



(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 201220513 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 05 月 16 日

---

(21)申請案號：100118296

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 05 月 25 日

(51)Int. Cl. : **H01L31/042 (2006.01)**

(30)優先權：2010/07/28 日本

2010-169231

(71)申請人：三菱重工業股份有限公司 (日本) MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD. (JP)  
日本

(72)發明人：秋保悠平 AKIHO, YUHEI (JP)；山根司 YAMANE, TSUKASA (JP)；西宮立享  
NISHIMIYA, TATSUYUKI (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：3 項 圖式數：13 共 43 頁

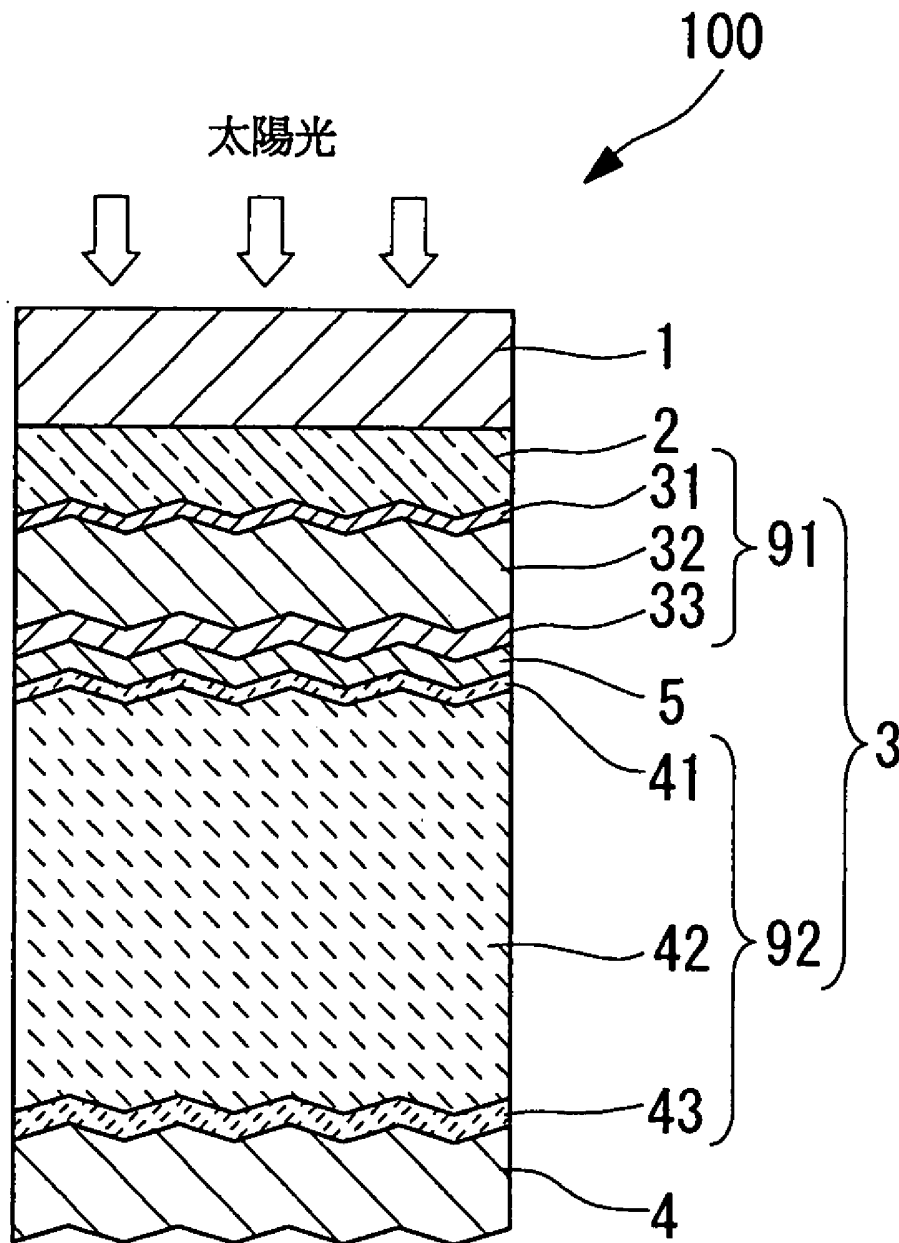
---

(54)名稱

光電變換裝置之製造方法

(57)摘要

本發明係提供一種可以簡單處理工序來提高光電變換裝置之輸出的製造方法。本光電變換裝置(100)之製造方法係具備下述工序，該工序係具備：於基板(1)上形成第 1 發電單元層(91)之工序、於該第 1 發電單元層(91)上形成中間接觸層(5)之工序、以及於該中間接觸層(5)上形成第 2 發電單元層(92)之工序，至少具備以下工序中的一種，於形成前述第 1 發電單元層(91)後，使前述基板(1)於大氣中、室溫下，保持 5 小時以上、25 小時以下之工序；及於形成前述中間接觸層(5)後，使前述基板(1)於大氣中、室溫下，保持 20 小時以上、50 小時以下之工序。



- 1：基板
- 2：透明電極層
- 3：光電變換層
- 4：背面電極層
- 5：中間接觸層
- 31：非晶矽 p 層
- 32：非晶矽 i 層
- 33：非晶矽 n 層
- 41：結晶矽 p 層
- 42：結晶矽 i 層
- 43：結晶矽 n 層
- 91：第 1 發電單元層
- 92：第 2 發電單元層
- 100：光電變換裝置



(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 201220513 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 05 月 16 日

---

(21)申請案號：100118296

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 05 月 25 日

(51)Int. Cl. : **H01L31/042 (2006.01)**

(30)優先權：2010/07/28 日本

2010-169231

(71)申請人：三菱重工業股份有限公司 (日本) MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD. (JP)  
日本

(72)發明人：秋保悠平 AKIHO, YUHEI (JP)；山根司 YAMANE, TSUKASA (JP)；西宮立享  
NISHIMIYA, TATSUYUKI (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：3 項 圖式數：13 共 43 頁

---

(54)名稱

光電變換裝置之製造方法

(57)摘要

本發明係提供一種可以簡單處理工序來提高光電變換裝置之輸出的製造方法。本光電變換裝置(100)之製造方法係具備下述工序，該工序係具備：於基板(1)上形成第 1 發電單元層(91)之工序、於該第 1 發電單元層(91)上形成中間接觸層(5)之工序、以及於該中間接觸層(5)上形成第 2 發電單元層(92)之工序，至少具備以下工序中的一種，於形成前述第 1 發電單元層(91)後，使前述基板(1)於大氣中、室溫下，保持 5 小時以上、25 小時以下之工序；及於形成前述中間接觸層(5)後，使前述基板(1)於大氣中、室溫下，保持 20 小時以上、50 小時以下之工序。

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明，係與光電變換裝置相關，尤其是，與以發電層之製膜所製作之薄膜系太陽電池相關。

### 【先前技術】

將太陽光之能量變換成電氣能量之光電變換裝置，具備由 p 型矽系半導體（p 層）、i 型矽系半導體（i 層）、及 n 型矽系半導體（n 層）所構成之光電變換層的薄膜矽系太陽電池係大家所熟知。薄膜矽系太陽電池之優點，在於容易大面積化，膜厚較薄，只有結晶系太陽電池之 1/100 程度，只需要較少材料即可。所以，薄膜矽系太陽電池，可以相對於結晶系太陽電池以較便宜的成本來製造。

在本技術分野，變換效率的提高是重要課題，故有人提出具有從基板側依序層積由非晶矽所構成之發電單元層及由結晶矽所構成之發電單元層之光電變換層的串列型太陽電池。串列型太陽電池，係以抑制非晶矽層及結晶矽層之間之摻雜物互相擴散、及調整光量分配為目的，而插入由透明導電膜所構成之中間接觸層。中間接觸層，一般係以配設 1 層 Ga 摻雜 ZnO（GZO）或 Al 摻雜 ZnO（AZO）等之透明導電膜來為之。

一般而言，光電變換層係以電漿 CVD 法來形成，中間接觸層則係以濺鍍法來形成。所以，於發電單元層之形

成及中間接觸層之形成之間，製模之層一度從真空環境開放成大氣環境。藉此，於發電單元層之表面形成矽系氧化膜或雜質層。應該是因爲此原因，導致光電變換裝置之性能降低。

爲了防止此種光電變換裝置之性能降低，採用了各種手段。

例如，專利文獻 1 記載著，於串列型太陽電池之製造上，於基板上形成第 1 光電變換單元（發電單元層），其後，藉由大氣中之曝露，而以氫等離子處理來除去形成於第 1 光電變換單元之最表面的氧化膜或異物後，再形成第 2 光電變換單元的方法。

專利文獻 2 則記載著，採用導電型非晶氧合矽作爲中間反射層，藉以連續形成中間反射層及光電變換單元，來迴避污染之影響的方法。

[專利文獻 1] 日本特開 2002-237608 號公報（申請專利範圍第 1 項，段落[0018]、[0022]）

[專利文獻 2] 日本特開 2005-135987 號公報（申請專利範圍第 1 項，段落[0055]、[0075]）

### 【發明內容】

生產線，若考慮各處理工序之運轉時間之調整、維修時期、及各處理工序間之中間品質檢查之運用的話，第 1 發電單元層、中間接觸層、及第 2 發電單元層，即使相較於專利文獻 2 所示之連續製模，也以利用不同裝置來進行

製膜為佳。

此外，專利文獻 1 之方法，必須實施氫等離子處理，因為氫等離子處理條件之管理及生產工序較為複雜，故有生產成本也隨之上昇的問題。

本發明之目的，係在提供一種以簡單的處理工序卻可提高光電變換裝置之輸出的製造方法。

為了解決上述課題，本發明係具備：於基板上形成第 1 發電單元層之工序、於該第 1 發電單元層上形成中間接觸層之工序、以及於該中間接觸層上形成第 2 發電單元層之工序之光電變換裝置的製造方法，其係至少具備：於形成前述第 1 發電單元層後，使前述基板於大氣中、室溫下，保持 5 小時以上、25 小時以下之工序；以及於形成前述中間接觸層後，使前述基板於大氣中、室溫下，保持 20 小時以上、50 小時以下之工序當中之至少其中一方。

