I590478

(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 I590478 B**

(45)公告日： 中華民國 106 (2017) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：104102276 (22)申請日： 中華民國 104 (2015) 年 01 月 23 日

(51)Int. Cl.： *H01L31/04 (2014.01)* *H01L31/0224(2006.01)*
H01L31/0216(2014.01) *H01L31/18 (2006.01)*

(30)優先權：2014/01/27 日本 2014-012748
2014/12/08 日本 2014-248244

(71)申請人：三菱電機股份有限公司 (日本) MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION (JP)
日本

(72)發明人：林田哲郎 HAYASHIDA, TETSURO (JP)；綿引達郎 WATAHIKI, TATSURO (JP)；
松浦努 MATSUURA, TSUTOMU (JP)；森岡孝之 MORIOKA, TAKAYUKI (JP)

(74)代理人：洪武雄；陳昭誠

(56)參考文獻：

US 2007/0148336A1 US 2013/0160840A1

審查人員：陳憶緣

申請專利範圍項數：35 項 圖式數：37 共 86 頁

(54)名稱

太陽電池及太陽電池之製造方法

SOLAR CELL AND METHOD OF MANUFACTURING SOLAR CELL

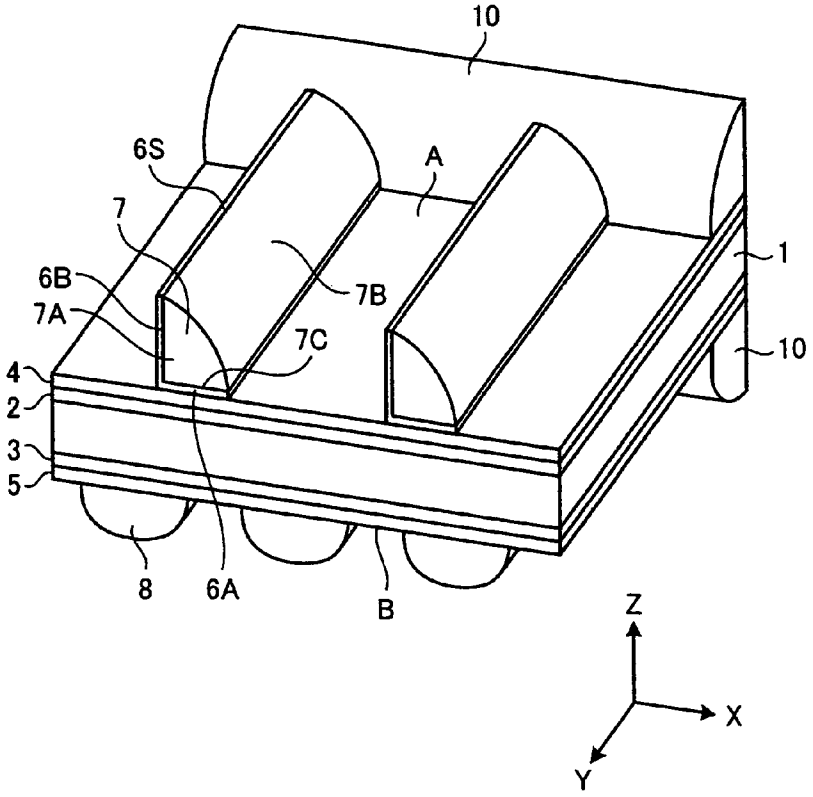
(57)摘要

本發明之目的在於取得遮光損害少且具有低電阻的電極之太陽電池。

其特徵在於：具備：太陽電池單元，其係具有 pn 接合；受光面側電極，其係具有複數的柵格電極 7，該複數的柵格電極 7 設置於太陽電池單元的受光面，來以固定的間隔伸展於一方向，並將光電變換之電荷予以集電；以及背面電極 8，其係設置於對向於太陽電池單元的受光面 A 之背面 B；其中，柵格電極 7 係由下列所構成：第 1 晶種面 6A，其係擋接於太陽電池單元的受光面 A；第 2 晶種面 6B，其係相對於第 1 晶種面 6A 而起立，並連接於第 1 晶種面 6A；以及電鍍層，其係擋接於第 1 和第 2 晶種面 6A、6B。

A solar cell is provided that includes: a solar-battery cell that has a pn junction; a light-receiving-surface side electrode that includes a plurality of grid electrodes that are provided so as to extend in one direction at a given spacing on a light receiving surface of the solar-battery cell, and that collect a photoelectrically-converted charge; and a back-surface electrode that is provided on a back surface that opposes to the light receiving surface of the solar-battery cell. The grid electrode includes a first seed surface that comes into contact with the light receiving surface of the solar-battery cell, a second seed surface that is upright to the first seed surface, and is connected to the first seed surface, and a plated layer that comes into contact with the first seed surface and the second seed surface.

指定代表圖：



第1圖

符號簡單說明：

1・・・單結晶矽基板

2・・・受光面側非結晶矽層

3・・・背面側非結晶矽層

4・・・受光面側透光性電極

5・・・背面側透光性電極

6A・・・第 1 晶種面

6B・・・第 2 晶種面

6S・・・晶種層

7・・・柵格電極

7A・・・第 1 面

7B・・・第 2 面

7C・・・底面

8・・・背面電極

10・・・匯流排電極

A・・・受光面

B・・・背面

公告本

發明摘要

※申請案號：104102276

※申請日：104/01/23　　※IPC分類：H01L 31/04 (2014.01)
H01L 31/0224 (2006.01)
H01L 31/0216 (2014.01)
H01L 31/18 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

太陽電池及太陽電池之製造方法

SOLAR CELL AND METHOD OF MANUFACTURING SOLAR CELL

【中文】

本發明之目的在於取得遮光損害少且具有低電阻的電極之太陽電池。

其特徵在於：

具備：

太陽電池單元，其係具有pn接合；

受光面側電極，其係具有複數的柵格電極7，該複數的柵格電極7設置於太陽電池單元的受光面，來以固定的間隔伸展於一方向，並將光電變換之電荷予以集電；以及

背面電極8，其係設置於對向於太陽電池單元的受光面A之背面B；其中，

柵格電極7係由下列所構成：

第1晶種面6A，其係擋接於太陽電池單元的受光面A；

第2晶種面6B，其係相對於第1晶種面6A而起立，並連接於第1晶種面6A；以及

電鍍層，其係擋接於第1和第2晶種面6A、6B。

【英文】

A solar cell is provided that includes: a solar-battery cell that has a pn junction; a light-receiving-surface side electrode that includes a plurality of grid electrodes that are provided so as to extend in one direction at a given spacing on a light receiving surface of the solar-battery cell, and that collect a photoelectrically-converted charge; and a back-surface electrode that is provided on a back surface that opposes to the light receiving surface of the solar-battery cell. The grid electrode includes a first seed surface that comes into contact with the light receiving surface of the solar-battery cell, a second seed surface that is upright to the first seed surface, and is connected to the first seed surface, and a plated layer that comes into contact with the first seed surface and the second seed surface.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

1	單結晶矽基板
2	受光面側非結晶矽層
3	背面側非結晶矽層
4	受光面側透光性電極
5	背面側透光性電極
6A	第 1 晶種面
6B	第 2 晶種面
6S	晶種層
7	柵格電極
7A	第 1 面
7B	第 2 面
7C	底面
8	背面電極
10	匯流排電極
A	受光面
B	背面

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無。

發明專利說明書

（本說明書格式、順序，請勿任意更動）

【發明名稱】（中文/英文）

太陽電池及太陽電池之製造方法

SOLAR CELL AND METHOD OF MANUFACTURING SOLAR CELL

【技術領域】

【0001】本發明係有關於太陽電池及太陽電池之製造方法，特別是有關於柵格電極的構成及其製造方法。

【先前技術】

【0002】習知技術中，使用結晶系矽基板之結晶系矽太陽電池，有藉由擴散而雜質半導體層形成於基板的受光面側之最爲普通的擴散型之太陽電池、因非結晶矽等之半導體薄膜而形成雜質半導體層之異質接合型之太陽電池、以及和基板相同的導電型及和基板不相同的導電型之雜質半導體層以梳子型配置於基板的背面側之背面接合型之太陽電池，任意一型的太陽電池均以量產程度而製造。

【0003】擴散型之太陽電池係使用例如厚度爲 200μm 左右的 p 型結晶矽基板作爲基板。此外，提高光吸收率之表面紋理(texture)、n 型擴散層、反射防止膜、以及糊劑之表面電極(例如，櫛型銀(Ag)電極)係依次形成於該基板的受光面側，在糊劑之背面電極(例如，鋁(Al)電極)藉由網版印刷(screen printing)而形成於該基板的非受光面側之後，藉由以 800℃ 左右的高溫而燒結之方式來製造擴散型之太

陽電池。

【0004】如此之燒結方式係揮發表面電極和背面電極的糊劑之溶媒部分，且於該基板的受光面側當中，使櫛型Ag電極突破反射防止膜而連接於n型擴散層，此外，在該基板的非受光面側當中，Al電極的一部分之Al係擴散至該基板而形成背面電場層(BSF：Back Surface Field)。

【0005】作爲更加提升光電變換效率之太陽電池單元構造，例如專利文獻1至專利文獻3係揭示有關於透過薄的真性半導體薄膜而於結晶矽基板形成由雜質摻雜矽層而成的接合或BSF層之異質接合太陽電池之技術。

【0006】如此之構造係以薄膜而形成雜質摻雜層，藉此而能自由設定雜質摻雜層的濃度分佈，此外，由於雜質摻雜層較薄，故能抑制膜中之載體的再結合或光吸收。此外，由於插入於結晶矽基板和雜質摻雜矽層之間的真性半導體層能抑制結晶矽基板和雜質摻雜矽層之接合間的雜質擴散，並形成具有陡峭的雜質輪廓之接合，故能藉由良好的接合界面之形成而取得較高的開放電壓。

【0007】此外，由於真性半導體層、雜質摻雜層均能以200℃左右的低溫來形成，故能減低基板厚度較薄時會成爲問題的熱度而產生於基板的壓力、或基板的彎曲。此外，對於易於因熱而惡化之結晶矽基板亦可期待能抑制基板品質的降低。一般而言，該方式之太陽電池的集電極係藉由網版印刷法，將銀糊劑進行圖案印刷而形成，集電極爲了提高太陽電池的發電效率，而被要求遮光損害少，且

配線電阻低。

【0008】因此，專利文獻4係揭示藉由控制網版印刷版的開口寬幅，將集電極的截面形狀作成三角或台形的太陽電池之製造方法。根據該方法，即可有效的使射入於電極的光有助於發電，並提高太陽電池之短路電流。此外，例如專利文獻5、6係揭示藉由使用攝影製版技術和電鍍法而提高電極的導電率的太陽電池之製造方法。根據該方法，即可提升太陽電池之薄膜因子，且能提高太陽電池的發電效率。此外，藉由電鍍方式而形成之銅(Cu)電極，由於相較於Ag電極能減低材料成本，故對於太陽電池的低成本化亦爲有效。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0009】

〔專利文獻1〕日本特公平7-095603號公報

〔專利文獻2〕日本專利第2614561號公報

〔專利文獻3〕日本專利第3469729號公報

〔專利文獻4〕日本特開2013-30601號公報

〔專利文獻5〕日本特公平5-15071號公報

〔專利文獻6〕日本特開2000-58885號公報

[發明之概要]

[發明欲解決的課題]

【0010】但，使用網版印刷之電極形成方法，卻有來自將電極細線化時的印刷版之金屬糊劑因吐出不良而導致

之斷線、或金屬糊劑爲配合溶劑或樹脂而導致之導電率低之問題。因此，有無法取得遮光損害少而導電率高的電極，且無法取得薄膜因子高之太陽電池之問題。

【0011】此外，使用攝影製版技術和電鍍法之方法當中，由於電極形狀爲矩形，故射入於電極上部的光並無助於發電，且無法取得高的短路電流。而進一步爲了減少遮光損害，且將電極予以細線化，則需要高縱橫比的抗蝕劑圖案，故亦有攝影製版技術的難易度大幅提昇之問題。

【0012】本發明係有鑑於上述課題而成者，其目的在於取得遮光損害低且具有低電阻的電極之太陽電池。此外，其目的在於取得太陽電池之製造方法，其以無需高縱橫比的抗蝕劑圖案而取得遮光損害低且具有低電阻的電極之太陽電池。

【解決課題之手段】

【0013】爲了解決上述之課題，並達成目的，本發明之特徵在於：

具備：

太陽電池單元，其係具有 pn 接合；

受光面側電極，其係具有複數的柵格電極，該複數的柵格電極設置於前述太陽電池單元的受光面，來以固定的間隔伸展於一方向，並將光電變換之電荷予以集電；以及

背面電極，其係設置於對向於太陽電池單元的受光面之背面；其中，

柵格電極係由下列所構成：

第 1 晶種面，其係擋接於太陽電池單元的受光面；

第 2 晶種面，其係相對於第 1 晶種面起立，並連接於第 1 晶種面；以及

電鍍層，其係擋接於第 1 和第 2 晶種面。

發明之功效：

【0014】根據本發明，則由於成爲電鍍電極之晶種層不僅自抗蝕劑開口部底部，且亦自開口部側面析出而形成，故能達成極易於形成高縱橫比電極之功效。由於其形成普通之攝影製版技術和電鍍法無法形成、於單側具有傾斜面的電鍍層圖案，故射入於電極上部的光亦爲有助於發電，而增加太陽電池的發電量。

【圖式簡單說明】

【0015】

第 1 圖係本發明之實施形態 1 的異質接合型的太陽電池的單元構造立體圖。

第 2 圖(a)及(b)係本發明之實施形態 1 的異質接合型的太陽電池的單元構造截面圖及俯視圖。

第 3 圖係表示實施形態 1 的太陽電池的形成製程之流程圖。

第 4 圖(a)至(e)係實施形態 1 的太陽電池的形成製程之步驟截面圖。

第 5 圖(a)至(d)係實施形態 1 的太陽電池的形成製程之步驟截面圖。

第 6 圖(a)至(c)係實施形態 1 的太陽電池的形成製程之

步驟截面圖。

第 7 圖(a)至(c)係本發明之實施形態 1 的電鍍用之晶種層形成後之太陽電池的平面圖及截面圖。

第 8 圖係表示本發明所使用的絕緣膜成膜時之晶圓保持治具的要部之示意圖。

第 9 圖係本發明之實施形態 1 的絕緣膜成膜時之抗蝕劑開口寬幅和基板角度的關係之圖示。

第 10 圖係表示本發明之實施形態 1 的絕緣膜成膜時之基板保持治具之示意圖。

第 11 圖(a)至(c)係本發明之實施形態 1 的絕緣膜形成後之太陽電池的平面圖及截面圖。

第 12 圖係本發明之實施形態 1 的電解電鍍製程時之概略圖。

第 13 圖(a)及(b)係表示直角三角電極的光學性功效之概略說明圖。

第 14 圖係表示本發明之實施形態 1 的光電動勢(photoelectromotive force)元件和比較例的輸出特性之比較圖。

第 15 圖係表示本發明之實施形態 1 當中，藉由網版印刷而印刷之柵格電極的電極寬幅和高度的關係之圖示。

第 16 圖係表示本發明之實施形態 2 的擴散型太陽電池的單元構造截面圖。

第 17 圖係表示本發明之實施形態 2 的太陽電池的形成製程之流程圖。

第 18 圖(a)至(d)係本發明之實施形態 2 的太陽電池的形成製程之步驟截面圖。

第 19 圖(a)至(c)係本發明之實施形態 2 的太陽電池的形成製程之步驟截面圖。

第 20 圖(a)至(c)係本發明之實施形態 2 的電太陽電池的形成製程之步驟截面圖。

第 21 圖(a)至(c)係本發明之實施形態 2 的電太陽電池的形成製程之步驟截面圖。

第 22 圖(a)至(c)係本發明之實施形態 2 的電太陽電池的形成製程之步驟截面圖。

第 23 圖係表示本發明之實施形態 3 的擴散型太陽電池的單元構造截面圖。

第 24 圖係表示實施形態 3 的太陽電池的形成製程之流程圖。

第 25 圖(a)至(d)係實施形態 3 的太陽電池的形成製程之步驟截面圖。

第 26 圖(a)至(d)係實施形態 3 的太陽電池的形成製程之步驟截面圖。

第 27 圖(a)至(c)係實施形態 3 的電太陽電池的形成製程之步驟截面圖。

第 28 圖(a)至(c)係實施形態 3 的電太陽電池的形成製程之步驟截面圖。

第 29 圖(a)至(c)係實施形態 3 的電太陽電池的形成製程之步驟截面圖。

第 30 圖(a)至(c)係實施形態 3 的電太陽電池的形成製程之步驟截面圖。

第 31 圖係表示實施形態 4 的太陽電池的形成製程之流程圖。

第 32 圖係表示實施形態 5 的太陽電池的形成製程之流程圖。

第 33 圖係表示實施形態 6 的太陽電池的形成製程之流程圖。

第 34 圖係表示實施形態 7 的太陽電池的形成製程之流程圖。

第 35 圖係表示實施形態 8 的太陽電池的形成製程之流程圖。

第 36 圖係表示本發明之實施形態 8 之柵格電極的高度和太陽電池之輸出特性的關係之比較圖。

第 37 圖係實施形態 9 的異質接合型的太陽電池的單元構造截面圖。

【實施方式】

【0016】以下，根據圖式而詳細說明有關於本發明之太陽電池及太陽電池之製造方法的實施形態。又，本發明不受本實施形態之限制，在不脫離該要旨的範圍內，可適當作變更。此外，在以下所示的圖示當中，爲了易於理解，而有各層或各構件的縮尺和實際上不同之情形，在各圖式間亦相同。此外，即使是平面圖，爲了易於參閱圖式而有時會附加剖面線。

【0017】

實施形態 1.

第 1 圖係本發明之實施形態 1 的太陽電池的要部擴大立體圖，第 2 圖(a)及(b)係示意性的表示本發明之實施形態 1 的太陽電池的構成之截面圖及俯視圖。第 1 圖係表示匯流排電極 10 和柵格電極 7 的交叉點附近的區域 R_0 之截面構造之立體圖。此處，在本發明當中，將平行於匯流排電極 10 的伸展方向之軸作成 X 軸，平行於柵格電極 7 的伸展方向之軸作成 Y 軸，垂直於 X 軸和 Y 軸之軸作成 Z 軸。本實施形態的太陽電池係使用異質接合型太陽電池單元，其係將能帶間隔(band gap)與單結晶矽基板不同的非結晶系薄膜予以成膜於單結晶系基板表面而形成異質接合者。本實施形態的太陽電池係具備集電極於由異質接合型太陽電池單元而成之光電變換元件上之太陽電池，其特徵爲於抗蝕劑開口部從傾斜方向將絕緣膜予以成膜，藉此僅於抗蝕劑開口部側面及其下部，使電鍍用的晶種層露出，並自該處於橫方向使電鍍被膜成長。

【0018】本實施形態的太陽電池係具有單結晶矽基板 1，其係形成稱爲紋理之凹凸構造於基板的表面，該單結晶矽基板 1 的受光面 A 側係積層有受光面側非結晶矽層 2、受光面側透光性電極 4、電鍍用之晶種層 6S、以及柵格電極 7，而背面 B 側係依次積層有背面側非結晶矽層 3、背面側透光性電極 5、以及背面電極 8。相對於該太陽電池，應進行光電變換之光係在單結晶矽基板 1 當中，自形成受

光面側非結晶矽層 2 之側，亦即受光面 A 側射入。

【0019】該柵格電極 7 之特徵在於其係由具有垂直於受光面 A 的第 1 面 7A、相對於第 1 面 7A 形成銳角而傾斜之第 2 面 7B、以及擋接於受光面之底面 7C 的截面直角三角形的電鍍層圖案而成。

【0020】此外，構成該柵格電極 7 之電鍍層圖案係由晶種層 6S 成長者。該晶種層 6S 係具有擋接於受光面 A 之第 1 晶種面 6A、以及垂直於第 1 晶種面 6A 之第 2 晶種面 6B，且形成截面 L 字狀者。此外，該電鍍層圖案係由從第 1 和第 2 晶種面 6A、6B 等方的(isotropic)成長，且擋接於第 1 和第 2 晶種面 6A、6B 之電鍍層而成之截面直角三角形的圖案。爲了形成紋理構造，圖式之形狀雖誇大，但實際上底面 7C 係構成水平面。此處，柵格電極 7 係以第 1 晶種面 6A 和第 2 晶種面 6B、以及由第 1 晶種面 6A 和第 2 晶種面 6B 成長之電鍍層所構成。

【0021】繼而參閱第 3 圖所示之流程圖、第 4 圖(a)至(e)、第 5 圖(a)至(d)、以及第 6 圖(a)至(c)來說明有關於如上述所構成之實施形態 1 的太陽電池之製造方法。第 4 圖(a)至(e)、第 5 圖(a)至(d)、以及第 6 圖(a)至(c)係表示本實施形態的太陽電池之製造方法的順序之一例之截面圖。

【0022】首先，進行基板洗淨，於表面形成具有稱爲紋理 1T 的凹凸構造之單結晶矽基板 1(第 4 圖(a)：S101)。亦即，自單結晶矽的晶錠將單結晶矽基板 1 予以切片之後，藉由使用鹼水溶液，例如 NaOH 水溶液或 KOH 水溶液

等之溼式蝕刻方式而形成凹凸構造於該單結晶矽基板 1 的表面。紋理 1T 係減低射入於太陽電池之光的反射，並促進太陽電池內之光擴散。單結晶矽基板 1 係因表面方位而鹼水溶液之蝕刻速度有所不同。因此，例如將表面方位爲(100)的單結晶矽基板進行蝕刻時，則不易被蝕刻之(111)面即出現於傾斜方向，最後，角錐形狀的凹凸構造則被施加於該單結晶矽基板 1 上。

【0023】自生產性的觀點而言，單結晶矽基板 1 係自單結晶矽的晶錠予以切片而形成凹凸構造於表面之後，則進行非結晶矽層之成膜。因此，若切片而導致損害或金屬污染等爲殘留於矽基板之狀態，則無法良好的進行凹凸構造的控制。此外，在單結晶矽和非結晶矽的界面當中，單結晶矽基板 1 內部進行光電變換而製作之載體電子會進行再結合，而使太陽電池的特性惡化。因此，切片之後的單結晶矽基板 1 係實施使用除氣、過氧化氫等之洗淨等的處置較爲佳。

【0024】單結晶矽基板 1 係 p 型矽基板或 n 型矽基板之任意一者均可。惟，將 p 型的受光面側非結晶矽層形成於單結晶矽基板 1 的受光面側時，以使用 n 型矽基板於結晶矽基板爲佳，來使射入之光立即到達 pn 接合。相反的，將 n 型的非結晶矽層形成於單結晶矽基板 1 的受光面側時，則以使用 p 型矽基板於單結晶矽基板 1 爲佳。此處係對於將單結晶矽基板 1 作爲 n 型矽基板來說明。又，此處雖爲使用單結晶矽基板 1，但除了多單結晶矽基板之外，

亦可使用 SiGe 等能使用於太陽電池之結晶系半導體基板以取代結晶矽基板。

【0025】形成凹凸構造於單結晶矽基板 1 上之後，作爲能帶間隔和結晶矽不同的半導體層，如第 4 圖(b)所示，使用例如化學氣相成長(CVD：Chimical Vapour Deposition)法而將受光面側非結晶矽層 2 形成於該單結晶矽基板 1 的受光面側(S102)。此處由於結晶矽基板係作成 n 型，故受光面側非結晶矽層 2 係作成 p 型。受光面側非結晶矽層 2 爲了提升導電性，以載體濃度高爲佳，此外，由於配置於受光面側，故爲高光透過率則更好。爲了達成此等之高載體濃度化及高光透過率化，亦可將受光面側非結晶矽層 2 作成薄膜的 p 型微結晶矽層。此外，在結晶矽和非結晶矽的界面當中，雖形成異質接合，但，爲了作成 BSF 構造，作爲鈍化，亦可依序將 i 型的非結晶矽層和 p 型的受光面側非結晶矽層 2 積層於結晶矽基板的受光面側。

