



(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 201316532 A1

(43)公開日：中華民國 102 (2013) 年 04 月 16 日

(21)申請案號：101136746

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 10 月 04 日

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

H01L31/18 (2006.01)

(30)優先權：2011/10/04 日本

2011-220464

2011/10/04 日本

2011-220465

2012/04/11 日本

2012-090266

(71)申請人：旭硝子股份有限公司 (日本) ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED (JP)

日本

(72)發明人：杉山享司 SUGIYAMA, TAKASHI (JP)；長南宏佑 CHONAN, KOUSUKE (JP)；神

戶美花 KAMBE, MIKA (JP)

(74)代理人：陳長文

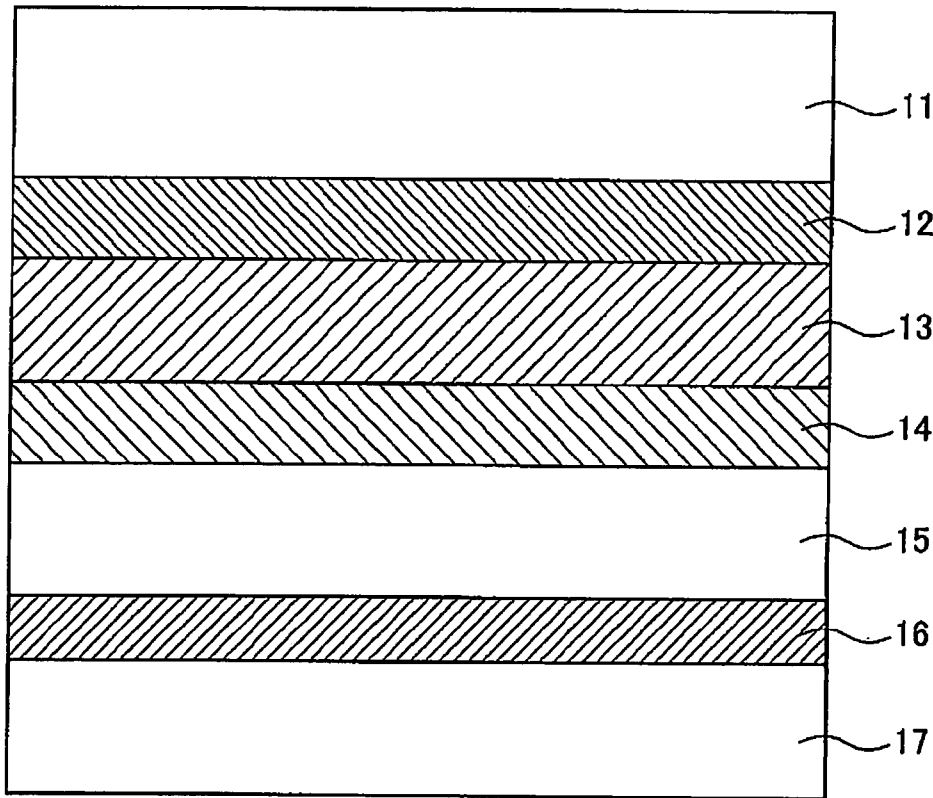
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：18 項 圖式數：9 共 48 頁

(54)名稱

薄膜太陽能電池模組及薄膜太陽能電池模組之製造方法

(57)摘要

本發明之薄膜太陽能電池模組，係依序積層有透明絕緣性基板、第 1 透明導電層、半導體薄膜光電轉換層、及第 2 透明導電層，以金屬、塑膠或玻璃作為基材且於該基材之表面具有金屬反射層之反射基板以金屬反射層隔著透明絕緣性層而與第 2 透明導電層對向之方式積層而構成。基材之表面為平坦面、或具有週期為 16 μ m 以上且為 V 字槽或四角錐之凹凸形狀，且 V 字槽或四角錐中對向之 2 個面所成之角度為 120 度~145 度。



- 11：透明絕緣性基板
- 12：第1透明導電層
- 13：半導體薄膜光電轉換層
- 14：第2透明導電層
- 15：透明絕緣性接著層
- 16：金屬反射層
- 17：背面基板



(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 201316532 A1

(43)公開日：中華民國 102 (2013) 年 04 月 16 日

(21)申請案號：101136746

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 10 月 04 日

(51)Int. Cl.：

H01L31/042 (2006.01)

H01L31/18 (2006.01)

(30)優先權：2011/10/04 日本

2011-220464

2011/10/04 日本

2011-220465

2012/04/11 日本

2012-090266

(71)申請人：旭硝子股份有限公司 (日本) ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED (JP)

日本

(72)發明人：杉山享司 SUGIYAMA, TAKASHI (JP)；長南宏佑 CHONAN, KOUSUKE (JP)；神

戶美花 KAMBE, MIKA (JP)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：18 項 圖式數：9 共 48 頁

(54)名稱

薄膜太陽能電池模組及薄膜太陽能電池模組之製造方法

(57)摘要

本發明之薄膜太陽能電池模組，係依序積層有透明絕緣性基板、第 1 透明導電層、半導體薄膜光電轉換層、及第 2 透明導電層，以金屬、塑膠或玻璃作為基材且於該基材之表面具有金屬反射層之反射基板以金屬反射層隔著透明絕緣性層而與第 2 透明導電層對向之方式積層而構成。基材之表面為平坦面、或具有週期為 16 μ m 以上且為 V 字槽或四角錐之凹凸形狀，且 V 字槽或四角錐中對向之 2 個面所成之角度為 120 度~145 度。

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：**101136746**

※申請日：101.10.4

※IPC 分類：**H01L 31/042** (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

H01L 31/18 (2006.01)

薄膜太陽能電池模組及薄膜太陽能電池模組之製造方法

二、中文發明摘要：

○ 本發明之薄膜太陽能電池模組，係依序積層有透明絕緣性基板、第1透明導電層、半導體薄膜光電轉換層、及第2透明導電層，以金屬、塑膠或玻璃作為基材且於該基材之表面具有金屬反射層之反射基板以金屬反射層隔著透明絕緣性層而與第2透明導電層對向之方式積層而構成。基材之表面為平坦面、或具有週期為16 μm 以上且為V字槽或四角錐之凹凸形狀，且V字槽或四角錐中對向之2個面所成之角度為120度~145度。

○ 三、英文發明摘要：

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：

11	透明絕緣性基板
12	第1透明導電層
13	半導體薄膜光電轉換層
14	第2透明導電層
15	透明絕緣性接著層
16	金屬反射層
17	背面基板

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】

本發明係關於一種使用半導體薄膜作為光電轉換層之薄膜太陽能電池模組及薄膜太陽能電池模組之製造方法。

【先前技術】

近年來，使用半導體薄膜作為光電轉換層之薄膜太陽能電池模組之生產不斷增加。作為薄膜太陽能電池模組之一般構成，於玻璃等透明絕緣性基板上，包含成為電極之透明導電層、包含半導體薄膜之光電轉換層、及背面之電極層。作為包含半導體薄膜之光電轉換層之一般構成，包含自靠近透明導電層之側按照p型半導體層、i型半導體層、n型半導體層之順序積層有以矽為主成分之各半導體層者。作為矽之形態，有使用非晶矽、或微晶矽者，進而亦有串列地重疊兩者之構成之稱為串聯型者。

該光電轉換層因下述原因而需要儘可能地薄。可列舉：提高生產率、可使作為光電轉換效率之比例係數的光電轉換時之開路電壓 V_{oc} 或填充因數FF(fill factor)較高、及可降低因照射光而導致光電轉換效率降低之光劣化現象等。另一方面，光電轉換效率與光之吸收量成比例，若單純地使光電轉換層變薄，則隨之光之吸收量變少，其結果，光電轉換效率降低，無法獲得充分之光電轉換效率。

因此，一般廣泛地使用如下方法：於背面電極層之材料使用反射率較高之銀或鋁等，使未被光電轉換層吸收而透過至背面之電極層之光再次返回至光電轉換層，藉此增加

光吸收量(非專利文獻1)。

另一方面，於專利文獻1中，揭示有藉由將背面電極作為透明導電層，進而於背面側配置反射率較高之介電層而增加光吸收量。

先前技術文獻

專利文獻

專利文獻1：國際公開第2005/076370號

非專利文獻

非專利文獻1：濱川圭弘 編著「太陽能電池」Corona公司 2004年

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

然而，於薄膜太陽能電池模組中，於在透明絕緣性基板上依序積層透明導電層、半導體薄膜等之過程中，因表面如波形起伏般形成有凹凸，故即便於背面之電極層之材料使用反射率較高之銀或鋁等而使透過至背面之電極層之光再次返回至光電轉換層，反之亦會因銀或鋁之光吸收較大之性質，而使得背面之電極層之反射率與平坦之情形相比大幅下降，因而效果變得不充分。

又，於專利文獻1中，反射率較高之介電層雖為白色且具有散射反射性，但其反射率稱不上充分。又，散射反射性係指反射之光具有稱為Lambert反射之自觀察者觀察之面之明亮度無論觀察者之視點之角度如何均為相同之反射特性。換言之，此係由於入射至介電層之光向所有方向散

射反射，故無法使反射光效率佳地向光電轉換層入射。

因此，本發明之目的在於藉由使反射光效率佳地返回至光電轉換層而提供一種光電轉換效率較高之薄膜太陽能電池模組及薄膜太陽能電池模組之製造方法。

[解決問題之技術手段]

本發明係提供以下態樣者。

(1)一種薄膜太陽能電池模組，其特徵在於：

依序積層透明絕緣性基板、第1透明導電層、半導體薄膜光電轉換層、及第2透明導電層，

以金屬、塑膠或玻璃作為基材且於該基材之表面具有金屬反射層之反射基板進而係以上述金屬反射層隔著透明絕緣性層而與上述第2透明導電層對向之方式積層而構成，且上述基材之表面為平坦面。

