族材料的基板、或例如由多晶矽層設置於全球太陽能電池基板(global solar cell substrate)上所形成的薄膜基板，可以用於代替塊狀晶矽基板。於另一實施例中，高能隙材料可用於代替多晶矽以形成前文太陽能電池的發射區域。更進一步，儘管搭配背接觸式太陽能電池來敘述，但其他接觸的安排視為在本發明之實施例的精神與範疇內，例如前接觸式太陽能電池(front-contact solar cell)。

**【0036】** 更進一步，儘管提供低壓化學汽相沉積(LPCVD)作為用於製造氮氧化矽穿隧介電層的具體例子，但應理解的是亦可使用其他化學汽相沉積(CVD)製程。舉例來說，可用常壓化學汽相沉積法(APCVD)、電漿輔助化學汽相沉積法(PECVD)、熱成長(thermal growth)、或濺鍍製程以形

成這樣的穿隧介電層。

【0037】因此，揭露具氮氧化矽介電層的太陽能電池與形成用於太陽能電池製造之氮氧化矽介電層的方法。根據本發明之實施例，太陽能電池之發射區域係包含具有相對於光接收表面之後表面之基板的一部分。氮氧化矽( $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ,  $0 < x, y$ )介電層係設置在基板之一部分的後表面上。半導體層係設置在氮氧化矽介電層上。於一實施例中，氮氧化矽介電層僅具有一個氮濃度之最大值，最大值位於氮氧化矽介電層接近於基板之一部分的後表面之表面。於一實施例中，氮氧化矽介電層僅具有一個氮濃度之最大值，最大值位於氮氧化矽介電層遠離基板之一部分的後表面之表面。於一實施例中，氮氧化矽介電層具有兩個氮濃度之最大值，一最大值位於氮氧化矽介電層遠離基板之一部分的後表面之表面，而一最大值位於氮氧化矽介電層接近基板之一部分的後表面之表面。

#### 【符號說明】

##### 【0038】

100、200、300：發射區域

110、404：半導體層

102、400：基板

104：後表面

106：箭頭

108、208、308、402：氮氧化矽介電層

108A、208A、308A、308B：區域

308C：缺氮區域

401：光接收表面

- 416：溝槽
- 418：結構化表面
- 420：N型摻雜多晶矽區域
- 422：P型摻雜多晶矽區域
- 424：介電層
- 426：接觸孔
- 428：導電接觸
- 450：太陽能電池
- 500：圖表
- 502、504：曲線
- 502A、504A：峰值

**公告本**

申請日：102/12/10

IPC分類：H01L 31/042 (2014.01)  
H01L 31/0224 (2006.01)**【發明摘要】****【中文發明名稱】** 具氮氧化矽介電層之太陽能電池**【英文發明名稱】** SOLAR CELL WITH SILICON OXYNITRIDE**DIELECTRIC LAYER****【中文】**

闡述一種具有氮氧化矽介電層的太陽能電池與形成用於太陽能電池製造之氮氧化矽介電層的方法。舉例來說，太陽能電池的發射區域包含具有相對於光接收表面之後表面之基板的一部分。氮氧化矽( $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ,  $0 < x, y$ )介電層係設置在基板之一部分的後表面上。半導體層係設置在氮氧化矽介電層上。

