200837968

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：96142731

※ 申請日期：96.11.12　　※IPC 分類：H01L 31/042, 21/318(2006.01)

一、發明名稱：（中文/英文）

太陽電池之製造方法及太陽電池之製造裝置

二、申 請 人：（共 1 人）

姓名或名稱：（中文/英文）

日商東京威力科創股份有限公司

TOKYO ELECTRON LIMITED

代表人：（中文/英文）

佐藤　潔

SATO, KIYOSHI

住居所或營業所地址：（中文/英文）

日本國東京都港區赤坂五丁目3番6號

3-6, AKASAKA 5-CHOME, MINATO-KU, TOKYO 107-8481, JAPAN

國　籍：（中文/英文）

日本　JAPAN

三、發明人：（共 1 人）

姓　名：（中文/英文）

村川　惠美

MURAKAWA, SHIGEMI

國　籍：（中文/英文）

日本　JAPAN

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項☐第一款或☐第二款規定之事實，其事實發生日期為：　年　月　日。

☑ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號　順序註記】

☑ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 日本；2006年11月22日；特願2006-315648

2.

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號　順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料　【格式請依：寄存機構、日期、號碼　順序註記】

國外生物材料　【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼　順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種太陽電池之製造方法及太陽電池之製造裝置。

【先前技術】

例如結晶矽系之太陽電池中，於作為光吸收層之矽層上形成有pn接合，於該矽層之表面上形成鈍化膜，該鈍化膜用於保護設備或者用於防止暫時入射至光吸收層之光向外部反射。

先前，藉由對矽層之表面進行熱氧化而形成鈍化膜。然而，當以此種方式於高溫下對矽層之表面進行熱氧化時，於經熱氧化而形成之鈍化膜與基底之矽層之界面上會產生大量之空孔缺陷等缺陷。因此，該等缺陷成為電子等載子之再結合中心，載子經再結合後消失，最終形成之太陽電池之能量轉換效率降低。為了解決此問題，考慮到代替熱氧化處理，藉由電漿CVD(Chemical Vapor Deposition，化學氣相沈積)處理，於矽層之表面形成作為鈍化膜之氮化矽膜(參照專利文獻1)。因經該電漿CVD處理而形成之氮化矽膜不易受到結晶矽之粒界之影響，故可抑制載子減少。

[專利文獻1]日本專利特開2005-159171號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

然而，如上所述，當藉由電漿CVD處理來形成鈍化膜時，因於矽層上重新沈積氮化矽膜，故而矽層與鈍化膜之

界面變得不連續。因此，於矽層與鈍化膜之界面附近存在大量的結晶缺陷，該等結晶缺陷成為載子消失之重要因素。因此，即便利用此電漿CVD處理方法，亦無法獲得充分高之能量轉換效率。

本發明係鑒於上述內容開發而成者，其目的在於提供一種可獲得高能量轉換效率之太陽電池之製造方法及太陽電池之製造裝置。

[解決問題之技術手段]