【0026】將 n 型的背面側非結晶矽層 3 成膜於背面側(S103)。爲了形成 n 型的背面側非結晶矽層 3 和 n 型的背面側透光性電極 5 之接合，則 n 型的背面側非結晶矽層 3 和 n 型的背面側透光性電極 5 之接點相較於受光面側雖較易取得，但，該情形時，背面側非結晶矽層 3 仍以高載體濃度化、高光透過率化、特別是高紅外線光透過率爲佳。爲了達成此等之高載體濃度化及高光透過率化，亦可將背面側非結晶矽層 3 作成薄膜的 n 型微結晶矽層。

【0027】繼而如第 4 圖(c)所示，使用例如濺鍍法和離

子佈植法而形成受光面側透光性電極 4 和背面側透光性電極 5 (S104)。受光面側透光性電極 4 和背面側透光性電極 5 係以具有高光透過率和高導電率之材料爲佳，如此之材料係例如以氧化銦、氧化鈦、氧化鋅、以及氧化錫等爲佳。此外，爲了提升導電率，亦可摻雜微量的 Al、Ga、Nb、Sn 等之金屬於此等之材料。此外，爲了提高光透過率，亦可於將此等之材料予以成膜之後，在還原環境，例如在氫氣中、或真空中實施退火。

【0028】繼而將抗蝕劑膜 R1 予以旋轉塗敷，並調整爲 40μm 左右的厚度之後，進行曝光顯像處理，取得具有如第 4 圖(d)所示之開口部之抗蝕劑圖案(S105)。此時之抗蝕劑材料係以能厚膜化之高黏度抗蝕劑爲佳，例如，使用東京應化工業股份有限公司之 PMER　P-CR4000PM。繼而如第 4 圖(e)所示以連接於開口部之方式將晶種層 6S 成膜於抗蝕劑膜 R1 的上部(S106)。作爲晶種層的形成方法係例如使用 DC 磁控管濺鍍法或電子光束蒸鍍法等。晶種層的種類係以導電性優良的材料爲佳，例如使用銀或銅等。又，自確保晶種層 6S 的緊貼性之觀點而言，亦可作成將 Ti、Ni、Cr 等夾住於受光面側透光性電極 4 和晶種層 6S 之間的積層構造。如此，則具有晶種層 6S 於基板全面，且將直接接觸晶種層 6S 和基板的區域僅限定於抗蝕劑開口部，據此即可達成同時兼顧電鍍時之電場分佈抑制、以及晶種層成膜時之等離子體損害減低。

【0029】第 7 圖(a)至(c)係表示第 4 圖(e)之製程結束時

的基板平面圖及截面圖。由於金屬膜的成膜時，基板周邊部被基板保持治具擋住，故晶種層 6S 並未形成於基板周邊部，而成爲露出抗蝕劑膜 R1 之狀態。又，第 7 圖 (c)雖省略紋理，但，和第 2 圖 (a)相同，形成有紋理。繼而如第 5 圖(a)所示，以相對於基板自傾斜方向射入之條件，將絕緣膜 9 予以成膜(S107)。絕緣膜 9 的材料係例如使用二氧化矽(SiO_2)，成膜方法係例如使用 RF 磁控管濺鍍法。藉由降低成膜中的濺鍍壓力，可提高濺鍍粒子的直進性，且能抑止絕緣膜 9 往不需要的部位的成膜。據此，即僅使抗蝕劑開口部的單側側面及其正下方露出晶種層 6S。第 8 圖係表示絕緣膜成膜時之基板的傾斜角。單結晶矽基板 1 係安裝於設置於基板保持治具 101 的座位週轉部 103。此處，柵格電極底部的線幅係表示和基材基板接觸的區域之線幅，柵格電極上部的線幅係表示柵格電極底部以外的部位之線幅。又，絕緣膜 9 成膜時之基板角度 θ 係根據柵格電極底部的線幅 x、抗蝕劑厚度 y 而唯一地決定，並由以下之式(1)予以表示。

【0030】

〔數學式 1〕

$$\theta=90-\sin^{-1}\frac{y}{\sqrt{x^2+y^2}} \quad \cdots(1)$$

【0031】例如，第 9 圖係表示抗蝕劑厚度 40μm 時的基板角度和柵格電極底部的線幅 x 的關係。藉由調整基板角度 θ 即能自在的控制柵格電極底部的線幅 x。又，絕緣

膜 9 成膜時之基板保持治具 101 係使用如第 10 圖所示之構造者。藉由設置基板遮蔽部 102，即可阻礙絕緣膜 9 往基板的該處所的成膜。第 11 圖(a)至(c)係表示絕緣膜 9 成膜後之基板平面圖及截面圖。對設置於基板保持治具 101 的座位週轉部 103 的 n 型單結晶矽基板等之基板，透過基板遮蔽部 102 而將絕緣膜 9 予以成膜，藉此而能在基板的一邊形成晶種層露出部 O。該處所則被活用爲此後電鍍時的供電點。

【0032】繼而在以稀硫酸等將電鍍用的晶種層露出部 O 予以洗淨之後，如第 12 圖所示，使用充填硫酸銅溶液 201 於電鍍槽 200 內者而進行電鍍，藉此而能選擇性的形成電鍍層於晶種層露出部(S108)。將單結晶矽基板 1 和銅板 202 浸漬於硫酸銅溶液 201，且將銅板作爲陽極，將基板側作爲陰極，自電源 203 施加電壓。自取得優質的被膜之觀點而言，此時之電鍍電流係以作成 $6A/dm^2$ 以下爲佳，電鍍時間係因應於柵格電極的目標線幅而決定。又，基板的供電點係上述之基板的一邊之晶種層露出部 O，該晶種層露出部 O 係以取出至硫酸銅溶液 201 的外部之狀態而進行電鍍爲佳。據此，即可防止供電用端子和供電點之晶種層露出部 O 因電鍍被膜而被連接之情形。

【0033】如此，自抗蝕劑開口部的單側側面而使電鍍被膜成長的方法，對電極細線化時的減低斷線亦爲有效。因爲相對於使用普通的攝影製板技術之方法中，柵格電極線幅會受到抗蝕劑開口幅之影響，而本發明之方法則柵格

電極 7 的線幅則和抗蝕劑開口幅不相關。亦即，柵格電極 7 底部的線幅係由絕緣膜 9 成膜時的基板角度 θ 而控制，柵格電極 7 上部的線幅係由電鍍時間而控制。亦即如前述，使用以傾斜濺鍍法之絕緣膜 9 的成膜，選擇性的成膜於不形成絕緣膜 9 而成爲晶種層露出部 O 的區域之方法，藉此而柵格電極 7 底部的線幅係藉由絕緣膜 9 成膜時的基板角度而控制。此外，晶種層 6S 係露出於由傾斜濺鍍法之絕緣膜 9 的成膜而成爲陰影的部分之抗蝕劑的側壁及底面的一部分。由於電鍍層自該晶種層露出部 O 成長，故柵格電極 7 上部的線幅能藉由電鍍時間而控制。因此，根據本實施形態的方法，即使未形成高縱橫比的抗蝕劑圖案，亦能使柵格電極 7 細線化，且減少電極的斷線情形，並提升其製造良率。

【0034】此外，由於不僅自抗蝕劑開口部底部，且亦自開口部側面使被膜成長，故能提高電鍍速度。此時之速度提升率以(柵格高度＋柵格寬幅)／柵格寬幅予以表示。例如，以柵格寬幅 20μm 而形成柵格高度 40μm 之電極，將電鍍時的電流密度固定時，即能取得普通方法的 3 倍之電鍍速度。第 5 圖(b)係表示電解電鍍後的基板截面圖。

【0035】又，進而於欲將柵格電極 7 予以細線化時，亦可於絕緣膜 9 的蝕刻之後(第 5 圖(c)：S109)，進行電鍍層圖案之澱渣(S110)。此係藉由浸漬於銅的選擇蝕刻液而實施，據此而能取得如第 5 圖(d)所示之傾斜角度超過 45 度之直角三角形狀的電極截面。又，該澱渣方式雖係藉由

等方性蝕刻而進行，但，在減少柵格寬幅的同時，亦降低柵格高度。因此，雖因澱渣方式而減低遮光損害，但，傾斜強度則未改變。又，亦可藉由異方性蝕刻法而進行澱渣。

【0036】繼而說明有關於和電極的截面形狀之發電量的關係。如第 13 圖(a)之表示普通的矩形電極 7R 和直角三角形狀的電極 7S 的關係之說明圖所示，由於射入於直角三角形狀的電極 7S 之光於電極側面反射之後，會射入於單結晶矽基板 1 內，故能增加發電量。亦即，此係意味著減少實質的電極遮光損害，其與將射入於電極上部的光予以反射於上部之矩形電極 7R 有明顯差異。此外，本實施形態中，柵格電極 7 的形狀其兩面並非形成錐形狀，立面之中的一方之第 1 面 7A 係相對於板表面爲垂直，另一方面的第 2 面 7B 係相對於第 1 面 7A 形成銳角之形狀。因此，相對於縱橫比，能以具有大的傾斜角之方式來形成。因此，能抑制遮光面積的增大，且能形成每單位面積的比電阻較小的柵格電極 7。此外，可設置太陽電池模組，以能對相對於太陽電池單元的受光面傾斜之第 2 面實現最佳之採光。此外，第 13 圖(b)係表示截面直角三角形狀的電極 7S 和兩面形成錐形狀的電極 7T 之電極遮光損害的比較圖。單結晶矽基板 1 上的直角三角形狀的電極 7S 和兩面形成錐形狀的電極 7T 之電極部以外的遮光幅 1_S、1_T 中，很明顯的直角三角形狀的電極 7S 的遮光幅 1_S 較小。如此，截面爲直角三角形狀的電極 7S 相較於兩面錐形狀的電極 7T，其電極部以外的遮光損害少，且能提高光電變換效率。

【0037】繼而如第 6 圖(a)所示，將構成柵格電極 7 的電鍍層圖案作爲遮罩而進行晶種層 6S 的選擇蝕刻(晶種層剝離：S111)之後，進行抗蝕劑剝離(抗蝕劑去除：S112)。晶種層 6S 的選擇蝕刻液中，若爲銀晶種，則例如使用燐酸、硝酸、及醋酸的混合液，若爲銅晶種，則使用硝酸和過氧化氫水的混合液。據此而取得第 6 圖(b)之基板截面。

【0038】繼而使用熱硬化型的銀糊劑而將背面電極 8 和匯流排電極 10 進行網版印刷(S113、S114)，並以 200° C 使其硬化(第 6 圖(c))。進一步，去掉基板端部之不需要的部分，藉此，如第 1 圖、第 2 圖(a)和(b)所示之異質接合型太陽電池的形成結束。

【0039】第 14 圖係將改變柵格電極 7 的寬幅時之太陽電池的輸出作比較之圖示。橫軸爲柵格電極幅，縱軸爲輸出。此處之輸出係將使用印刷銀於電極形成之習知例的輸出作爲 1 而進行規格化者，曲線 a 係使用印刷銀於電極形成者，曲線 b 係使用攝影製版技術和電鍍技術者，曲線 c 係本實施形態之太陽電池。又，太陽電池的輸出係以曲線 a 所示之最大輸出而予以規格化，曲線 b 和曲線 c 之電極高度係以 40μm 而予以統一。首先，觀測曲線 a，取得最大輸出者爲線幅 80μm 時，自此隨者將柵格電極幅予以細線化，太陽電池的輸出大幅降低。此係如第 15 圖所示，由於將印刷銀予以細線化時，則柵格電極 7 的高度亦同時降低，故薄膜因子的下降部分大之故。

【0040】繼而使用曲線 b 之攝影製版技術和電鍍技術

的太陽電池單元中，由於其電極高度爲 40μm，故即使於進行細線化時，薄膜因子亦不易下降，且於柵格線幅 40μm 時取得最大輸出。但，由於電極形狀爲矩形，故電極上部之反射損耗大，和曲線 a 相比較之太陽電池的輸出提升則停留於 0.3%。

【0041】另一方面，在曲線 c 之本實施形態之太陽電池單元當中，由於電極高度爲 40μm，故不僅細線化時之薄膜因子下降部分小，且由於電極形狀爲直角三角形，故電極上的之遮光損耗亦小，以線幅 60μm 而取得最大輸出。和此時的曲線 a 比較之輸出提升部分係成爲 1.3%。

【0042】如以上之說明，根據本實施形態，由於成爲電鍍電極之晶種層不僅自抗蝕劑開口部底部，且亦自開口部側面析出而形成，故能達成極易形成具有高縱橫比的電極之功效。由於其形成普通的攝影製版技術和電鍍技術係無法形成、於單側具有傾斜面之電鍍層圖案，故射入於電極上部之光亦能有助於發電，使太陽電池的發電量增加。本實施形態係於將基板擋接面作成底面時，能形成具有自底面間離之頂角爲 45 度以下，亦即相對於底面之高度爲 1 以上之截面直角三角形狀之電鍍層圖案。

【0043】亦即，將基板擋接面之底面上的邊作成第 1 邊，略爲垂直於第 1 邊作成第 2 邊，將傾斜於單側之斜邊作成第 3 邊時，臨接於第 1 邊的頂角爲 45 度以下，理想爲作成 15 度以下之截面直角三角形狀。藉由作成 45 度以下，即能達成縱橫比 1 以上，藉由作成 15 度以下，即能達成縱

橫比 3.7 以上，且能形成低電阻且遮光損害小的圖案。截面直角三角形狀係指各面為傾斜狀或變形，只要為基本上形成縱橫比為 1 以上之高縱橫比的電鍍層圖案即可。

【0044】如上述，本實施形態之太陽電池，其柵格電極係由下列所構成：

第 1 晶種面，其係擋接於太陽電池單元的受光面；

第 2 晶種面，其係相對於第 1 晶種面而起立，並連接於第 1 晶種面；以及

電鍍層，其係擋接於第 1 和第 2 晶種面。

因此，能形成高縱橫比的電極，且能取得低電阻且遮光損害小的柵格電極。

【0045】電鍍層之和第 2 晶種面的擋接面係相對於受光面為垂直，且於單側側面具有傾斜面，藉此而能取得更低的電阻且遮光損害小的柵格電極。此處之垂直係指大致垂直即可，電鍍層之和第 2 晶種面的擋接面為相對於受光面為大約 90 度即可。

【0046】第 2 晶種面為相對於第 1 晶種面起立於法線方向，第 1 和第 2 晶種面為截面 L 字狀，藉此而能取得更低的電阻且遮光損害小的柵格電極。此處之截面 L 字狀亦可不為正 L 字狀。

【0047】電鍍層係由第 1 和第 2 晶種面成長之電鍍層，由於電鍍層係對第 1 和第 2 晶種面而配向，故能取得膜質佳且比電阻更小的電極。

【0048】

實施形態 2.

前述實施形態雖係爲說明有關於薄膜型的太陽電池，但，本實施形態之太陽電池係藉由擴散而形成 pn 接合的擴散型太陽電池單元。和實施形態 1 係在和基材基板的接點方法當中，具有製程上的差異。第 16 圖係示意性的表示本發明之實施形態 2 的太陽電池的構成之截面圖。本實施形態 2 的太陽電池，其半導體基板係具有第 1 導電型，該基板表面則形成稱爲紋理之凹凸構造。作爲半導體基板，p 型的單結晶矽基板 1p 的受光面側中，形成 n 型擴散層 2n 作爲第 2 導電型的雜質擴散層，且其上部係依次積層有反射防止膜 12、柵格電極 7。柵格電極 7 下部的反射防止膜 12 係開口，柵格電極 7 和 n 型擴散層 2n 之間係插入有晶種層 6S、障壁金屬層 16、以及矽化物層 14。

【0049】此外，背面側係積層有鈍化膜 13、鋁電極 18，鋁電極 18 係藉由雷射燒結，使鋁擴散，藉此形成 BSF 層 3p，並取得和具有第 1 導電型之 p 型的單結晶矽基板 1p 的導通。對該太陽電池，應光電變換的光係自在結晶矽基板當中形成第 2 導電型的雜質擴散層的 n 型擴散層 2n 之側，亦即受光面側射入。

【0050】以下，沿著圖示說明有關於本實施形態之太陽電池的製造方法。

第 17 圖係用以說明本發明之實施形態 2 的太陽電池的製造步驟之一例的流程圖。第 18 圖(a)至(d)、第 19 圖(a)至(c)、第 20 圖(a)至(c)、第 21 圖(a)至(c)、以及第 22 圖(a)

至(c)係用以說明本發明之實施形態2的太陽電池的製造步驟之一例的步驟截面圖。

【0051】首先，和實施形態1之情形相同，藉由洗淨基板而進行損害層之去除，亦進行表面紋理的形成，如第18圖(a)所示，取得附帶紋理之p型的單結晶矽基板1p(S201)。繼而以相同的厚度而形成鈍化膜13於附帶紋理的基板之背面側(第18圖(b)：S202)。鈍化膜13的膜厚係考慮到於此後的步驟會被蝕刻之情事，而預先使其較厚爲佳，例如，有300nm左右即可。鈍化膜13的形成係例如使用電漿CVD法，將矽烷(SiH_2)氣和銨(NH_3)氣的混合氣體使用於原材料，例如以300℃以上、減壓下的條件予以成膜形成氮化矽膜而作爲鈍化膜13。

【0052】繼而進行擴散處理而形成pn接合於p型單結晶矽基板1p(第18圖(c)：S203)。亦即，將燐(P)等V族元素擴散於半導體基板等而形成數百nm厚的n型擴散層2n。此處，對形成紋理構造於表面之p型的單結晶矽基板1p，在三氯氧化燐($POCl_3$)氣中，藉由氣相擴散法並以高溫之熱擴散將燐予以擴散而形成pn接合。據此，即取得半導體基板，其係藉由第1導電型層之p型的單結晶矽基板1p和形成於該p型的單結晶矽基板1p的受光面側之第2導電型層之n型擴散層2n而構成pn接合。此時之使燐擴散的濃度係能藉由三氯氧化燐($POCl_3$)氣的濃度和溫度環境、以及加熱時間而控制。形成於半導體基板的表面之n型擴散層2n的薄膜電阻係例如作成40Ω／□至60Ω／□。

【0053】此處，由於剛形成 n 型擴散層 2n 後之表面中，形成於擴散處理中堆積於表面的玻璃質(燐矽酸玻璃、PSG：Phospho-Silicate Glass)層，故使用氟酸溶液等而去除該燐玻璃層。又，由於背面側係藉由 SiN 膜予以保護，故未形成 n 型擴散層 2n。

【0054】繼而爲了改善光電變換效率，則以相同的厚度而形成反射防止膜 12 於半導體基板的受光面側之一面，亦即 n 型擴散層 2n 上(第 18 圖(d)：S204)。反射防止膜 12 的膜厚和折射率係設定爲光反射抑制功效最高之值。反射防止膜 12 的形成係和背面鈍化膜的形成方法相同，折射率爲例如 2.0 至 2.2 左右，膜厚爲例如 60nm 至 80nm 左右。又，反射防止膜 12 亦可積層不同的折射率之 2 層以上之膜。此外，反射防止膜 12 的形成方法除了電漿 CVD 法之外，亦可使用蒸鍍法、熱 CVD 法等。又，應留意如此形成之反射防止膜 12 爲絕緣體，僅將電鍍層圖案形成於其上，則無法作爲太陽電池使用。

【0055】繼而將抗蝕劑膜 R1 予以旋轉塗敷，且於調整爲 40μm 左右的厚度之後，進行曝光顯像處理，取得如(第 19 圖(a)所示之抗蝕劑開口圖案(S205)。繼而如第 19 圖(b)所示以相對於基板自傾斜之方向射入之條件，並使用例如 DC 磁控管濺鍍法而將具有耐熱燐酸性的金屬而成之蝕刻遮罩 $6S_0$ 予以成膜(S206)。材料可舉例如銀、白金、金等，此時之基板角度 θ 係藉由前述之式(1)而求得。又，有關於耐熱燐酸性的金屬而成之蝕刻遮罩 $6S_0$ 的膜厚係成爲熱燐

酸處理時的遮蔽材料即可，有 50nm 左右的厚度即可。第 19 圖(c)係表示熱燐酸處理(用以進行反射防止膜開口之蝕刻：S207) 後之基板截面圖，取得較抗蝕劑開口幅更窄之反射防止膜開口幅。又，亦應稱爲該下層側的晶種層之蝕刻遮罩 $6S_0$係於將反射防止膜予以開口時成爲遮蔽層即可，亦可爲和晶種層 6S 不同的材料。例如，亦可由另外的金屬層、或反射防止膜 12 爲氮化矽時由氧化矽層等而成之遮蔽層所構成。

【0056】繼而如第 20 圖(a)所示，相對於基板由上方形成障壁金屬層 16，亦透過該障壁金屬層 16 而連續將晶種層 6S 予以成膜 (晶種層形成：S208)。障壁層的種類係不僅爲對銅之障壁性能佳，且取得低接觸電阻的材料爲佳，例如，使用 Ni、Ti、Co、W 等。繼而如第 20 圖(b)所示，相對於基板自傾斜方向將絕緣膜 19 予以成膜 (傾斜濺鍍：S209)，據此而形成能將晶種層 6S 僅露出於開口部側面及其下部之絕緣膜 19 的圖案。此時之基板角度係根據前述之式(1)，絕緣膜的種類係以 SiO_2或 TiO_2、Al_2O_3等爲佳，膜厚則有 50nm 以上即可。

【0057】繼而使用第 12 圖所示之電鍍裝置而進行電鍍處理(S210)，據此即能取得高縱橫比之直角三角形狀之柵格電極 7。第 20 圖(c)係表示該情形時之基板截面圖。

【0058】繼而如第 21 圖(a)所示，藉由氟酸處理而去除絕緣膜 19 之後 (S211)，浸漬於銅的選擇蝕刻液，可進一步將電鍍層圖案之柵格電極 7 予以細線化(電鍍層圖案

之澱渣：S212)。據此而能達成同時兼顧射入於電極之光的有效利用和配線電阻的減低。第 21 圖(b)係表示該情形時之基板截面圖。

【0059】繼而如第 21 圖(c)所示，進行晶種層 6S、障壁金屬層 16、以及蝕刻遮罩 $6S_0$ 之蝕刻 (晶種層之剝離：S213)。蝕刻係使用稀硫酸或燐酸和硝酸和醋酸的混合液。由於此時的電鍍層圖案而成之柵格電極 7 相較於晶種層 6S、以及蝕刻遮罩 $6S_0$ 或障壁金屬層 16 而爲厚膜，故於電鍍層圖案進行蝕刻後之形狀幾乎沒有變化。

【0060】繼而如第 22 圖(a)所示，將抗蝕劑予以剝離(S214)之後，在 400° C 左右的真空中進行熱處理，藉此而能將障壁金屬和矽予以合金化，並於電極下部形成矽化物層 14。第 22 圖(b)係予以表示，據此即使於將柵格電極 7 予以細線化時，亦能取得低接觸電阻。

【0061】繼而於背面將鋁電極予以蒸鍍(S215)，且部分的進行雷射燒結，藉此而取得點連接構造(S216)。最後，使用熱硬化型的銀糊劑而將匯流排電極 10 進行網版印刷(S217)，以 200° C 使其硬化，亦去除基板端部之不需要的部分，藉此取得和第 2 圖 (b)所示者相同的基板平面圖、以及第 22 圖(c)所示之基板截面圖。據此擴散型太陽電池單元之形成結束。

【0062】又，在前述實施形態 1 和 2 當中，柵格電極雖係以具有沿著其伸展方向的傾斜面之方式形成，但，以形成橫切伸展方向的切割等之方法形成凹凸亦可。如此，

藉由形成橫切伸展方向的凹凸，特別是和匯流排電極的交叉部爲引導凹凸之擴散光，藉此而能於交叉部正下方之光電變換部，引導自傾斜方向朝向之光，且使光電變換效率增大。

【0063】此外，在前述實施形態1和2的電鍍步驟當中，由於形成晶種層6S於基板全面，故難以呈現電鍍時的電場分佈。此外，由於晶種層6S形成時之基板露出部僅爲抗蝕劑開口部，故能謀圖減低對基板之電漿損害。

【0064】此外，在前述實施形態1和2當中，藉由自傾斜方向將絕緣膜予以成膜，僅於抗蝕劑開口部側面及其下部露出晶種層6S，且自該處使電鍍被膜成長於橫方向，故電鍍層不僅自抗蝕劑開口部底部，亦自開口部側面析出，因此不僅極易形成高縱橫比之電極，且能提升電鍍速度。

【0065】此外，在形成絕緣膜的步驟當中，相對於濺鍍方向而調整將基板傾斜之傾斜角度，並調整絕緣膜的寬幅，且調整柵格電極底部的線幅，藉此而能調整柵格電極的線幅。亦即藉由調整傾斜角度，來調整抗蝕劑擋住的部分，亦即絕緣膜的開口幅，即能調整柵格電極的線幅。

【0066】此外，電鍍鍍步驟在理想上係以持續進行電鍍直至柵格電極上部的線幅成爲期望之值爲止之方式而控制電鍍時間。根據該構成，減低將配線細線化時之斷線情形，並提升製造良率。

【0067】又，在前述實施形態1和2當中，基板雖爲

使用 p 型單結晶矽基板，但，亦能使用 p 型多結晶矽基板、n 型單結晶矽基板、n 型多結晶矽基板、以及 SiGe 等能使用於太陽電池之結晶系半導體基板。此外，在前述實施形態 2 當中，pn 接合雖係藉由形成 n 型擴散層於受光面側而形成，但，無需多言其亦可相反的形成 n 型擴散層於背面側。該情形時，理想上爲因應於緊接於電極正下方之極性而適當的選擇電極材料、晶種材料、以及障壁材料等。

【0068】有關於匯流排電極，亦可不藉由電鍍層圖案形成，而係於和柵格電極垂直的方向，直接將中間接點連接於柵格電極上，來實現外部連接。由於其中之任意一種情形均能使起因於柵格電極之遮光面積變小，故能將受光面積增大，且能提供光電變換效率高的太陽電池。

【0069】此外，在前述實施形態 1 和 2 當中，雖沒有論及太陽電池的密封材料，但，理想上爲將密封材料配置於以包覆太陽電池單元的受光面之方式而配置的透光性表面構件、以及透光性表面構件和太陽電池單元的受光面之間。據此，縱橫比高的柵格電極能藉由密封材料保護的同時，亦能藉由於柵格電極和密封材料的界面之擴散，使受光量增大，且達成光電變換效率的提升。

【0070】

實施形態 3.