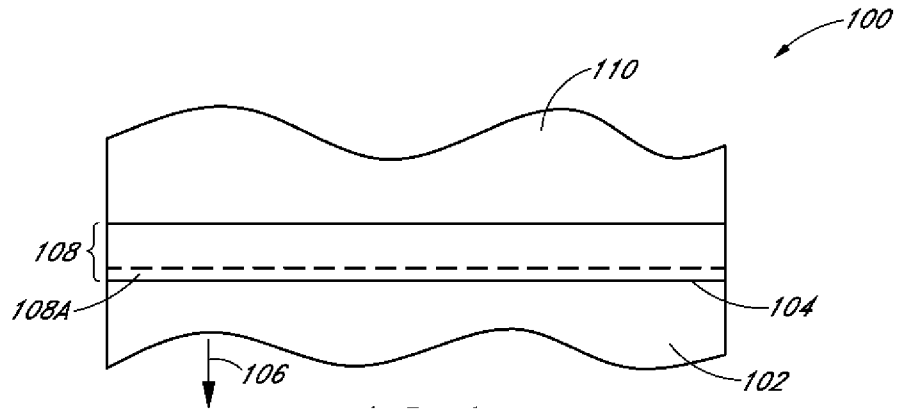
**【英文】**

Solar cells with silicon oxynitride dielectric layers and methods of forming silicon oxynitride dielectric layers for solar cell fabrication are described. For example, an emitter region of a solar cell includes a portion of a substrate having a back surface opposite a light receiving surface. A silicon oxynitride ( $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ,  $0 < x, y$ ) dielectric layer is disposed on the back surface of the portion of the substrate. A semiconductor layer is disposed on the silicon oxynitride dielectric layer.