用以達成上述目的之本發明係太陽電池之製造方法，其特徵在於使用電漿將矽層之表層氧化、氮化或氮氧化，於上述矽層之表層形成鈍化膜。

如本發明所述，對矽層之表層進行電漿處理而形成鈍化膜，藉此，可製造出高能量轉換效率之太陽電池。

上述太陽電池之製造方法中，可使用具有10 eV以下之鞘層電位之電漿來形成上述鈍化膜。再者，所謂鞘層電位，係指產生電漿之空間之電位與矽層之電位的差。

又，可於6.67 Pa~6.67×10^2 Pa之壓力下形成上述鈍化膜。

又，可於200℃~600℃之溫度下形成上述鈍化膜。

上述電漿可係由微波所激發之表面波電漿。

產生上述電漿之微波可經由槽孔天線所供給。

產生上述電漿之微波可以特定週期之脈衝狀斷續地供給。

當對多晶矽層之表層進行氧化處理時，可以使多晶矽層

與鈍化膜之界面中氮原子含有率為5 atomic%以下之方式，將含氮之處理氣體導入處理容器內。

可於形成於上述矽層之表層之鈍化膜上，藉由CVD處理而形成氧化膜、氮化膜或者氮氧化膜，進而形成鈍化膜。

可藉由使用電漿之上述CVD處理來形成上述鈍化膜。

可於上述CVD處理時，對鈍化膜之沈積層施加偏壓電力。

於使上述矽層之表層氧化、氮化或者氮氧化之上述處理時，或上述CVD處理時之至少任一者時，可於處理氣體中添加氫。

可於同一處理容器內，進行將上述矽層之表層氧化、氮化或氮氧化之上述處理以及上述CVD處理。

可於不同之處理容器內，進行將上述矽層之表層氧化、氮化或氮氧化之上述處理以及上述CVD處理，對上述處理容器間之太陽電池基板進行真空搬送。

當使上述矽層之表層氮氧化而形成鈍化膜之情形時，於上述CVD處理時，可向處理容器內導入含有氧與氮之處理氣體，逐步增加所導入之處理氣體中之氮相對於氧之比率，於沈積方向上逐步增加鈍化膜中之氮原子含有率。

其他觀點之本發明係太陽電池之製造裝置，其特徵在於：包括處理部，該處理部係使用電漿來使矽層之表層氧化、氮化或者氮氧化者，於上述矽層之表層形成鈍化膜。

於上述處理部中，可使用具有10 eV以下之鞘層電位之電漿來形成上述鈍化膜。

於上述處理部中，可於6.67 Pa~6.67x10^2 Pa之壓力下形成上述鈍化膜。

於上述處理部中，可於200℃~600℃之溫度下形成上述鈍化膜。

上述電漿可係由微波所激發之表面波電漿。

上述處理部可包括供給微波之槽孔天線。

產生上述電漿之微波可以特定週期之脈衝狀斷續地供給。

於對多晶矽層之表層進行氧化處理之情形時，可以多晶矽層與鈍化膜之界面上之氮原子含有率為5 atomic%以下之方式，將含氮之處理氣體導入處理容器內。

以上之太陽電池之製造裝置可包括其他處理部，該其他處理部係於形成於上述矽層之表層之鈍化膜上，藉由CVD處理而形成氧化膜、氮化膜或氮氧化膜，進而形成鈍化膜者。

於上述其他處理部中，可藉由使用電漿之CVD處理來形成上述鈍化膜。

上述其他處理部可包括對鈍化膜之沈積層施加偏壓電力之電源。

於上述處理部中使上述矽層之表層氧化、氮化或者氮氧化之上述處理時，或於上述其他處理部中之上述CVD處理時之至少任一者時，可向處理氣體中添加氫。

上述處理部與其他處理部可經由對太陽電池基板進行真空搬送之搬送部而連接。

於上述處理部中使上述矽層之表層氮氧化而形成鈍化膜之情形時，當上述其他處理部中之上述CVD處理時，可向處理容器內導入含有氧與氮之處理氣體，逐步增加所導入之處理氣體中之氮相對於氧之比率，於沈積方向上逐步增加鈍化膜中之氮原子含有率。

[發明之效果]

根據本發明，可製造出高能量轉換效率之太陽電池。

【實施方式】

以下，對本發明之較好實施形態加以說明。圖1係表示本發明之太陽電池之製造裝置1的結構之概略之平面圖。

例如圖1所示，太陽電池之製造裝置1具有一體地連接有匣盒台2與處理台3之結構，上述匣盒台2以匣盒為單位搬入搬出複數個太陽電池基板W，上述處理台3具有對基板W進行單片式處理之複數個處理部。

匣盒台2例如具有匣盒載置部4、搬送室5、及用於對太陽電池基板W進行定位之對準部6。匣盒載置部4中，可於X方向(圖1中之左右方向)上並列地載置可收容複數個太陽電池基板W之匣盒C。搬送室5鄰接於匣盒載置部4之Y方向之正方向(圖1中之上方)側。搬送室5中例如設有於X方向上延伸之搬送導軌7、以及於該搬送導軌7上移動之基板搬送體8。對準部6鄰接於搬送室5之X方向之負方向(圖1中之左方向)側。搬送室5內之基板搬送體8具備自如旋轉及伸縮之多關節之搬送臂8a，且可向匣盒載置部4之匣盒C、對準部6、下述之處理台3之裝載室12、13搬送太陽電池基板