前述實施形態雖係說明有關於使用 p 型基板的擴散型太陽電池，但，本實施形態之太陽電池係使用 n 型基板的擴散型太陽電池。和實施形態 2 在擴散層的形成方法或鈍

化層的形成方法，具有製程上的差異。

【0071】第 23 圖係示意性的表示本發明之實施形態 3 的太陽電池之構成的截面圖。本實施形態的太陽電池，其半導體基板爲具有第 1 導電型，該基板表面係形成有稱爲紋理之凹凸構造。n 型的單結晶矽基板 1 的受光面 A 側係形成有 n 型擴散層 2n 作爲第 1 導電型的高濃度雜質擴散層，其上部係依次積層有反射防止膜 12、柵格電極 7。柵格電極 7 下部的反射防止膜 12 係有開口，柵格電極 7 和 n 型擴散層 2n 之間係插入有晶種層 6S、障壁金屬層 16、以及矽化物層 14。

【0072】此外，背面 B 側係形成有具有第 2 導電型之 p 型擴散層 22，此外，依次積層有氧化鋁(Al_2O_3)膜 24、鈍化膜 13、鋁電極 18，鋁電極 18 係藉由雷射燒結方式，使鋁擴散而藉此形成 BSF 層 3p，取得和具有第 2 導電型之 p 型擴散層 22 的導通。本實施形態之太陽電池中，應被光電變換的光係在結晶矽基板當中，自形成第 1 導電型的高濃度雜質擴散層的 n 型擴散層 2n 之側，亦即自受光面 A 側射入。

【0073】以下，沿著圖示說明有關於本實施形態之太陽電池的製造方法。第 24 圖係用以說明本發明之實施形態 3 的太陽電池的製造步驟之一例的流程圖。第 25 圖(a)至(d)、第 26 圖(a)至(d)、第 27 圖(a)至(c)、第 28 圖(a)至(c)、第 29 圖(a)至(c)、以及第 30 圖(a)至(c)係用以說明本發明之實施形態 3 的太陽電池的製造步驟之一例的步驟截面圖。

本實施形態係於背面 B 側形成 pn 接合。

【0074】首先，和實施形態 2 之情形相同，藉由洗淨基板而進行基板的損害層之去除，並進行表面紋理的形成，如第 25 圖(a)所示，取得附帶紋理之 n 型的單結晶矽基板 1 (S301)。繼而於附帶紋理的基板之背面 B 側，使用能進行單面成膜之 CVD 法，將硼矽玻璃層，亦即 BSG 層 20、以及無摻雜矽玻璃層，亦即 NSG 層 21 成膜於背面 B 側。此時，成膜於 BSG 層 20 上之 NSG 層 21 係藉由熱處理時的硼之朝外擴散，而達成防止硼返回到受光面 A 側之功能。又，BSG 層 20 和 NSG 層 21 的厚度係分別有 100nm 左右即可。

【0075】接續上述之 BSG 層 20 和 NSG 層 21 的成膜處理，如第 25 圖(b)所示，進行基板的熱處理，使硼擴散於基板背面 B 側，並形成背面側擴散層之 p 型擴散層 22 (S302)。據此，即可藉由第 1 導電型層之 n 型的單結晶矽基板 1、以及形成於該 n 型的單結晶矽基板 1 之背面 B 側之第 2 導電型層之 p 型擴散層 22 而取得構成 pn 接合之半導體基板。

【0076】繼而藉由氟酸處理而去除受光面 A 側的氧化膜之後，將燐(P)等之 V 族元素擴散於半導體基板，且如第 25 圖(c)所示，形成受光面側擴散層之數百 nm 厚的 n 型擴散層 2n (S303)。此處，對形成紋理構造於表面之 n 型的單結晶矽基板 1，藉由在三氯氧化燐($POCl_3$)氣中的氣相擴散法，以高溫將燐予以熱擴散而形成 n 型擴散層 2n。此時，

因擴散而得到的燐濃度係能藉由三氯氧化燐($POCl_3$)氣的濃度和溫度環境、以及加熱時間而控制。形成於半導體基板的表面之n型擴散層2n的薄膜電阻係例如作成40Ω／□以上至100Ω／□以下。

【0077】繼而如第25圖(d)所示，使用氟酸溶液等蝕刻液而去除BSG層20、NSG層21、以及PSG層23而成之玻璃層(S304)。此後，爲了改善光電變換效率，如第26圖(a)所示，以相同的厚度而形成反射防止膜12於半導體基板之受光面A側的一面，亦即n型擴散層2n上(S305)。反射防止膜12的膜厚及折射率係設定爲最能抑制光反射之值。反射防止膜12的折射率n係例如$2.0 \leqq n \leqq 2.2$左右，膜厚t係例如$60nm \leqq t \leqq 80nm$左右。又，反射防止膜12亦可積層折射率不同的2層以上的膜。此外，反射防止膜12之形成方法除了電漿CVD法之外，亦可使用蒸鍍法、熱CVD法等成膜法。又，應留意如此而形成之反射防止膜12爲絕緣體，僅將電鍍層圖案形成於其上，則無法作爲太陽電池使用。

【0078】繼而如第26圖(b)所示，爲了提升基板背面B側的鈍化性能，則將氧化鋁膜24予以成膜。氧化鋁膜的成膜方法係適於使用能單面成膜之原子層氣相成長(ALD：Atomic Layer Deposition)法、CVD法、或濺鍍法。由於氧化鋁膜係具有高密度之負的固定電荷，故具有相對於p型擴散層之高鈍化能力，且主要爲有助於Jsc和Voc的提升。又，鈍化膜13除了氧化鋁膜之外，亦可使用氧化矽(SiO_2)

或氧化鈦(TiO_2)等。

【0079】繼而如第 26 圖(c)所示，於氧化鋁膜 24 的成膜之後，將鈍化膜 13 積層於氧化鋁膜 24 之上 (S306)。鈍化膜 13 係適合使用氮化矽膜，其膜厚係考慮到於此後的步驟會被蝕刻之情事，而預先使其較厚爲佳，有 300nm 左右即可。氮化矽膜的形成係使用電漿 CVD 法，將矽烷(SiH_4)氣和銨(NH_3)氣的混合氣體使用於原材料，以 300℃以上、減壓下的條件而進行成膜。又，上述膜厚和成膜方法僅爲一例，而並不限定於上述。如此，藉由將氮化矽膜而成之鈍化膜 13 積層於氧化鋁膜 24 上，則不僅能提高燒結耐性，且因包含於氮化矽內部之氫氣的影響，而能取得更高的鈍化功效。

【0080】繼而將抗蝕劑膜 R1 予以旋轉塗敷，且調整爲 40μm 左右的厚度之後，進行曝光顯像處理，取得如第 26 圖(d)所示之抗蝕劑圖案(S307)。繼而如第 27 圖(a)所示，藉由傾斜濺鍍法而形成蝕刻遮罩 $6S_0$ (S308)。此處，例如使用 DC 磁控管濺鍍法而以相對於基板自傾斜之方向射入之條件，將具有耐熱燐酸性的金屬而成之蝕刻遮罩 $6S_0$ 予以成膜。材料係使用銀、白金、金等之金屬，此時之基板角度θ係藉由前述之式(1)而求得。又，有關於耐氟酸性金屬而成之蝕刻遮罩 $6S_0$ 的膜厚係成爲熱燐酸處理時的遮蔽材料即可，有 50nm 左右的厚度即可。第 27 圖(b)係表示熱燐酸處理(用以反射防止膜開口之蝕刻：S309)後之基板截面圖，取得較抗蝕劑開口幅更窄之反射防止膜開口幅。又，

蝕刻遮罩 $6S_0$係於將反射防止膜予以開口時形成遮蔽層即可，和晶種層 6S 爲不同的材料亦可。反射防止膜 12 爲氮化矽時，可使用由氧化矽層而成之遮蔽層，或使用另外的金屬層而成之遮蔽層。

【0081】繼而如第 27 圖(c)所示，相對於基板自上方連續將障壁金屬層 16 和晶種層 6S 予以成膜 (晶種層形成：S310)。障壁層的種類係以不僅爲對銅之障壁性能佳，且能取得低接觸電阻的材料爲理想，障壁層可使用 Ni、Ti、Co、W 等之金屬。繼而如第 28 圖(a)所示，相對於基板自傾斜方向將 SiO_2膜予以成膜而作爲絕緣膜 19 (傾斜濺鍍：S311)，據此而形成將晶種層 6S 僅露出於開口部側面及其下部之絕緣膜 19 的圖案。此時之基板角度 θ 係根據前述之式(1)，絕緣膜的種類係以 SiO_2或 TiO_2、Al_2O_3爲理想，膜厚則有 50nm 以上即可。

【0082】繼而使用第 12 圖所示之電鍍裝置而進行選擇電鍍處理(S312)，據此即能取得高縱橫比且具有傾斜面於單側之柵格電極 7。第 28 圖(b)係表示該情形時之基板截面圖。

【0083】繼而如第 28 圖(c)所示，藉由浸漬於銅的選擇蝕刻液，則不僅進而可將電鍍層圖案之柵格電極 7 予以細線化，且能削取電極頂點之圓弧形狀，並減低遮光面積(電鍍層圖案之澱渣：S313)。據此而能達成兼顧射入於電極之光的有效利用和配線電阻的減低。繼而藉由氟酸處理而將絕緣膜 19 之 SiO_2膜進行蝕刻(S314)後，取得第 29 圖

(a)所示之基板截面圖。

【0084】繼而如第 29 圖(b)所示，進行晶種層 6S、障壁金屬層 16、以及蝕刻遮罩 $6S_0$ 之蝕刻(晶種層剝離：S315)。蝕刻係使用稀硫酸或燐酸、硝酸和醋酸的混合液。由於此時之電鍍層圖案而成之柵格電極 7 相較於晶種層 6S、蝕刻遮罩 $6S_0$、以及障壁金屬層 16 爲厚膜，故於電鍍層圖案進行蝕刻後之形狀幾乎沒有變化。

【0085】繼而如第 29 圖(c)所示，將抗蝕劑予以剝離(S316)之後，在 400℃左右的真空中進行熱處理，藉此而將障壁金屬和矽予以合金化，並於電極下部形成矽化物層 14。以第 30 圖(a)予以表示，且即使藉由矽化物層 14 將柵格電極 7 予以細線化，亦能取得低接觸電阻。

【0086】繼而如第 30 圖(b)所示，於背面 B 形成背面電極 (S317)。該步驟係藉由蒸鍍、或鋁糊劑的網版印刷而形成鋁電極 18 之後，部分的進行雷射燒結(S318)，藉此而如第 30 圖(c)所示，形成因鋁的擴散之 BSF 層 3p。取得點連接構造。最後，使用熱硬化型的銀糊劑或銅糊劑而進行網版印刷，以 200^0 C 使其硬化而形成匯流排電極(S319)，且如有必要時，亦可藉由去除基板端部之不需要的部分，而能取得具有和第 2 圖 (b)所示者相同的基板平面圖、以及如第 30 圖(c)所示之基板截面圖的太陽電池。據此 n 型之擴散太陽電池單元之形成結束。

【0087】又，在上述實施形態 3 當中，基板雖係使用 n 型單結晶矽基板，但，亦能使用 n 型多結晶矽基板、p

型單結晶矽基板、p型多結晶矽基板、SiGe等能使用於太陽電池之結晶系半導體基板。此外，在上述實施形態3當中，pn接合雖係藉由形成p型擴散層於背面B側而形成，但，亦可相反的形成p型擴散層於受光面A側而無需說明。該情形時，理想爲因應於電極正下方之極性而適當的選擇電極材料、晶種材料、以及障壁材料。

【0088】

實施形態4.

實施形態1、2、3當中，雖柵格電極的單側側面爲使用相對於Z軸爲平行之矩形的抗蝕劑圖案而製作柵格電極，但，可藉由控制抗蝕劑的形成條件而製作各種形狀的柵格電極。例如，使用原理上容易製作反錐形狀之底片型抗蝕劑時，藉由調整抗蝕劑的曝光時間和顯像時間，即能製作反錐型之抗蝕劑圖案。使用前述之反錐型的抗蝕劑圖案，並以實施形態1的方法進行電鍍處理而形成柵格電極7。此時，如第31圖所示，由於沿著晶種層6S的基板面之第1晶種面6A係相對於側面部的第2晶種面6B形成銳角，故電鍍電極形成後之電鍍層圖案之截面形狀係與於側面部的第2晶種面6B對向之電鍍層圖案的外側面之第2面7B，其係相對於沿著基板面之第1晶種面6A大致成爲直角。

【0089】根據如此之構成，即能取得由第1晶種面6A和第2晶種面6B所形成之電鍍層圖案所構成之柵格電極7的傾斜方向和前述實施形態1、2、3爲反方向之截面直角

三角形的圖案。藉由僅改變抗蝕劑的種類，並使用相同的遮罩設計而取得爲反錐形狀且縱橫比高之柵格電極 7。

【0090】此外，在同一基板上僅改變抗蝕劑圖案的輪廓，可形成縱橫比不相同的電極。

【0091】

實施形態 5.

此外，實施形態 5 在原理上係使用容易形成順錐形狀之正像型抗蝕劑，藉由調整抗蝕劑的曝光時間和顯像時間，即能製作錐型之抗蝕劑圖案。使用前述之錐型之抗蝕劑，並藉由實施形態 1 的方法而進行電鍍處理。此時，如第 32 圖所示，沿著晶種層 6S 的基板面之第 1 晶種面 6A 係相對於側面部的第 2 晶種面 6B 形成鈍角。因此，電鍍電極形成後之電鍍層圖案之截面形狀，其於於側面部的第 2 晶種面 6B 擋接之電鍍層圖案的側面之第 1 面 7A，以及與第 1 面 7A 對向之電鍍層圖案的外側面 7B 均相對於沿著基板面之第 1 晶種面 6A 大致成爲鈍角。

【0092】根據如此之構成，即能取得由電鍍層圖案所構成之柵格電極 7 的傾斜方向和前述實施形態 1、2、3 不相同之截面三角形的圖案。

【0093】

實施形態 6.

實施形態 6 係表示帶有圓弧形狀的電鍍層圖案而成之柵格電極 7。本實施形態係使用製法上爲圖案易帶有圓弧形狀之網版印刷法而形成抗蝕劑圖案，此後則使用實施形

態 1 的方法而進行電鍍處理。根據該方法，電鍍電極形成後之截面形狀係如第 33 圖所示，形成具備帶有圓弧形狀的電鍍層圖案之柵格電極 7。

【0094】

實施形態 7.

利用抗蝕劑曝光中之駐波的影響，於形成凹凸於抗蝕劑壁面之後，藉由實施形態 1 的方法而進行電鍍處理時，電鍍電極形成後之截面形狀係如第 34 圖所示，成爲具有凹凸於截面之抗蝕劑圖案形狀。該情形時，由於晶種層 6S 的表面積增大，故於形成電鍍層時，其成膜速度變快，且能謀圖減低電鍍時間。

【0095】如上述，根據本實施形態之方法，則藉由調整抗蝕劑壁面的形狀，即能輕易的控制電極的形狀。

【0096】以上說明之實施形態 4 至 7 皆爲有效，但，考量遮光面積時，相較於使用接近於實施形態 1、2、3 所示的矩形之抗蝕劑圖案而形成柵格電極之太陽電池，自改善太陽電池的輸出之觀點而言，實施形態 4 至 7 的太陽電池有時不佳。但，就形成用以謀圖輸出的面內均勻化之電極構造等調整手段而言，實施形態 4 至 7 的太陽電池亦爲有效，而無需多做說明。

【0097】

實施形態 8.

實施形態 8 係藉由控制電鍍時間而如第 35 圖所示，亦能製作具有頂點附近帶有圓弧形狀之形狀的電鍍層圖案而

成之柵格電極 7 之電鍍電極。本實施形態係藉由確保充分之電鍍時間，而形成較第 2 晶種面的頂點更突出之電鍍層。

【0098】根據本實施形態，以透光性表面構件和密封材料而包覆太陽電池單元的受光面時，和密封材料的緊貼性變爲優良，且能取得難以產生裂紋之構造。

【0099】使柵格電極的高度產生變化，且測定太陽電池的輸出，並將測定柵格電極的高度和太陽電池的輸出之關係的結果表示於第 36 圖。此處，柵格電極之 Z 方向的高度係將晶種層 6S 的第 2 晶種面 6B 之 Z 方向的高度予以規格化爲 1。此外，太陽電池的輸出係將最大輸出予以規格化爲 1。又，虛線之值係表示使用習知方法而製作矩形的電鍍電極時之太陽電池的輸出值。參閱第 36 圖，最大輸出係於柵格高度爲 1.1 附近時而取得。此係雖藉由電鍍時間的增加而使遮光面積增加，惟取得超越其之減低配線電阻功效之故。若自此處進一步增加電鍍時間，且提高柵格電極的高度時，則太陽電池的輸出會降低，當柵格電極的高度超過 1.4 時，則喪失相對於矩形電極之益處。此係因爲藉由電鍍時間的增加而使電鍍電極自電鍍底部及上部擴散於橫方向，使遮光面積大幅增加之故。根據第 36 圖所示之測定結果，爲了提高太陽電池的輸出，柵格電極 7 之 Z 方向的高度相較於晶種層 6S 的第 2 晶種面 6B 之 Z 方向的高度，有必要抑制於 1.4 倍以內。換言之，理想爲形成將電鍍電極的單側側面的 7 成以上包覆晶種層 6S 之狀態。

【0100】電鍍層之頂點亦可較第 2 晶種面 6B 之頂點更

爲突出。第 2 晶種面 6B 之頂點的高度爲構成柵格電極 7 之電鍍層之頂點的高度之 70%以上時，即如上述能提高太陽電池的輸出。

【0101】

實施形態 9.