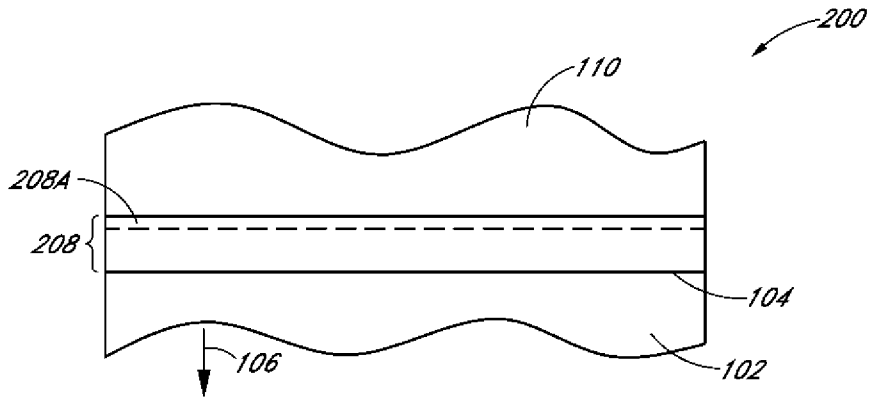
**【指定代表圖】** 第(1)圖**【代表圖之符號簡單說明】**

100：發射區域

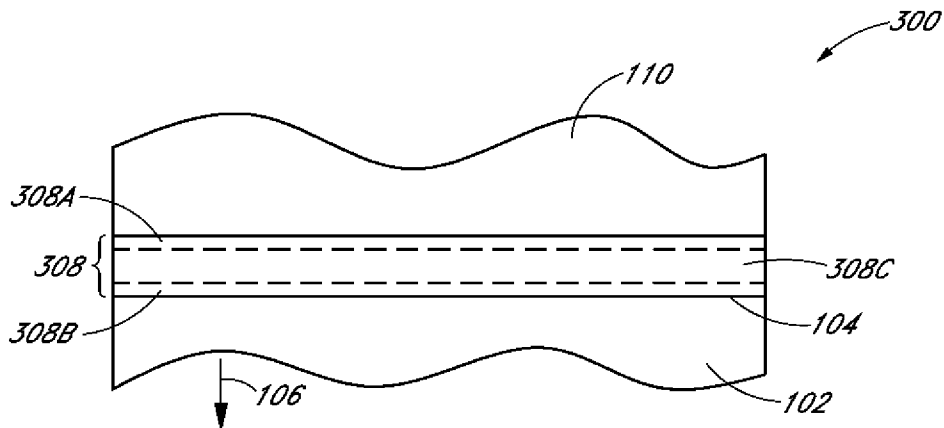
【發明圖式】



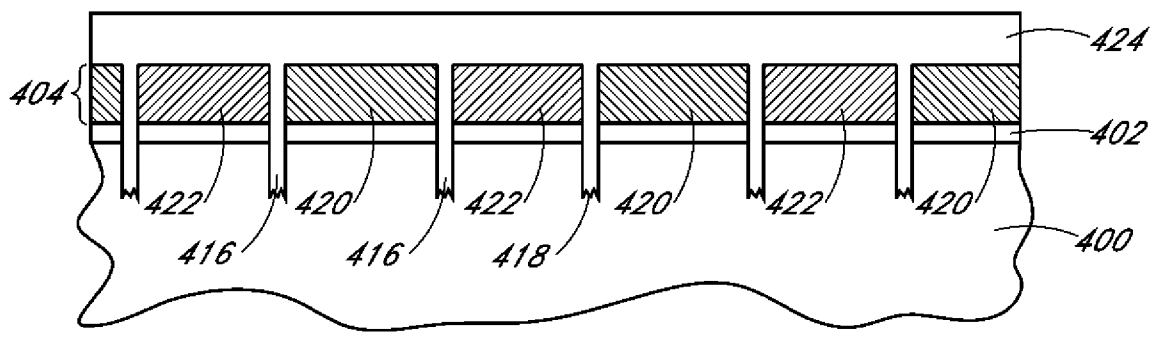
第 1 圖



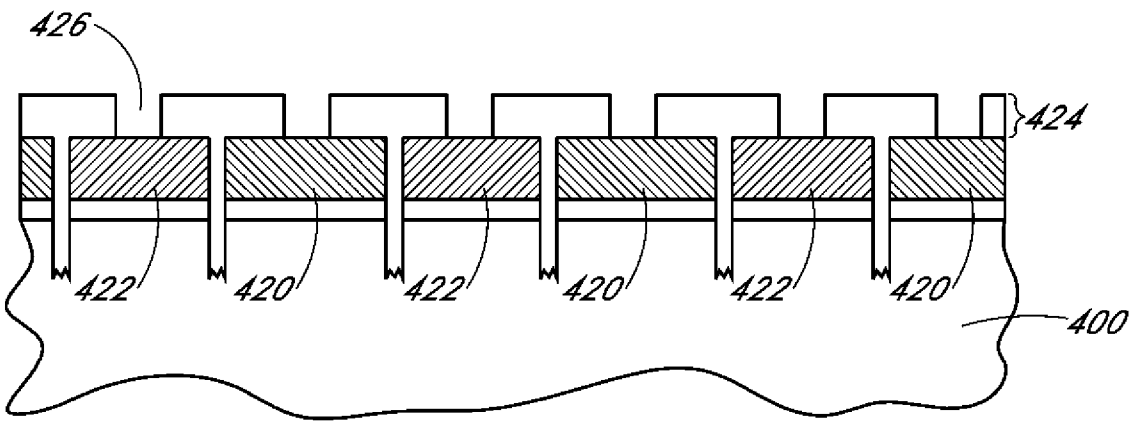
第 2 圖



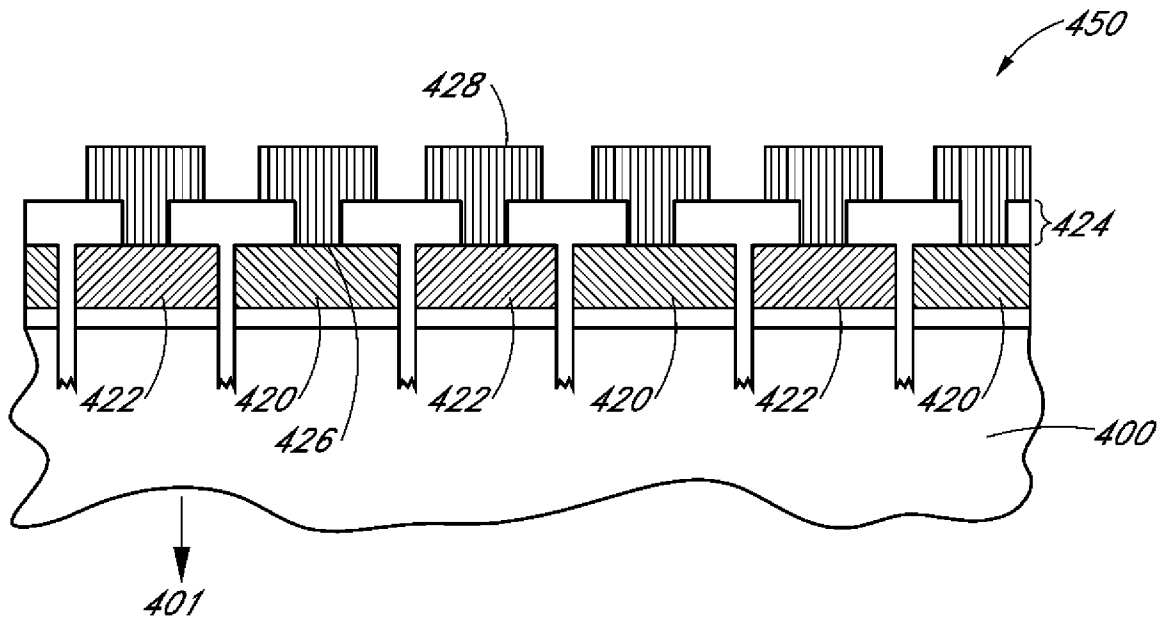
第 3 圖



第 4A 圖

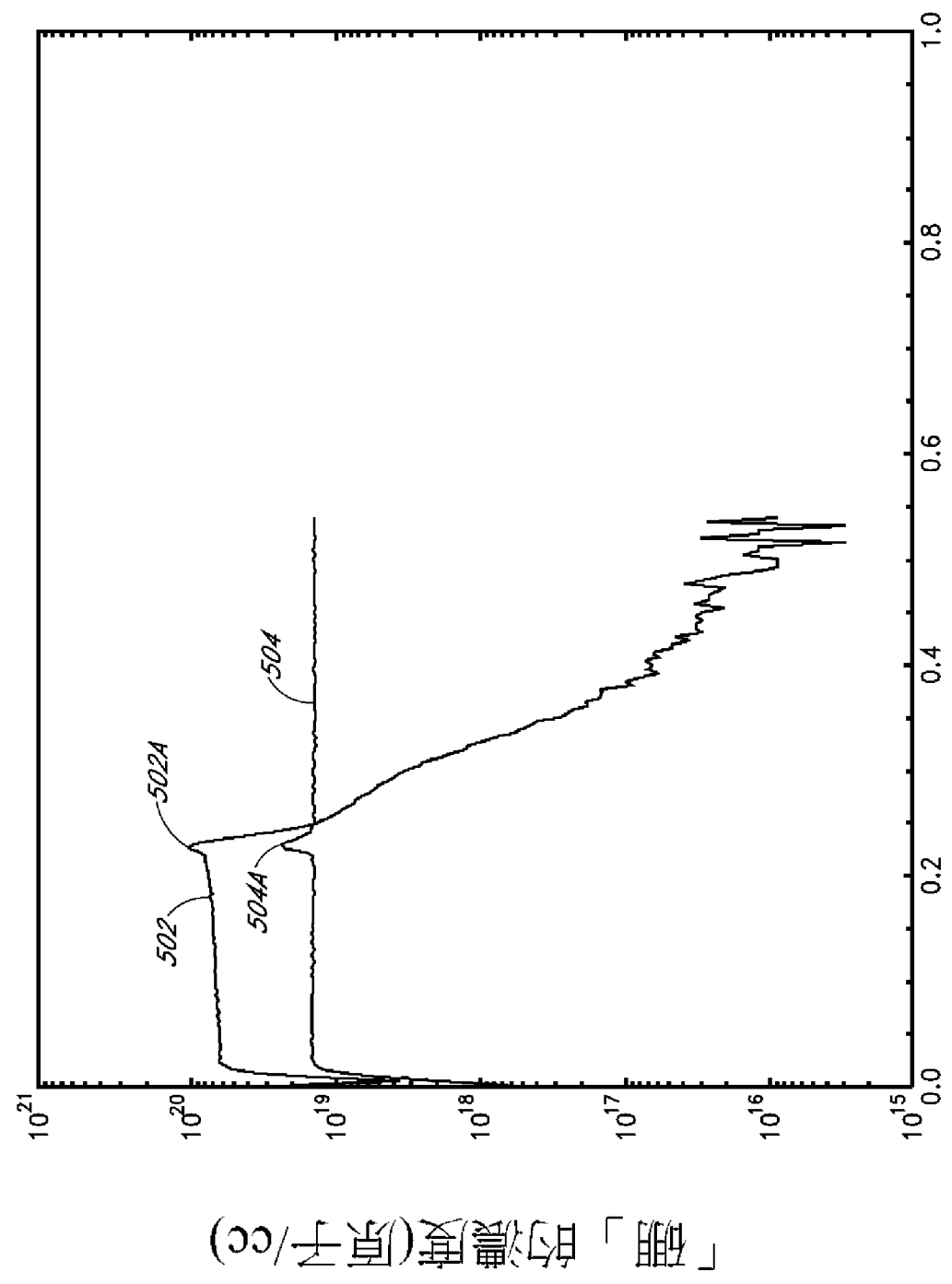


第 4B 圖



第 4C 圖

500



深度(微米)

第5圖

「硼」的濃度(原子/cc)

**公告本**

申請日: 102/12/10

IPC分類: H01L 31/042 (2014.01)  
H01L 31/0224 (2006.01)**【發明摘要】****【中文發明名稱】** 具氮氧化矽介電層之太陽能電池**【英文發明名稱】** SOLAR CELL WITH SILICON OXYNITRIDE**DIELECTRIC LAYER****【中文】**

闡述一種具有氮氧化矽介電層的太陽能電池與形成用於太陽能電池製造之氮氧化矽介電層的方法。舉例來說，太陽能電池的發射區域包含具有相對於光接收表面之後表面之基板的一部分。氮氧化矽( $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ,  $0 < x, y$ )介電層係設置在基板之一部分的後表面上。半導體層係設置在氮氧化矽介電層上。