W。

處理台3之中央部中設有可使內部減壓之作為搬送部之中央搬送室10。中央搬送室10內設有基板搬送裝置11。中央搬送室10例如自平面觀察時大致形成為8角形，其周圍連接有裝載室12、13以及例如4個處理部14、15、16、17。基板搬送裝置11具有自如旋轉及伸縮之兩根搬送臂11a、11b，從而可向中央搬送室10周圍之裝載室12、13以及處理部14~17搬送太陽電池基板W。

裝載室12、13配置於中央搬送室10與匣盒台2之搬送室5之間，並連接中央搬送室10與搬送室5。裝載室12、13具有太陽電池基板W之未圖示之載置部，可將室內維持為減壓環境。

搬送室5與裝載室12、13之間，以及中央搬送室10與各裝載室12、13及各處理部14~17之間，分別設有閘閥18。

處理部14係利用輻射線槽孔天線來產生電漿，使太陽電池基板W氧化、氮化或者氮氧化之電漿處理裝置。

例如圖2所示，處理部14具有上表面開口之有底圓筒狀之處理容器30。處理容器30例如由鋁合金形成。處理容器30接地。於處理容器30之底部之中央部設有載置台31，該載置台31用於載置例如太陽電池基板W。

載置台31中內置有例如電極板32，電極板32與設於處理容器30外部之直流電源33連接。藉由該直流電源33而使載置台31表面產生靜電力，從而可將太陽電池基板W靜電吸附於載置台31上。載置台31中內置有利用加熱器電源34所

提供之電力而發熱之加熱器35，從而可將載置台31上之太陽電池基板W加熱至特定溫度。

於處理容器30之上部開口處，經由例如用以確保氣密性之O形環等密封材40，設有氧化鋁(Al_2O_3)或者石英玻璃等介電體之微波透過板41。藉由該微波透過板41使處理容器30內氣密性地封閉。微波透過板41之上部設有輻射線槽孔天線42，該輻射線槽孔天線42供給用於產生電漿之微波。

輻射線槽孔天線42具有下表面開口之大致圓筒形狀之外殼42a，於該外殼42a之下表面設有形成有多數個槽孔之圓盤狀之槽孔平板43。槽孔平板43係由表面鍍金或鍍銀之銅板或者鋁板構成，且形成有作為槽孔之多數個微波放射孔43a。例如圖3所示，各個鄰接之微波放射孔43a形成為T字狀，且該等T字狀之微波放射孔43a配置成同心圓狀。微波放射孔43a之長度及排列間隔係根據微波之波長λ而決定，例如，微波放射孔43a之間隔設定為1/2λ或λ。再者，微波放射孔43a之形狀並不限於T字狀，亦可為圓形狀、圓弧狀等其他形狀。又，微波放射孔43a之配置不限於同心圓狀，亦可為螺旋狀、格子狀、隨機配置、放射狀等。

如圖2所示，槽孔平板43之上部設有由低損耗介電材料形成之遲相板44。因微波之波長於真空中會變長，故遲相板44可縮短微波之波長以調整電漿之產生狀態。

輻射線槽孔天線42之外殼42a之中央部形成有開口部，且該開口部與同軸波導管45連接。同軸波導管45與例如使

2.45 GHz之微波振盪之微波振盪裝置46連接。微波振盪裝置46中設有用於控制微波振盪之ON/OFF或輸出之微波振盪控制部47。

例如，於處理容器30之側壁面形成有處理氣體供給口50。處理氣體供給口50與例如通向處理容器30外部之處理氣體供給管51連接。處理氣體供給管51分支為複數個，例如分支為4個，該等分支管51a、51b、51c、51d分別通向氣體供給源52a、52b、52c、52d。於各分支管51a~51d上分別設有閥門53a、53b、53c、53d以及流量控制器54a、54b、54c、54d。根據上述結構，可向處理容器30內供給特定流量之特定之處理氣體。本實施形態中，例如於氣體供給源52a中封入有作為電漿產生用之稀有氣體之例如氬(Ar)氣，於氣體供給源52b中封入有氧(O_2)氣。又，氣體供給源52c中封入有一氧化二氮(N_2O)氣體，且氣體供給源52d中封入有氫(H_2)氣。再者，氣體供給源之數量以及氣體種類可根據處理氣體之種類而作適當變更。