前述實施形態 1 至 8 雖係將晶種層 6S 作爲柵格電極 7 的一部分而使用，但，如第 37 圖所示，亦可在晶種層 6S 之內，將第 2 晶種面 6B 予以蝕刻去除。由於另外之部分和實施形態 1 的太陽電池完全相同，故此處係省略其說明。

【0102】進行製造時，在實施形態 1 的步驟當中，如第 6 圖(a)所示，於晶種層 6S 的蝕刻步驟之後，如第 6 圖(b)所示來去除抗蝕劑圖案 R1，進而進行晶種層 6S 的蝕刻步驟，藉此而能取得未存在第 2 晶種面 6B 之柵格電極 7。或者，亦可藉由電鍍法而形成柵格電極 7 之後，或者，藉由如第 5 圖(d)所示之電鍍法而形成柵格電極 7 之後，將抗蝕劑膜 R1 予以升降，藉此而能同時去除抗蝕劑膜 R1 和晶種層 6S。

【0103】根據如此之構成，則能使柵格電極 7 的線幅變得更細。其結果，能謀圖使縱橫比進一步增大。

【0104】以上之實施形態所示之構成係表示本發明的內容之一例，亦可能和另外之眾所皆知的技術組合，在不脫離本發明的要旨之範圍內，亦可省略、變更構成之一部分。

【符號說明】

【0105】

1	單結晶矽基板
1p	p型的單結晶矽基板
2	受光面側非結晶矽層
2n	n型擴散層
3	背面側非結晶矽層
3p	BSF層
4	受光面側透光性電極
5	背面側透光性電極
6A	第1晶種面
6B	第2晶種面
6S	晶種層
$6S_0$	蝕刻遮罩
7	柵格電極
7A	第1面
7B	第2面
7C	底面
8	背面電極
9	絕緣膜
10	匯流排電極
12	反射防止膜
13	鈍化膜
14	矽化物層
16	障壁金屬層

18	鋁電極
19	絕緣膜
20	BSG 層
21	NSG 層
22	p 型擴散層
23	PSG 層
24	氧化鋁膜
101	基板保持治具
102	基板遮蔽部
103	座位週轉部
200	電鍍槽
201	硫酸銅溶液
202	銅板
203	電源
A	受光面
B	背面
O	晶種層露出部
R1	抗蝕劑膜

第 104102276 號專利申請案
106 年 3 月 16 日修正替換頁

申請專利範圍

1. 一種太陽電池，其特徵在於：

具備：

太陽電池單元，其係具有 pn 接合；

受光面側電極，其係具有複數的柵格電極，該複數的柵格電極設置於前述太陽電池單元的受光面，來以固定的間隔伸展於一方向，並將光電變換之電荷予以集電；以及

背面電極，其係設置於對向於前述太陽電池單元的受光面之背面；其中，

前述柵格電極係由下列所構成：

第 1 晶種面，其係擋接於前述太陽電池單元的受光面；

第 2 晶種面，其係相對於前述第 1 晶種面起立，並連接於前述第 1 晶種面；以及

電鍍層，其係擋接於前述第 1 晶種面和前述第 2 晶種面。

2. 如申請專利範圍第 1 項之太陽電池，其中

前述電鍍層係由前述第 1 晶種面和前述第 2 晶種面成長之電鍍層，

前述電鍍層係相對於前述第 1 晶種面和前述第 2 晶種面而定向。

3. 如申請專利範圍第 2 項之太陽電池，其中

前述電鍍層和前述第 2 晶種面的頂點一致。

4. 如申請專利範圍第 2 項之太陽電池，其中

前述電鍍層的頂點係較前述第 2 晶種面的頂點更為突出。

5. 如申請專利範圍第 4 項之太陽電池，其中

前述第 2 晶種面的高度係前述電鍍層之頂點的高度之 70%以上。

6. 如申請專利範圍第 1 項至第 5 項之中任意一項之太陽電池，其中

前述電鍍層和前述第 2 晶種面的擋接面係相對於前述受光面為垂直，且具有傾斜面於單側側面。

7. 如申請專利範圍第 1 項至第 5 項之中任意一項之太陽電池，其中

前述第 2 晶種面係相對於前述第 1 晶種面起立於法線方向，

前述第 1 和第 2 晶種面為截面 L 字狀。

8. 如申請專利範圍第 2 項之太陽電池，其中

前述太陽電池單元係具備：

第 1 導電型之結晶系矽基板；以及

透光性電極，其係形成於前述結晶系矽基板的受光面側；其中，

前述第 1 晶種面係接觸前述透光性電極。

9. 如申請專利範圍第 2 項之太陽電池，其中

前述太陽電池單元係具備：

第 1 導電型之結晶系矽基板；

第 2 導電型之雜質擴散層，其係形成於前述結晶系矽基板的受光面側；以及

反射防止膜，其係形成於前述雜質擴散層的受光面側；其中，

前述第 1 晶種面係透過形成於前述反射防止膜的開口部之障壁層和矽化物層而接觸前述雜質擴散層。

10. 如申請專利範圍第 8 項或第 9 項之太陽電池，其中

前述第 1 晶種面和前述第 2 晶種面為銀層或銅層，而前述電鍍層為銅電鍍層。

11. 如申請專利範圍第 9 項之太陽電池，其中

前述第 1 晶種面和前述第 2 晶種面係擋接於前述太陽電池單元之受光面，且具備起立於前述受光面的法線方向之障壁層。

12. 如申請專利範圍第 1 項至第 5 項、第 8 項、第 9 項、第 11 項之中任意一項之太陽電池，其中

前述柵格電極之縱橫比為 1 以上。

13. 如申請專利範圍第 1 項至第 5 項、第 8 項、第 9 項、第 11 項之中任意一項之太陽電池，其中

前述受光面側電極係具備：

前述柵格電極；以及

匯流排電極，其係垂直於前述柵格電極。

14. 如申請專利範圍第 1 項至第 5 項、第 8 項、第 9 項、第 11 項之中任意一項之太陽電池，其中

更具備：

透光性表面構件，其係以包覆前述太陽電池單元之受光面的方式而配置；以及

密封材料，其係配置於前述透光性表面構件和前述太陽電池單元的受光面之間。

15. 一種太陽電池之製造方法，其特徵在於：

具備：

形成具有 pn 接合的太陽電池單元之步驟；

以固定的間隔伸展於一方向之方式，形成具有複數的柵格電極的受光面側電極於前述太陽電池單元的受光面之步驟；以及

形成背面電極於對向於前述太陽電池單元之受光面的背面之步驟，

形成前述柵格電極之步驟係包含：

形成具有開口於應形成前述太陽電池單元之受光面的柵格電極之區域的抗蝕劑圖案之步驟；

以至少含有臨近於前述抗蝕劑圖案的前述開口之側面和底面之方式，沿著前述抗蝕劑圖案形成晶種層之步驟；

於前述晶種層進行選擇電鍍，並形成電鍍層之電鍍步驟；以及

將前述抗蝕劑圖案予以剝離之步驟。

16. 如申請專利範圍第 15 項之太陽電池之製造方法，其中

形成前述晶種層之步驟係形成晶種層於前述抗蝕劑圖案所形成之前述受光面全部之步驟，且包含於前

述電鍍步驟前，藉由傾斜濺鍍於前述晶種層上而形成絕緣膜之步驟，

前述電鍍步驟係於自前述絕緣膜露出之前述晶種層進行選擇電鍍，並形成電鍍層之電鍍步驟，且包含於前述電鍍步驟之後，將自前述電鍍層露出之前述絕緣膜和前述晶種層予以去除之去除步驟。

17. 如申請專利範圍第 16 項之太陽電池之製造方法，其中

形成前述絕緣膜之步驟係以露出擋接於前述受光面之第 1 晶種面、以及起立於基板的法線方向且和第 1 晶種面導電連接的第 2 晶種面之方式而形成絕緣膜之步驟，

前述電鍍步驟係由前述第 1 晶種面和前述第 2 晶種面使電鍍層成長，且形成至少於單側側面具有傾斜面之電鍍層之選擇電鍍步驟。

18. 如申請專利範圍第 15 項至第 17 項之中任意一項之太陽電池之製造方法，其中

形成前述太陽電池單元之步驟係包含：

將第 2 導電型之非結晶矽層成膜於第 1 導電型之結晶系矽基板的受光面側之步驟；以及

形成受光面側透光性電極之步驟；而

形成前述晶種層之步驟係以擋接於前述受光面側透光性電極之方式，藉由濺鍍法而形成之步驟。

19. 如申請專利範圍第 15 項至第 17 項之中任意一項之太陽電池之製造方法，其中

形成前述太陽電池單元之步驟係包含：

形成第2導電型之雜質擴散層於第1導電型之結晶系矽基板的受光面側之擴散步驟；以及

形成反射防止膜於前述雜質擴散層的受光面側之步驟；而

形成前述晶種層之步驟係透過形成於前述反射防止膜的開口，以接觸前述雜質擴散層之方式而進行濺鍍之步驟。

20. 如申請專利範圍第18項之太陽電池之製造方法，其中

形成前述晶種層之步驟係將銀層或銅層進行濺鍍之步驟，

前述電鍍步驟係電解銅電鍍步驟。

21. 如申請專利範圍第19項之太陽電池之製造方法，其中

形成前述晶種層之步驟係將銀層或銅層進行濺鍍之步驟，

前述電鍍步驟係電解銅電鍍步驟。

22. 如申請專利範圍第15項至第17項之中任意一項之太陽電池之製造方法，其中

包含於前述晶種層的形成前，以擋接於前述太陽電池單元之受光面，且沿著前述抗蝕劑的側壁之方式而形成障壁層之步驟。

23. 如申請專利範圍第16項或第17項之太陽電池之製造方法，其中

包含澱渣步驟，其係於前述電鍍步驟後，將前述

電鍍層予以幅狹化。

24. 如申請專利範圍第 18 項之太陽電池之製造方法，其中包含澱渣步驟，其係於前述電鍍步驟後，將前述電鍍層予以幅狹化。

25. 如申請專利範圍第 19 項之太陽電池之製造方法，其中包含澱渣步驟，其係於前述電鍍步驟後，將前述電鍍層予以幅狹化。

26. 如申請專利範圍第 22 項之太陽電池之製造方法，其中包含澱渣步驟，其係於前述電鍍步驟後，將前述電鍍層予以幅狹化。

27. 如申請專利範圍第 16 項或第 17 項之太陽電池之製造方法，其中

形成前述絕緣膜之步驟係包含一邊調整相對於濺鍍方向，基板傾斜之傾斜角，一邊藉由調整前述絕緣膜之寬幅而調整柵格電極底部的線幅之步驟。

28. 如申請專利範圍第 16 項或第 17 項之太陽電池之製造方法，其中

形成前述太陽電池單元之步驟係包含：將第 2 導電型之非結晶矽層成膜於第 1 導電型之結晶系矽基板的受光面側之步驟；以及形成受光面側透光性電極之步驟；而形成前述晶種層之步驟係以擋接於前述受光面側透光性電極之方式，藉由濺鍍法而形成之步驟；

形成前述絕緣膜之步驟係包含一邊調整相對於濺鍍方向，基板傾斜之傾斜角，一邊藉由調整前述絕緣

膜之寬幅而調整柵格電極底部的線幅之步驟。

29. 如申請專利範圍第 16 項或第 17 項之太陽電池之製造方法，其中

形成前述太陽電池單元之步驟係包含：形成第 2 導電型之雜質擴散層於第 1 導電型之結晶系矽基板的受光面側之擴散步驟；以及形成反射防止膜於前述雜質擴散層的受光面側之步驟；而形成前述晶種層之步驟係透過形成於前述反射防止膜的開口，以接觸前述雜質擴散層之方式而進行濺鍍之步驟；

形成前述絕緣膜之步驟係包含一邊調整相對於濺鍍方向，基板傾斜之傾斜角，一邊藉由調整前述絕緣膜之寬幅而調整柵格電極底部的線幅之步驟。

30. 如申請專利範圍第 16 項或第 17 項之太陽電池之製造方法，其中

包含於前述晶種層的形成前，以擋接於前述太陽電池單元之受光面，且沿著前述抗蝕劑的側壁之方式而形成障壁層之步驟；

形成前述絕緣膜之步驟係包含一邊調整相對於濺鍍方向，基板傾斜之傾斜角，一邊藉由調整前述絕緣膜之寬幅而調整柵格電極底部的線幅之步驟。

31. 如申請專利範圍第 16 項或第 17 項之太陽電池之製造方法，其中

前述電鍍步驟係包含以持續進行電鍍直至前述柵格電極上部的線幅成為目的值之方式控制電鍍時間之

步驟。

32. 如申請專利範圍第 18 項之太陽電池之製造方法，其中前述電鍍步驟係包含以持續進行電鍍直至前述柵格電極上部的線幅成為目的值之方式控制電鍍時間之步驟。

33. 如申請專利範圍第 19 項之太陽電池之製造方法，其中前述電鍍步驟係包含以持續進行電鍍直至前述柵格電極上部的線幅成為目的值之方式控制電鍍時間之步驟。

34. 如申請專利範圍第 22 項之太陽電池之製造方法，其中前述電鍍步驟係包含以持續進行電鍍直至前述柵格電極上部的線幅成為目的值之方式控制電鍍時間之步驟。

35. 一種太陽電池，其特徵在於：

具備：

太陽電池單元，其係具有 pn 接合；

受光面側電極，其係具有複數的柵格電極，該複數的柵格電極設置於前述太陽電池單元的受光面，來以固定的間隔伸展於一方向，並將光電變換之電荷予以集電；以及

背面電極，其係設置於對向於前述太陽電池單元的受光面之背面；其中，

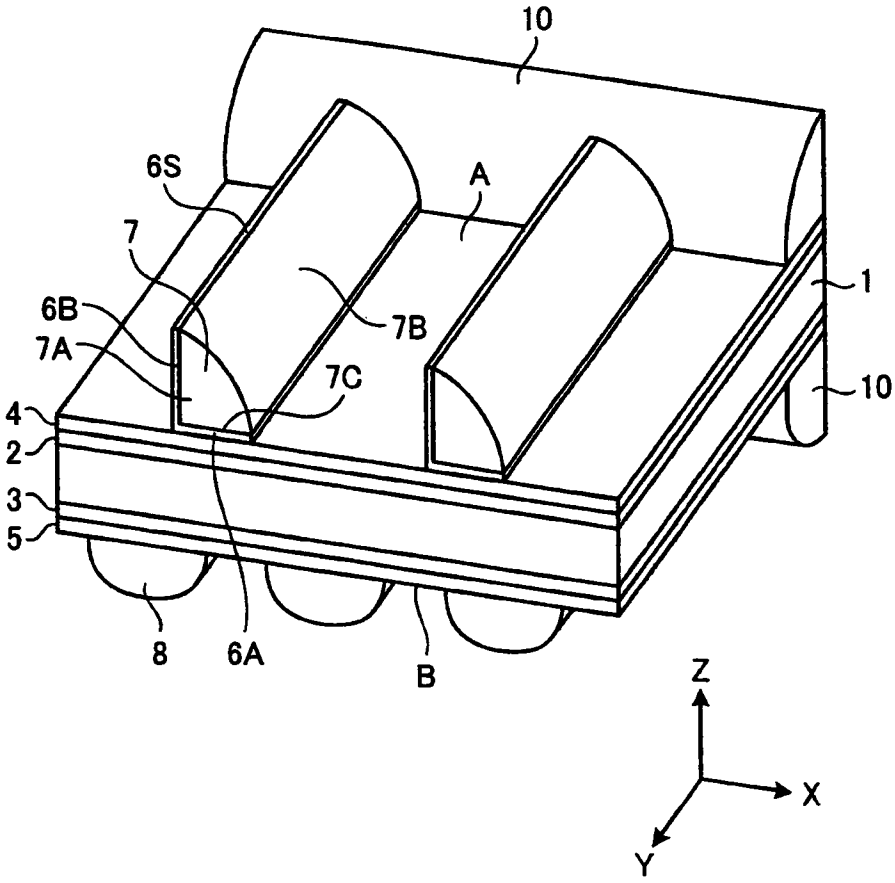
前述柵格電極係由下列所構成：

晶種面，其係擋接於前述太陽電池單元的受光面；

以及

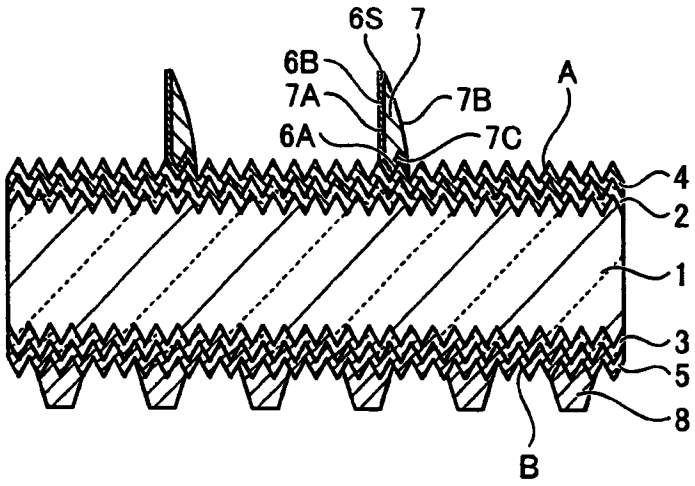
電鍍層，其係擋接於前述晶種面，且具有自前述晶種面起立之側面及相對於前述晶種面傾斜之側面。

圖式

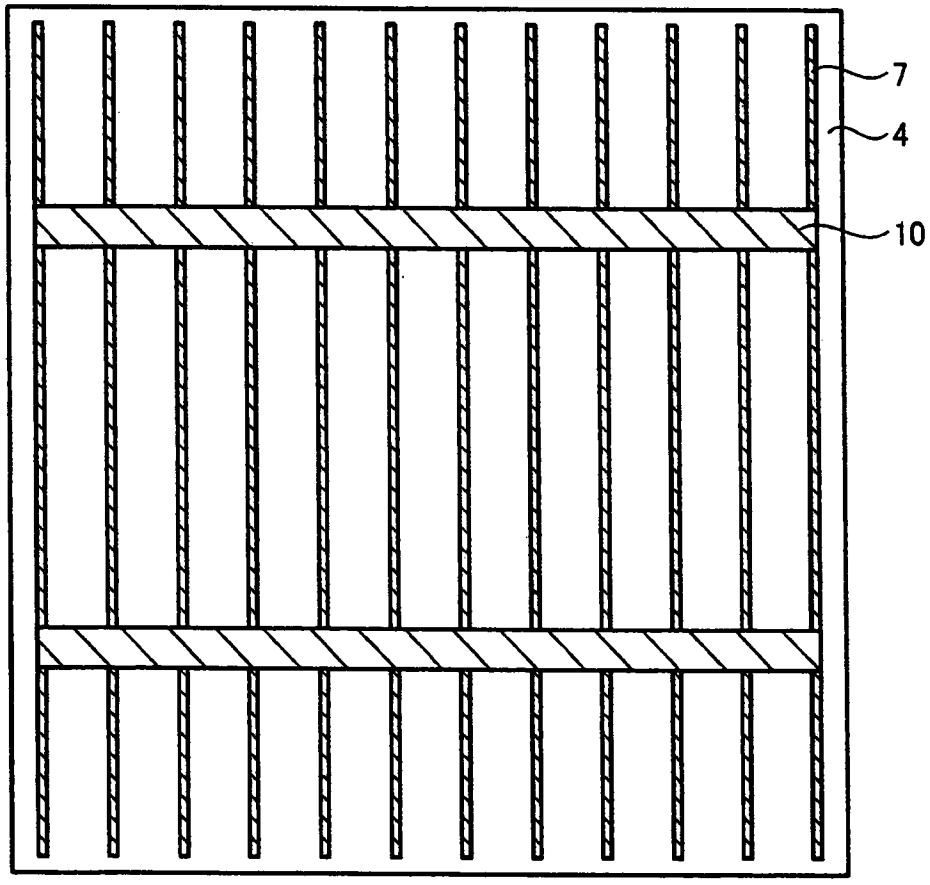


第1圖

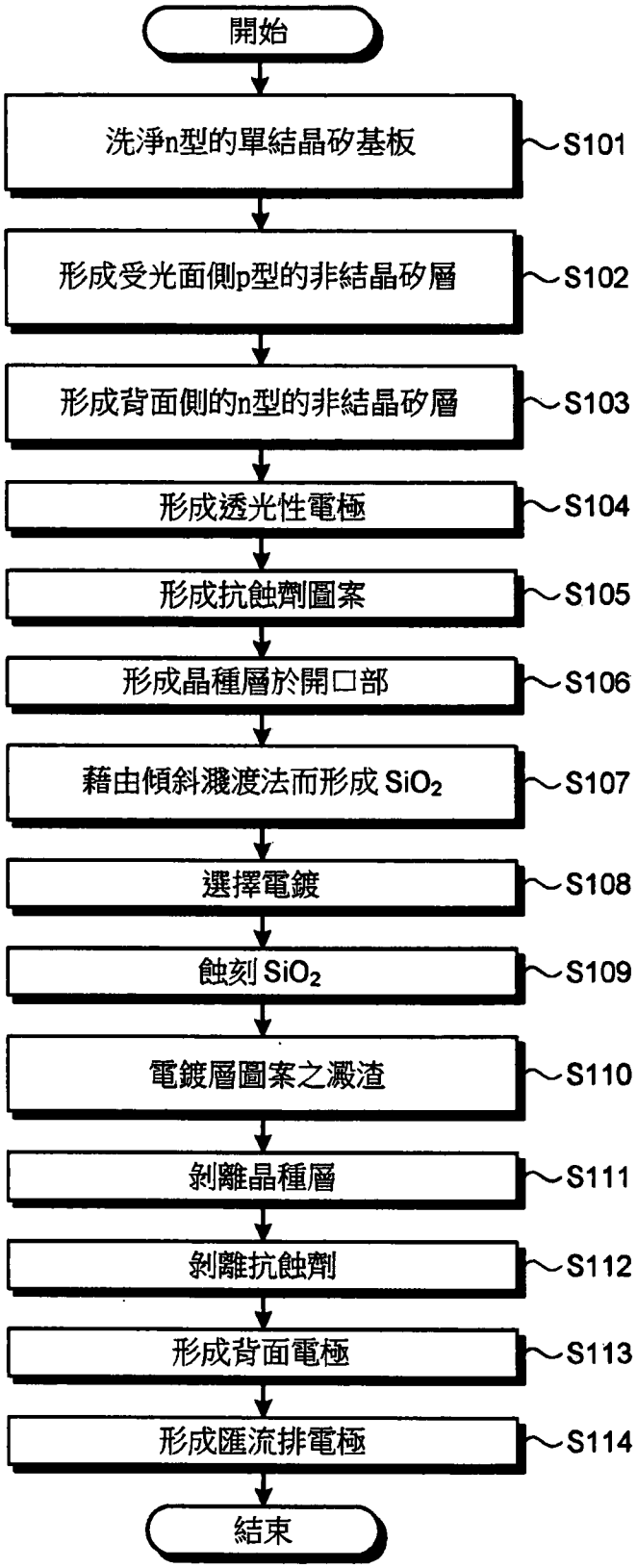
(a)



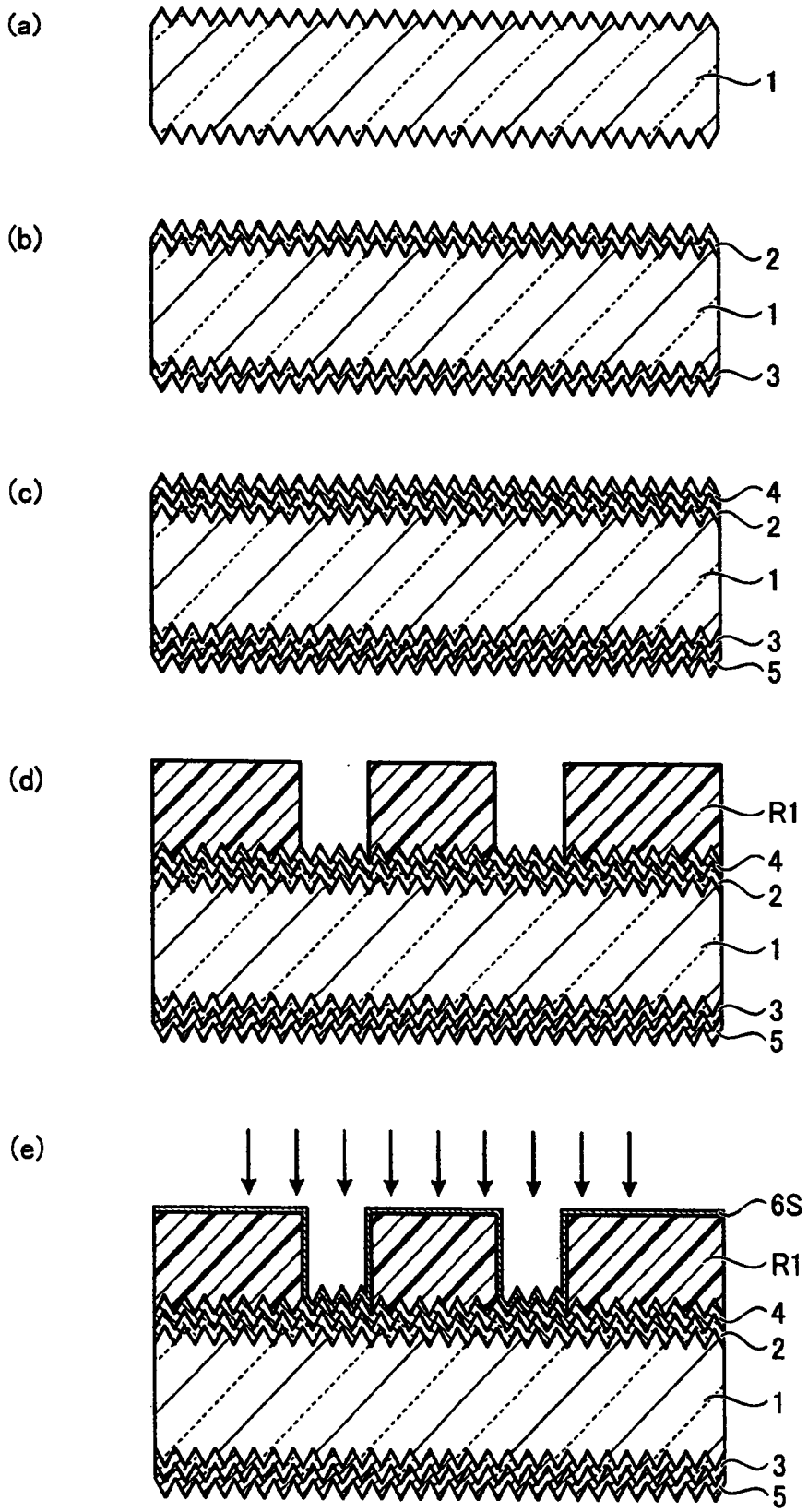
(b)