(2)一種薄膜太陽能電池模組，其特徵在於：

依序積層透明絕緣性基板、第1透明導電層、半導體薄膜光電轉換層、及第2透明導電層，且

以金屬、塑膠或玻璃作為基材且於該基材之表面具有金屬反射層之反射基板進而係以上述金屬反射層隔著透明絕緣性層而與上述第2透明導電層對向之方式積層而構成，且

上述反射基板之基材具有週期為16 μm 以上且為V字槽或四角錐之凹凸形狀，且

上述V字槽或四角錐中對向之2個面所成之角度為120度~145度。

(3)如(1)或(2)之薄膜太陽能電池模組，其中上述反射基

板之基材之形成上述金屬反射層之表面之算術平均粗糙度Ra為10 nm以下。

(4)如(1)至(3)中任一項之薄膜太陽能電池模組，其中上述透明絕緣性層為具有接著性之透明絕緣性接著層。

(5)如(1)至(4)中任一項之薄膜太陽能電池模組，其中上述反射基板之上述金屬反射層包含以銀為主成分之金屬。

(6)如(1)至(5)中任一項之薄膜太陽能電池模組，其中於上述反射基板之上述金屬反射層之表面具有1層以上之水蒸氣阻隔層。

(7)如(6)之薄膜太陽能電池模組，其中上述水蒸氣阻隔層包含鋁。

(8)如(1)至(7)中任一項之薄膜太陽能電池模組，其中於上述反射基板之上述金屬反射層之表面具有1層以上之增強反射層。

(9)如(1)至(8)中任一項之薄膜太陽能電池模組，其中上述反射基板之上述金屬反射層之於波長500 nm至800 nm之反射率為90%以上。

(10)如(1)至(9)中任一項之薄膜太陽能電池模組，其中上述反射基板之上述金屬反射層之於波長800 nm至1200 nm之反射率為80%以上。

(11)如(1)至(10)中任一項之薄膜太陽能電池模組，其中上述透明絕緣性基板之氧化鐵之含量為0.05 wt%以下。

(12)如(1)至(11)中任一項之薄膜太陽能電池模組，其中上述第1透明導電層包含以氧化錫為主成分之氧化物。

(13)如(4)之薄膜太陽能電池模組，其中上述透明絕緣性接著層包含聚乙烯丁醛樹脂。

(14)如(4)之薄膜太陽能電池模組，其中上述透明絕緣性接著層包含乙烯乙酸乙烯酯樹脂。

(15)如(1)至(14)中任一項之薄膜太陽能電池模組，其中上述第2透明導電層包含以氧化鋅為主成分之氧化物。

(16)如(1)至(15)中任一項之薄膜太陽能電池模組，其中於上述第2透明導電層上具有輔助電極。

(17)一種薄膜太陽能電池模組之製造方法，其特徵在於以透明絕緣性接著層貼合：

於透明絕緣性基板上依序成膜有第1透明導電層、半導體薄膜光電轉換層、及第2透明導電層者；及

於表面為平坦面或表面具有週期為16 μm 以上且為V字槽或四角錐之凹凸形狀、且V字槽或四角錐中對向之2個面所成之角度為120度~145度的以金屬或塑膠或玻璃作為基材之背面基板之上述表面上成膜有金屬反射層者。

(18)如(17)之薄膜太陽能電池模組之製造方法，其中於以上述透明絕緣性接著層貼合時，裝入耐熱樹脂製之真空層壓袋中，對真空層壓袋一面進行真空排氣一面進行加熱處理而使之一體化。

[發明之效果]

根據本發明，可提供如下之薄膜太陽能電池模組及薄膜太陽能電池模組之製造方法：於反射基板之透明絕緣性層側之基材表面形成有金屬反射層，且以金屬反射層隔著透

明絕緣性層而與第2透明導電層對向之方式積層，故不受第2透明導電層之凹凸之影響而使光電轉換層中之光之強度變高，藉此由光電轉換層吸收之光量增加，發電效率較高。

【實施方式】

關於本發明之各實施形態之薄膜太陽能電池模組，以下進行詳細說明。再者，本發明之薄膜太陽能電池模組並不限定於下述各實施形態之薄膜太陽能電池模組，其製造方法亦不限定於此。

<第1實施形態>

首先，使用圖1及圖2對本發明之第1實施形態之薄膜太陽能電池模組之構成進行說明。

圖1中表示本發明之薄膜太陽能電池模組之剖面之概略圖。以金屬反射層16隔著透明絕緣性接著層15而與第2透明導電層14對向之方式積層：於透明絕緣性基板11上依序成膜有第1透明導電層12、半導體薄膜光電轉換層13、第2透明導電層14者；及於以金屬或塑膠或玻璃作為基材之背面基板17上成膜有金屬反射層16者。

透明絕緣性基板11包含透過率較高且具有絕緣性之材料，但就重量或強度、耐熱性、耐候性之觀點而言，通常，較佳為使用透明玻璃基板。此處，關於透過率，350~1200 nm之波長之光之透過率為80%以上對用於利用太陽光之太陽能電池模組而言較佳。作為玻璃材料，可使用包含無色透明之鹼石灰玻璃、鋁矽酸鹽玻璃、鋰鋁矽酸

鹽玻璃、石英玻璃、硼矽酸玻璃、無鹼玻璃、及其他各種玻璃之透明玻璃板。玻璃材料通常就成本之觀點而言較佳為使用鹼石灰玻璃。

此處，鹼石灰玻璃基板為使透過率更高，而較佳為相較於用於一般建築物者氧化鐵之含量更少，特佳為0.05 wt%以下。於使用玻璃基板之情形時，透明絕緣性基板11之厚度較佳為0.2~6.0 mm。若為該範圍，則上述玻璃基板之強度較強、透過率較高。透明絕緣性基板11之形狀一般而言為平坦之板，但於本發明中並不限制於此，亦可為具有曲面之板。又，透明絕緣性基板11較理想的是化學、物理耐久性較高。於強度方面作為較佳之例，可列舉經風冷強化或化學強化之玻璃基板。

又，透明絕緣性基板11因於與空氣之界面之反射光成為未用於光電轉換之損失，故較佳為於光之入射側之面形成有低反射層者。作為低反射層，可列舉包含折射率較低之多孔氧化矽或中空氧化矽、氟化鎂之層等。又，藉由於透明絕緣性基板之表面形成微細之凸凹形狀而形成偽中間折射率層，從而獲得低反射效果之方法亦作為較佳之方法而列舉。

又，於對於透明絕緣性基板11使用如鹼石灰玻璃般含有鈉等鹼成分之材料之情形時，鈉擴散至第1透明導電層12或半導體薄膜光電轉換層13，為不損害該等之特性而較佳為於透明絕緣性基板11之表面，形成氧化矽或氧化矽與氧化錫之混合體等鹼阻隔層。作為鹼阻隔層之層厚，較佳為

20~100 nm。

於透明絕緣性基板11上，成膜第1透明導電層12。作為第1透明導電層12之材料，就透過率或導電性、耐氫環境性之觀點而言，較佳為添加有錫之氧化銦或添加有硼之氧化鋅、添加有鋁之氧化鋅、添加有氟之氧化錫。尤其是添加有氟之氧化錫因400 nm以下之波長之光之透過率較高，故更佳。作為第1透明導電層12之成膜方法，使用濺鍍法或常壓熱CVD(Chemical Vapor Deposition，化學氣相沈積)法、減壓CVD法，但就成膜速度及成本之觀點而言較佳為使用常壓熱CVD法，就透過率及薄層電阻(sheet resistance)之觀點而言較佳為使用減壓CVD法。

作為第1透明導電層12之薄層電阻，若為 $10\ \Omega/\square$ 以下，則就薄膜太陽能電池模組之發電效率之觀點而言較佳，若為 $5\ \Omega/\square$ 以下則更佳。為使第1透明導電層12之薄層電阻為較佳之值，有使第1透明導電層12較厚之方法、使第1透明導電層12中所含之電子或電洞之載子濃度較高之方法、使第1透明導電層12中所含之電子或電洞之載子之移動率較高之方法。作為第1透明導電層12之層厚，隨著變厚而薄層電阻降低，另一方面，透過率亦降低，故就薄層電阻及透過率之觀點而言較佳為處於100~1500 nm之範圍內。

第1透明導電層12中所含之電子或電洞之載子濃度隨著濃度變高，而薄層電阻降低，另一方面，因稱為自由載子吸收之效果，而有800 nm以上之波長之光之吸收率提高、透過率降低之傾向。因此，就薄層電阻及800 nm以上之波

長之光之透過率之觀點而言，較佳為處於 $5 \times 10^{19} \sim 1 \times 10^{22} / \text{cm}^3$ 之範圍內。作為第1透明導電層12中所含之電子或電洞之載子之移動率，因移動率越高薄層電阻越低，故就薄層電阻之觀點而言，較佳為 $30 \text{ cm}^2 / (\text{V} \cdot \text{s})$ 以上。第1透明導電層12之光透過率因薄膜半導體光電轉換層之感度為 $400 \sim 1200 \text{ nm}$ ，故較佳為相對於該範圍之波長之光高，具體而言，較佳為具有80%以上之透過率。

又，較佳為於第1透明導電層12之半導體薄膜光電轉換層13側之表面，形成有凸凹結構。作為該凸凹結構之大小及形狀，較佳為具有如下效果者。首先，較佳為具有如半導體薄膜光電轉換層13不會自第1透明導電層12剝離之投錨效應(anchor effect)者。進而，為減少因第1透明導電層12與半導體薄膜光電轉換層13之折射率差而引起之於界面之反射，而較佳為具有偽中間折射率效果者。進而較佳為具有將入射之光效率佳地封閉於薄膜太陽能電池模組內之效果者。進而，與平坦之情形相比，較佳為如不會損害半導體薄膜光電轉換層之特性者。作為具有如該等效果之凸凹結構之形成方法，有如下方法：藉由常壓熱CVD法而使添加有氟之氧化錫成膜或藉由減壓CVD法而使添加有硼之氧化鋅成膜，藉由膜之成長方向與成長速度之不均而自然形成。又，亦有於藉由濺鍍法而使添加有鋁之氧化鋅成膜後進行蝕刻而形成之方法。

又，於透明絕緣性基板11之折射率與第1透明導電層12之折射率較大地不同之情形時，光於透明絕緣性基板11與

第1透明導電層12之界面發生反射，未利用於光電轉換而成為損失，故較佳為於該界面設置低反射中間層。作為此種低反射中間層之例，可列舉如下者：於透明絕緣性基板11使用鹼石灰玻璃，於其上形成5~20 nm之氧化鈦層，並於其上形成15~40 nm之氧化矽層，進而於其上形成300~1500 nm之氧化錫層作為第1透明導電層12。

進而，於第1透明導電層12之折射率與半導體薄膜光電轉換層13之折射率較大地不同之情形時，為使於第1透明導電層12與半導體薄膜光電轉換層13之界面之光之反射變小，而較佳為於該界面具有低反射中間層。作為此種低反射中間層之例，可列舉如下者：於第1透明導電層12使用氧化錫而形成者之上，形成30~80 nm之導電性氧化鈦，並於其上形成以矽為主成分之半導體薄膜光電轉換層13。此處，作為導電性氧化鈦，使用添加有鈮之氧化鈦或添加有鉭之氧化鈦、添加有錫之氧化鈦、添加有氟之氧化鈦。再者，於本發明中，所謂「作為主成分」係指含有50質量%以上。