藉由以上述條件形成第 1 發電單元層後，以上述範圍管理基板保持於大氣中之時間，可以有效地提高光電變換裝置之輸出。保持時間 5 小時以下，無法得到安定之輸出提高效果。另一方面，即使保持超過 25 小時，也無法確認到進一步提高性能，反而導致生產效率降低而不適合。

此外，本發明者們，經過審慎研究的結果，發現於中間接觸層之表面形成雜質層，也是光電變換裝置之性能降低的原因之一。即使以上述條件形成中間接觸層後，以上述範圍管理基板保持於大氣中之時間，也可有效地提高光

電變換裝置之輸出。故保持時間為 20 小時以下時，無法獲得安定之性能提高效果。即使保持時間超過 50 小時，不但無法進一步獲得提高性能的效果，反而使製造所需要的時間變長。

本發明，以組合實施：第 1 發電單元層形成後之保持工序、及中間接觸層形成後之保持工序為佳。

本發明之一實施方式，係以具備：於形成前述第 1 發電單元層後，使前述基板於大氣中、室溫下，保持 8 小時以上、20 小時以下之工序；及於形成前述中間接觸層後，使前述基板於大氣中、室溫下，保持 40 小時以上、50 小時以下之工序當中之至少其中一方為佳。

藉由以上述範圍管理：以上述條件形成第 1 發電單元層後，使基板保持於大氣中之時間；及中間接觸層形成後，使基板保持於大氣中之時間之至少其中一方，可以更確實地提高光電變換裝置之輸出。

此外，本發明之一實施方式，以使前述基板保持於等級 10 萬以下之無菌儲存設備內為佳。

藉由保持基板之環境為等級 10 萬以下之無菌儲存設備內，即使長時間之基板保持狀態，因為製膜於基板之膜面表面也沒有異物附著，故可更確實地提高光電變換裝置之輸出。

是以，藉由管理第 1 發電單元層形成後之保持工序、或中間接觸層形成後之保持工序，可以提高光電變換裝置之輸出。本發明，因為以簡單處理工序卻可實現光電變換

裝置之性能提高，同時也具有運轉時間之調整等較為容易之效果。

### 【實施方式】

第 1 圖，係本發明之光電變換裝置之構成概略圖。光電變換裝置 100，係串列型矽系太陽電池，具備：基板 1、透明電極層 2、太陽電池光電變換層 3 之第 1 發電單元層 91（非晶矽系）及第 2 發電單元層 92（結晶矽系）、中間接觸層 5、以及背面電極層 4。此外，此處，矽系係包含矽（Si）、矽碳化物（SiC）、及矽鍺（SiGe）在內之統稱。此外，結晶矽系，係指非晶矽系以外之矽系，包含微結晶矽及多結晶矽在內。

以製造太陽電池面板之工序為例，來針對本發明之一實施方式之光電變換裝置的製造方法進行說明。第 2 圖至第 5 圖，係本實施方式之太陽電池面板之製造方法的概略圖。

#### （1）第 2（a）圖

基板 1，係使用面積超過  $1\text{m}^2$  之大型之鈉平板玻璃基板（例如， $1.4\text{m}\times 1.1\text{m}\times$ 板厚：3.0mm 至 4.5mm）。基板端面，為了防止熱應力或衝擊等所造成之破損，以實施角部倒角或 R 倒角加工為佳。

#### （2）第 2（b）圖

透明電極層 2，係利用熱 CVD 裝置，以約 500℃，實施以氧化錫（ $\text{SnO}_2$ ）為主要成份之膜厚約 500nm 以上、900nm 以下之透明導電膜的製模。此時，於透明導電膜之表面，形成適度凹凸之紋理。透明電極層 2，除了透明導電膜以外，尚可於基板 1 與透明導電膜之間形成為鹼性勢壘膜（未圖示）。鹼性勢壘膜，係利用熱 CVD 裝置，以約 500℃，實施 20nm 至 50nm 之氧化矽膜（ $\text{SiO}_2$ ）的製膜處理。

### （3）第 2（c）圖

其後，將基板 1 設置於 X-Y 工作台，如圖之箭頭所示，從透明電極膜之膜面側照射 YAG 雷射之第 1 諧波（1064nm）。以使加工速度成為適當之方式來調整雷射功率，以使透明電極膜相對垂直於發電單元 7 之直列連結方向的方向，使基板 1 及雷射光相對移動，而以形成寬度約 6mm 至 15mm 之特定寬度之條狀溝 10 的方式來進行雷射蝕刻。

### （4）第 2（d）圖

第 1 發電單元層 91，係利用電漿 CVD 裝置，來實施由非晶矽薄膜所構成之 p 層、i 層、及 n 層之製膜。以  $\text{SiH}_4$  氣體及  $\text{H}_2$  氣體作為主原料，於減壓環境：30Pa 以上、1000Pa 以下、基板溫度：約 200℃，在透明電極層 2 上，依序從太陽光之射入側實施非晶矽 p 層 31、非晶矽 i 層

32、非晶矽 n 層 33 之製膜。非晶矽 p 層 31，係以非晶之 B 摻雜矽為主，膜厚為 10nm 以上、30nm 以下。非晶矽 i 層 32，膜厚為 200nm 以上 350nm 以下。非晶矽 n 層 33，係以於非晶矽含有微結晶矽之 P 摻雜矽為主，膜厚為 30nm 以上、50nm 以下。亦可以於非晶矽 p 層 31 及非晶矽 i 層 32 之間，以提高界面特性為目的而配設著緩衝層。

形成第 1 發電單元層 91 後，將基板從電漿 CVD 裝置搬出。於第 1 發電單元層 91 之製膜後至中間接觸層 5 之製膜為止之期間，將形成著第 1 發電單元層之基板，保持於大氣中、室溫下（20℃至 28℃程度）（保持處理工序 A）。處理時間，為 5 小時以上、25 小時以下，最好為 8 小時以上、20 小時以下。此外，本工序之處理時間，係定義成從第 1 發電單元層 91 之製膜結束後至中間接觸層 5 之製膜開始為止之時間。

保持基板時，應將基板保管於無菌儲存設備內（等級 1 萬至 10 萬程度）等，考慮到異物附著於第 1 發電單元層表面之問題。

此外，等級 1 萬及等級 10 萬，係指於 1ft<sup>3</sup> 之空間，0.3 μm 以上之粒子數分別為 1 萬以下、10 萬以下。此外，工廠不必整體為無菌儲存設備，只要搬送及保持基板之空間的儲存設備內為等級 1 萬或等級 10 萬以下即可。

於第 1 發電單元層 91 上，配設著用以改善接觸性及用以取得電流整合性為目的之作為半反射膜的中間接觸層

5。中間接觸層 5，係以濺鍍裝置，利用標靶：Ga 摻雜 ZnO 燒結體或 Al 摻雜 ZnO 燒結體，實施膜厚：20nm 以上、100nm 以下之 Ga 或 Al 摻雜 ZnO 膜之製膜。

形成中間接觸層 5 後，從濺鍍裝置搬出基板。從中間接觸層 5 之製膜後至第 2 發電單元層 92 之製膜之期間，將基板保持於大氣中、室溫下（保持處理工序 B）。處理時間，為 20 小時以上、50 小時以下，最好為 40 小時以上、50 小時以下。此外，本工序之處理時間，係定義成中間接觸層 5 之製膜結束後至第 2 發電單元層 92 之製膜開始之時間。

本工序，也以將基板保管於無菌儲存設備內而考慮到異物附著於中間接觸層表面之問題為佳。

本實施方式，可以只實施保持處理工序 A 或保持處理工序 B，也可以雙方都實施。

其次，於中間接觸層 5 之上，利用電漿 CVD 裝置，在減壓環境：3000Pa 以下、基板溫度：約 200℃、電漿發生頻率：40MHz 以上、100MHz 以下的狀態下，依序實施第 2 發電單元層 92 之結晶矽 p 層 41、結晶矽 i 層 42、及結晶矽 n 層 43 的製膜。結晶質矽 p 層 41，係以摻雜著 B 之微結晶矽為主，膜厚為 10nm 以上、50nm 以下。結晶矽 i 層 42，係以微結晶矽為主，膜厚為 1.2  $\mu$ m 以上、3.0  $\mu$ m 以下。結晶矽 n 層 43，係以摻雜著 P 之微結晶矽為主，膜厚為 20nm 以上、50nm 以下。此外，結晶矽 n 層，亦可置換成非晶矽 n 層。

以電漿 CVD 法形成以微結晶矽為主之 i 層膜時，電漿放電電極與基板 1 之表面的距離 d，以 3mm 以上、10mm 以下為佳。小於 3mm 的話，以對應於大型基板之製膜室內之各構成機器精度而言，難以使距離 d 保持一定，而且，太近可能導致放電的不安定。大於 10mm 的話，則難以得到充份之製膜速度（1nm/s 以上），而且，電漿之均一性降低，離子衝擊導致膜質降低。

#### （5）第 2（e）圖

將基板 1 設置於 X-Y 工作台，如圖之箭頭所示，從光電變換層 3 之膜面側，照射雷射二極體激發 YAG 雷射之第 2 諧波（532nm）。脈衝振盪：10kHz 至 20kHz，以加工速度成為適當之方式來調整雷射功率，以於從透明電極層 2 之雷射蝕刻線之約 100 $\mu$ m 至 150 $\mu$ m 之橫側形成溝 11 之方式來實施雷射蝕刻。此外，該雷射亦可以從基板 1 側照射，此時，因為可以利用為光電變換層 3 之第 1 發電單元層 91 所吸收之能量而發生之高蒸氣壓，來蝕刻光電變換層 3，故可以實施更為安定之雷射蝕刻加工。雷射蝕刻線之位置，應以不會與前工序之蝕刻線交叉並考慮定位公差下來進行選擇。