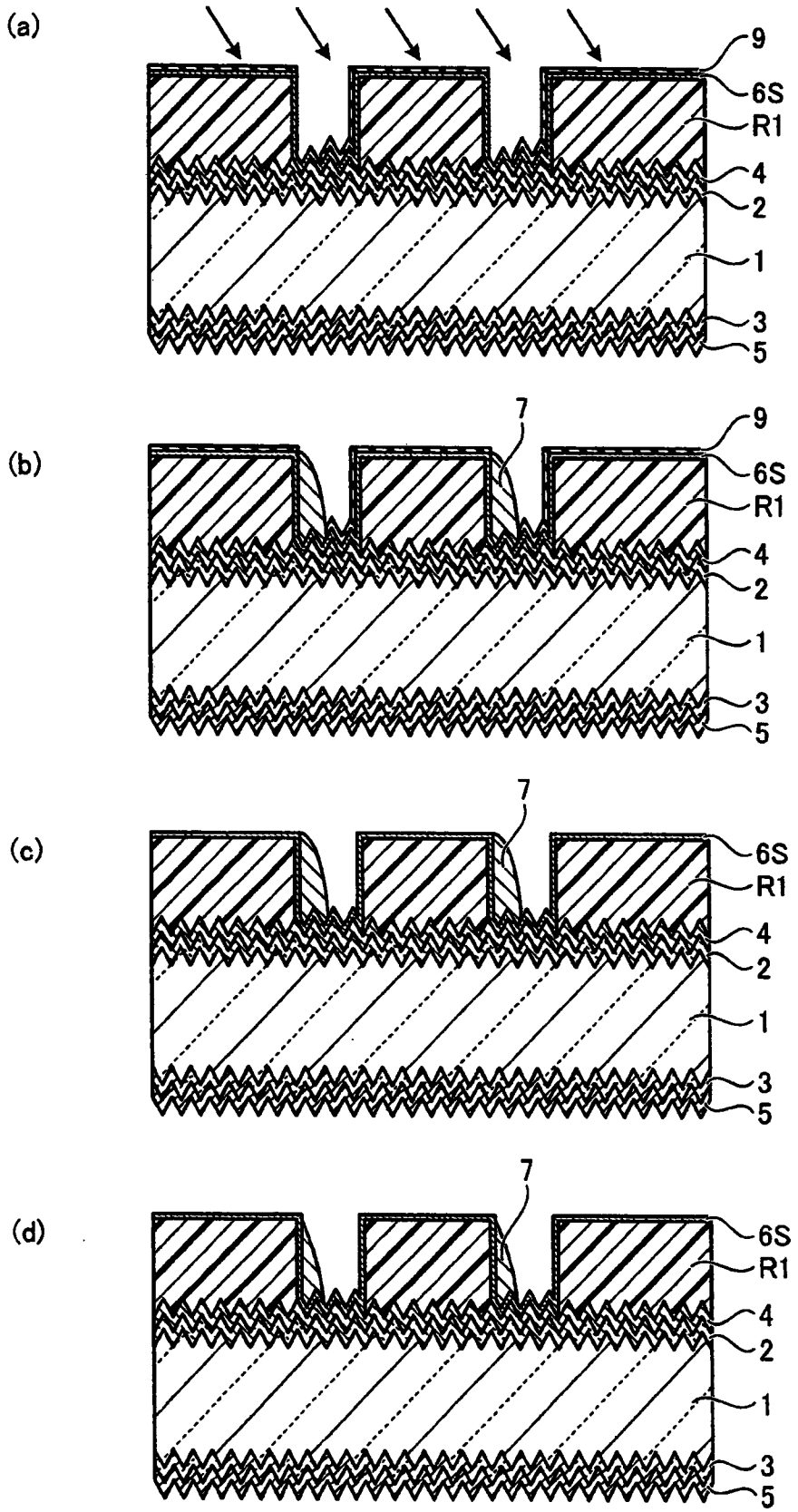
第2圖


開始
洗淨n型的單結晶矽基板
S101
形成受光面側p型的非結晶矽層
S102
形成背面側的n型的非結晶矽層
S103
形成透光性電極
S104
形成抗蝕劑圖案
S105
形成晶種層於開口部
S106
藉由傾斜濺渡法而形成 SiO_2
S107
選擇電鍍
S108
蝕刻 SiO_2
S109
電鍍層圖案之澱渣
S110
剝離晶種層
S111
剝離抗蝕劑
S112
形成背面電極
S113
形成匯流排電極
S114
結束