於第1透明導電層12上，成膜半導體薄膜光電轉換層13。圖2中表示半導體薄膜光電轉換層之剖面之概略圖。半導體薄膜光電轉換層13包含積層有p型半導體層21、i型半導體層22、n型半導體層23者，根據半導體之種類，亦有不使用i型半導體層之情況。又，亦可將p型半導體層、i型半導體層、n型半導體層之組合作為1組，串列地積層2組以上包含帶隙不同、即所吸收之波長之區域不同之i型

半導體層而使用。

又，於半導體薄膜光電轉換層13包含以矽為主成分之半導體之情形時，一般使用非晶矽或微晶矽。又，最近，自靠近第1透明導電層之側依序積層將非晶矽用於i型半導體之組合、及將微晶矽用於i型半導體之組合而成者因可效率佳地吸收光，故一般較多地使用。作為半導體薄膜光電轉換層13之成膜方法，一般使用電漿CVD法。作為矽之原材料，將矽烷氣體、且於p型半導體層中微量之二硼烷氣體或三甲基硼氣體、於n型半導體層中微量之磷氣體分別作為摻雜氣體混合於矽烷氣體中並供給至成膜腔室，進行各層之成膜。半導體薄膜光電轉換層13之厚度於將非晶矽用於i型半導體之情形時為0.15~0.35 μm ，於將微晶矽用於i型半導體之情形時為0.8~3.0 μm 左右。

又，較佳為亦於半導體薄膜光電轉換層13之第2透明導電層14側之表面，形成有凸凹結構。作為該凸凹結構之大小及形狀，較佳為具有將於半導體薄膜光電轉換層13與第2透明導電層14之界面反射之光效率佳地封閉於薄膜太陽能電池模組內之效果者。作為具有此種效果之凸凹結構之形成方法，有如下方法：藉由常壓熱CVD法而成膜添加有氟之氧化錫或藉由減壓CVD法而成膜添加有硼之氧化鋅，因膜之成長方向與成長速度之不均而自然形成。又，亦有於藉由濺鍍法而成膜添加有鋁之氧化鋅後進行蝕刻而形成之方法。

於半導體薄膜光電轉換層13上，成膜第2透明導電層

14。作為第2透明導電層14之材料，使用添加有錫之氧化銦或添加有硼之氧化鋅、添加有鋁之氧化鋅、添加有鎵之氧化鋅、添加有氟之氧化錫。已成膜之半導體薄膜光電轉換層13於使用例如以矽為主成分之半導體之情形時，有其特性因200℃以上之熱處理而受損之情況。較佳為：於以200℃以下之低溫成膜之情形時，亦將獲得於透過率或導電性之方面優異之特性之添加有硼之氧化鋅或添加有鎵之氧化鋅用於第2透明導電層14。作為第2透明導電層14之成膜方法，使用濺鍍法或減壓CVD法，但於使用添加有硼之氧化鋅之情形時較佳為使用減壓CVD法，於使用添加有鎵之氧化鋅之情形時較佳為使用濺鍍法。

作為第2透明導電層14之薄層電阻，若為 $10\ \Omega/\square$ 以下，則就薄膜太陽能電池模組之發電效率之觀點而言較佳，若為 $5\ \Omega/\square$ 以下則更佳。為使第2透明導電層14之薄層電阻為較佳之值，有使第2透明導電層14較厚之方法、使第2透明導電層14中所含之電子或電洞之載子濃度較高之方法、使第2透明導電層14中所含之電子或電洞之載子之移動率較高之方法。作為第2透明導電層14之層厚，隨著變厚而薄層電阻降低，另一方面，透過率亦降低，故就薄層電阻及透過率之觀點而言較佳為處於100~1500 nm之範圍內。

作為第2透明導電層14中所含之電子或電洞之載子濃度，隨著濃度變高而薄層電阻降低，另一方面，因稱為自由載子吸收之效果而800 nm以上之波長之光之吸收率提高、透過率降低，故較佳為處於 $5\times 10^{19}\sim 1\times 10^{22}/\text{cm}^3$ 之範圍

內。作為第2透明導電層14中所含之電子或電洞之載子之移動率，因移動率越高薄層電阻越低，故較佳為 $30 \text{ cm}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$ 以上。

作為使薄層電阻較低之方法，有使上述第2透明導電層14較厚之方法、使第2透明導電層14中所含之電子或電洞之載子濃度較高之方法、使第2透明導電層14中所含之電子或電洞之載子之移動率較高之方法。亦如上所述，成膜第2透明導電層14時之成膜溫度為不損害正下方之半導體薄膜光電轉換層13之特性而必需以 200°C 以下之低溫進行。於該情形時，第2透明導電層14中所含之電子或電洞之載子濃度或移動率未充分地提高，為獲得較佳之薄層電阻，亦有必需使層厚比較佳之範圍厚之情況。其結果，第2透明導電層14之透過率下降，由半導體薄膜光電轉換層13吸收之光之量變少，薄膜太陽能電池模組之發電效率下降。

於此種情形時，亦可於第2透明導電層14上，設置輔助電極，降低第2透明導電層14之薄層電阻。作為此種輔助電極，有包含含有銀之導電性樹脂者，作為其作成方法，可列舉於第2透明導電層14上將包含銀之導電膏塗佈成格子狀後，進行熱處理而形成之方法。對於第2透明導電層14之光透過率，因 500 nm 以下之波長之大部分光於到達該層之前已被半導體薄膜光電轉換層吸收，故較佳為對於 500 nm 以上之波長光之透過率較高，具體而言，較佳為具有 80% 以上之透過率。

背面基板17雖將金屬或塑膠或玻璃作為基材，但就重量或強度、耐熱性、耐候性之觀點而言較佳為使用玻璃。進而，就成本之觀點而言較佳為使用鹼石灰玻璃，就耐候性等而言較佳為含有鋁之玻璃。藉此，因背面基板17作為外層而發揮功能故無需另外設置作為外層之結構層。背面基板17因半導體薄膜光電轉換層13側之面較為平滑可提高成膜於其上之金屬反射層16之反射率，故較佳，具體而言，較佳為算術平均粗糙度Ra為10 nm以下。此處所謂之平滑係指面微小之區域之表面粗糙度較小，並不包含面較大之區域之結構。此處使用之Ra係依據JIS B 0601(2001年)。

又，背面基板17之半導體薄膜光電轉換層13側之面一面保持上述平滑性一面如圖1所示，形成為平坦面。所謂平坦面係指背面基板17之半導體薄膜光電轉換層13側之面不具有幾何學上之凹凸形狀。藉由形成為平坦面，而於例如選擇玻璃作為背面基板之材料之情形時，僅以藉由如浮式法之低價之方法而製造即可準備。又，於其上形成均勻之金屬反射層與具有幾何學上之凸凹形狀者相比，相對容易。

作為金屬反射層16成膜於背面基板17上之金屬反射層16之材料，使用具有金屬光澤之金屬，但就反射率之觀點而言較佳為以鋁或銀為主成分之金屬，進而以銀為主成分之金屬於反射率最高之方面更佳。進而，就耐濕性之觀點而言，較佳為使用於銀中含有鈹或金或銅0.5~5%之金屬。作為金屬反射層16之成膜方法，可列舉濺鍍法、CVD法、真

空蒸鍍法等，但就於大型基板上均勻地成膜之成本及反射率之觀點而言，較佳為濺鍍法。

於對於背面基板17使用如鹼石灰玻璃般含有鈉等鹼成分之材料之情形時，較佳為於金屬層與背面基板17之界面，成膜氧化矽等鹼阻隔層。作為鹼阻隔層之層厚，較佳為20~100 nm。又，於對於金屬反射層16使用以銀為主成分之金屬之情形時，就耐濕性之觀點而言，較佳為於金屬反射層16之表面成膜水蒸氣阻隔層。作為水蒸氣阻隔層，可列舉鋁等金屬或氧化鋅等氧化物。作為水蒸氣阻隔層之層厚，就不使金屬反射層16之反射率大幅下降之觀點而言較佳為1~10 nm。再者，此處所謂於金屬反射層16之表面形成膜係指亦可與金屬反射層鄰接，亦可隔著其他膜而不鄰接。

又，於金屬反射層16之反射率不充分之情形時，可於金屬反射層16之表面，按照折射率較低之透明體、折射率較高之透明體之順序，成膜將該組合積層1組以上之增強反射層。作為折射率較低之透明體，可列舉氧化矽或氟化鎂，作為折射率較高之透明體，可列舉氧化鈦或氧化鋇、氧化鋇、氧化鈣等。金屬反射層16之反射率因500 nm以下之波長之大部分光於到達該層之前已由半導體薄膜光電轉換層吸收，故較佳為相對於波長500~800 nm之光具有90%以上之反射率，更佳為95%以上。又，金屬反射層16較佳為相對於波長800~1200 nm之光具有80%以上之反射率，更佳為90%以上。

透明絕緣性接著層15具有如下功能：貼合於透明絕緣性基板11上依序成膜第1透明導電層12、半導體薄膜光電轉換層13、第2透明導電層14而成者；及於將金屬或塑膠或玻璃作為基材之背面基板17上成膜金屬反射層16而成者。作為透明絕緣性接著層15，可使用具有接著性之透明體，但就太陽光之波長範圍內之透明性、耐候性、耐濕性等方面而言較佳為乙烯乙酸乙烯酯(EVA，ethylene vinyl acetate)樹脂或聚乙烯丁醛(PVB，polyvinyl butyral)樹脂、乙烯四氟乙烯(ETFE，ethylene tetrafluorethylene)樹脂等。利用透明絕緣性接著層15之透明絕緣性基板11與背面基板之貼合係如下般進行。將透明絕緣性基板11之成膜有半導體薄膜光電轉換層13之面配置於內側，將背面基板17之成膜有金屬反射層16之面配置於內側，使上述兩基板相對，並於其間夾持透明絕緣性接著層15，將所得者裝入耐熱樹脂製造之真空層壓袋中，一面對真空層壓袋進行真空排氣，一面藉由烘箱等進行2小時左右加熱處理，使之一體化。

如以上般形成之薄膜太陽能電池模組為進一步增強耐候性或強度，而亦可使用耐候性膜或保護膜等覆蓋模組。尤其是考慮到薄膜太陽能電池模組之端部因水等由此侵入，而有損第1透明導電層12、半導體薄膜光電轉換層13、第2透明導電層14、金屬反射層16之特性。因此，藉由耐候性膜等密封於提高薄膜太陽能電池模組之耐久性之方面較佳。

<第2實施形態>

繼而，使用圖3~圖8，對本發明之第2實施形態之薄膜太陽能電池模組之構成進行說明。再者，第2實施形態之薄膜太陽能電池模組除背面基板17之形狀與第1實施形態不同以外，具有與第1實施形態之薄膜太陽能電池模組相同之構成，故對於相同之構成部分附注相同符號並省略說明。