**【英文】**

Solar cells with silicon oxynitride dielectric layers and methods of forming silicon oxynitride dielectric layers for solar cell fabrication are described. For example, an emitter region of a solar cell includes a portion of a substrate having a back surface opposite a light receiving surface. A silicon oxynitride ( $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ,  $0 < x, y$ ) dielectric layer is disposed on the back surface of the portion of the substrate. A semiconductor layer is disposed on the silicon oxynitride dielectric layer.

**【指定代表圖】** 第(1)圖**【代表圖之符號簡單說明】**

100：發射區域

102：基板

104：後表面

106：箭頭

108：氮氧化矽介電層

108A：區域

110：半導體層

【特徵化學式】：

無

## 【發明申請專利範圍】

- 【第1項】 一種太陽能電池之發射區域，該發射區域包含：
- 一基板之一部分，係具有相對於一前表面之一後表面；
  - 一氮氧化矽( $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ,  $0 < x, y$ )介電層，係設置在該基板之該部分之該後表面上，其中該氮氧化矽介電層具有氮之一非齊次分佈；以及
  - 一半導體層，係設置在該氮氧化矽介電層上，
- 其中該氮氧化矽介電層具有氮濃度之兩個最大值，一最大值位於該氮氧化矽介電層遠離該基板之該部分之該後表面之表面，而一最大值則位於該氮氧化矽介電層接近該基板之該部分之該後表面之表面。
- 【第2項】 如申請專利範圍第 1 項所述之發射區域，其中該前表面係該太陽能電池之一光接收表面。
- 【第3項】 如申請專利範圍第 1 項所述之發射區域，其中該最大值之間之距離約略在 5-6 埃之範圍內。
- 【第4項】 如申請專利範圍第 1 項所述之發射區域，其中該氮氧化矽介電層具有約略在 10-20 埃之範圍內之厚度。
- 【第5項】 如申請專利範圍第 3 項所述之發射區域，其中該氮氧化矽介電層具有具約略在 4-5 埃之範圍內之厚度之一第一富氮區域、設置在該第一富氮區域上且具有約略在 5-6 埃之範圍內之厚度之一缺氮區域、以及設置在該缺氮區域上且具有約略在 4-5 埃之範圍內之厚度之一第二富氮區域。
- 【第6項】 如申請專利範圍第 1 項所述之發射區域，其中該氮氧化矽介電