#### （6）第 3（a）圖

背面電極層 4，係利用濺鍍裝置，在減壓環境、製膜溫度：150℃至 200℃下，實施 Ag 膜/Ti 膜之製膜。本實

施方式，係依序層積 Ag 膜：150nm 以上、500nm 以下、及用以保護其之高防蝕效果的 Ti 膜；10nm 以上、20nm 以下。或者，背面電極層 4，亦可以為具有 25nm 至 100nm 之膜厚的 Ag 膜、及具有 15nm 至 500nm 之膜厚的 Al 膜之層積構造。此外，串列型太陽電池等需要 600nm 以上之長波長側反射光者時，亦可以為具有約 100nm 至 450nm 之膜厚的 Cu 膜、及具有約 5nm 至 150nm 之膜厚的 Ti 膜之層積構造。

以 n 層 43 與背面電極層 4 之接觸電阻的降低及光反射的提高為目的，亦可以於光電變換層 3 與背面電極層 4 之間，利用濺鍍裝置，配設膜厚：50nm 以上、100nm 以下之摻雜著 Ga 或 Al 之 ZnO 膜。

#### (7) 第 3 (b) 圖

將基板 1 設置於 X-Y 工作台，如圖之箭頭所示，從基板 1 側照射雷射二極體激發 YAG 雷射之第 2 諧波（532nm）。雷射光為光電變換層 3 所吸收，利用此時所發生之高氣體蒸氣壓，爆裂背面電極層 4 來除去。調整成脈衝振盪：1kHz 以上、50kHz 以下之雷射功率，使其成為適當之加工速度，而以形成溝 12 之方式，來實施透明電極層 2 之雷射蝕刻線之 250  $\mu$ m 至 400  $\mu$ m 之橫側的雷射蝕刻。

#### (8) 第 3 (c) 圖及第 4 (a) 圖

區分發電區域，對基板端週邊之膜端部實施雷射蝕刻，來防止直列連結部分發生短路。將基板 1 設置於 X-Y 工作台，從基板 1 側照射雷射二極體激發 YAG 雷射之第 2 諧波（532nm）。雷射光為透明電極層 2 及光電變換層 3 所吸收，利用此時所發生之高氣體蒸氣壓，使背面電極層 4 爆裂，來除去背面電極層 4/光電變換層 3/透明電極層 2。調整脈衝振盪：1kHz 以上、50kHz 以下之雷射功率，使其成為適當之加工速度，對從基板 1 之端部之 5mm 至 20mm 之位置，如第 3（c）圖所示，以形成 X 方向絕緣溝 15 之方式來實施雷射蝕刻。此外，第 3（c）圖，因為係切斷直列連結著光電變換層 3 之方向的 X 方向剖面圖，原本於絕緣溝 15 之位置，應圖示著相當於已被膜研磨除去之背面電極層 4/光電變換層 3/透明電極層 2 之周圍膜除去區域 14 的區域狀態（參照第 4（a）圖），然而，為了方便針對基板 1 之端部之加工的說明，而於該位置，利用圖示著 Y 方向剖面之所形成之絕緣溝來進行 X 方向絕緣溝 15 的說明。此時，Y 方向絕緣溝，因為於後工序實施基板 1 周圍膜除去區域之膜面研磨除去處理，故無配設必要。

藉由絕緣溝 15 之蝕刻只從基板 1 端實施至 5mm～15mm 之位置，對於抑制外部之水份從太陽電池面板端部浸入太陽電池模組 6 之內部，呈現極為優良的效果。

此外，至以上為止之工序所使用之雷射光，係 YAG 雷射，然而，亦可以相同方式來使用 YVO4 雷射及光纖雷

射等。

(9) 第 4 (a: 從太陽電池膜面側觀察時, b: 從受光面之基板側觀察時) 圖

爲了確保後工序之介由 EVA 等與背板 24 之健全接著・板面, 基板 1 週邊 (周圍膜除去區域 14) 之層積膜, 有落差的話, 則容易剝離, 故除去該膜而形成周圍膜除去區域 14。藉由除去從基板 1 之端至 5mm~20mm 之基板 1 之全部周圍的膜, 在 X 方向, 於比前述第 3 (c) 圖之工序所配設之絕緣溝 15 更靠近基板端側, 在 Y 方向, 於比基板端側部附近之溝 10 更靠近基板端側, 利用磨石研磨或吹磨等來除去背面電極層 4/光電變換層 3/透明電極層 2。

研磨屑及磨料, 則以基板 1 之洗淨處理來除去。

(10) 第 5 (a)、(b) 圖

以從利用由直列並排之其中一方端之發電單元 7 之背面電極層 4、及連結於另一方端部之發電單元 7 之集電用單元之背面電極層 4 所構成之銅箔所集電之太陽電池面板背側之端子箱 23 之部分取出電力之方式來進行處理。集電用銅箔, 爲了防止各部之短路, 配置著比銅箔寬度更寬之絕緣片。

將集電用銅箔等配置於特定位置後, 以覆蓋太陽電池模組 6 之整體而不會從基板 1 凸出之方式, 以 EVA (乙

烯-醋酸乙烯共聚物)等配置接著充填材片。

於接著充填材片之上，設置高防水效果之背板 24。  
背板 24，於本實施方式，以高防水防濕效果之 PET 片/A1  
箔/PET 片之 3 層構造來構成。

於背板 24 之端子箱 23 之裝設部分，配設著開口貫通  
窗，用以取出集電用銅箔。該開口貫通窗部分，於背板  
24 與背面電極層 4 之間，設置著複數層之絕緣材來抑制  
水份等從外部侵入。

將完成至將背板 24 配置於特定位置為止之物，以層  
壓裝置，於減壓環境下實施內部之脫氣，於約 150℃ 至  
160℃ 下，一邊進行衝壓一邊以接著充填材片 (EVA) 作  
為架橋使其密貼，來實施密封處理。

此外，接著充填材片，並未限定為 EVA，亦可以利用  
PVB (聚乙烯丁醛)等具有類似機能之接著充填材。此  
時，只要以適當之壓著手續、溫度、及時間等條件來執行  
處理即可。

#### (11) 第 5 (a) 圖

將端子箱 23 以接著劑裝設於太陽電池模組 6 之背側  
。

#### (12) 第 5 (b) 圖

以焊錫等連結銅箔及端子箱 23 之輸出纜線，端子箱  
23 之內部以充填密封劑 (封裝劑) 來使其密閉。即完成

太陽電池面板 50。

## (13) 第 5 (c) 圖

針對以至第 5 (b) 圖之工序所形成之太陽電池面板 50，實施發電檢查、及特定之性能試驗。發電檢查，係以 AM1.5、全天日射基準太陽光 ( $1000\text{W/m}^2$ ) 之太陽模擬器來實施。此外，發電檢查，可以於太陽電池面板 50 完全完成後再實施，亦可以在鋁框裝設前實施。

## (14) 第 5 (d) 圖

於發電檢查 (第 5 (c) 圖) 前後，實施包括外觀檢查在內之特定性能檢查。

## (15) 第 6 圖

將用以對太陽電池模組 6 賦予強度及作為裝設座之鋁框，裝設於太陽電池模組 6 之周圍。以於太陽電池模組 6 與鋁框 103L、103S 之間介由橡膠製之襯墊等來一邊保持彈性一邊確實固定為佳。

以上，即完成太陽電池面板 50。

## (實施例 1：保持處理工序 A 之效果)

1. 於  $4\text{m}\times 1.1\text{m}$  之玻璃基板上，製作具有第 1 圖所示之層積構造的太陽電池模組。各層之膜厚如下所示。

透明電極層 2：800nm

第 1 發電單元層 91：p 層為 10nm 至 20nm、i 層為 200nm、n 層為 30nm 至 40nm

中間接觸層（GZO 膜）5：50nm 至 90nm，Ga 摻雜量 0.5 質量%

第 2 發電單元層 92：p 層為 20nm 至 30nm、i 層為 1.5  $\mu\text{m}$  至 1.8  $\mu\text{m}$ ，n 層為 30nm 至 40nm

背面電極層（Ag 膜）5：250nm

第 1 發電單元層 91 之 i 層的製膜條件，係高頻電力： $0.06\text{W}/\text{cm}^2$  至  $0.10\text{W}/\text{cm}^2$ 、氫稀釋率（ $\text{H}_2$  氣體流量/ $\text{SiH}_4$  氣體流量）：2 倍至 3 倍、製膜壓力：150Pa 至 250Pa。

第 1 發電單元層之製膜後，在管理於室溫（平均溫度：22℃ 至 27℃）之等級 10 萬以下之無菌儲存設備內之儲存設備或儲存設備內部之管理於等級 10 萬以下之無菌儲存設備內部、處理時間：0 小時至 80 小時之條件下，實施保持處理工序 A。

中間接觸層 5 之製膜條件，係高頻電力： $0.2\text{W}/\text{cm}^2$  至  $0.25\text{W}/\text{cm}^2$ 、氧氣體導入量：0.5 體積% 至 1 體積%、製膜壓力：0.3Pa 至 0.5Pa。

第 2 發電層 92 之 i 層的製膜條件，係高頻電力  $1.0\text{W}/\text{cm}^2$  至  $1.5\text{W}/\text{cm}^2$ 、氫稀釋率：45 倍至 60 倍、製膜壓力：1500Pa 至 2500Pa。

第 7 圖，係保持處理工序 A 之處理時間、與所製造之太陽電池模組之輸出及短路電流之關係。該圖中，橫軸係處理時間，左縱軸係輸出比，右縱軸係短路電流比。第

8 圖，係保持處理工序 A 之處理時間、與所製造之太陽電池模組之開放電壓及形狀因子之關係。該圖中，橫軸係處理時間，左縱軸係開放電壓比，右縱軸係形狀因子比。此外，輸出比、短路電流比、開放電壓比、以及形狀因子比，係以 0 小時至 1 小時之處理時間之太陽電池模組之輸出、短路電流、開放電壓、及形狀因子之各平均值所標準化之值。

第 7 圖及第 8 圖之圖中，處理時間，0 小時至 10 小時係以每 1 小時區分，並計算各評估項目之平均值。處理時間為 10 小時以上，則以每 10 時間進行區分，並計算各評估項目之平均值。