例如，於處理容器30底部之夾住載置台31之兩側，設有用於排放處理容器30內之氣體之排氣口60。排氣口60與通向渦輪分子泵等排氣裝置61之排氣管62連接。自排氣口60排放氣體，藉此，可將處理容器30內降低至特定之壓力。

再者，處理部15~17之結構與上述處理部14之結構相同，因此省略重複說明。

繼而，對於上述太陽電池之製造裝置1中進行之形成太陽電池之鈍化膜的製程加以說明。

本實施形態中，例如圖4所示，太陽電池基板W上，於作為p型層之多晶矽基板Sp上預先形成有作為n型層之多晶矽層Sn，以形成pn接合之光吸收層，於該多晶矽層Sn之表面形成有鈍化膜。

於鈍化膜之形成製程中，首先，藉由圖1所示之基板搬送體8，自匣盒台2之匣盒C逐枚取出太陽電池基板W，將所取出之太陽電池基板W搬送至對準部6。太陽電池基板W經對準部6定位之後，藉由基板搬送體8搬送至裝載室12，此後，藉由基板搬送裝置11且經由中央搬送室10而搬送至例如處理部14。此時，中央搬送室10內維持真空狀態，對通過中央搬送室10內之太陽電池基板W進行真空搬送。

搬送至處理部14之太陽電池基板W，首先，如圖2所示，吸附並保持於載置台31上。其次，太陽電池基板W藉由加熱器35加熱至200℃~600℃之範圍，例如加熱至350℃。繼而，將處理容器30內之壓力調整為50 mTorr(6.67 Pa)~5 Torr(6.67×10^2 Pa)之範圍，例如調整為100 mTorr(13.3 Pa)，自氣體供給口50向處理容器30內導入氫氣與氧氣之混合氣體。

繼而，自輻射線槽孔天線42向處理容器30內導入微波。藉由導入微波來激發處理容器30內之處理氣體，於處理容器30內產生電漿。此時，微波通過槽孔平板43而形成表面波，藉由該表面波，於微波透過板41之正下方產生高密度之電漿。又，處理容器30內之電漿產生空間與太陽電池基板W表面之間之鞘層電位維持為10 eV以下。於太陽電池

基板W之表面，藉由含有氧原子之電漿之作用來氧化多晶矽層Sn之表層。藉此，如圖5所示，於多晶矽層Sn之表面形成由氧化矽膜構成之鈍化膜A。

當藉由特定時間之電漿氧化處理而形成具有所期望之厚度之鈍化膜A後，停止供給微波以及處理氣體，結束鈍化膜之形成處理。

之後，藉由基板搬送裝置11，自處理部14取出太陽電池基板W，經由中央搬送室10將太陽電池基板W搬送至裝載室13。之後，藉由基板搬送體8將太陽電池基板W送回至匣盒C，結束一系列之處理。

根據以上實施形態，因利用電漿氧化處理來形成鈍化膜A，故與先前使用CVD處理之情形相比，多晶矽層Sn與鈍化膜A之間成為不存在結晶粒界之平滑且連續之界面。其結果，多晶矽層Sn與鈍化膜A之分界附近之結晶缺陷減少，能量載子不會消失，因此可製造出能量轉換效率高於先前之太陽電池。圖6係表示鈍化膜之各形成方法之太陽電池之光電轉換效率的圖表，當如本實施形態般使用電漿氧化處理時，與先前使用CVD處理之情形相比，光電轉換效率大幅提高。