層具有其中  $x > y$  之組成。

【第7項】 如申請專利範圍第 1 項所述之發射區域，其中設置在該氮氧化矽介電層上之該半導體層係一硼摻雜矽層。

【第8項】 如申請專利範圍第 7 項所述之發射區域，其中該氮氧化矽介電層包含硼原子。

【第9項】 如申請專利範圍第 1 項所述之發射區域，其中該氮氧化矽介電層係用於抑制一摻雜物由該半導體層穿透至該基板之該部分。

【第10項】 如申請專利範圍第 1 項所述之發射區域，其中該氮氧化矽介電層係用於該發射區域之一氮氧化矽穿隧介電層。

【第11項】 如申請專利範圍第 1 項所述之發射區域，其進一步包含：  
一金屬接觸，係設置在該半導體層上。

【第12項】 一種太陽能電池，其包含：

一第一發射區域，其包含：

一基板之一第一部分，具有相對於一光接收表面之一後表面；

一氮氧化矽( $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ,  $0 < x, y$ )介電層，係設置在該基板之該第一部分之該後表面上，其中該氮氧化矽介電層具有氮之一非齊次分佈；以及

一 P 型半導體層，係設置在該氮氧化矽介電層上；以及

一第二發射區域，其包含：

該基板之一第二部分；

該氮氧化矽介電層，係設置在該基板之該第二部分之該後表面上；以及

一 N 型半導體層，係設置在該氮氧化矽介電層上，

其中該氮氧化矽介電層具有氮濃度之兩個最大值，一最大值位於該氮氧化矽介電層遠離該基板之該第一部分之該後表面之表面，而一最大值則位於該氮氧化矽介電層接近該基板之該第一部分之該後表面之表面。

**【第13項】** 如申請專利範圍第 12 項所述之太陽能電池，其中該氮氧化矽介電層係用於抑制一摻雜物由該 P 型半導體層穿透至該基板之該第一部分，且其中該氮氧化矽介電層係用於該第一發射區域與該第二發射區域之一氮氧化矽穿隧介電層。

**【第14項】** 如申請專利範圍第 12 項所述之太陽能電池，其中該第一發射區域與該第二發射區域係由形成於該基板上之一溝槽而分隔，該溝槽係在該基板之該第一部分與該第二部分之間。

**【第15項】** 一種太陽能電池之發射區域，該發射區域包含：

一 N 型塊狀矽基板之一部分，係具有相對於一光接收表面之一後表面；

一氮氧化矽( $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ,  $0 < x, y$ )介電層，係設置在該 N 型塊狀矽基板之該部分之該後表面上，其中該氮氧化矽介電層具有氮之一非齊次分佈；

一硼摻雜多晶矽層，係設置在該氮氧化矽介電層上；以及

一金屬接觸，係設置在該硼摻雜多晶矽層上，

其中該氮氧化矽介電層具有氮濃度之兩個最大值，一最大值位於該氮氧化矽介電層遠離該 N 型塊狀矽基板之該部分之該後表面之表面，而一最大值則位於該氮氧化矽介電層接近該 N 型塊狀矽基板之該部分之該後表面之表面。

**【第16項】** 如申請專利範圍第 15 項所述之發射區域，其中該氮氧化矽介電層係用於抑制一摻雜物由該硼摻雜多晶矽層穿透至該 N 型塊狀矽基板之該部分，且其中該氮氧化矽介電層係用於該發射區域之一氮氧化矽穿隧介電層。