如第 7 圖所示，處理時間至 5 小時之期間，呈現輸出比隨著短路電流比之增大而增大的傾向。處理時間為 5 小時以上，係呈現短路電流比及輸出比增大傾向減少的情形，處理時間為 10 小時以上，大致沒有變化，參照處理時間為 10 小時至 50 小時之結果的話，則即使處理時間更長，輸出增大之效果也達到飽和。此外，處理時間為 70 小時至 80 小時之輸出比及短路電流比，則反而呈現降低的傾向。以 20 至 30 小時之處理時間之平均值而言，輸出比平均提高 1.5%，短路電流比則平均提高 1.1%。

由以上之結果可以得知，處理時間必須為 5 小時以上。為了得到安定之高輸出，以 8 小時以上之處理時間為佳。若考慮縮短至完成一連串之太陽電池製造的需要時間、或以保持處理已完成第 1 發電單元層之製膜之基板之儲存

設備之容量的話，處理時間愈短愈好，而以安定之高輸出而言，應為 25 小時以下，最好為 20 小時以下。

相對於此，如第 8 圖所示，開放電壓比及形狀因子比，於實施試驗之處理時間，幾乎沒有變化。

因為以保持處理工序 A 來增加太陽電池之短路電流，應可理解到，第 1 發電單元層 91 (n 層 33) 及中間接觸層 5 之間的反射率增大，第 1 發電單元層 91 所發生之電流增大的情形。推測其原因，係因為保持處理工序 A 之製膜後的大氣曝露，而於第 1 發電單元層之 n 層 33 表面形成極薄之矽之自然氧化膜。該自然氧化膜較厚時，因為電阻較大而較佳。如本實施例所示，推測應是 5 小時至 25 小時之保持處理，形成數 nm 程度之薄自然氧化膜，而使氧介在於中間接觸層 5 之界面，進而產生有效地提高第 1 發電單元層 91/中間接觸層 5 之界面之反射率的作用。

於該第 1 發電單元層 91 之 n 層 33 表面形成極薄、不會過厚之矽之自然氧化膜上，將形成著第 1 發電單元層 91 之基板在室溫下以特定時間保持於大氣中之處理工序係確實而簡易的處理方法。

(實施例 2：保持處理工序 B 之效果)

1. 於  $4\text{m} \times 1.1\text{m}$  之玻璃基板上，製作具有第 1 圖所示之層積構造的太陽電池模組。

各層之膜厚及製膜條件，係與實施例 1 相同。實施例 2，不實施保持處理工序 A，而係於中間接觸層之製膜後

，在管理於室溫（平均溫度：22℃至 27℃）之無菌儲存設備內之儲存設備或無菌儲存設備內、處理時間：0 小時至 60 小時之條件下，實施保持處理工序 B。

第 9 圖，係保持處理工序 B 之處理時間、與所製造之太陽電池模組之輸出及短路電流之關係。該圖中，橫軸係處理時間，左縱軸係輸出比，右縱軸係短路電流比。第 10 圖，係保持處理工序 B 之處理時間、與所製造之太陽電池模組之開放電壓及形狀因子之關係。該圖中，橫軸係處理時間，左縱軸係開放電壓比，右縱軸係形狀因子比。輸出比，短路電流比、開放電壓比、以及形狀因子比，其定義係與第 7 圖及第 8 圖相同。

第 9 圖及第 10 圖之圖中，處理時間，0 小時至 10 小時係以每小時來區分、10 小時至 20 小時係以每 2 小時來區分、20 小時至 40 小時係以每 4 小時來區分、40 小時至 60 小時係以每 10 小時來區分，並計算各評估項目之平均值。

如第 9 圖所示，處理時間愈長，則輸出比愈為增大。至 20 小時為止之處理時間，輸出比之誤差較大，然而，20 小時以上的話，輸出比則呈現安定。40 小時以上之處理時間的話，則輸出更為增大。輸出比，於 50 小時至 60 小時之處理時間之平均值，提高 2.4%。處理時間即使超過 50 小時，輸出比幾乎沒有更進一步增大。此外，處理時間超過 50 小時（2 日間以上）的話，因為用以保持處理已完成第 2 發電單元層 92 之製膜之基板之儲存設備的

容量過大，判斷其以上之處理時間，無法得到相對於處理時間之輸出比的提高效果。

以 20 小時至 30 小時之處理時間為界，增加傾向呈現減少，在 30 小時至 40 小時之處理時間之期間，觀察到開放電壓及形狀因子的增大，開放電壓比平均提高 0.6%，形狀因子比平均提高 1.0%。然而，上述 40 小時之處理時間，短路電流幾乎沒有增加。亦即，保持處理工序 B，於起始階段，開放電壓及形狀因子之增大，對於輸出增大有所貢獻。

另一方面，處理時間比 30 小時至 40 小時更長的話，開放電壓及形狀因子幾乎沒有變化，然而，40 小時以上之處理時間，觀察到短路電流的增大。短路電流比，處理時間 50 至 60 小時之平均值增加了 0.8%。

第 11 圖，係針對模擬中間接觸層 5 而單獨形成有 GZO 膜（Ga 摻雜量 0.5 質量%）之玻璃基板，以與保持處理工序 B 相同條件進行保持時之光學特性的變化圖。該圖中，橫軸係處理時間，縱軸係分別為波長 600nm、700nm、800nm 之透射率及反射率之和（從 100% 減去吸收率者，相當於內部透射率）。

由第 11 圖之結果可以得知，製膜後，中間接觸層因為缺氧而發生若干著色，然而，從大氣開放約 10 小時程度，即開始回復缺氧。第 11 圖中，保持時間超過 50 小時的話，幾乎未觀察到光學特性的變化。

由第 9 圖至第 11 圖之結果可以推測，保持處理工序

B 之所以能提高輸出之理由，係於至 40 小時為止之處理時間之初期階段，係因為在大氣曝露中，親和性導致存在於大氣中之氧吸附於中間接觸層 5 表面之氧原子而形成氧吸收層，在第 2 發電單元層 92 之 p 層 41 之製膜時，起緣於氫電漿等之中間接觸層之耐還原性獲得提高，而且，中間接觸層 5 之表面為均一之氧化膜，故於第 2 發電單元層 92 之 p 層 41 之製膜初期階段，促進了均一之膜成長，而使中間接觸層 5 及 p 層 41 之界面特性更為均一化。此外，40 小時以上之處理時間，應該是因為持續對中間接觸層 5 之膜內供給氧，缺氧情形消失而提高了中間接觸層 5 之透射率，進而增大了對第 2 發電單元層 92 之射入光量。

於該中間接觸層 5 之表面，形成均一之氧吸附層，此外，再針對中間接觸層 5 之膜內供給所欠缺之氧時，將形成著中間接觸層 5 之基板於大氣中、以特定時間保持於室溫下之處理工序，係確實而簡易之處理方法。

（實施例 3：保持處理工序 A 及保持處理工序 B 之組合）

1. 於  $4\text{m} \times 1.1\text{m}$  之玻璃基板上，製作具有第 1 圖所示之層積構造的太陽電池模組 6。各層之膜厚及製膜條件，與實施例 1 相同。實施例 3，係在上述條件下，實施保持處理工序 A 及保持處理工序 B。

第 12 圖，係將保持處理工序 A 之處理時間分類成 0 小時至 1 小時、及 5 小時以上（25 小時以下）時，太陽

電池模組之輸出與保持處理工序 B 之處理時間的關係。該圖中，橫軸係處理時間，縱軸係輸出比。輸出比，係以保持處理工序 A 及 B 之處理時間分別為 0 小時至 1 小時時之平均值所標準化之值。

第 13 圖，係將保持處理工序 A 之處理時間分類成 0 小時至 1 小時、及 5 小時以上（25 小時以下）時，太陽電池模組之開放電壓、形狀因子、及短路電流、與保持處理工序 B 之處理時間的關係。該圖中，橫軸係處理時間，左縱軸係開放電壓比及形狀因子比，右縱軸係短路電流比。開放電壓比、形狀因子比、及短路電流比，係以保持處理工序 A 及 B 之處理時間分別為 0 小時至 1 小時之平均值所標準化之值。

第 12 圖及第 13 圖中，處理時間，0 小時至 2 小時以每 1 小時來區分，10 小時至 20 小時以每 2 小時來區分，20 小時至 36 小時則以每 4 小時來區分，並計算各評估項目之平均值。此外，計算 2 小時至 5 小時、5 小時至 10 小時、36 小時至 50 小時、以及 50 小時至 60 小時之各評估項目的平均值。

參照第 12 圖，輸出比，在保持處理工序 A：5 小時以上、保持處理工序 B：50 小時至 60 小時之條件下，平均提高 2.8%。其中，保持處理工序 A 所賦予之部分（相當於第 12 圖中之（2））為 0.8%，而保持處理工序 B 所賦予之部分（相當於第 12 圖中之（1））為 2.0%。與實施例 1 及實施例 2 進行比較，各保持處理工序之輸出提高

效果，比各自單獨實施時之各提高值的合計值低了約 20 % 至 50 % 程度，然而，藉由保持處理工序 A 及保持處理工序 B 之組合，可以得到進一步的性能提高。推測其係因為將射入太陽電池模組 6 之光能量利用於第 1 發電單元層 91 及第 2 發電單元層 92 之發電的互相分配時，保持處理工序 B 之效果對保持處理工序 A 之效果所產生的影響。

如第 13 圖所示，短路電流比，依據保持處理工序 A 之處理時間，可以觀察到差異。開放電壓比及形狀因子比，保持處理工序 A 幾乎沒有影響，保持處理工序 B 之處理時間愈長則增加愈為明顯。其係與實施例 1 及實施例 2 所說明之傾向一致。

於第 1 發電單元層 91 之 n 層 33 表面形成極薄之矽之自然氧化膜，此外，對中間接觸層 5 之表面及膜中進行氧之供給，用以將形成著第 1 發電單元層 91 及中間接觸層 5 之階段之基板，在大氣中、以特定時間保持於室溫下之處理工序，係確實而簡易的處理方法。

實施例 1 至實施例 3 之保持處理工序 A 及保持處理工序 B，係將處理對象之基板以特定時間保持於大氣中、室溫下之處理工序，然而，特定溫度範圍內之室溫並無限制的必要。室溫之管理範圍變化時，只要對應該變化之管理範圍之室溫來適度地重新設定處理時間即可。