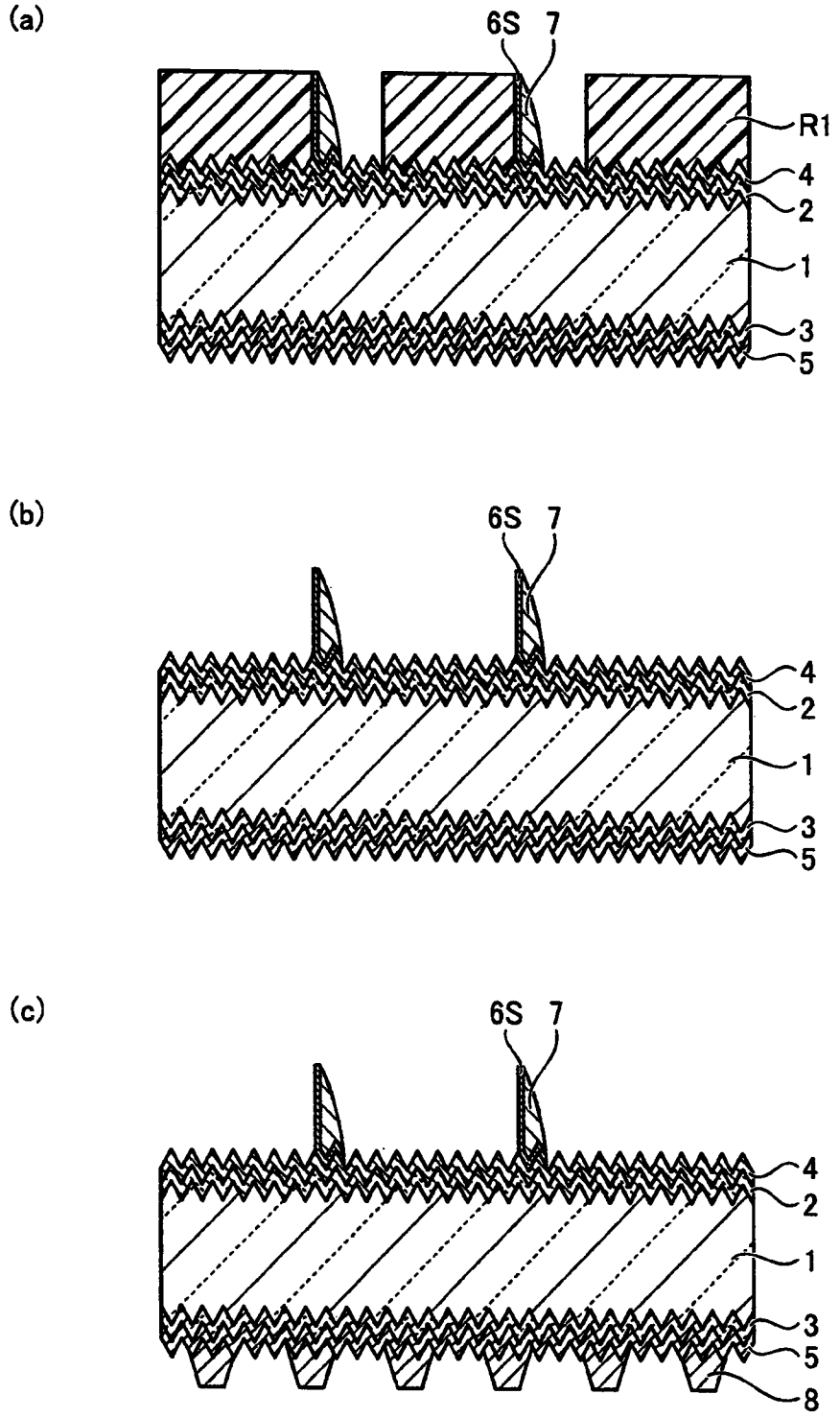
第3圖



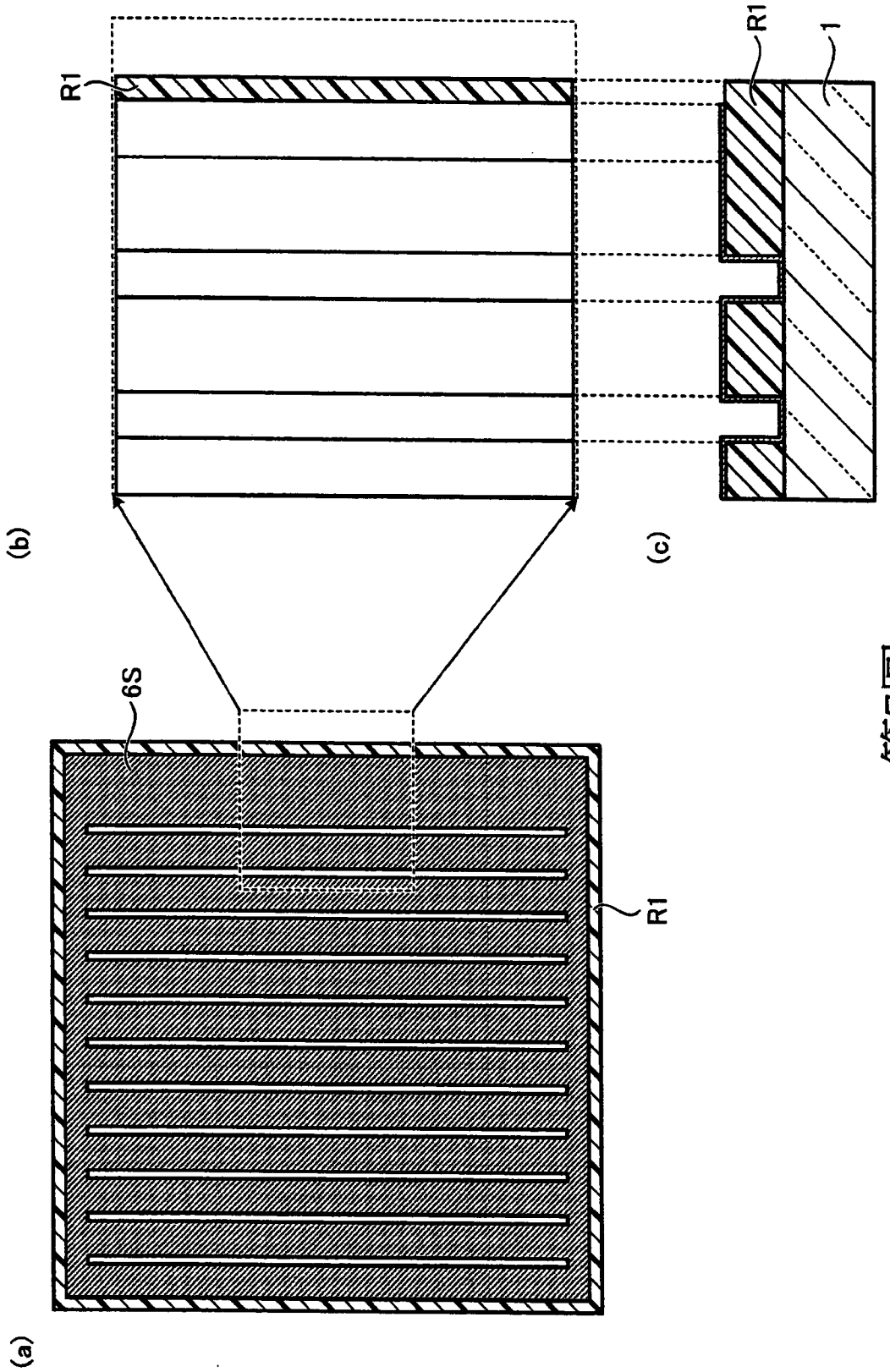
第4圖



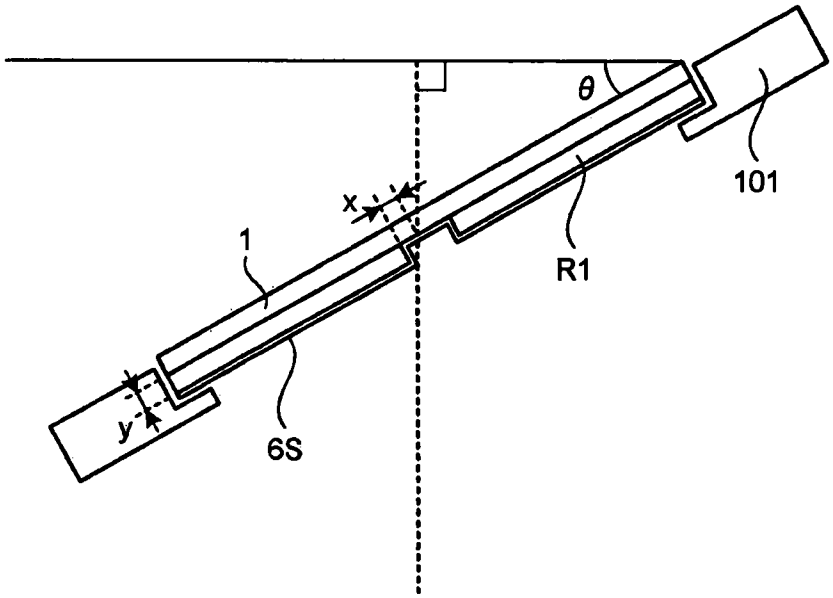
第5圖



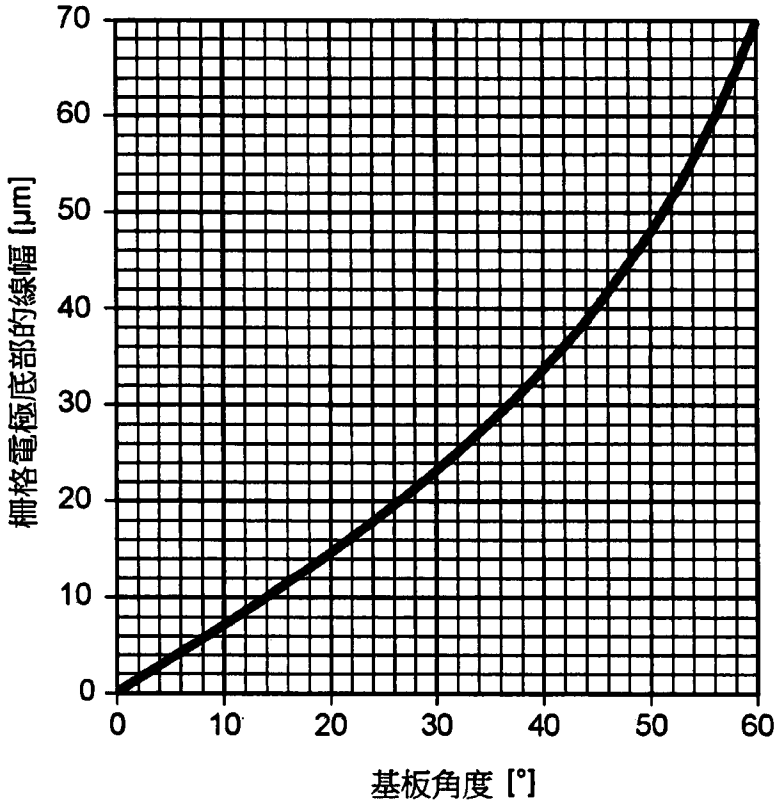
第6圖



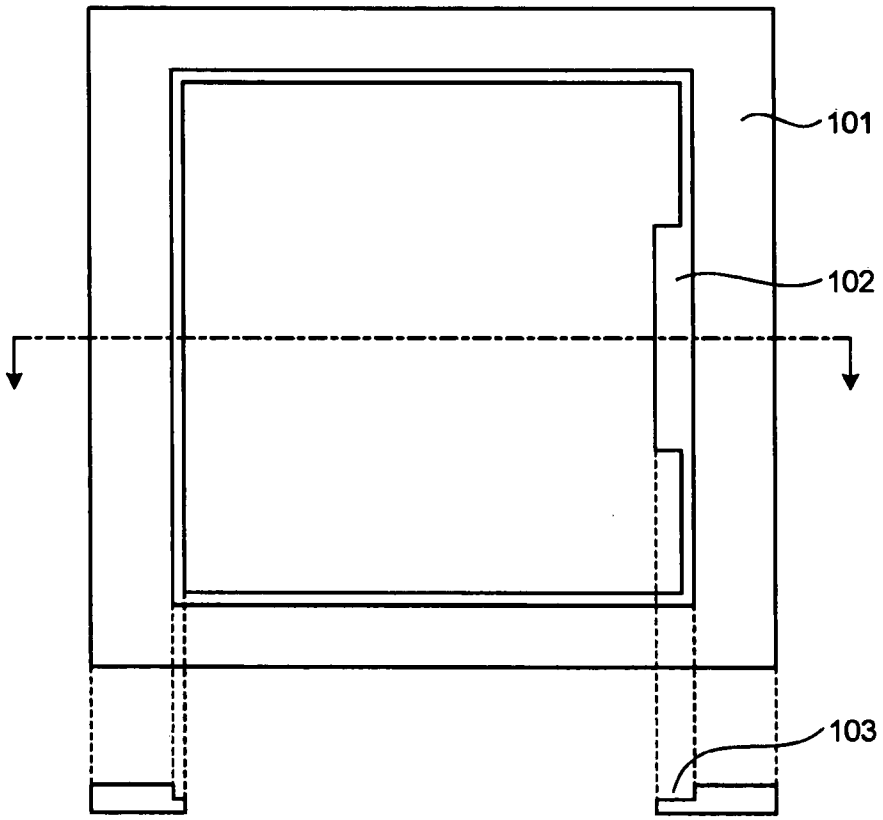
第7圖



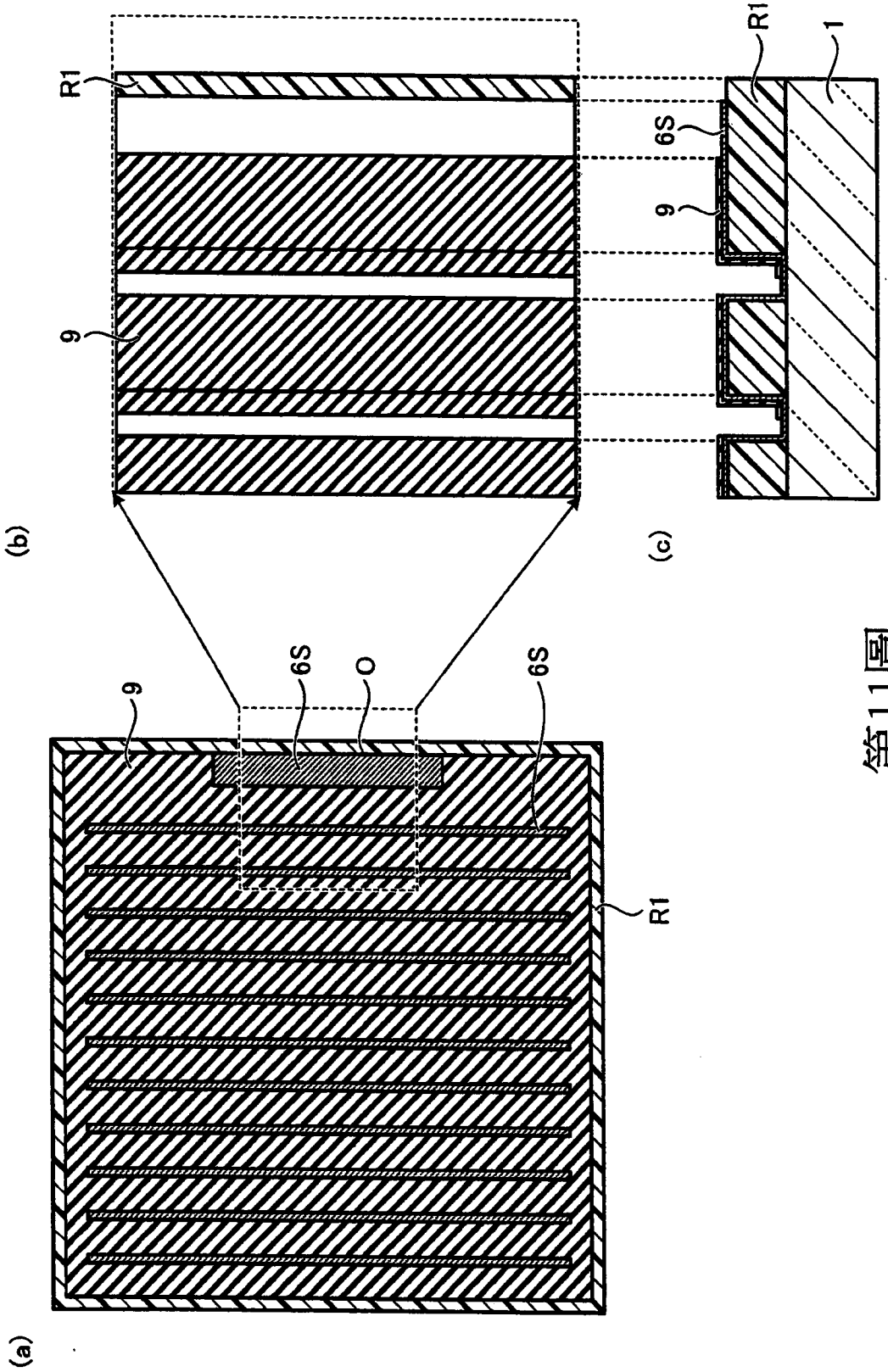
第8圖



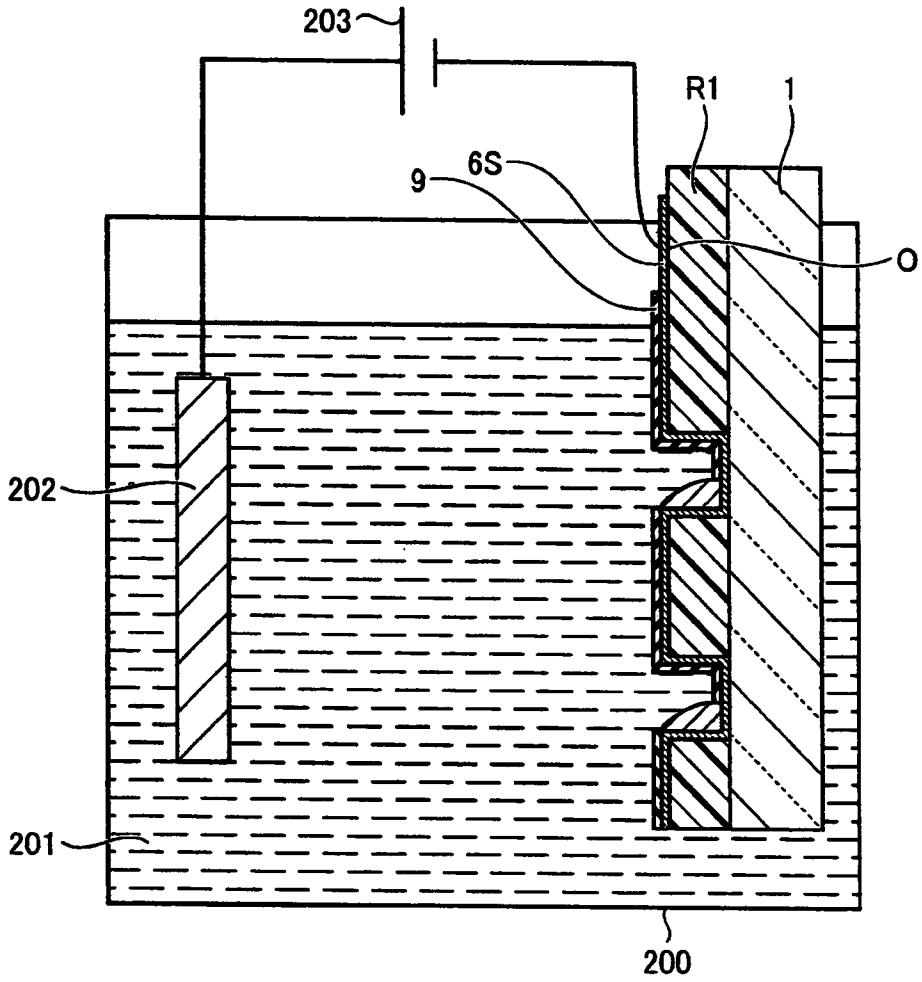
第9圖



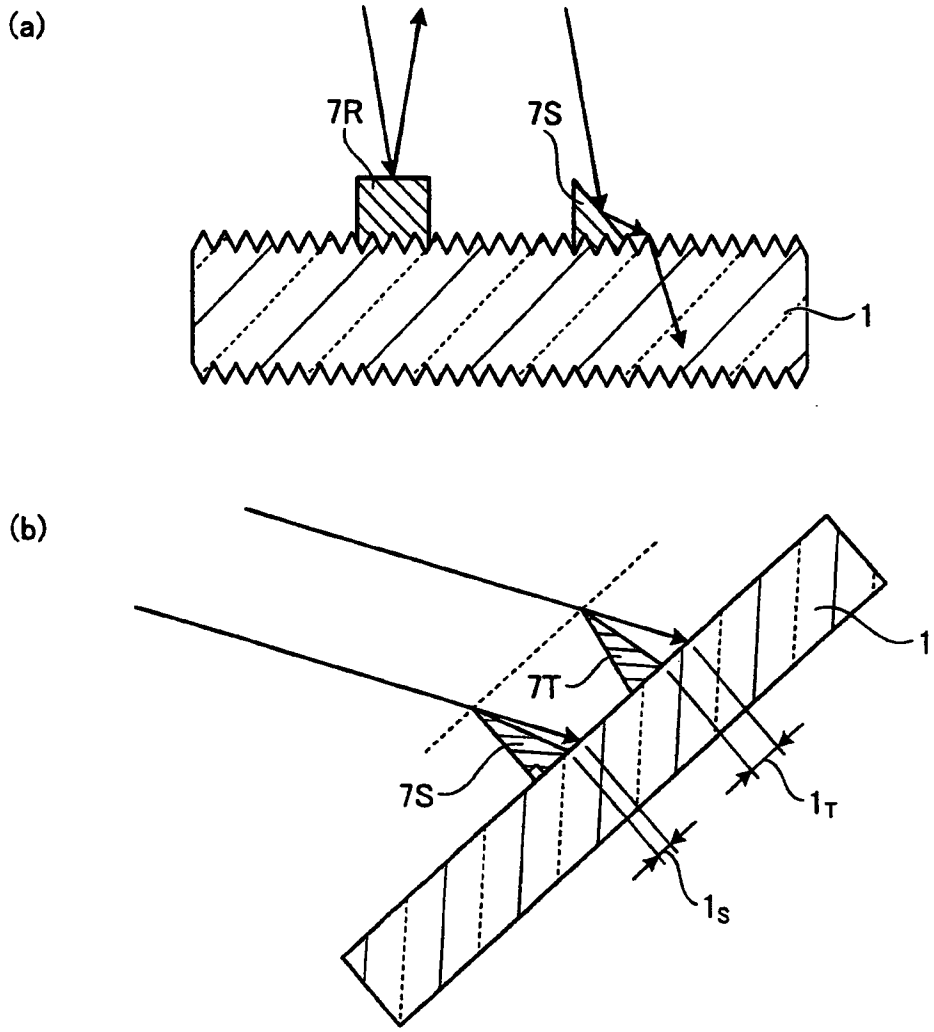
第10圖



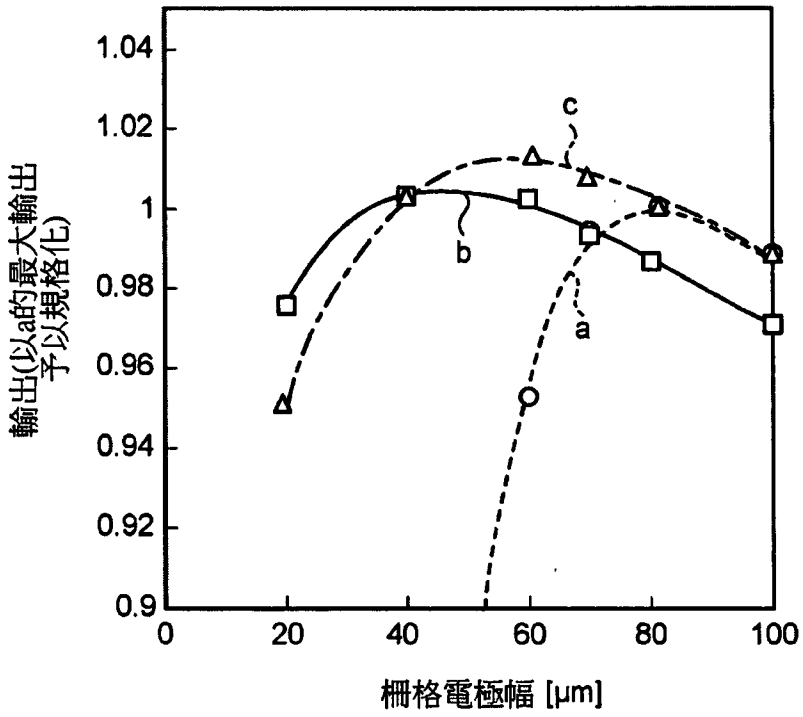
第11圖



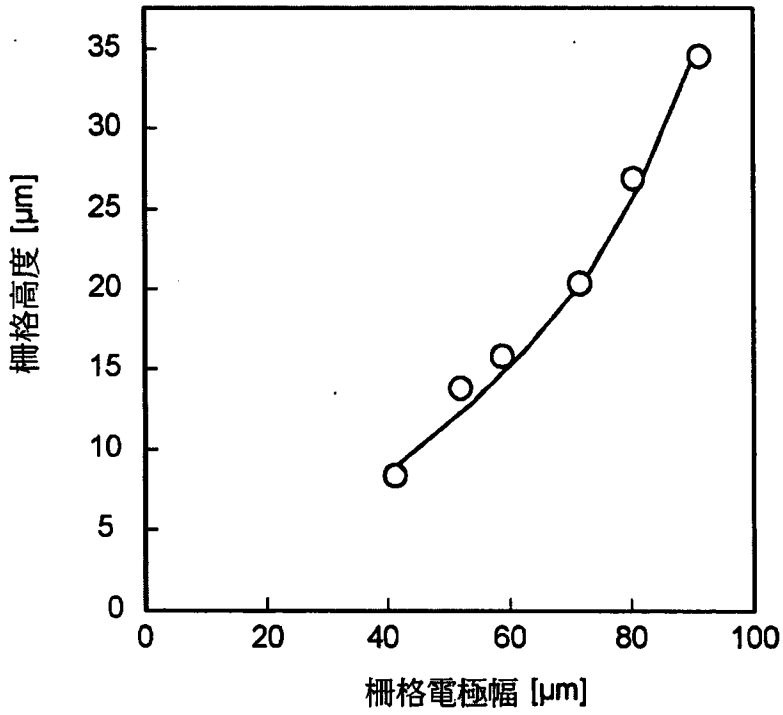
第12圖



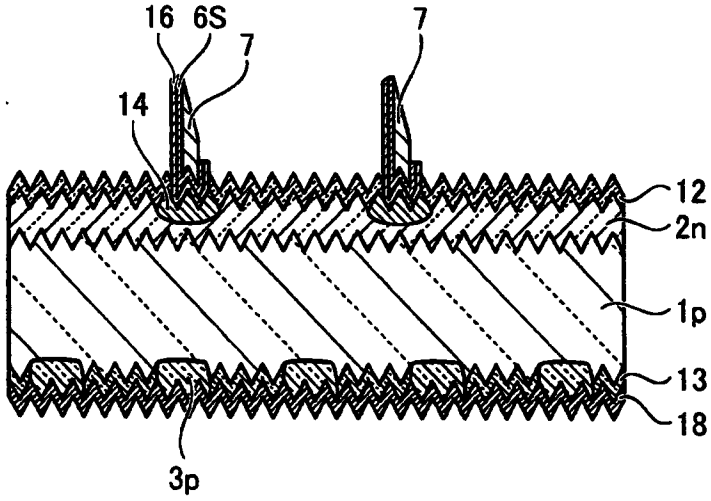
第13圖


1.04
1.02
1
0.98
0.96
0.94
0.92
0.9
0
20
40
60
80
100
輸出(以a的最大輸出予以規格化)
柵格電極幅 [μm]
a
b
c

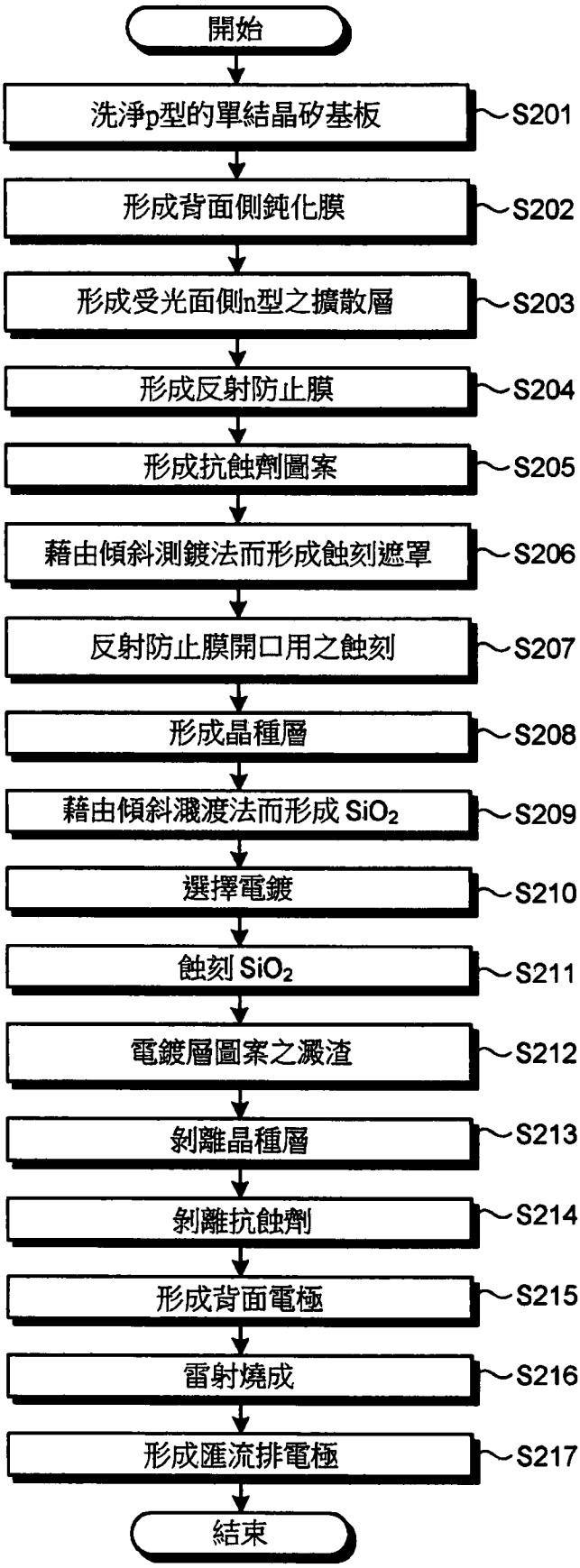
第14圖


35
30
25
20
15
10
5
0
0
20
40
60
80
100
柵格高度 [μm]
柵格電極幅 [μm]

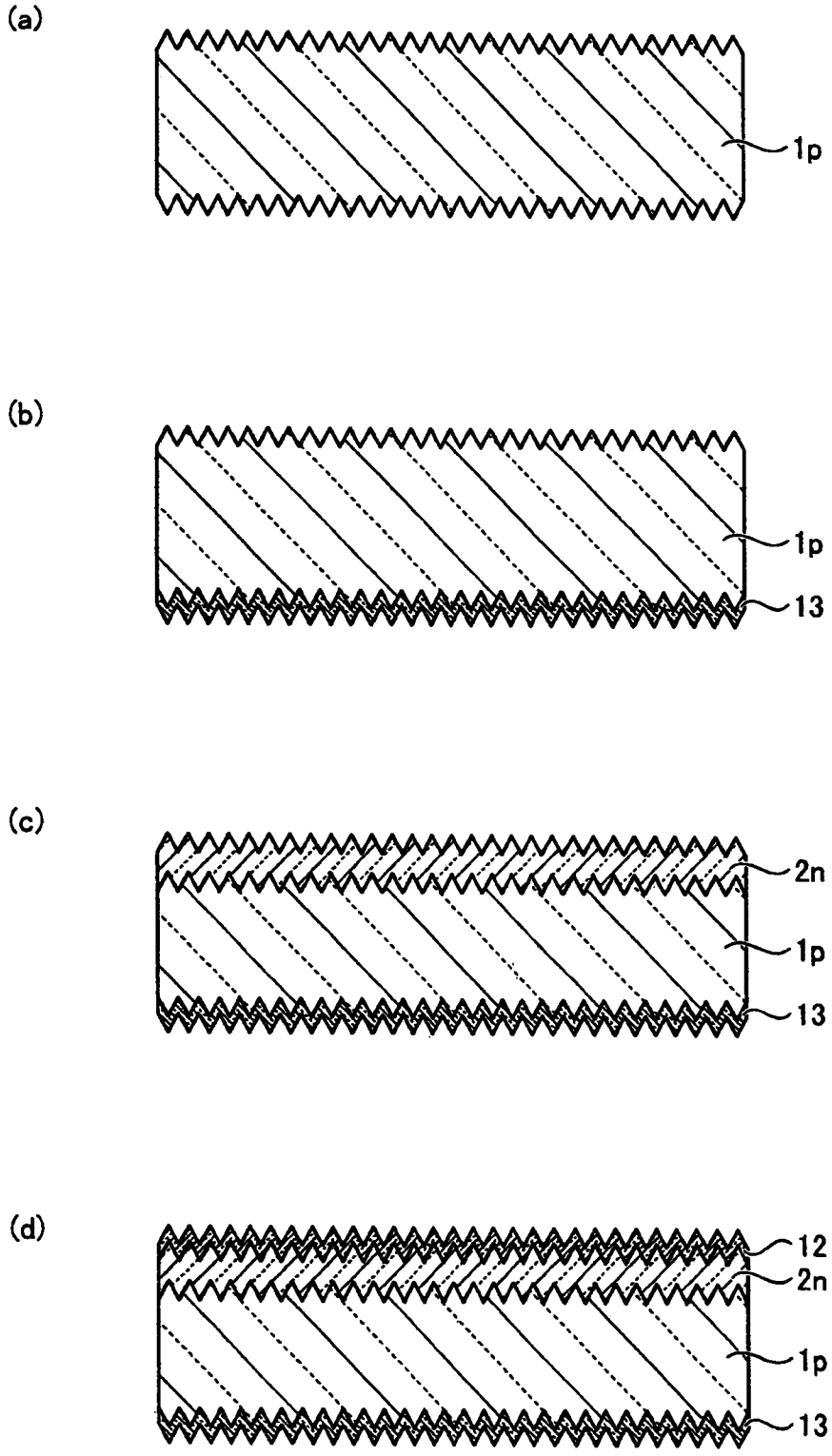
第15圖



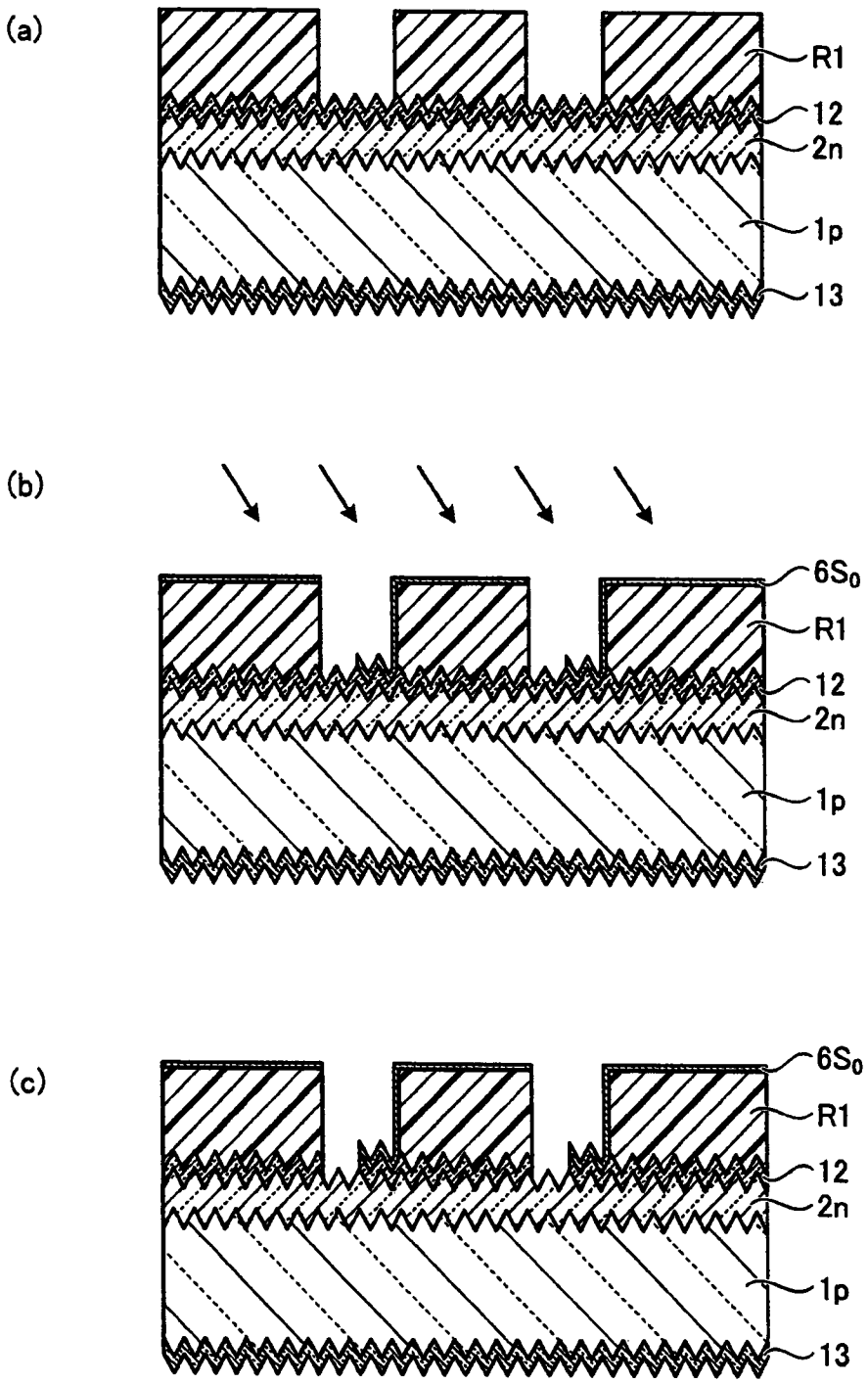
第16圖


開始
洗淨p型的單結晶矽基板
S201
形成背面側鈍化膜
S202
形成受光面側n型之擴散層
S203
形成反射防止膜
S204
形成抗蝕劑圖案
S205
藉由傾斜測鍍法而形成蝕刻遮罩
S206
反射防止膜開口用之蝕刻
S207
形成晶種層
S208
藉由傾斜濺渡法而形成 SiO_2
S209
選擇電鍍
S210
蝕刻 SiO_2
S211
電鍍層圖案之濺渣
S212
剝離晶種層
S213
剝離抗蝕劑
S214
形成背面電極
S215
雷射燒成
S216
形成匯流排電極
S217
結束