對電漿處理時之太陽電池基板W表面之鞘層電位(離子能量)與多晶矽層Sn之結晶缺陷之關係進行調查後，如圖7所示，確認當鞘層電位為10 eV以下時，結晶缺陷之密度極小，為$2\times10^{+11}(1/cm^2)$以下。本實施形態中，將鞘層電位設為10 eV以下，以低離子能量進行電漿處理，故而可減

少多晶矽層Sn之結晶缺陷，從而可製造出具有高光電轉換效率之太陽電池。

尤其，因於微波之供給部使用有輻射線槽孔天線42，故而，電漿集中於微波透過板41之正下方，從而可穩定地將太陽電池基板W表面之鞘層電位維持得較低。

當以未滿200℃之溫度進行電漿處理時，可確認附著於多晶矽層Sn表面之水分或有機物進入膜中。又，當以超過600℃之溫度進行電漿處理時，多晶矽層Sn會再結晶化。本實施形態中，因於200℃~600℃之溫度下進行電漿處理，故而可形成雜質較少且膜質良好之鈍化膜A。

如圖8所示，確認藉由提高電漿處理時之處理容器30內之壓力，可降低處理時之電漿之離子能量(Ee)及電子溫度(Te)。如本實施形態所述，將處理時之處理容器30內之壓力設為50 mTorr(6.67 Pa)以上，藉此，可以低離子能量來氧化多晶矽層Sn。其結果，可減少多晶矽層Sn中之結晶缺陷，從而可製造出高光電轉換效率之太陽電池。又，若提高處理時之處理容器30內之壓力，則離子能量會過低而使電漿氧化速度明顯下降。本實施形態中，因將處理容器30內之壓力維持為5 Torr(6.67×10^2 Pa)以下，故而可避免電漿氧化速度明顯下降。

以上實施形態中，供給氧氣與氫氣作為處理氣體，但亦可使處理氣體中含有氮，並將多晶矽層Sn與鈍化膜A之界面之氮原子含有率控制為5 atomic%以下。作為使處理氣體中含有氮之方法，可向處理氣體中添加氮(N_2)氣或氨

(NH_3)氣，或亦可使用N_2O氣體來代替作為處理氣體之氧氣。此時，因將氮原子導入至多晶矽層Sn之界面，故而，氮原子會選擇性地與產生於多晶矽層Sn與作為氧化膜之鈍化膜A之界面上的結晶缺陷反應，從而由氮原子修復結晶缺陷。其結果，最終之結晶缺陷量減少，從而可提高太陽電池之光電交換效率。又，如圖9所示，已確認若氮原子含有率超過5 atomic%，則氮原子過剩，反而會導致多晶矽層Sn之界面上之結晶缺陷增加。因此，藉由使氮原子含有率處於5 atomic%以下，可適當地利用氮原子來修復結晶缺陷。

以上實施形態中，對多晶矽層Sn進行氧化處理而形成鈍化膜A，但亦可進行氮氧化處理而形成鈍化膜。此時，代替氧氣，將N_2O氣體供給至處理部14。此時，亦如圖6所示，與先前之CVD處理之情形相比，可製造出光電交換效率更高之太陽電池。再者，亦可同樣地代替氧氣而供給氮氣，對多晶矽膜Sn進行氮化處理，從而形成鈍化膜。

以上實施形態中，於處理時連續地供給產生電漿之微波，但亦可以特定週期之脈衝狀斷續地供給上述微波。此時，例如藉由微波振盪控制部47，由微波振盪裝置46使微波以特定週期之脈衝狀振盪，將脈衝狀之微波自輻射線槽孔天線42供給至處理容器30。例如，以脈衝頻率為50 kHz、Duty比(ON時間相對於ON/OFF之全部時間之比)為50%之方式供給微波。如圖10所示，可確認與供給連續之微波(連續波)之情形相比，於供給脈衝狀之微波(脈衝波)