例如，以在 40℃ 至 50℃ 之溫風下而維持稍高於室溫之溫度的儲存設備進行處理，可以縮短處理時間。

此時，環境溫度及處理時間，可以利用本發明之主旨

內所選擇之試驗，來設定適當的時間。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係以本發明之光電變換裝置之製造方法所製造之光電變換裝置之構成概略圖。

第 2 圖係用以說明利用本發明之光電變換裝置之製造方法來製造太陽電池面板之一實施方式的概略圖。

第 3 圖係用以說明利用本發明之光電變換裝置之製造方法來製造太陽電池面板之一實施方式的概略圖。

第 4 圖係用以說明利用本發明之光電變換裝置之製造方法來製造太陽電池面板之一實施方式的概略圖。

第 5 圖係用以說明利用本發明之光電變換裝置之製造方法來製造太陽電池面板之一實施方式的概略圖。

第 6 圖係用以說明利用本發明之光電變換裝置之製造方法來製造太陽電池面板之一實施方式的概略圖。

第 7 圖係保持處理工序 A 之處理時間、與所製造之太陽電池模組之輸出及短路電流的關係圖。

第 8 圖係保持處理工序 A 之處理時間、與所製造之太陽電池模組之開放電壓及形狀因子的關係圖。

第 9 圖係保持處理工序 B 之處理時間、與所製造之太陽電池模組之輸出及短路電流的關係圖。

第 10 圖係保持處理工序 B 之處理時間、與所製造之太陽電池模組之開放電壓及形狀因子的關係圖。

第 11 圖係保持處理工序時間對中間接觸層之光學特

性的影響圖。

第 12 圖係實施保持處理工序 A 及保持處理工序 B 時，保持處理工序 B 之處理時間、與所製造之太陽電池模組之輸出的關係圖。

第 13 圖係實施保持處理工序 A 及保持處理工序 B 時，保持處理工序 B 之處理時間、與所製造之太陽電池模組之開放電壓、形狀因子、及短路電流的關係圖。

## 【主要元件符號說明】

- 1：基板
- 2：透明電極層
- 3：光電變換層
- 4：背面電極層
- 5：中間接觸層
- 6：太陽電池模組
- 7：發電單元
- 31：非晶矽 P 層
- 32：非晶矽 i 層
- 33：非晶矽 n 層
- 41：結晶矽 p 層
- 42：結晶矽 i 層
- 43：結晶矽 n 層
- 50：太陽電池面板
- 91：第 1 發電單元層

92：第 2 發電單元層

100：光電變換裝置

103L、103S：鋁框

# 發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：100118296

※申請日：100 年 05 月 25 日

※IPC 分類：

H01L 31/042 2006.01

一、發明名稱：(中文／英文)

光電變換裝置之製造方法

## 二、中文發明摘要：

本發明係提供一種可以簡單處理工序來提高光電變換裝置之輸出的製造方法。本光電變換裝置(100)之製造方法係具備下述工序，該工序係具備：於基板(1)上形成第1發電單元層(91)之工序、於該第1發電單元層(91)上形成中間接觸層(5)之工序、以及於該中間接觸層(5)上形成第2發電單元層(92)之工序，至少具備以下工序中之一種，於形成前述第1發電單元層(91)後，使前述基板(1)於大氣中、室溫下，保持5小時以上、25小時以下之工序；及於形成前述中間接觸層(5)後，使前述基板(1)於大氣中、室溫下，保持20小時以上、50小時以下之工序。

三、英文發明摘要：

**七、申請專利範圍：**

1. 一種光電變換裝置之製造方法，其係具備含有下述工序：於基板上形成第 1 發電單元層之工序、於該第 1 發電單元層上形成中間接觸層之工序、以及於該中間接觸層上形成第 2 發電單元層之工序，其特徵為：

至少具備以下工序中之一種，

於形成前述第 1 發電單元層後，使前述基板於大氣中、室溫下，保持 5 小時以上、25 小時以下之工序；及

於形成前述中間接觸層後，使前述基板於大氣中、室溫下，保持 20 小時以上、50 小時以下之工序。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之光電變換裝置之製造方法，其中

至少具備以下工序中之一種，

於形成前述第 1 發電單元層後，使前述基板於大氣中、室溫下，保持 8 小時以上、20 小時以下之工序；及

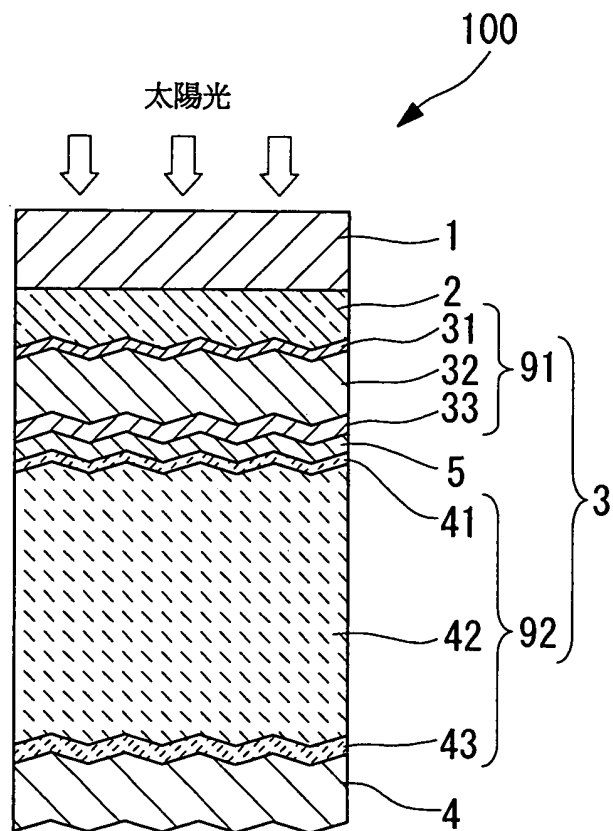
於形成前述中間接觸層後，使前述基板於大氣中、室溫下，保持 40 小時以上、50 小時以下之工序。