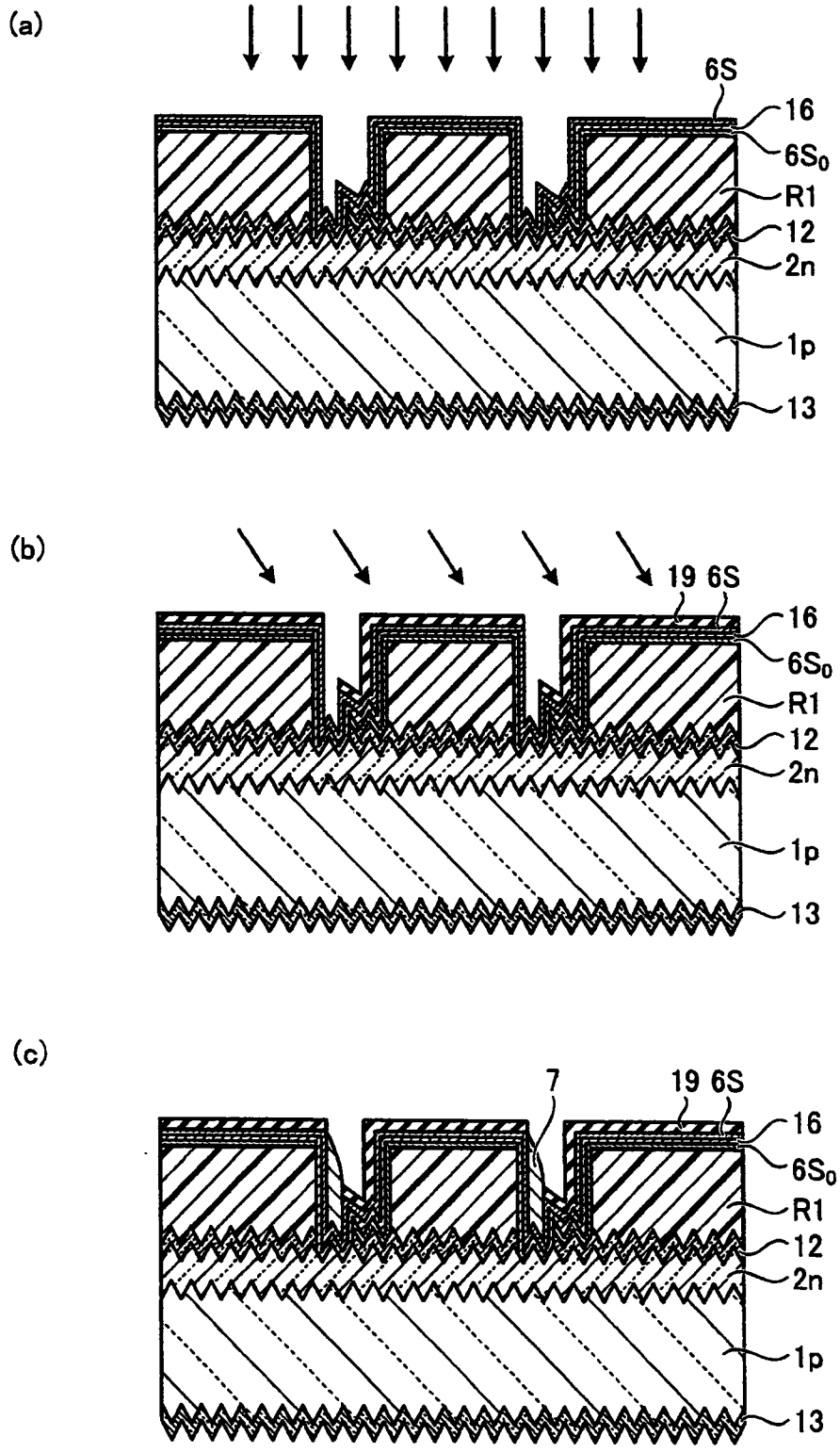
第17圖



第18圖

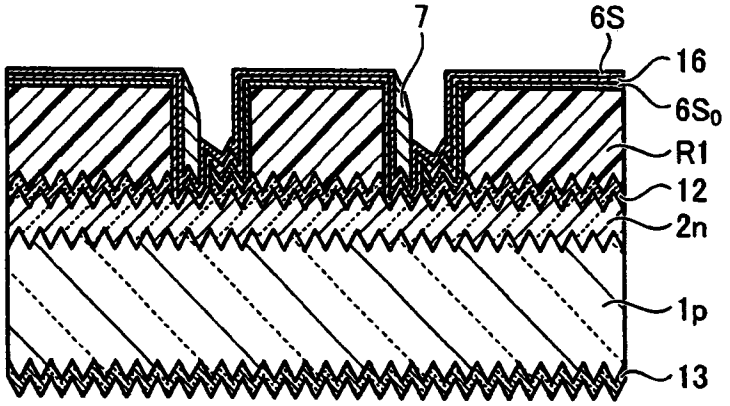


第19圖

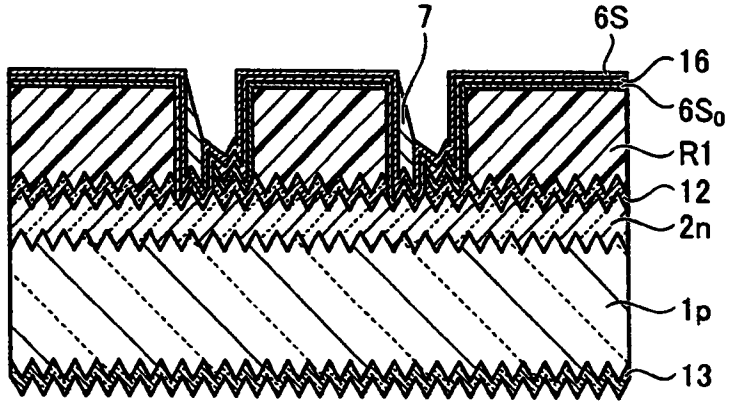

(a)
6S
16
6S0
R1
12
2n
1p
13
(b)
19 6S
16
6S0
R1
12
2n
1p
13
(c)
7
19 6S
16
6S0
R1
12
2n
1p
13

第20圖

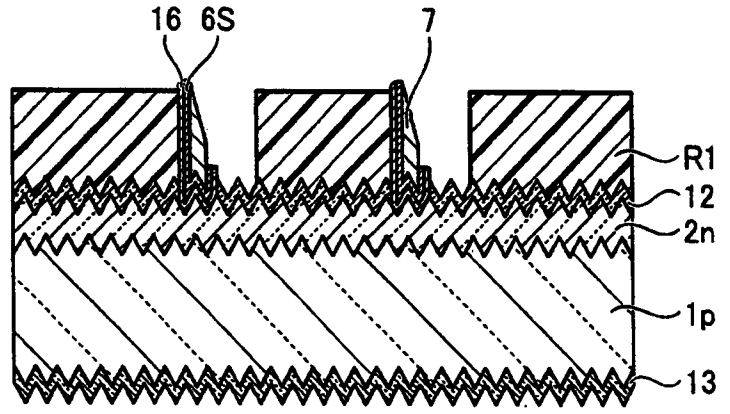
(a)


7
6S
16
6S0
R1
12
2n
1p
13

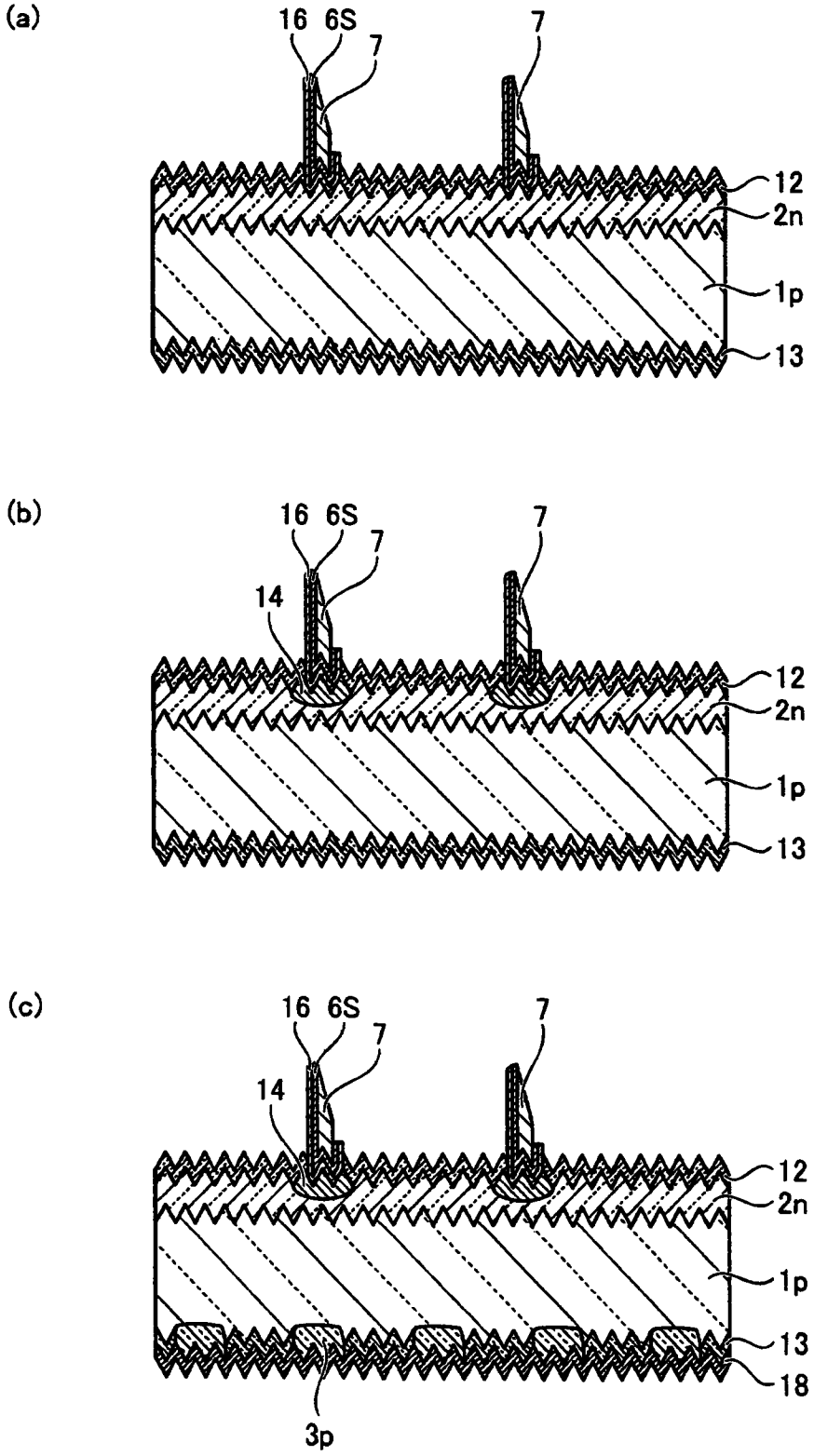
(b)


7
6S
16
6S0
R1
12
2n
1p
13

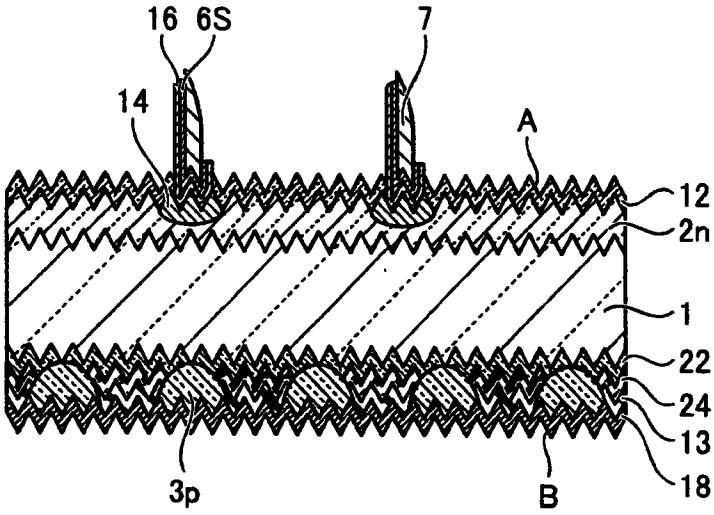
(c)


16
6S
7
R1
12
2n
1p
13

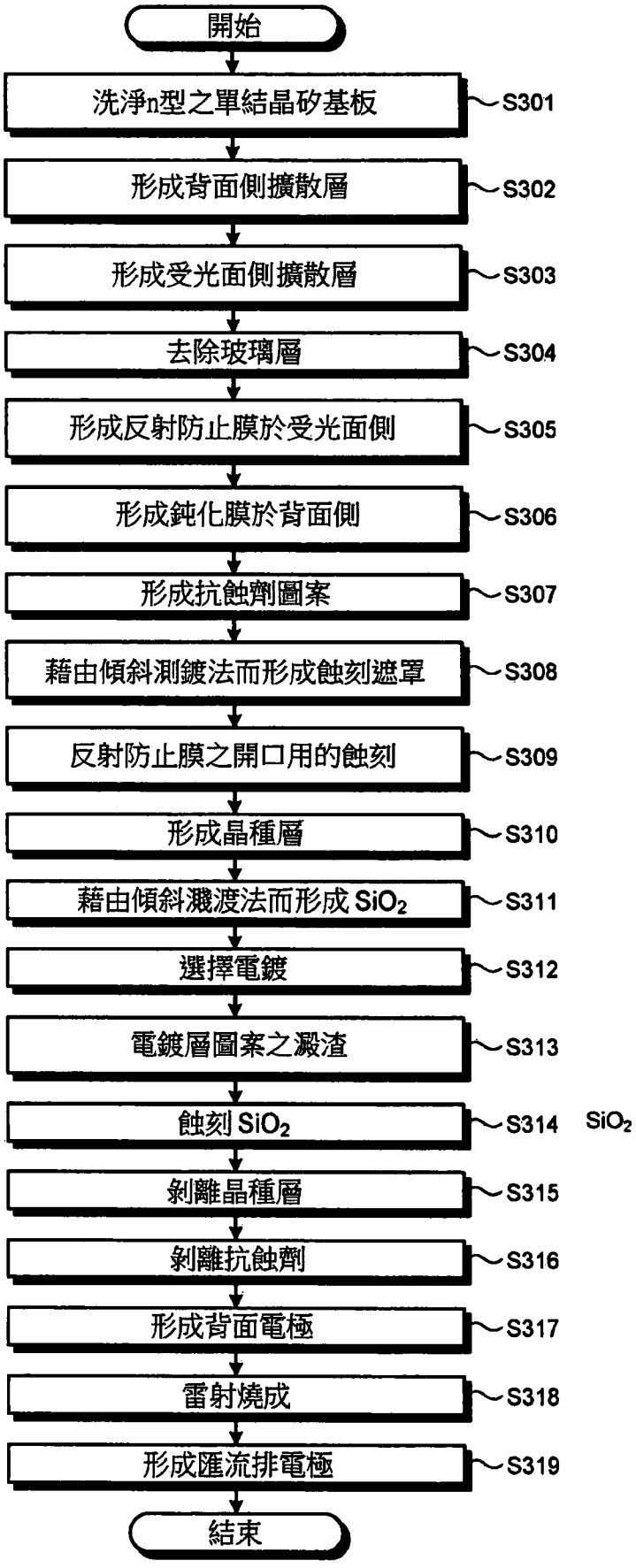
第21圖


(a)
16
6S
7
7
12
2n
1p
13
(b)
16
6S
7
7
14
12
2n
1p
13
(c)
16
6S
7
7
14
12
2n
1p
13
18
3p

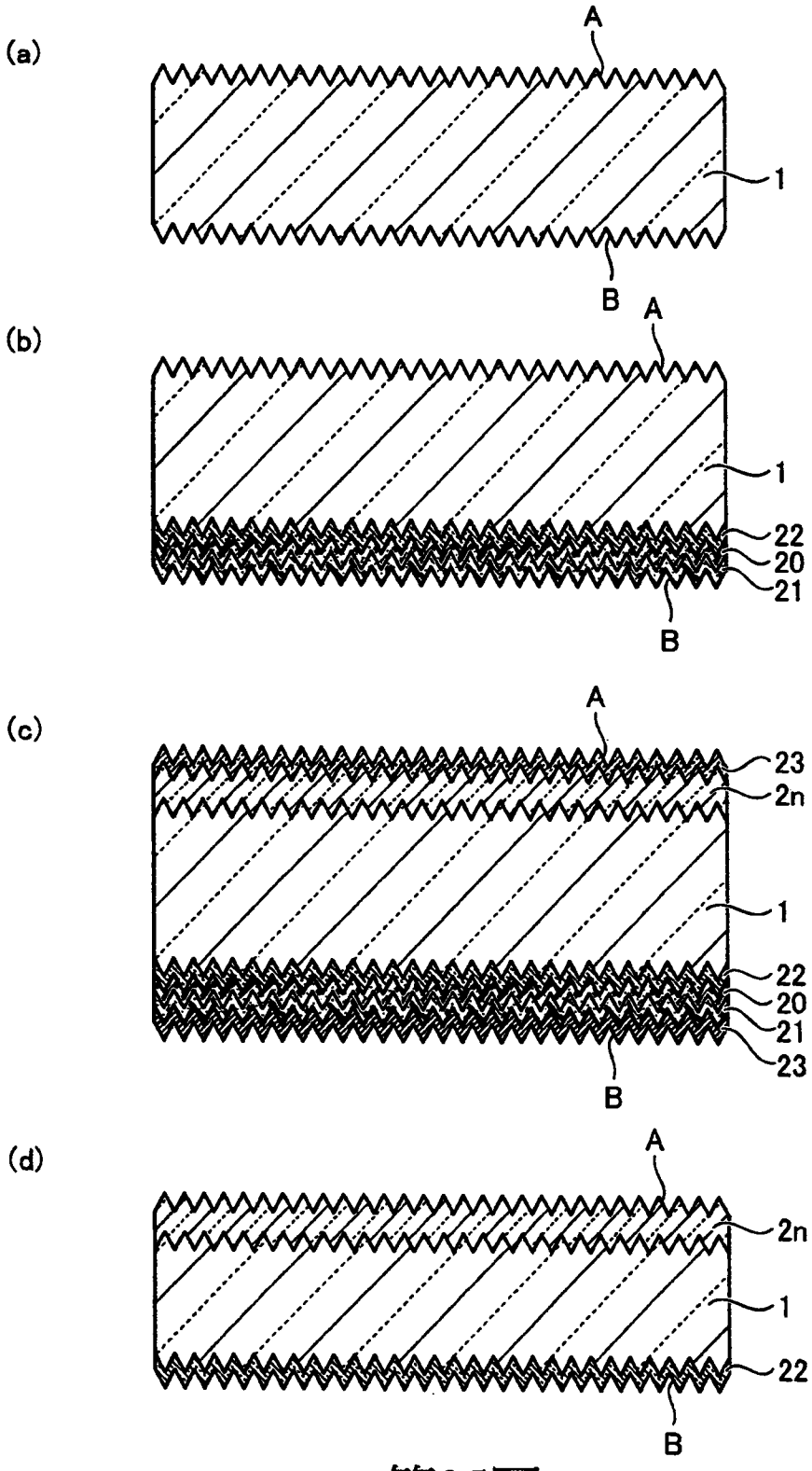
第22圖



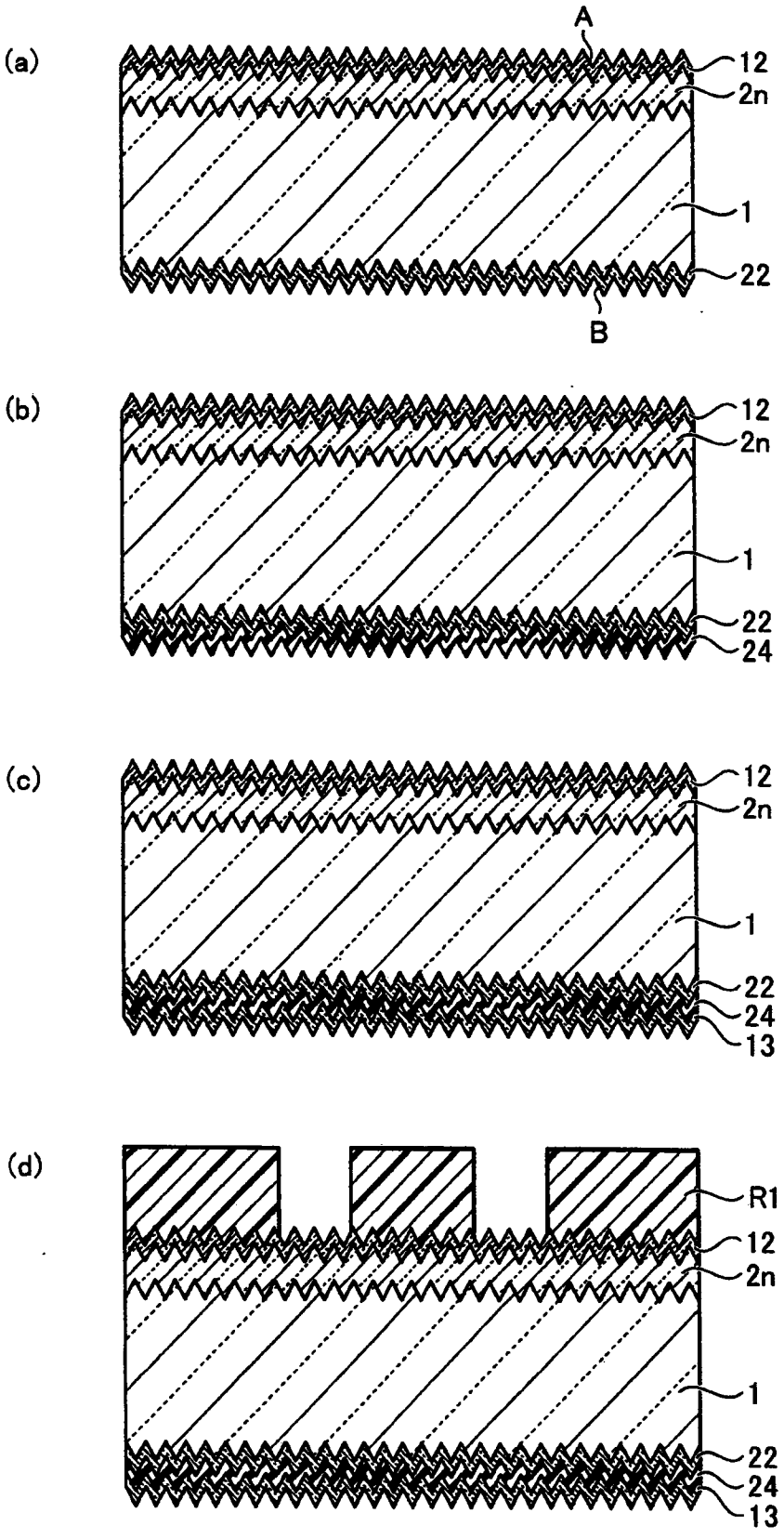
第23圖


開始
洗淨n型之單結晶矽基板
S301
形成背面側擴散層
S302
形成受光面側擴散層
S303
去除玻璃層
S304
形成反射防止膜於受光面側
S305
形成鈍化膜於背面側
S306
形成抗蝕劑圖案
S307
藉由傾斜測鍍法而形成蝕刻遮罩
S308
反射防止膜之開口用的蝕刻
S309
形成晶種層
S310
藉由傾斜濺渡法而形成 SiO2
S311
選擇電鍍
S312
電鍍層圖案之澱渣
S313
蝕刻 SiO2
S314
SiO2
剝離晶種層
S315
剝離抗蝕劑
S316
形成背面電極
S317
雷射燒成
S318
形成匯流排電極
S319
結束