背面基板17雖將金屬或塑膠或玻璃作為基材，但就重量或強度、耐熱性、耐候性之觀點而言，較佳為使用玻璃。進而，就成本之觀點而言較佳為使用鹼石灰玻璃，就耐候性等而言較佳為含有鋁。藉此，因背面基板17作為外層而發揮功能故無需另外設置作為外層之結構層。背面基板17因半導體薄膜光電轉換層13側之面較為平滑可提高成膜於其上之金屬反射層16之反射率，故較佳，具體而言，較佳為算術平均粗糙度Ra為10 nm以下。此處所謂之平滑係指面微小之區域之表面粗糙度較小，並不包含面較大之區域之結構。

具體而言，相對於半導體薄膜光電轉換層之具有感度之光中波長最長之1200 nm之光之波長，具有例如20倍以上之大小之結構因不會對1200 nm之光之微小區域之反射率造成影響，故若作為到達背面基板17及其上之金屬反射層16之光之介質的透明絕緣性接著層15之折射率為1.5，則計算為 $1200/1.5 \times 20 = 16000 \text{ nm} = 16 \text{ }\mu\text{m}$ 之16 μm 以上之結構不會對反射率造成影響。反言之，小於16 μm 之結構使

1200 nm之波長之光散射，降低金屬反射層16之反射率，因而欠佳。再者，所謂16 μm 以上之結構，係指具有16 μm 以上之週期之凹凸形狀。然而，於太陽能電池模組為大型(例如1 m^2 以上)時，即便背面基板之一部分中存在16 μm 以下之部分影響亦較少，故於背面基板之結構中具有16 μm 以上之週期之結構以模組內之面積比計只要為90%以上、較佳為95%以上、更佳為98%以上即可。

又，背面基板17之半導體薄膜光電轉換層13側之面一面保持上述平滑性，一面形成為如圖3所示之V字槽或四角錐之凹凸形狀。該凹凸形狀之週期由於上述原因而為16 μm 以上。又，於背面基板17之半導體薄膜光電轉換層13側之面具有V字槽或四角錐之凹凸形狀之情形時，其對向之2個面所成之角度為120度~145度，較佳為130度~140度。使用圖4、圖5及圖6，於以下說明此種結構較佳之原因。若於背面基板17之半導體薄膜光電轉換層13側之面之V字槽或四角錐之凹凸形狀中，其對向之2個面所成之角度為120~145度(圖5之 θ_v)，則與透明絕緣性基板11垂直地入射之光381透過第1透明導電層12、半導體薄膜光電轉換層13、第2透明導電層14及透明絕緣性接著層15。然後，以相對於背面基板17之面之法線方向傾斜17.5~30度之角度(圖5之 $90^\circ - \theta_v/2$)入射至金屬反射層16。再者，此處所謂之四角錐亦可為底面為正方形之四角錐，亦可為底面為長方形之四角錐。又，只要由對向之2個面所形成之V字槽之角度滿足上述範圍，則亦可使用三角錐或五角錐等多角錐之

凹凸形狀，V字槽之對向之2個面亦可為曲面。再者，於太陽能電池模組為大型(例如 1 m^2 以上)時，即便上述角度局部脫離 $120\sim 145$ 度之範圍影響亦較少，故於背面基板之結構中，上述角度為 $120\sim 145$ 度之範圍以模組內之面積比計只要為 90% 以上、較佳為 95% 以上、更佳為 98% 以上即可。

於是，根據光之反射定律，於金屬反射層 16 反射之光 382 以相對於背面基板 17 之面之法線方向與光 381 對稱地傾斜 $17.5\sim 30$ 度之角度(圖 5 之 $90^\circ - \theta_v/2$)反射。此種光 382 接著透過透明絕緣性接著層 15、第 2 透明導電層 14、半導體薄膜光電轉換層 13、第 1 透明導電層 12 及透明絕緣性基板 11，到達透明絕緣性基板 11 與外部介質之界面 In。此時之光 382 之相對於透明絕緣性基板之法線方向之角度於對於透明絕緣性接著層 15 使用乙烯乙酸乙烯酯或聚乙烯丁醛之情形時，其折射率為 1.5，於對於透明絕緣性基板 11 使用鹼石灰玻璃之情形時，其折射率同樣為 1.5，故於透明絕緣性接著層 15 內之角度與於透明絕緣性基板 11 內之角度同樣為 $15\sim 60$ 度之角度(圖 5 之 $180^\circ - \theta_v$)。

然而，透明絕緣性基板 11 之外部介質於通常之使用中為空氣，且其折射率大致為 1.0，但於自折射率 1.5 之透明絕緣性基板 11 向外部空氣以 41.8 度以上之角度出射之情形時，滿足根據 Snell 定律求出之全反射之條件，故 100% 之光發生反射。又，以作為其附近之角度的 $35\sim 41.8$ 度之角度出射之光亦以較高之反射率反射，且再次朝向半導體薄

膜光電轉換層 13，因而光被封閉於薄膜太陽能電池模組內，光吸收量變大。另一方面，若如圖 6 般面所成之角度小於 120 度，則與透明絕緣性基板 11 垂直地入射之光 381 透過第 1 透明導電層、半導體薄膜光電轉換層、第 2 透明導電層及透明絕緣性接著層，且以相對於背面基板 17 之面之法線方向傾斜 30 度以上之角度入射至金屬反射層 16。

於是，根據光之反射定律，於金屬反射層 16 反射之光 382 以相對於背面基板 17 之面之法線方向與光 381 對稱地傾斜 30 度以上之角度反射。此種光 382 透過透明絕緣性接著層 15 到達背面基板 17 之與反射光 381 之面相鄰之面，因而無法獲得如上效果。作為具有如以上般之 16 μm 以上之週期之 V 字槽或四角錐之凸凹形狀之鈉玻璃背面基板 17 之製造方法，可適當選擇用於模板玻璃之製造之軋平(rollout)法或研磨加工法或藉由於將光硬化樹脂或熱效果樹脂等塗佈於玻璃基板上後，一面抵壓 V 字槽或四角錐之凹凸結構之模一面施加光或熱而形成之方法等。於該方法中，就成本之方面而言較佳為使用軋平法。

具有 V 字槽或四角錐之凹凸形狀之鈉玻璃背面基板 17 之 V 字槽或四角錐之方向既可於整個基板中為相同方向(平行)，亦可以固定間隔而彼此不同。尤其是若 V 字槽遍及整個基板地為相同方向且槽之位置相同則於槽部分之強度變弱。因此，較佳為玻璃板厚度為槽之倍數以上。又，如圖 7 般，即便槽為相同方向(平行)亦以固定間隔使槽位置錯開，此亦較佳。圖 7 中，雖於使槽位置錯開之邊界設置無

槽之部分，但亦可連續地改變槽位置。

又，藉由如圖8般以固定間隔改變V字槽形狀之方向而可抑制強度降低。圖8係作為一例，為使槽之方向錯開成直角之例，且可適當選擇固定間隔及角度。

[實施例]

其次，對於實施例進行說明。

於實施例中，按照以下所述之順序作成具有2組半導體薄膜光電轉換層之組合之串聯型薄膜矽太陽能電池單元，評價偏離其光入射側之半導體薄膜光電轉換層之組(底部單元(bottom cell))之短路電流值bottom-Jsc。評價串聯型薄膜矽太陽能電池單元之bottom-Jsc之原因係由於在半導體薄膜光電轉換層之組合為1組之單型薄膜矽太陽能電池單元或串聯型薄膜矽太陽能電池單元之入射側之半導體薄膜光電轉換層之組(頂部單元(top cell))中其具有感度之光吸收係數原本就很高且光吸收量較多，故光被封閉，無法充分地確認光吸收量增大之效果。

以下，對於本發明之實施例之形成有第1透明導電層之透明絕緣性基板(以下，亦稱為附有透明導電層之透明絕緣性基板)之作成方法進行詳細敘述。透明導電層可藉由常壓CVD法而作成於由浮式法作成之鹼石灰矽酸鹽玻璃基板(30 cm×40 cm×1.1 mm)上。於透明絕緣性基板與透明導電層之間依序形成有氧化鈦層及氧化矽層作為低反射中間層。氧化矽層亦作為防止鹼成分自鹼石灰矽酸鹽玻璃基板擴散之鹼阻隔層而發揮功能。各層之作成具體而言係按照

以下順序進行。

基板於充分洗淨後，於輸送帶式爐中預先加熱至 500°C 。對於向一定方向移動之基板，噴附作為氧化鈦層之原料氣體之四異丙醇鈦，而於基板表面形成約 10 nm 之氧化鈦層。將四異丙醇鈦裝入保持為 90°C 之起泡槽(bubbler tank)中，自儲氣瓶以每分鐘 5 L 供給氮氣並使之氣化。其次，將每分鐘 0.1 L 之矽烷氣體及每分鐘 5 L 之氧氣噴附於形成於基板上之氧化鈦層表面，形成約 25 nm 之氧化矽層。進而，將形成有氧化矽層之基板加熱至 520°C ，噴附同時含有四氯化錫、水及氟化氫之氣體，形成約 600 nm 之添加有氟 $3.5\text{ mol}\%$ 之氧化錫層。此處，將四氯化錫裝入保持為 45°C 之起泡槽中，自儲氣瓶導入氮氣並使之氣化。水係自保持為 100°C 以上之鍋爐供給。使氟化氫氣體自加熱至 40°C 之儲氣瓶氣化。利用2個噴射器將混合有該等之氣體噴附於相對於基板之移動方向為上游側及下游側之2個部位。四氯化錫與水之混合比於上游側之第1噴射器中，設為四氯化錫:水=1:20，於下游側之第2噴射器中，設為四氯化錫:水=1:100。藉此，形成於整個表面均勻地具有微細之凹凸之氧化錫層。

以下，對於本發明之實施例之半導體薄膜光電轉換層之作成方法進行詳細敘述。

於切出為 $40\text{ mm}\times 40\text{ mm}$ 之大小之附有第1透明導電層之透明絕緣性基板上，形成非晶矽之p-i-n半導體薄膜光電轉換層之組作為頂部單元後，形成微晶矽之p-i-n半導體薄膜

光電轉換層之組作為底部單元。於任意層之形成中均使用電漿CVD裝置(ULVAC股份有限公司製造之CME-200J)。

構成頂部單元之各層(p層、i層、n層)之形成條件係如下。

[頂部單元p層]