3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所述之光電變換裝置之製造方法，其中

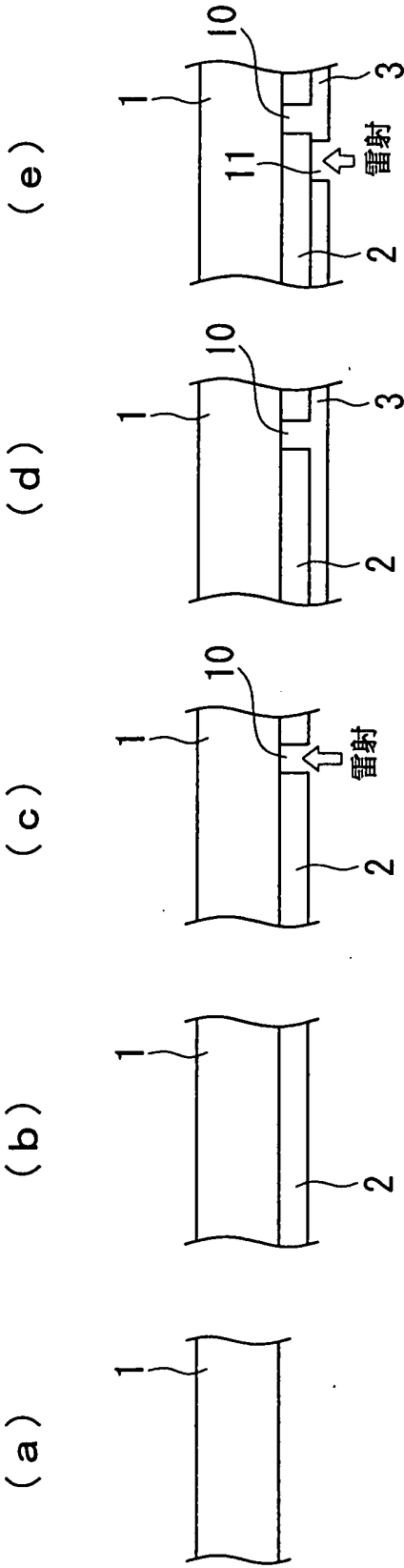
將前述基板保持於等級 10 萬以下之無菌儲存設備內

。

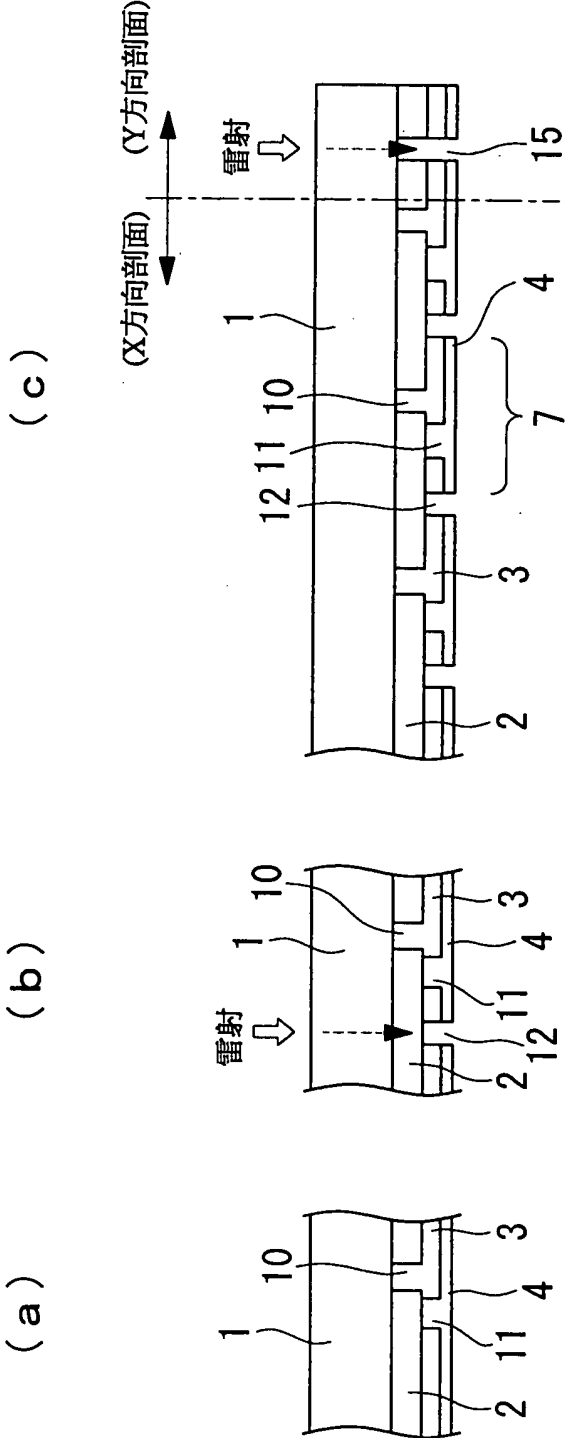
第1圖



第2圖

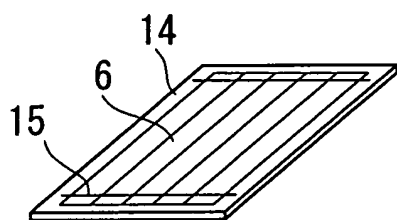


第3圖

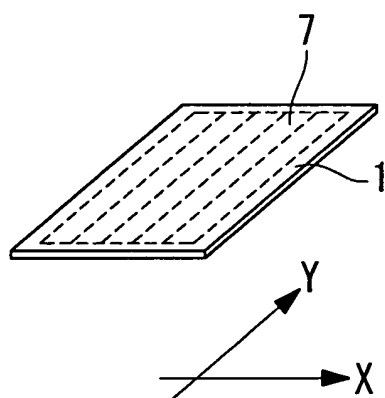


# 第4圖

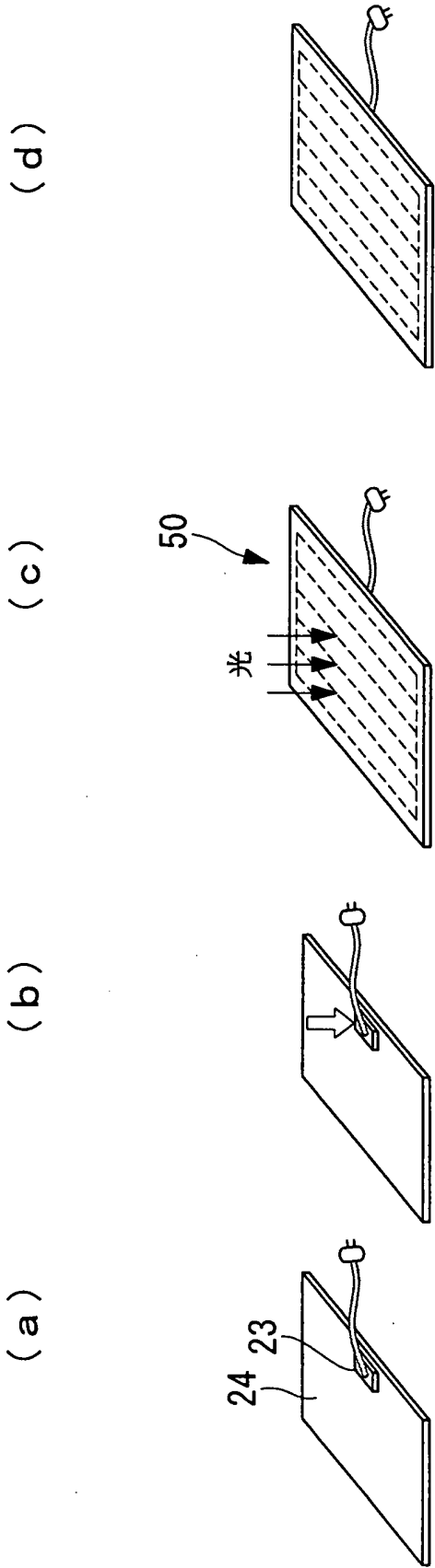
(a)



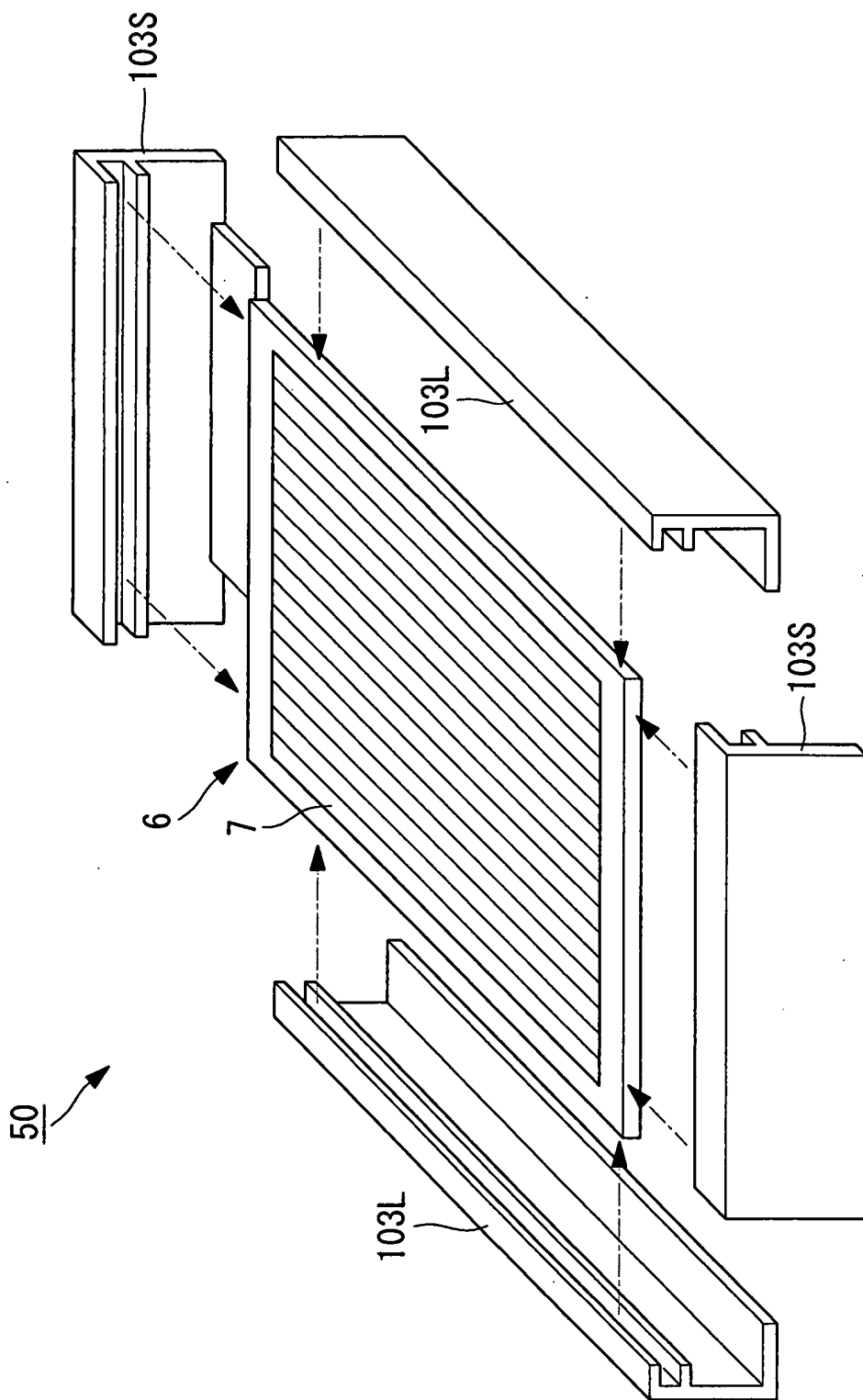
(b)