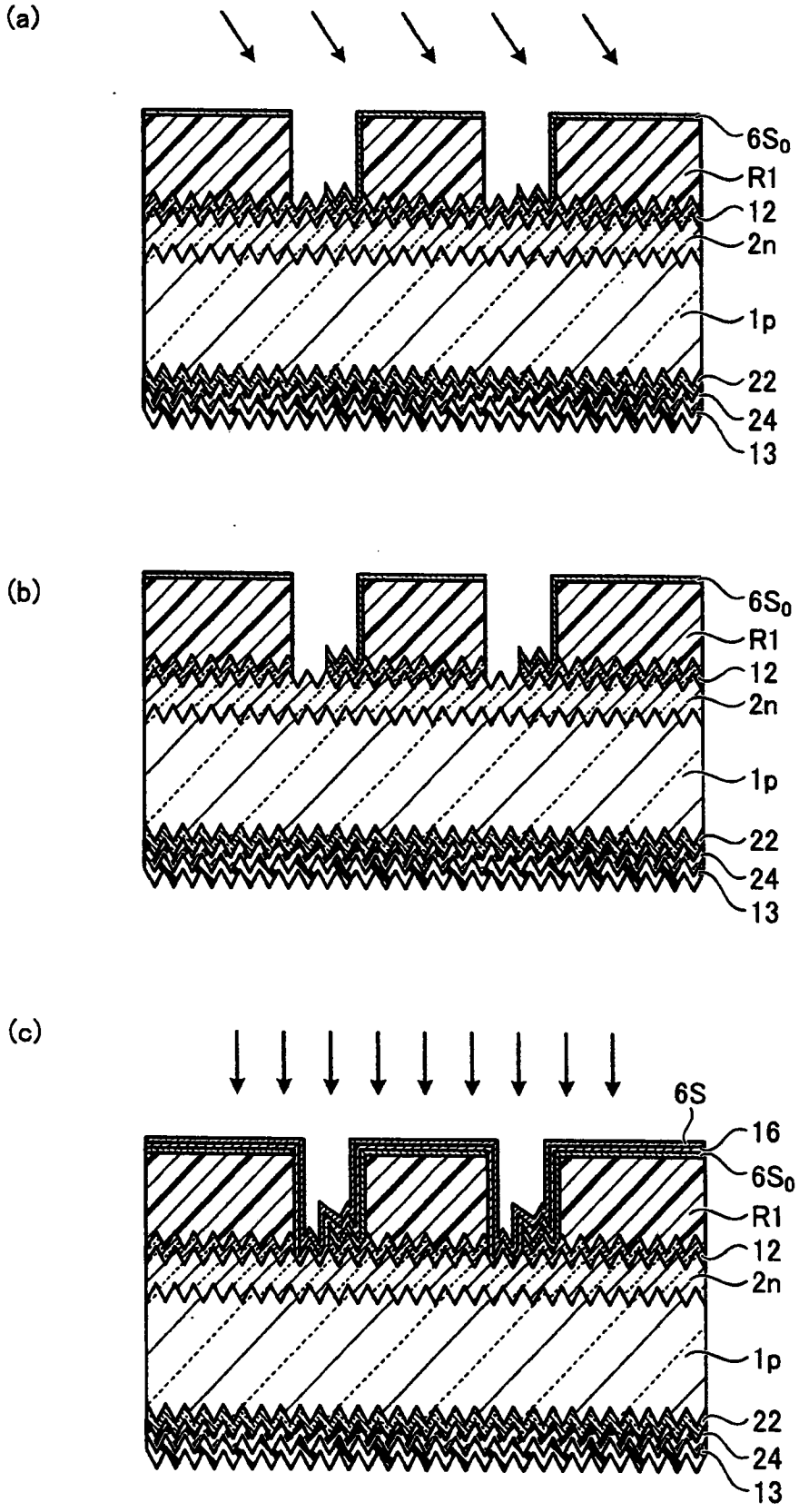
第24圖



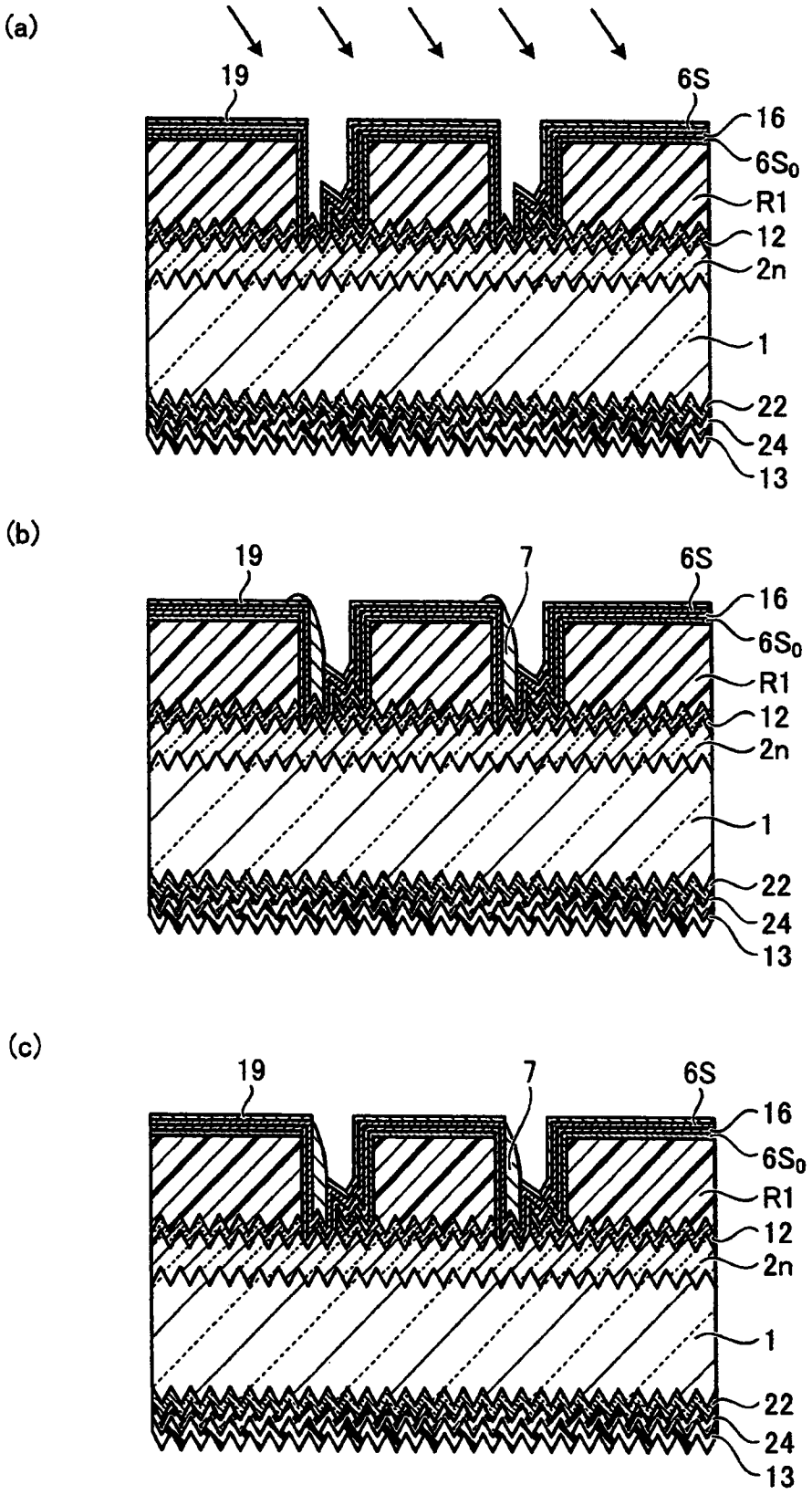
第25圖



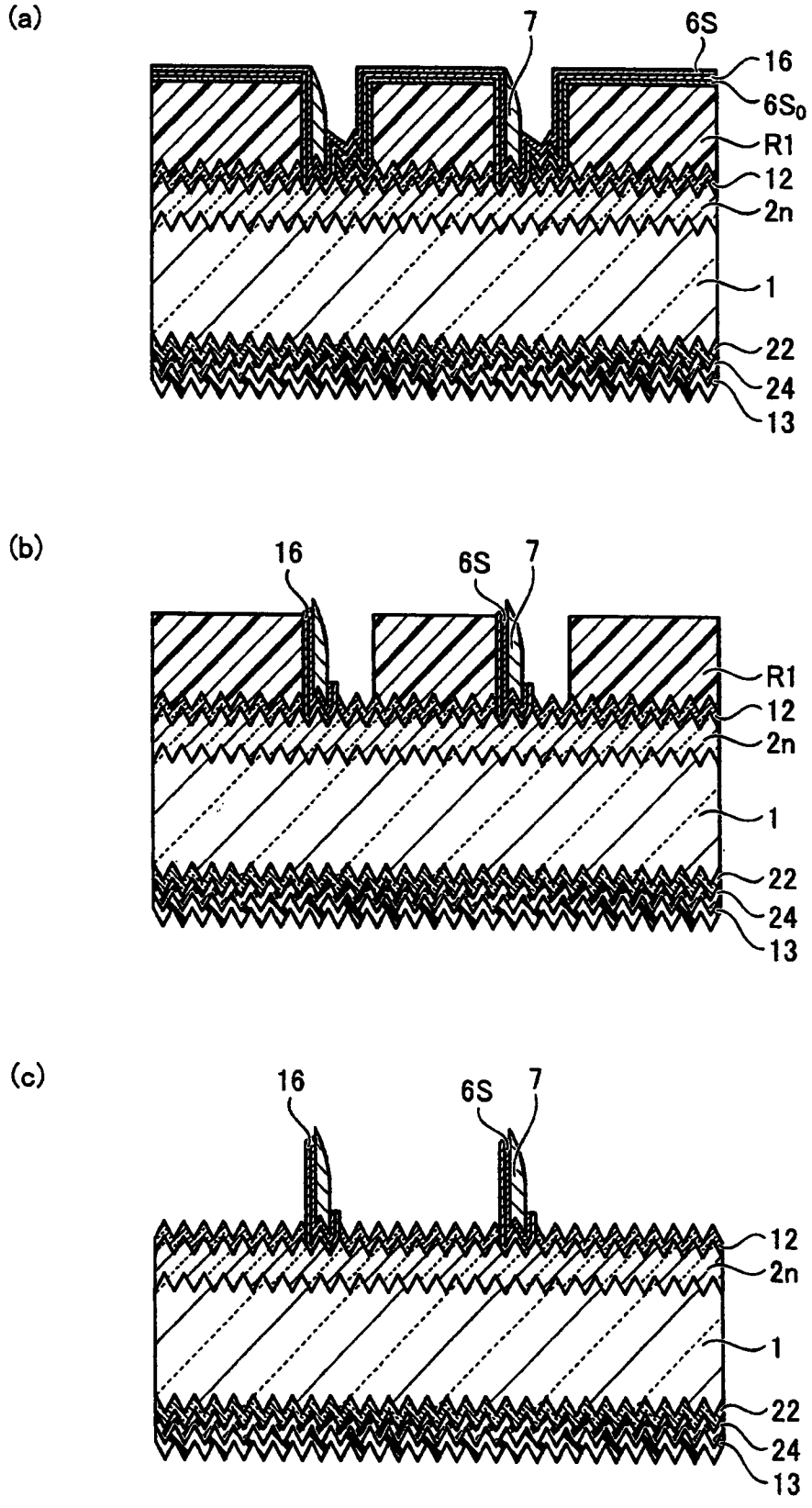
第26圖


(a)
6S0
R1
12
2n
1p
22
24
13
(b)
6S0
R1
12
2n
1p
22
24
13
(c)
6S
16
6S0
R1
12
2n
1p
22
24
13

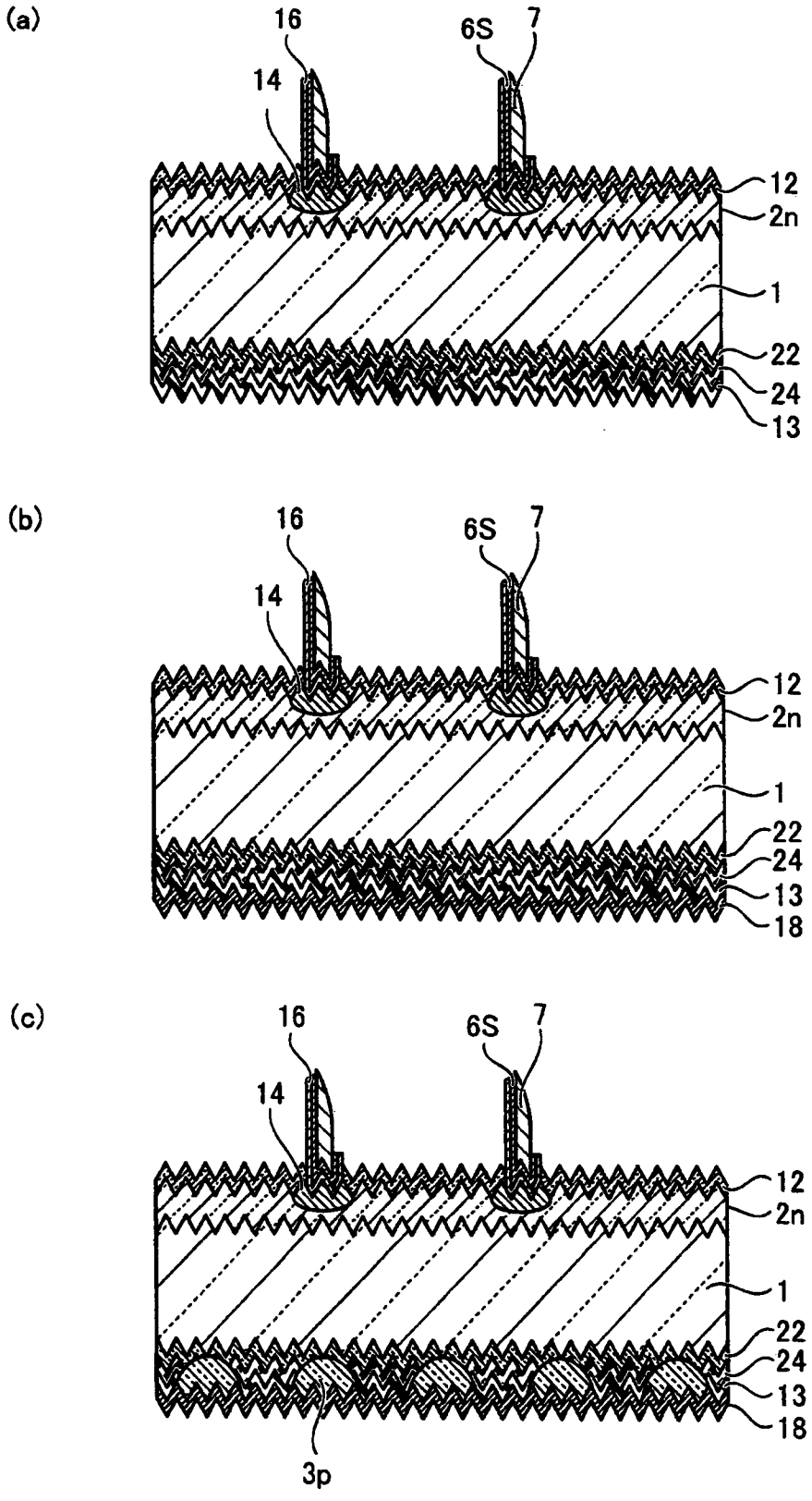
第27圖


(a)
19
6S
16
6S0
R1
12
2n
1
22
24
13
(b)
19
7
6S
16
6S0
R1
12
2n
1
22
24
13
(c)
19
7
6S
16
6S0
R1
12
2n
1
22
24
13

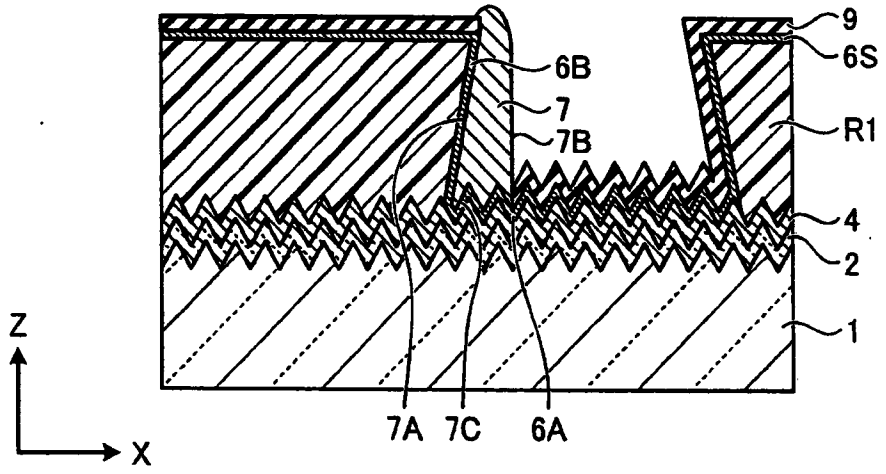
第28圖


(a)
7
6S
16
6S0
R1
12
2n
1
22
24
13
(b)
16
6S
7
R1
12
2n
1
22
24
13
(c)
16
6S
7
12
2n
1
22
24
13

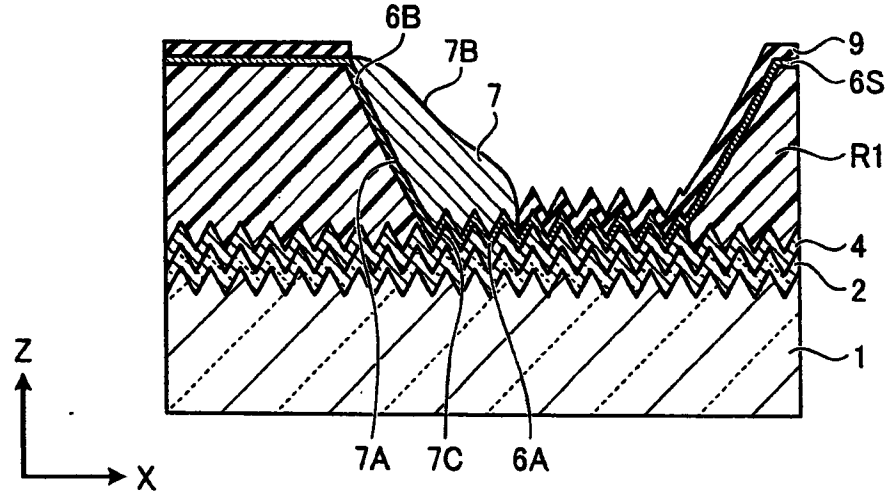
第29圖


(a)
16
6S
7
14
12
2n
1
22
24
13
(b)
16
6S
7
14
12
2n
1
22
24
13
18
(c)
16
6S
7
14
12
2n
1
22
24
13
18
3p

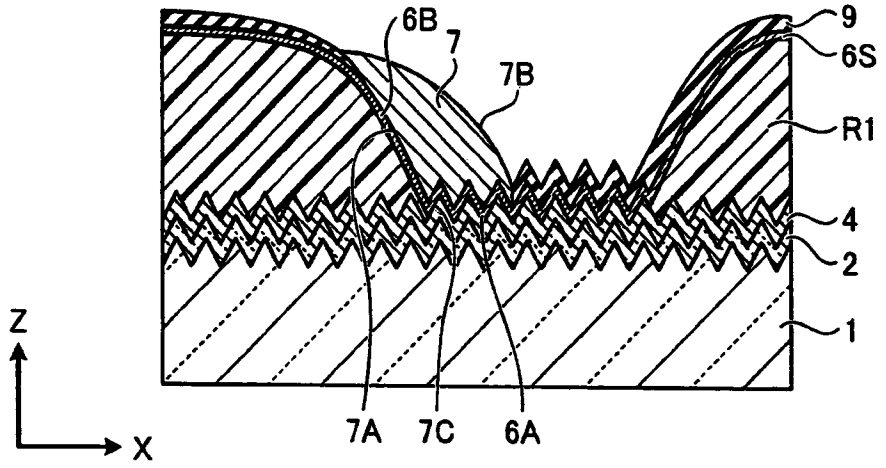
第30圖



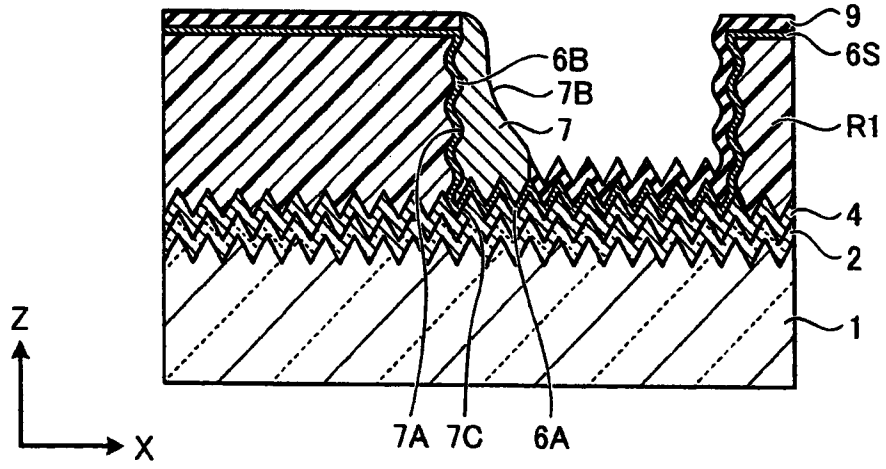
第31圖



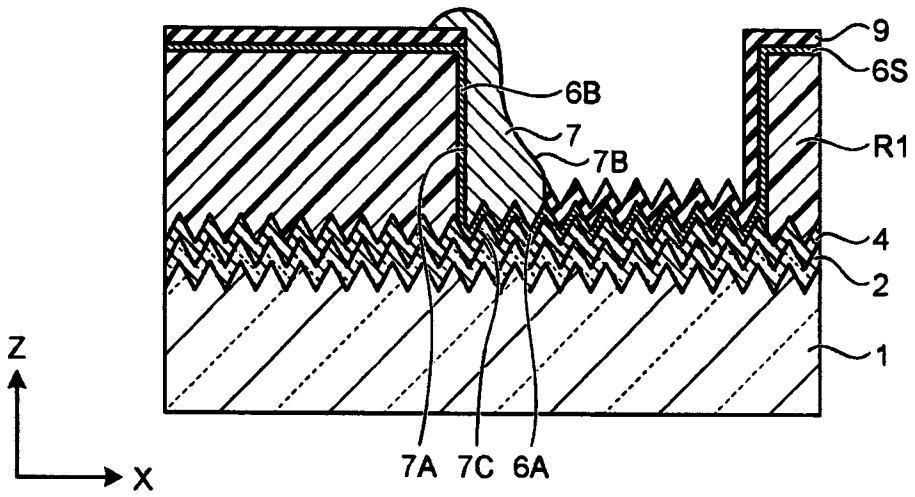
第32圖



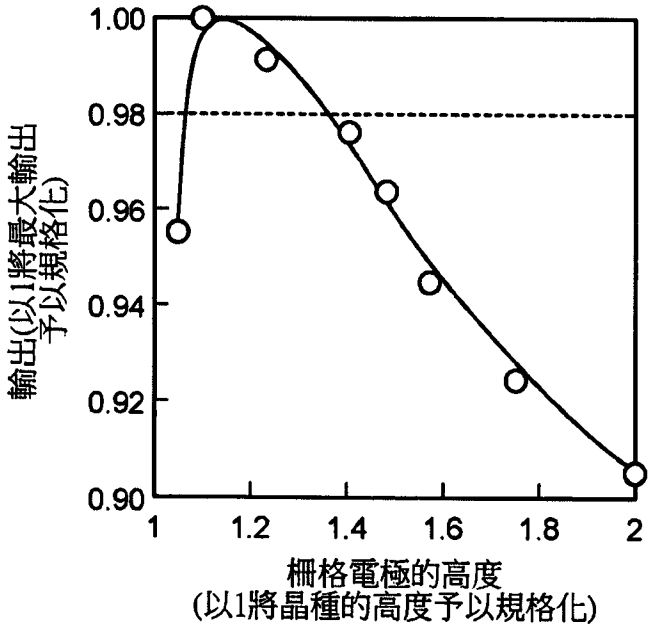
第33圖



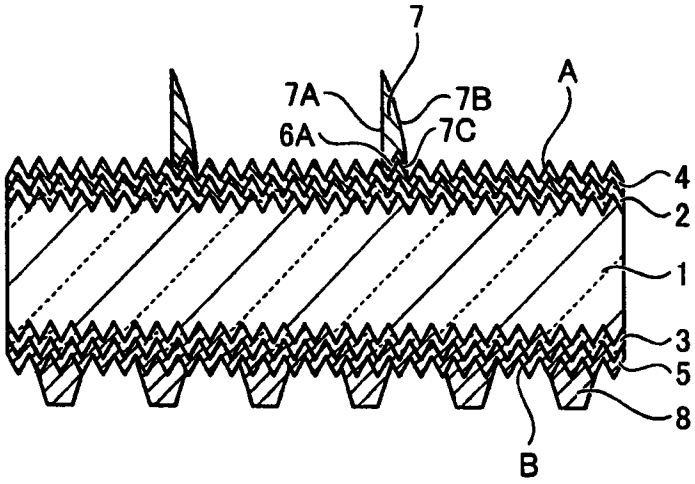
第34圖


9
6S
6B
7
7B
R1
4
2
1
Z
X
7A
7C
6A

第35圖


1.00
0.98
0.96
0.94
0.92
0.90
1
1.2
1.4
1.6
1.8
2
輸出(以1將最大輸出予以規格化)
柵格電極的高度
(以1將晶種的高度予以規格化)

第36圖



第37圖