加熱器設定溫度：195℃

壓力：40 Pa

RF(radio frequency，射頻)(27.12 MHz)功率：0.045 W/cm²

氣體流量

SiH₄：20 sccm

CH₄：40 sccm

H₂：115 sccm

H₂/B₂H₆：125 sccm(B₂H₆：1000 ppm)

[頂部單元i層]

加熱器設定溫度：195℃

壓力：27 Pa

RF(27.12 MHz)功率：0.023 W/cm²

氣體流量

SiH₄：20 sccm

[頂部單元n層]

加熱器設定溫度：195℃

壓力：135 Pa

RF(27.12 MHz)功率：0.180 W/cm²

氣體流量

 SiH_4 : 5 sccm H_2 : 400 sccm H_2/PH_3 : 100 sccm(PH_3 : 1000 ppm)

構成底部單元之各層(p層、i層、n層)之形成條件係如下。

[底部單元p層]

加熱器設定溫度 : 195°C

壓力 : 200 Pa

RF(27.12 MHz)功率 : 0.045 W/cm²

氣體流量

 SiH_4 : 9 sccm H_2 : 1350 sccm $\text{H}_2/\text{B}_2\text{H}_6$: 12 sccm(B_2H_6 : 1000 ppm)

[底部單元i層]

加熱器設定溫度 : 195°C

壓力 : 400 Pa

RF(27.12 MHz)功率 : 0.075 W/cm²

氣體流量

 SiH_4 : 12 sccm H_2 : 600 sccm

[底部單元n層]

加熱器設定溫度 : 195°C

壓力 : 40 Pa

RF(27.12 MHz)功率 : 0.023 W/cm^2

氣體流量

SiH_4 : 10 sccm

H_2 : 75 sccm

H_2/PH_3 : 75 sccm(PH_3 : 1000 ppm)

以下，對於本發明之實施例之第2透明導電層之作成方法進行詳細說明。

於依序附有第1透明導電層及半導體薄膜光電轉換層之透明絕緣性基板上，使用相對於與氧化鋅 ZnO 之總和含有5.7重量%之氧化鎵 Ga_2O_3 之GZO靶並藉由直流濺鍍法而形成約100 nm之添加有鎵之氧化鋅層。此時，藉由將具有10 mm×10 mm之大小之開口部之金屬掩模設置於基板上，而形成為10 mm×10 mm之大小之添加有鎵之氧化鋅層之圖案。形成係於預先將真空裝置減壓為 10^{-3} Pa 以下後，以100 sccm導入Ar氣體且以1.5 sccm導入 CO_2 氣體而進行，將濺鍍中之壓力設為 $4 \times 10^{-1} \text{ Pa}$ 、濺鍍功率設為 1.4 W/cm^2 。加熱器溫度設為 110°C 。又，添加有鎵之氧化鋅膜中之 Ga_2O_3 含量與靶相同，相對於氧化鎵 Ga_2O_3 與氧化鋅 ZnO 之總和為5.7重量%。添加有鎵之氧化鋅單膜之性能係於比電阻為 $3 \times 10^{-1} \Omega \cdot \text{cm}$ 、500~800 nm時，吸收係數為 $1.38 \sim 2.75 \times 10^3 \text{ cm}^{-1}$ 。

以下，對於本發明之實施例之薄膜太陽能電池單元之作成方法進行詳細敘述。

對於依序附有第1透明導電層、半導體光電轉換層及第2

透明導電層之透明絕緣性基板，將具有10 mm×10 mm之圖案之第2透明導電添加有銻之氧化鋅層作為掩模，使用六氟化硫進行反應式離子蝕刻。其後，藉由去除掩模部分以外之半導體光電轉換層，而製成10 mm×10 mm之大小之薄膜太陽能電池單元。

以下，對於本發明之實施例之背面基板之作成方法進行詳細敘述。

將藉由浮式法而作成之厚度2 mm之鹼石灰矽酸鹽玻璃基板切出成40 mm×40 mm之大小。將於該玻璃基板具有平坦面者設為實施例1之基板。又，將相同之玻璃基板切出成40 mm×40 mm之大小，於單面之中央，使用分別具有角度130、135、140、150度之角度之V字型磨石，形成40個500 μm間距之V字槽。進而使用漿料以表面之算術平均粗糙度Ra為10 nm以下之方式對V字槽進行研磨。將使用該V字槽之角度為130°之鹼石灰矽酸鹽玻璃基板者設為實施例2，將使用V字槽之角度為135°之鹼石灰矽酸鹽玻璃基板者設為實施例3，將使用V字槽之角度為140°之鹼石灰矽酸鹽玻璃基板者設為實施例4，將使用V字槽之角度為150°之鹼石灰矽酸鹽玻璃基板者設為比較例1。即，實施例1相當於上述第1實施形態之背面基板，實施例2~4相當於第2實施形態之背面基板。再者，V字槽之角度於整個面具有指定之角度。

於如以上般準備之基板中，對於具有平坦面之基板(實施例1)，於單面形成下述金屬反射層。又，對於附有V字

槽之基板(實施例2~4、比較例1)，於經V字槽加工之面，形成下述金屬反射層。金屬反射層係以如下順序藉由直流濺鍍法而依序形成約250 nm之銀層及約1 nm之鋁層。形成係於預先將真空裝置減壓為 2×10^{-5} Pa以下後，以18 sccm導入Ar氣體而進行，將濺鍍中之壓力設為 4×10^{-1} Pa，對於銀靶將濺鍍功率設為 2.5 W/cm^2 ，對於鋁靶設為 0.5 W/cm^2 。金屬反射層之反射率於500 nm~1200 nm之波長範圍內為94%以上。

以下，對於本發明之實施例1~4及比較例1之薄膜太陽能電池單元之作成方法進行詳細敘述。再者，此處所謂單元係指太陽能電池之最小單位之構成，集中有複數個單元者為模組。

於如上述般作成之薄膜太陽能電池單元中，於藉由蝕刻而第1透明導電層露出之部分，貼附寬度5 mm、厚度70 μm 之附有導電性接著層之銅箔，設為對於第1透明導電層之電極。其次，於藉由蝕刻而第1透明導電層露出之部分之第2透明導電層圖案附近，貼附絕緣性聚醯亞胺膠帶，設為絕緣層，並於其上貼附寬度5 mm、厚度70 μm 之附有導電性接著層之銅箔，進而於銅箔表面與第2透明導電層圖案之間塗佈含有銀之導電性樹脂液，使之乾燥，藉此形成對於第2透明導電層之電極。再者，於較第2透明導電層圖案外側之周圍3 mm左右之位置，自該部入射之光於背面基板之金屬反射層反射，並入射至半導體光電轉換層，藉此有可能測定到比實際多之光吸收量，故塗佈黑色油墨，

不使光自外側周圍入射。使如上述般形成有對於第1透明導電層及第2透明導電層之電極的薄膜太陽能電池單元、及附有金屬反射層之背面基板以分別形成有半導體光電轉換層或金屬反射層之面為內側之方式夾持著厚度0.5 mm之附有壓紋之PVB樹脂而重疊。將夾持著PVB樹脂之2片基板裝入尼龍袋中，於藉由真空泵而將密封之尼龍袋內減壓至20 kPa之狀態下，於烘箱內以120℃保持2小時，藉此利用PVB樹脂將薄膜太陽能電池單元與附有金屬反射層之背面基板接著，製成薄膜太陽能電池單元。

(比較例2)

以下，對於本發明之比較例2之薄膜太陽能電池單元之作成方法進行詳細敘述。

至第2透明導電層之形成為止係與上述實施例1~3及比較例1同樣地進行。其次，於第2透明導電層上，於將具有10 mm×10 mm之大小之開口部之金屬掩模相較於成膜添加有鎘之氧化鋅層時不移動地保持於基板上之狀態下，藉由直流濺鍍法而形成10 mm×10 mm之大小之銀層及鋁層之圖案作為背面電極層。銀層係使用銀靶於Ar氣體環境下藉由直流濺鍍法(濺鍍中之壓力： 4×10^{-1} Pa、濺鍍功率： 1.4 W/cm^2)而以約200 nm之層厚形成。進而，鋁層係使用鋁靶於Ar氣體環境中藉由直流濺鍍法(濺鍍中之壓力： 4×10^{-1} Pa、濺鍍功率： 1.4 W/cm^2)而以約82 nm之層厚形成。於形成鋁層後，將具有10 mm×10 mm之圖案之背面電極層作為掩模，使用六氟化硫進行反應式離子蝕刻，去除掩模部分

以外之半導體光電轉換層，藉此作成薄膜太陽能電池單元。進而，於第1透明導電層露出之部分，使用作為陶瓷材料專用焊料之陶瓷焊劑焊接銅導線作為電極，製成薄膜太陽能電池單元。

此處，於實施例與比較例之對比之前，說明銀層之基底凹凸對吸收之影響。

<銀層之吸收之評價>

作為銀層之基底凹凸對吸收之影響之評價，使用以玻璃/透明電極(TCO，Transparent Conductive Oxide，透明導電氧化物)/金屬氧化物層(包含添加有鎵之鋅氧化層約100 nm/銀層約200 nm之反射膜)之構成改變透明電極之霧度(haze)之下述表1中記載之樣本1~3，測定各自之反射率。因認為霧度之大小與凹凸之大小大致成比例，故考慮使霧度不同之樣本之評價與凹凸之評價對應。再者，成膜條件係與上述相同。

[表1]

樣本	霧度
1	0.66%
2	11.9%
3	93.7%

反射率之測定係使用日立高新技術股份有限公司製造之分光光度計U-4100，自玻璃面進行測定，於350~1200 nm之波長範圍內測定積分球反射率。認為：因銀層較厚、為200 nm，故無透過銀層之光，又，因使用積分球故亦能測定由透明電極自身之凹凸散射之光，反射率較低之樣本係

因銀層之吸收而減少。將測定結果示於圖9中。

根據圖9，認為反射率降低主要是由於銀層之吸收。銀層係於相同之條件下成膜，且凹凸越大反射率越小。尤其是800 nm~1200 nm之長波長側之反射降低(吸收增加)。因此，確認到：若於具有凹凸之透明電極上塗佈銀層，則於銀層上之光被吸收，反射光減少。

以下，對於本發明之實施例及比較例之薄膜太陽能電池單元之評價方法進行詳細敘述。

通過帶通濾波器(朝日分光股份有限公司製造之帶通濾波器型號：PB0056、品名：PB0550/280)一面照射大約AM1.5之襯托光(bias light)一面測定所獲得之薄膜太陽能電池單元之底部單元之各波長之量子效率。根據由測定所獲得之底部單元之分光感度及AM1.5之照射強度，藉由計算而求出bottom- J_{SC} 。