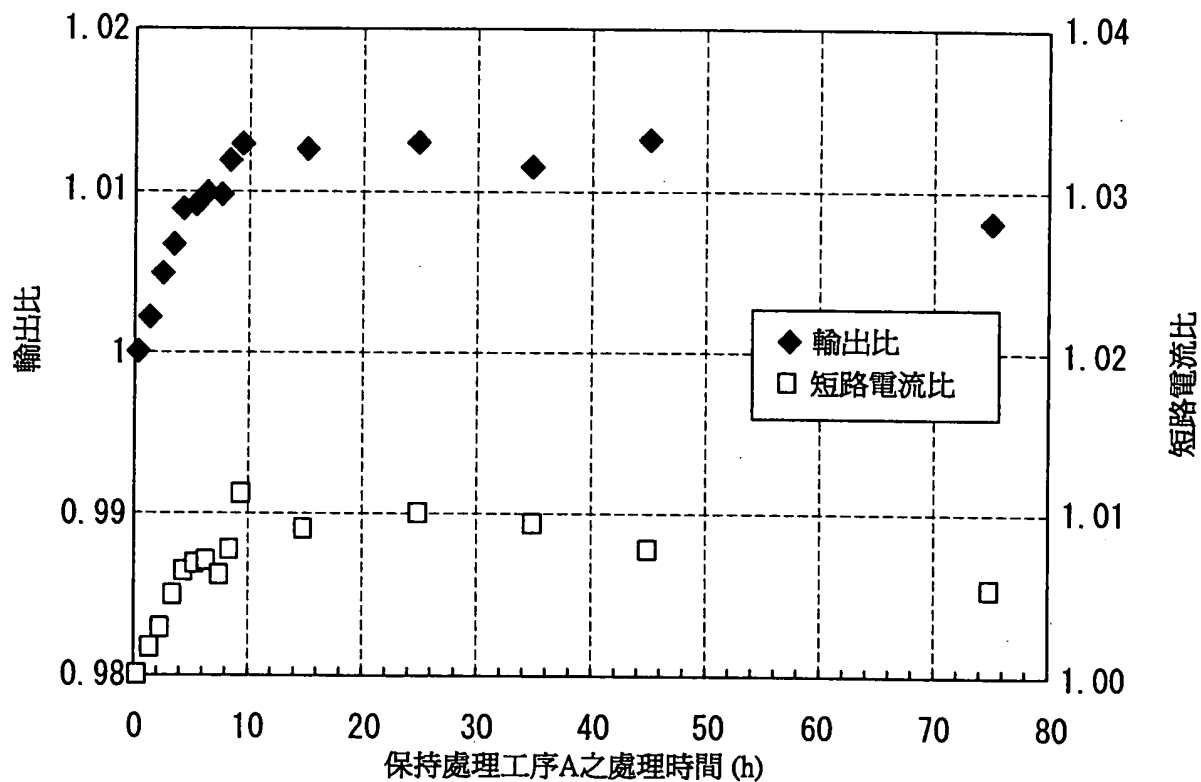
第5圖



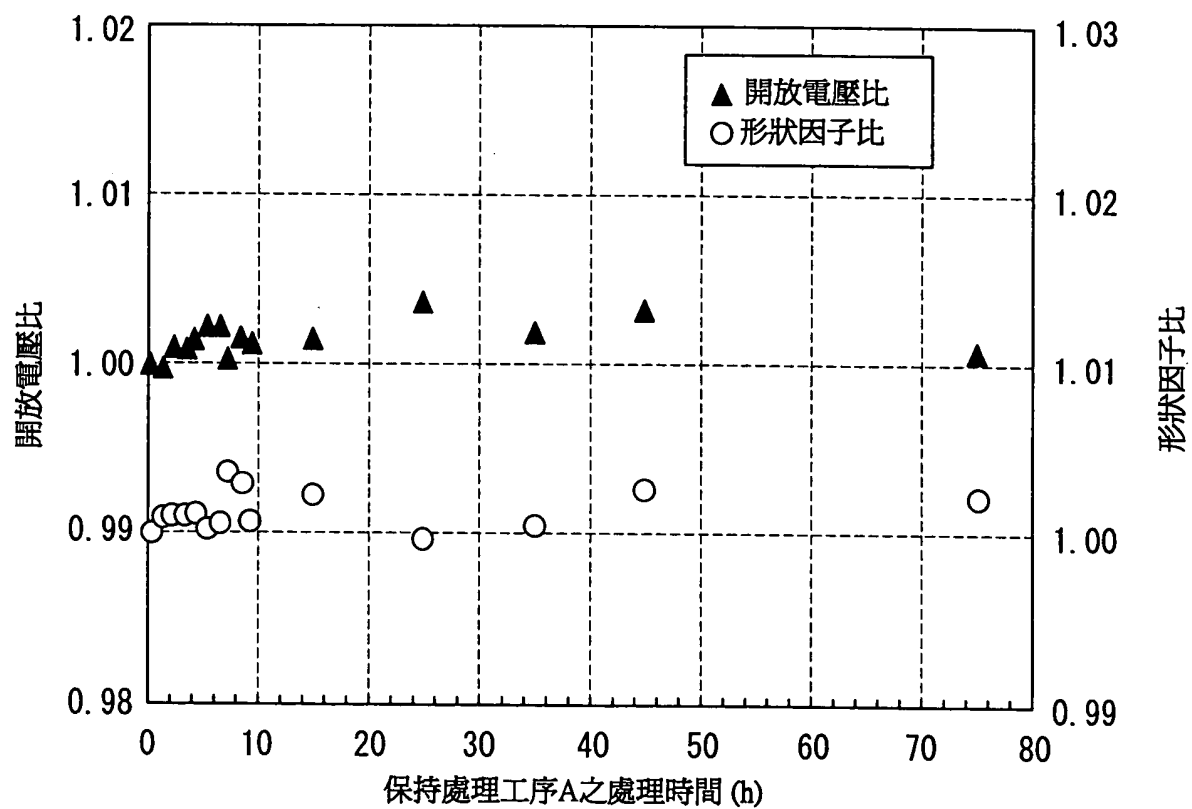
第6圖



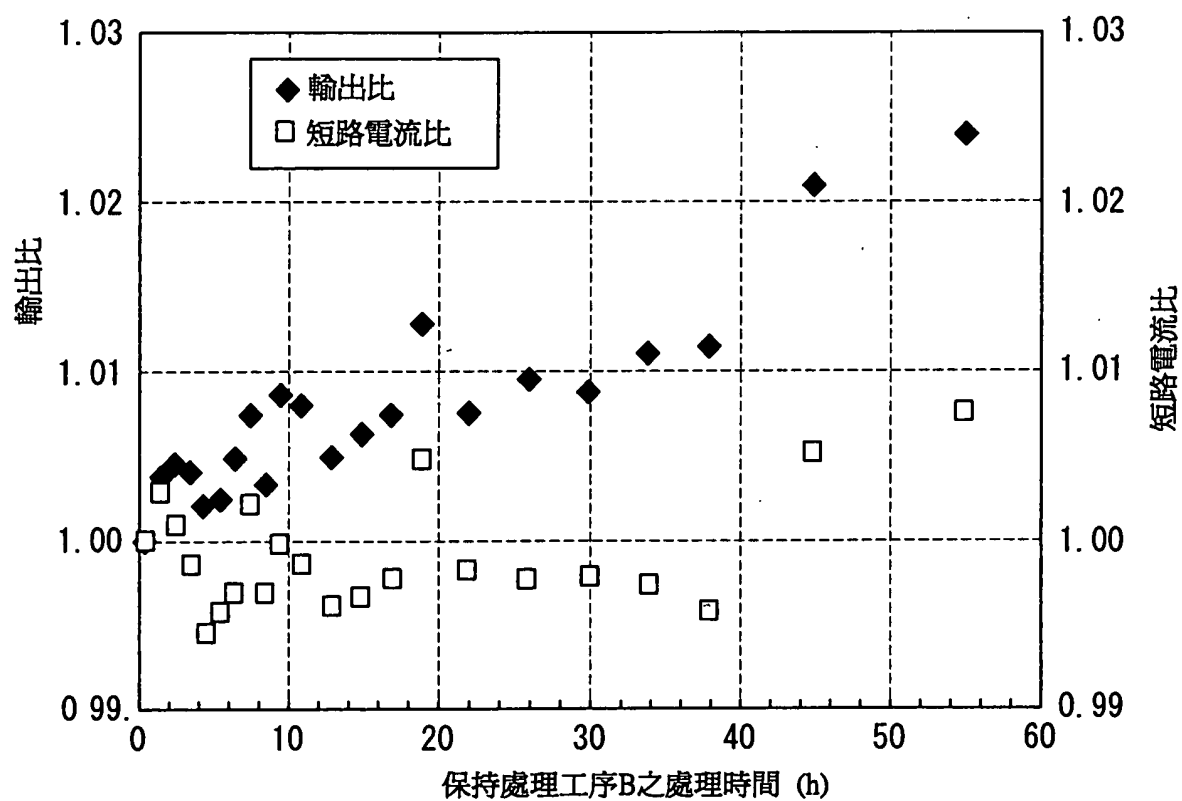
第7圖



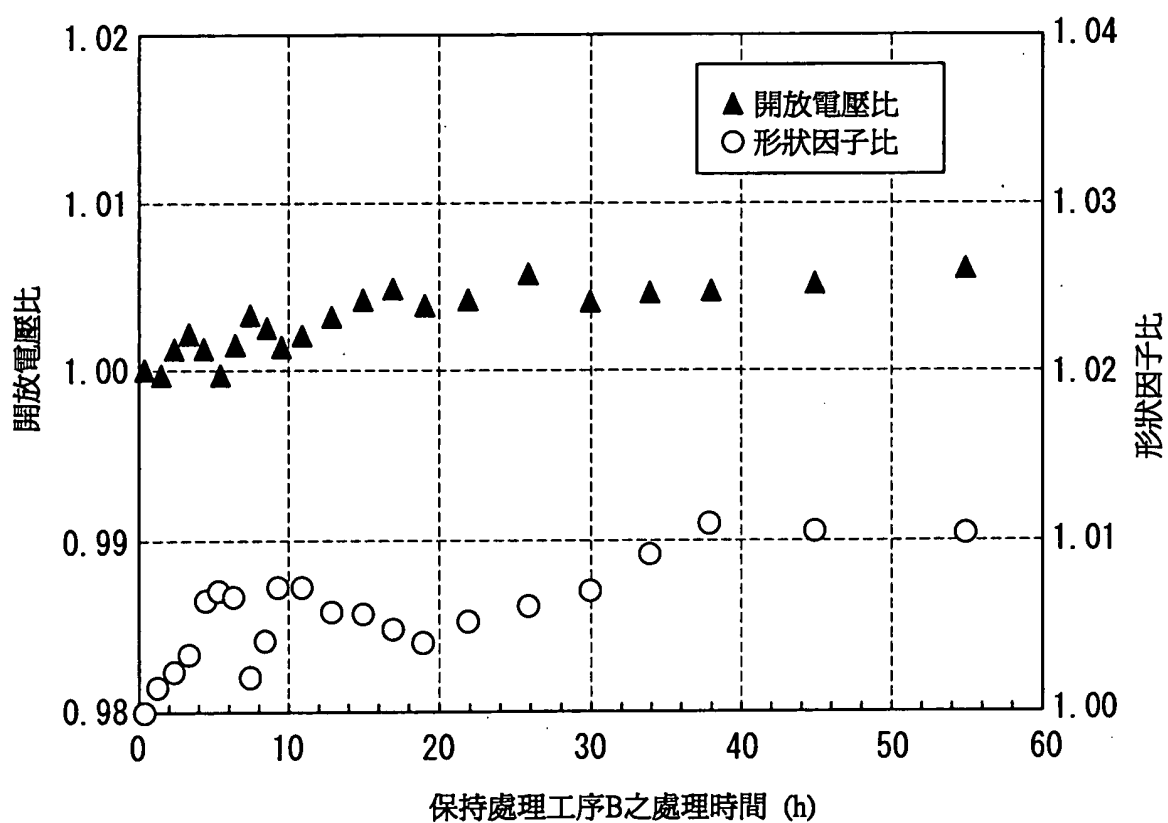
第8圖



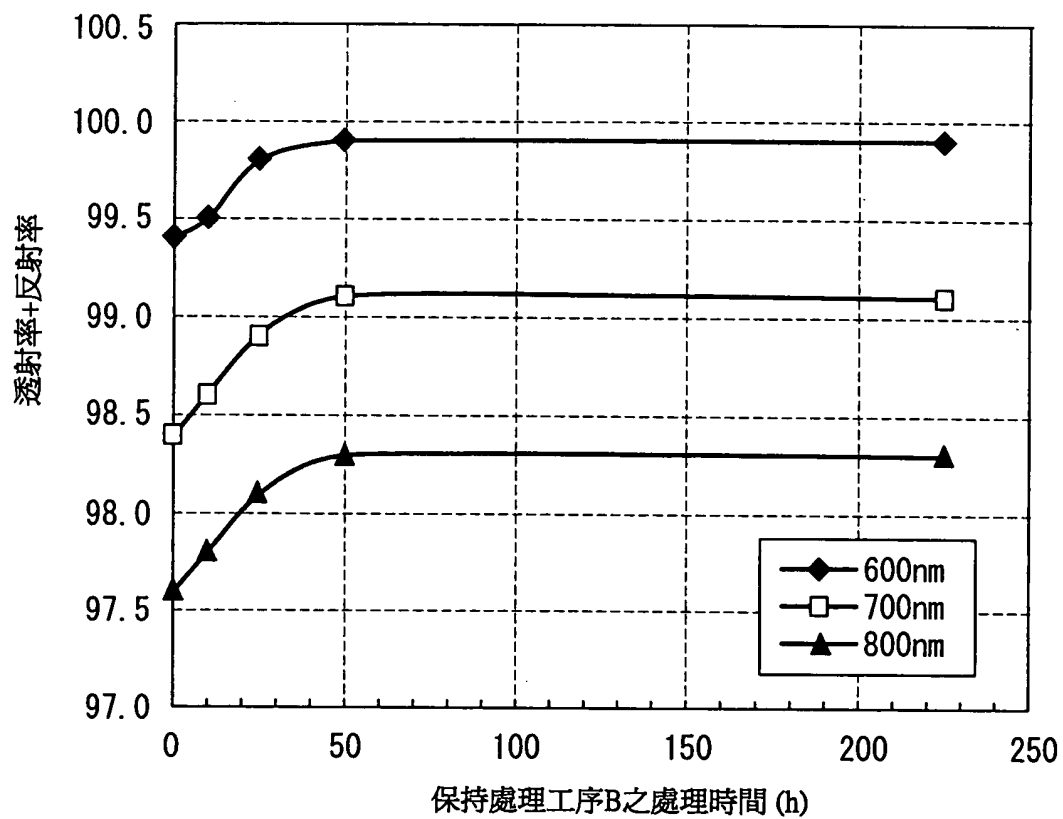
第9圖



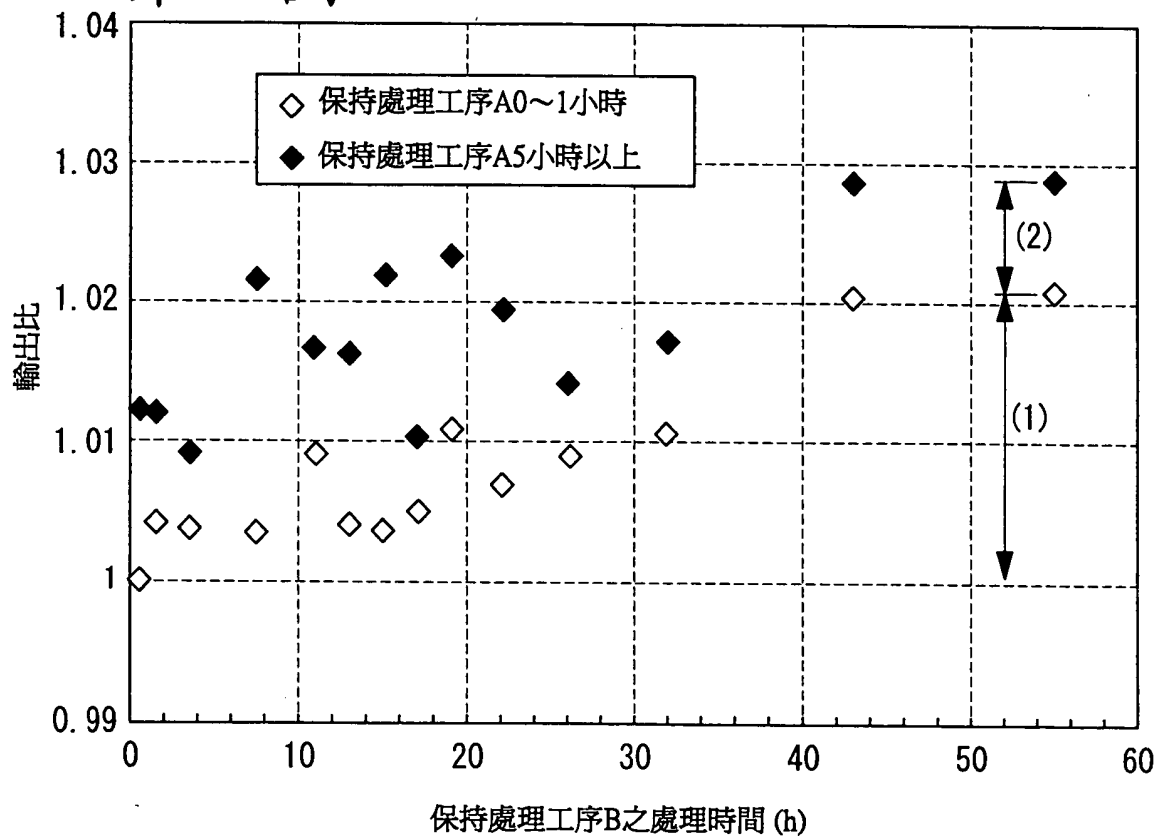
第10圖