表2中表示因本發明之實施例1及比較例2之薄膜太陽能電池單元之銀層之凹凸之影響所致之bottom- J_{SC} 評價結果。又，表3中表示因本發明之實施例2~4及比較例1、2之薄膜太陽能電池單元之銀層之凹凸之影響所致之bottom- J_{SC} 評價結果。

透明電極之C光源霧度之測定係使用Suga Test Instruments股份有限公司製造之觸控面板式霧度計HZ-2來進行。又，成膜有銀層之面之Ra係使用Seiko Instruments股份有限公司製造之Nanopics1000，對於掃描範圍4 μm ×4 μm 進行。

[表 2]

	比較例2	實施例1
透明電極之C光源霧度(%)	9.21	8.90
成膜有銀層之面之Ra(nm)	26.4	2.07
bottom-J _{sc} (mA/cm ²)	10.64	10.69

根據表 2 可確認到：本發明之實施例 1 與比較例 2 相比，成膜有銀層之面之 Ra 較小，bottom-J_{sc} 變大。認為該原因係由於 Ra 變小而膜之吸收減少，故發電量即電流值增加。

又，實施例 1 包含於比較例 2 中未使用之中間膜之吸收。於實施例中使用之 0.5 mm 之 PVB 中間膜於波長 900 nm 以上具有 5% 左右之吸收。因此，於實施例之層構成中透過 PVB 中間膜之光於背面之反射層被反射，而再次透過 PVB 中間膜，故認為特定波長之光以合計 10% 左右由 PVB 中間膜吸收。即，中間膜自身亦吸收光，故預測：只要減少中間膜之吸收，則電流值就會比上述結果大。

[表 3]

	實施例2	實施例3	實施例4	比較例1	比較例2
透明電極之C光源霧度(%)	9.64	9.84	9.65	8.70	9.21
成膜有銀層之面之Ra(nm)	2.07	2.07	2.07	2.07	26.4
V字槽之角度	130度	135度	140度	150度	-
bottom-J _{sc} (mA/cm ²)	10.81	11.65	10.96	10.43	10.64

根據表 3 可確認到：於本發明之實施例 2~4 中，儘管為相同之製造方法，但相對於將 V 字槽之角度設為 150° 之比較例 1，bottom-J_{sc} 變大。認為此係由於如上述般於比較例 1 中，於銀層反射之光未返回至半導體光電轉換層而於銀層間反射，由銀層吸收。又，可確認到：於本發明之實施例 2~4 中，與將銀層形成於第 2 透明導電層上之比較例 2 相

比，成膜有銀層之面之Ra較小，bottom-Jsc變大。

根據以上結果，確認到：如實施例1般，因設為如下構成，即藉由透明絕緣性接著層而貼合於透明絕緣性基板上依序成膜第1透明導電層、半導體薄膜光電轉換層、第2透明導電層而成者及於將金屬或塑膠或玻璃作為基材之平坦之背面基板上成膜金屬反射層而成者，故與如先前(比較例2)般於表面如起波浪般形成有凹凸之面上形成金屬反射層之情形相比，可使反射光效率佳地返回至光電轉換層，從而可提高光電轉換效率。

又，確認到：如實施例2~4般，因設為如下構成，即藉由透明絕緣性接著層而貼合於透明絕緣性基板上依序成膜第1透明導電層、半導體薄膜光電轉換層、第2透明導電層而成者及於將金屬或塑膠或玻璃作為基材之背面基板上成膜金屬反射層而成者，且背面基板之基材具有週期為16 μm 以上且V字槽或四角錐之凹凸形狀，於V字槽或四角錐中對向之2個面所成之角度為120度~145度，故與如先前(比較例2)般於表面如起波浪般形成有凹凸之面上形成金屬反射層之情形相比，可使反射光效率佳地返回至光電轉換層，從而可提高光電轉換效率。

再者，本發明絲毫不由上述實施形態限定，且於不脫離其主旨之範圍內可以各種形態實施。

例如，亦可使用不具有接著性之透明絕緣性層來代替透明絕緣性接著層。

本申請案係基於2011年10月4日申請之日本專利申請案

2011-220464及日本專利申請案2011-220465、及2012年4月11日申請之日本專利申請案2012-090266者，並將其內容作為參照引用於此。

【圖式簡單說明】

圖1係本發明之第1實施形態之薄膜太陽能電池模組之剖面之概略圖。

圖2係圖1之半導體薄膜光電轉換層之剖面之概略圖。

圖3係本發明之第2實施形態之薄膜太陽能電池模組之剖面之概略圖。

圖4係表示圖3之薄膜太陽能電池模組之內部之光路之模式圖。

圖5係表示圖3之薄膜太陽能電池模組之內部之光路之角度之模式圖。

圖6係表示於V字槽之相鄰之面之角度小於120度之情形時之薄膜太陽能電池模組內部之光路之模式圖。

圖7係表示V字槽之形狀之一實施形態之模式圖。

圖8係表示V字槽之形狀之其他實施形態之模式圖。

圖9係表示於銀層之吸收之評價中波長與反射率之關係之圖表。

【主要元件符號說明】

11	透明絕緣性基板
12	第1透明導電層
13	半導體薄膜光電轉換層
14	第2透明導電層

15	透 明 絕 緣 性 接 著 層
16	金 屬 反 射 層
17	背 面 基 板
21	p 型 半 導 體 層
22	i 型 半 導 體 層
23	n 型 半 導 體 層

七、申請專利範圍：

1. 一種薄膜太陽能電池模組，其特徵在於：

依序積層有透明絕緣性基板、第1透明導電層、半導體薄膜光電轉換層、及第2透明導電層，

以金屬、塑膠或玻璃作為基材且於該基材之表面具有金屬反射層之反射基板係進而以上述金屬反射層隔著透明絕緣性層而與上述第2透明導電層對向之方式積層而構成，且

上述基材之表面為平坦面。

2. 一種薄膜太陽能電池模組，其特徵在於：

依序積層有透明絕緣性基板、第1透明導電層、半導體薄膜光電轉換層、及第2透明導電層，以金屬、塑膠或玻璃作為基材且於該基材之表面具有金屬反射層之反射基板係進而以上述金屬反射層隔著透明絕緣性層而與上述第2透明導電層對向之方式積層而構成，且

上述反射基板之基材具有週期為16 μm 以上且為V字槽或四角錐之凹凸形狀，且

上述V字槽或四角錐中對向之2個面所成之角度為120度~145度。

3. 如請求項1或2之薄膜太陽能電池模組，其中上述反射基板之基材之形成上述金屬反射層之表面之算術平均粗糙度Ra為10 nm以下。

4. 如請求項1至3中任一項之薄膜太陽能電池模組，其中上述透明絕緣性層為具有接著性之透明絕緣性接著層。

5. 如請求項1至4中任一項之薄膜太陽能電池模組，其中上述反射基板之上述金屬反射層包含以銀為主成分之金屬。
6. 如請求項1至5中任一項之薄膜太陽能電池模組，其中於上述反射基板之上述金屬反射層之表面具有1層以上之水蒸氣阻隔層。
7. 如請求項6之薄膜太陽能電池模組，其中上述水蒸氣阻隔層包含鋁。
8. 如請求項1至7中任一項之薄膜太陽能電池模組，其中於上述反射基板之上述金屬反射層之表面具有1層以上之增強反射層。
9. 如請求項1至8中任一項之薄膜太陽能電池模組，其中上述反射基板之上述金屬反射層之於波長500 nm至800 nm之反射率為90%以上。
10. 如請求項1至9中任一項之薄膜太陽能電池模組，其中上述反射基板之上述金屬反射層之於波長800 nm至1200 nm之反射率為80%以上。
11. 如請求項1至10中任一項之薄膜太陽能電池模組，其中上述透明絕緣性基板之氧化鐵之含量為0.05 wt%以下。
12. 如請求項1至11中任一項之薄膜太陽能電池模組，其中上述第1透明導電層包含以氧化錫為主成分之氧化物。
13. 如請求項4之薄膜太陽能電池模組，其中上述透明絕緣性接著層包含聚乙烯丁醛樹脂。
14. 如請求項4之薄膜太陽能電池模組，其中上述透明絕緣

性接著層包含乙烯乙酸乙烯酯樹脂。

15. 如請求項1至14中任一項之薄膜太陽能電池模組，其中上述第2透明導電層包含以氧化鋅為主成分之氧化物。

16. 如請求項1至15中任一項之薄膜太陽能電池模組，其中於上述第2透明導電層上具有輔助電極。

17. 一種薄膜太陽能電池模組之製造方法，其特徵在於以透明絕緣性接著層貼合：

於透明絕緣性基板上依序成膜有第1透明導電層、半導體薄膜光電轉換層、及第2透明導電層者；及

於表面為平坦面或表面具有週期為16 μm 以上且為V字槽或四角錐之凹凸形狀、且V字槽或四角錐中對向之2個面所成之角度為120度~145度的以金屬或塑膠或玻璃作為基材之背面基板之上述表面上成膜有金屬反射層者。

18. 如請求項17之薄膜太陽能電池模組之製造方法，其中於以上述透明絕緣性接著層貼合時，裝入耐熱樹脂製造之真空層壓袋中，對真空層壓袋一面進行真空排氣一面進行加熱處理而使之一體化。

八、圖式：

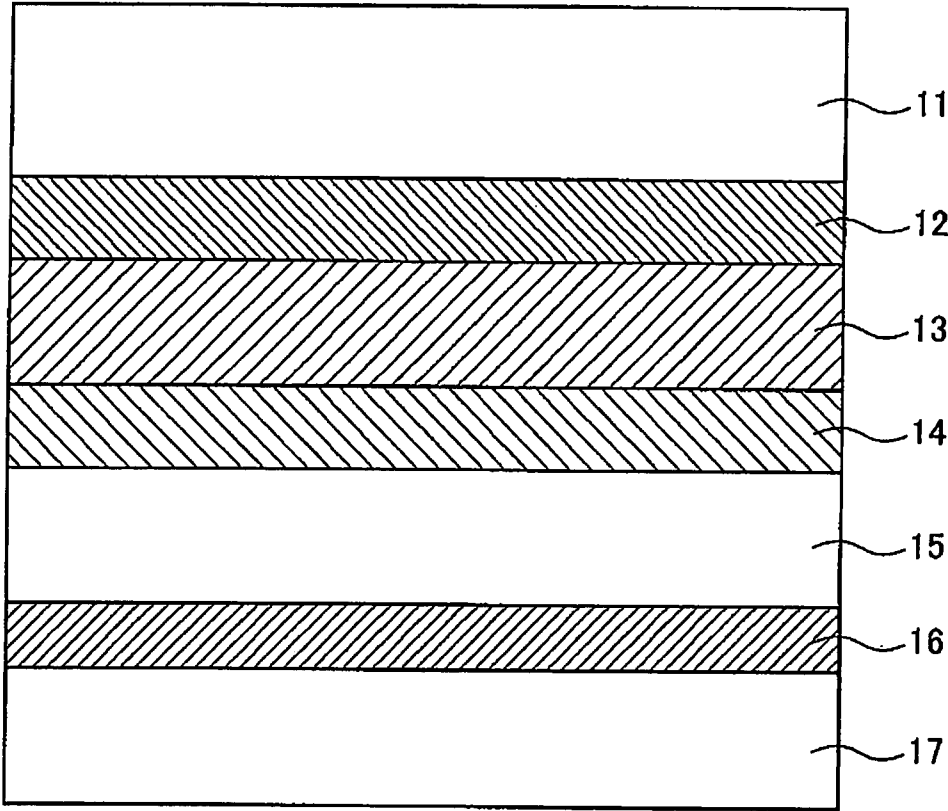


圖1

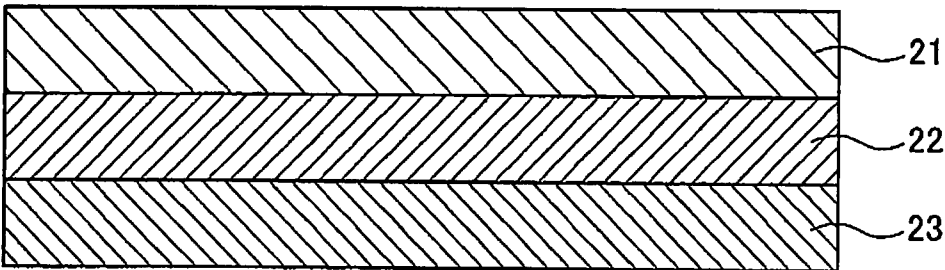


圖2

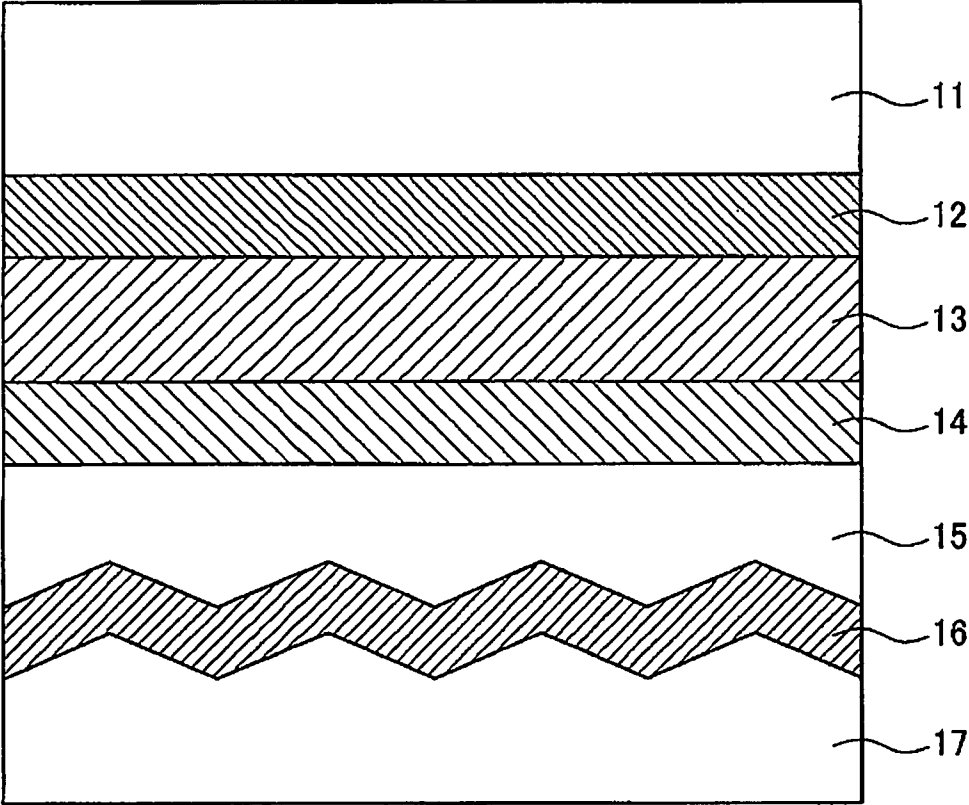


圖3

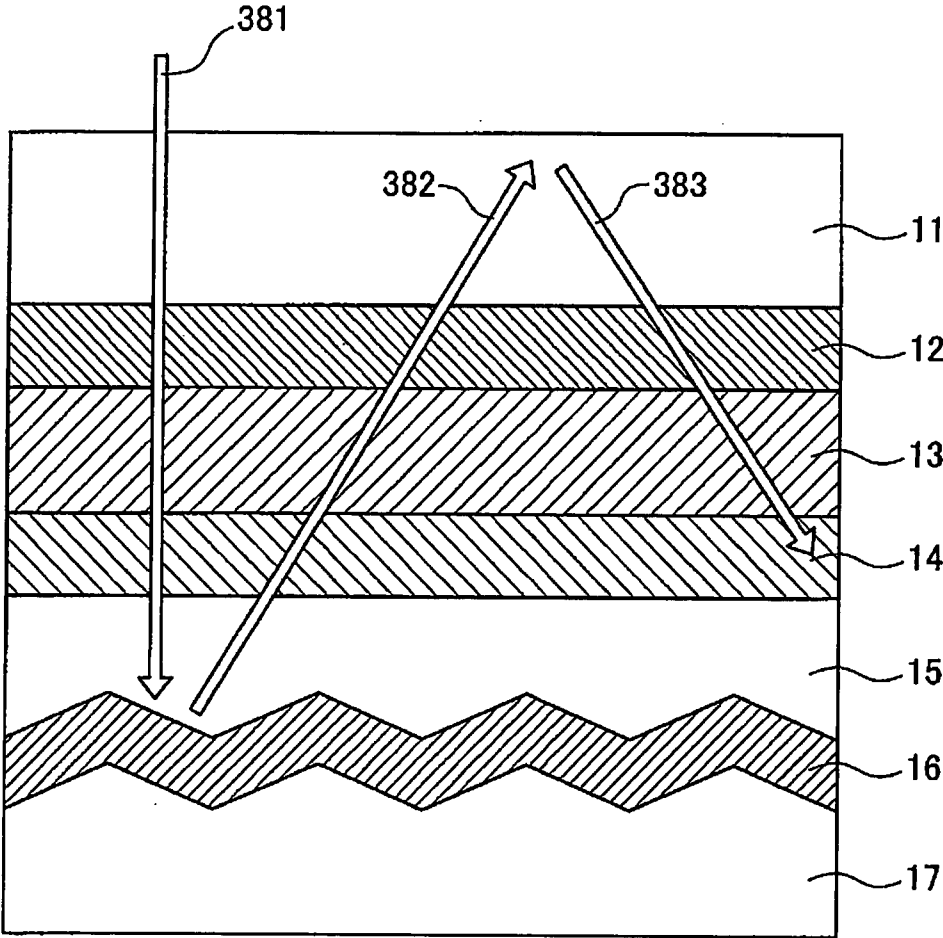


圖4