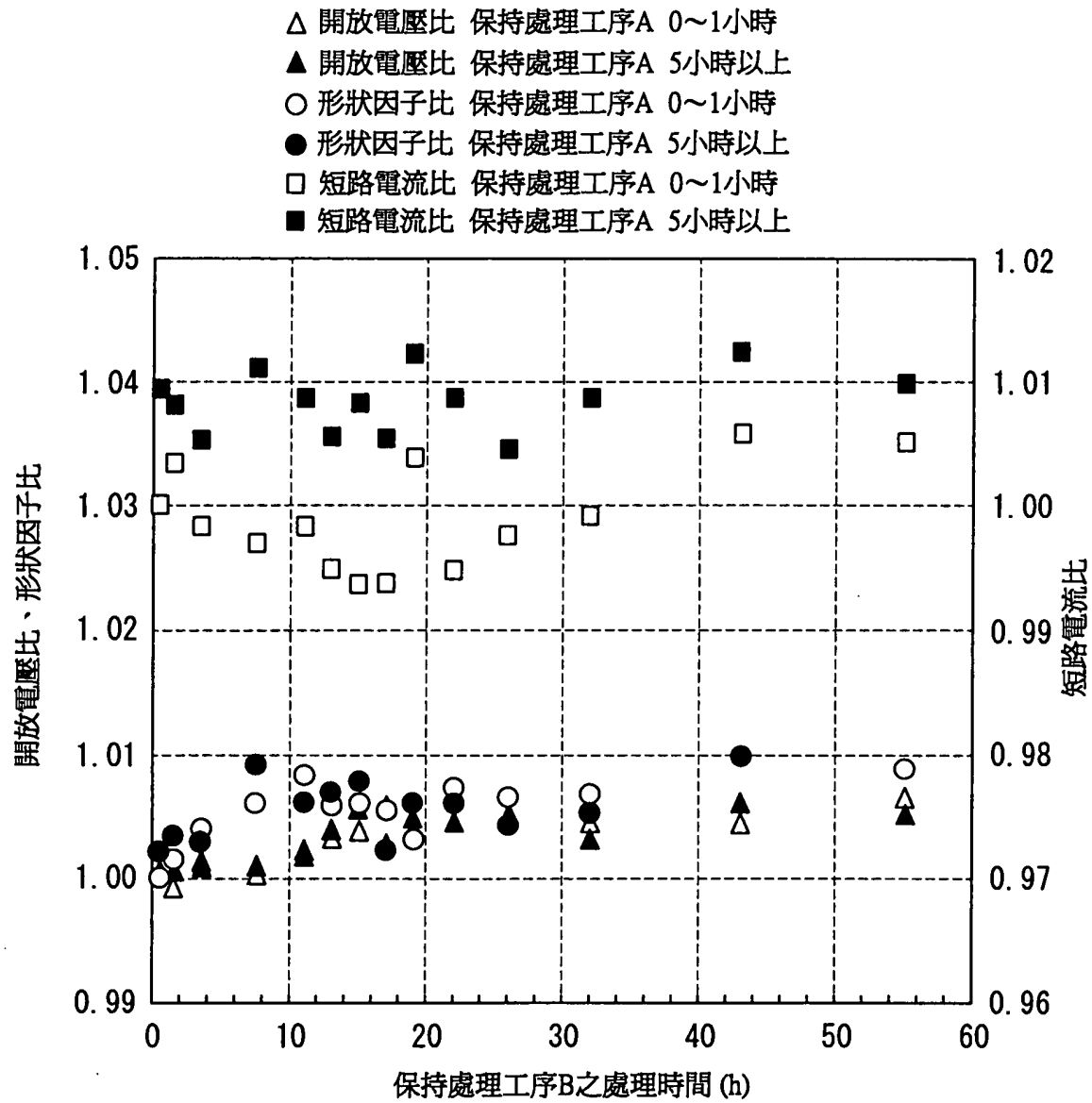
第11圖



第12圖



第13圖



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：基板

2：透明電極層

3：光電變換層

4：背面電極層

5：中間接觸層

31：非晶矽 p 層

32：非晶矽 i 層

33：非晶矽 n 層

41：結晶矽 p 層

42：結晶矽 i 層

43：結晶矽 n 層

91：第 1 發電單元層

92：第 2 發電單元層

100：光電變換裝置

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