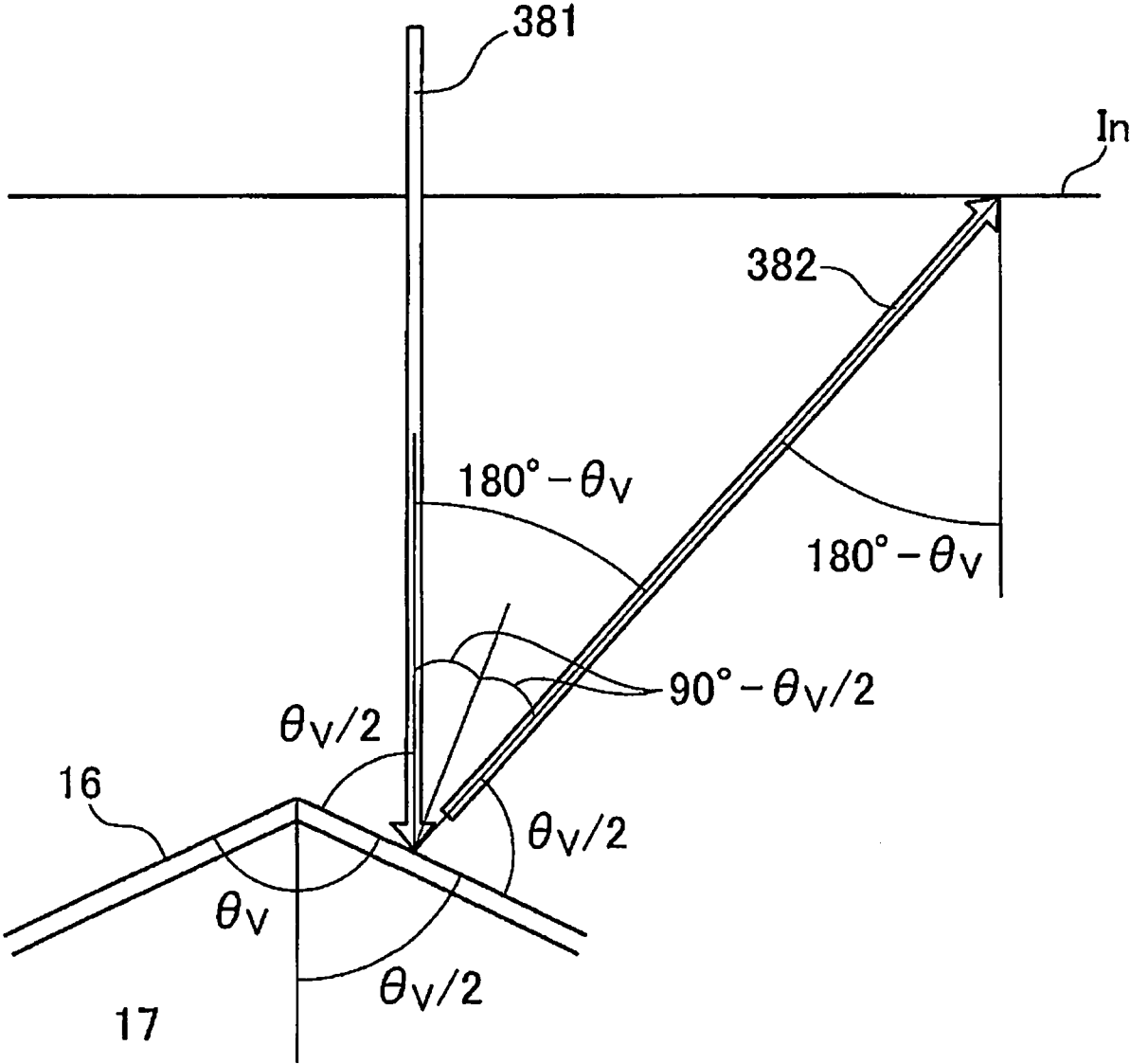


圖5

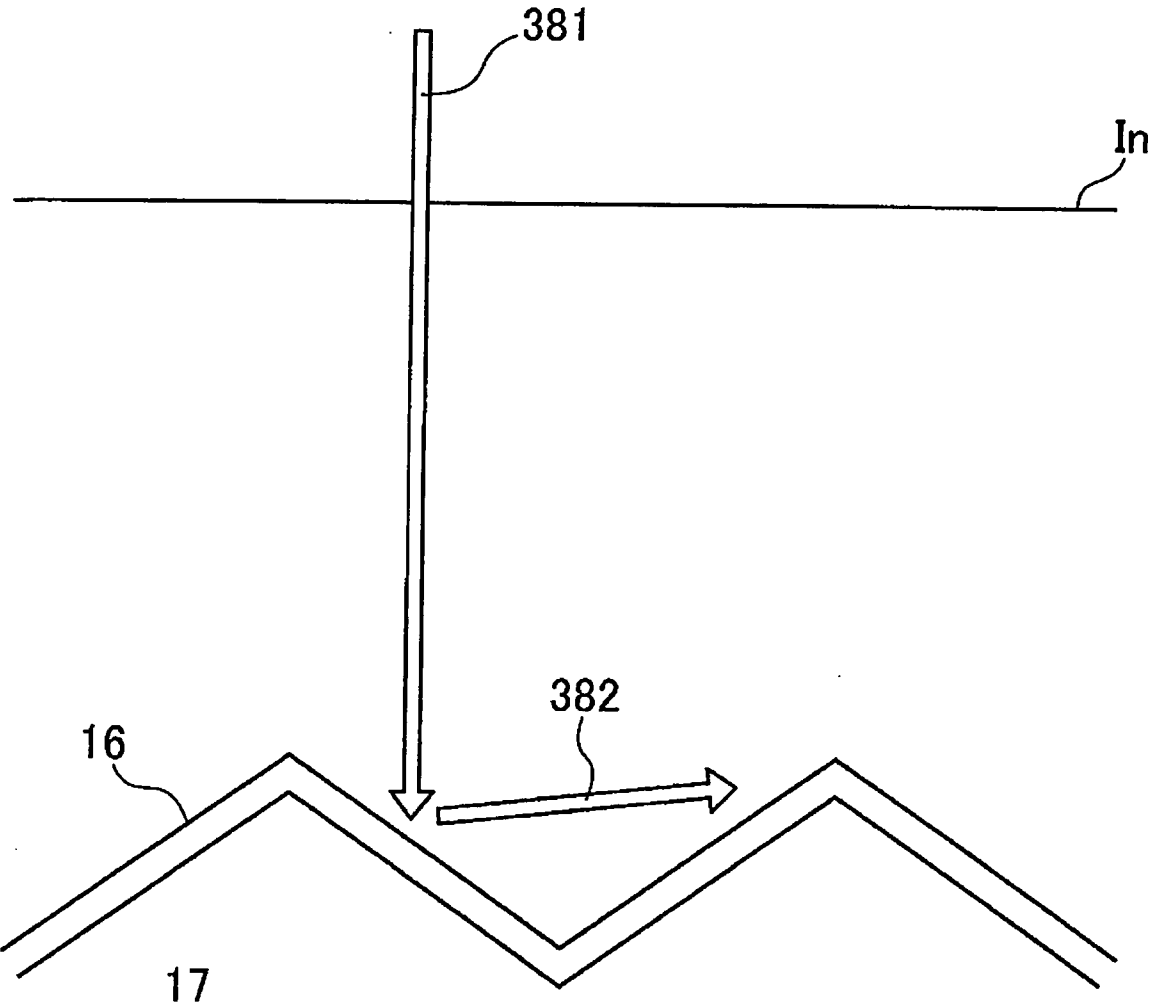


圖6

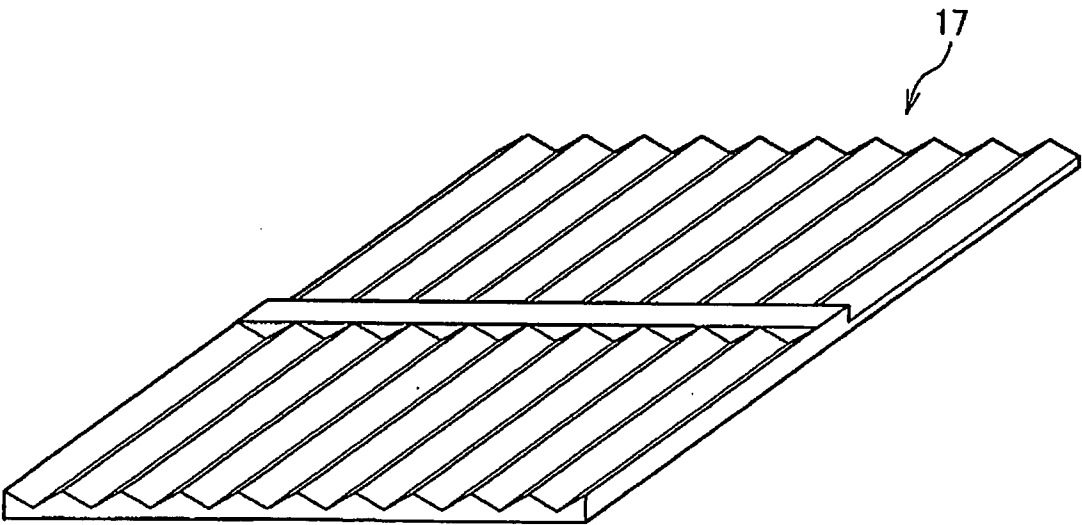


圖7

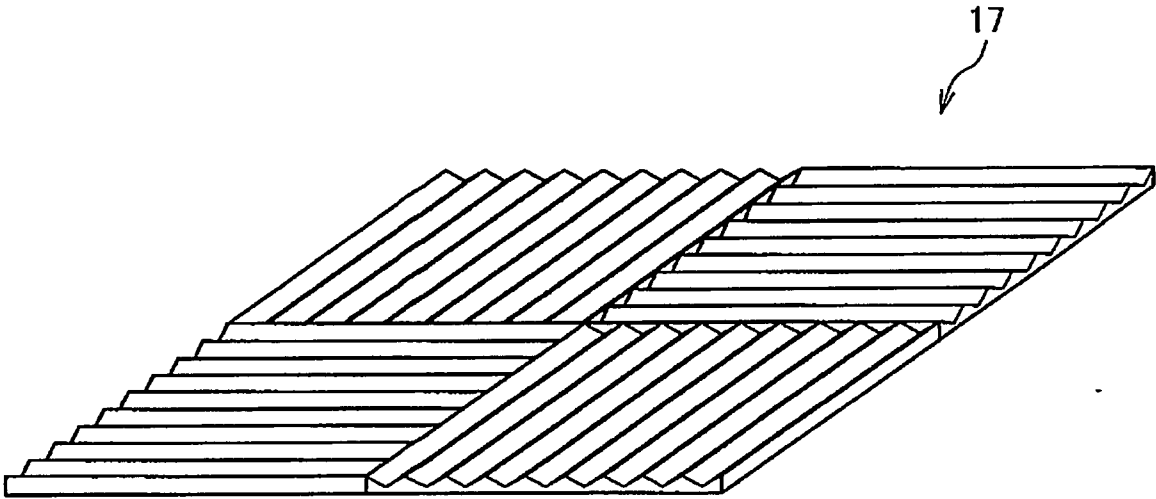


圖8

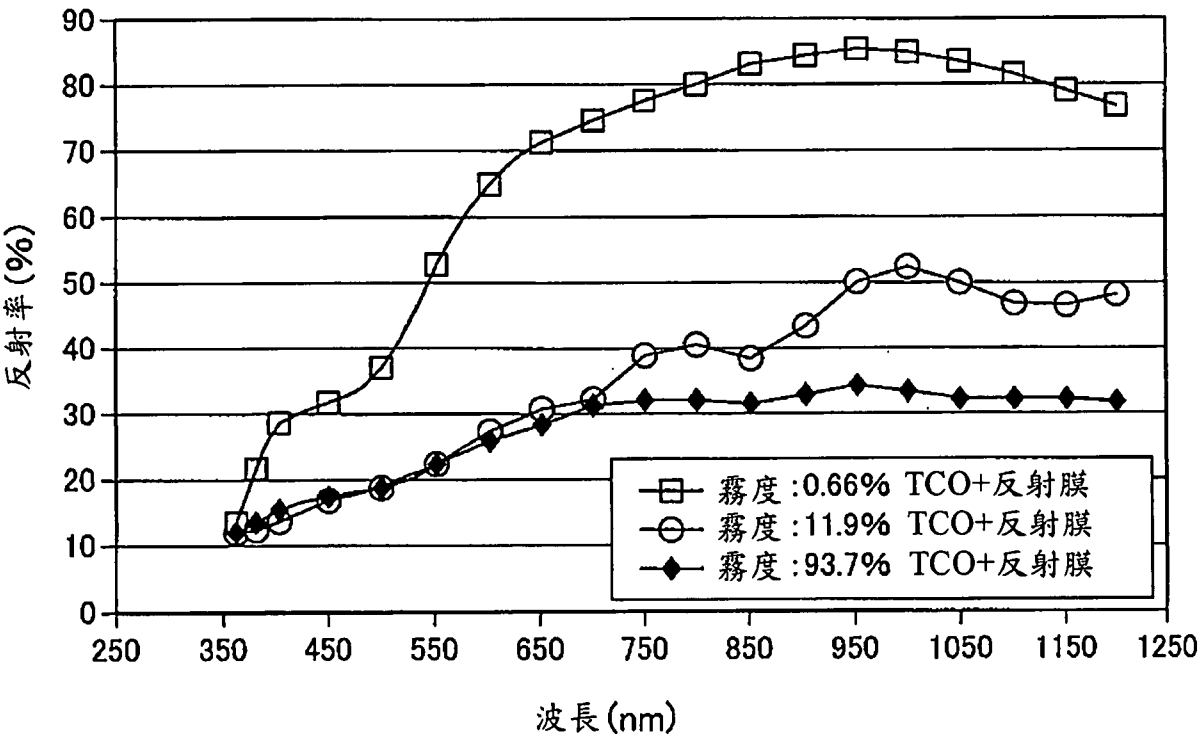


圖9