時，可減小電漿之離子能量。因此，藉由供給脈衝狀之微波，可減少多晶矽層Sn與鈍化膜A之界面上之缺陷，從而可製造出高光電轉換效率之太陽電池。再者，此示例中，脈衝頻率為50 kHz、Duty比為50%，但可確認只要脈衝頻率為10 kHz~1 MHz之範圍、且Duty比為20%~80%之範圍，則與連續波相比，具有進一步減少結晶缺陷之效果。

以上實施形態中，例如藉由電漿氧化處理而於多晶矽層Sn之表層形成鈍化膜A，但亦可藉由CVD處理而於鈍化膜A之上表面進而沈積鈍化膜。

圖11表示相關之一例，太陽電池之製造裝置1具有用於進行CVD處理之其他處理部70、71。其他處理部70、71代替例如上述實施形態中之處理部16、17，且連接於中央搬送部10。

例如，其他處理部70係利用輻射線槽孔天線來產生電漿，於太陽電池基板W上成膜之電漿CVD裝置。

對於其他處理部70而言，除了例如連接有用於向載置台施加偏壓電力之高頻電源、且處理氣體之種類不同以外，具有與上述處理部14相同之結構。亦即，例如圖12所示，其他處理部70具有上表面開口之有底圓筒狀之處理容器80，且於該處理容器80之底部設有載置台81。

載置台81中內置有電極板82，該電極板82與直流電源83連接。又，載置台81上連接有高頻電源84，該高頻電源84例如向太陽電池基板W施加偏壓電力。載置台81中內置有利用加熱器電源85所供給之電力而發熱之加熱器86，可將

載置台81上之太陽電池基板W加熱至特定溫度。

處理容器80之上部開口處，例如經由密封材90而設有微波透過板91。藉由該微波透過板91而使處理容器80內氣密性地封閉。微波透過板91之上部設有輻射線槽孔天線92。

輻射線槽孔天線92具有下表面開口之大致圓筒形狀之外殼92a，於該外殼92a之下表面設有圓盤狀之槽孔平板93。槽孔平板93上形成有作為槽孔之多數個微波放射孔93a。例如圖3所示，鄰接之微波放射孔93a彼此形成為T字狀，且該等T字狀之微波放射孔93a配置成同心圓狀。微波放射孔93a之長度及排列間隔係根據微波之波長λ而決定，例如，微波放射孔93a之間隔設定為1/2λ或者λ。

如圖12所示，槽孔平板93之上部設有由低損耗之介電材料形成之遲相板94。

輻射線槽孔天線92之外殼92a之中央部形成有開口部，且該開口部與同軸波導管95連接。同軸波導管95與例如使2.45 GHz之微波振盪之微波振盪裝置96連接。微波振盪裝置96中設有用於控制微波振盪之ON/OFF或輸出之微波振盪控制部97。

例如，於處理容器80之側壁面形成有處理氣體供給口100。處理氣體供給口100與例如通向處理容器80外部之處理氣體供給管101連接。處理氣體供給管101分支為複數個，例如分支為5個，該等各分支管101a、101b、101c、101d、101e分別通向氣體供給源102a、102b、102c、102d、102e。於各分支管101a~101e上分別設有閥門

103a、103b、103c、103d、103e以及流量控制器104a、104b、104c、104d、104e。根據上述結構，可向處理容器30內供給特定流量之特定之處理氣體。本實施形態中，例如於氣體供給源102a中封入有例如氫氣之稀有氣體，而於氣體供給源102b中封入有矽烷(SiH_4)氣體，於氣體供給源102c、102d、102e中封入有N_2氣體、NH_8氣體、H_2氣體。

例如，於處理容器80底部之夾住載置台81之兩側設有排氣口110。排氣口110與通向渦輪分子泵等排氣裝置111之排氣管112連接。自該排氣口110排放氣體，藉此，可將處理容器80內降低至特定之壓力。

繼而，對於本示例中之鈍化膜之形成製程進行說明。首先，圖4所示之於多晶矽基板Sp上形成有多晶矽層Sn之太陽電池基板W，與上述實施形態相同，藉由基板搬送體8而自匣盒C搬送至對準部6。之後，太陽電池基板W藉由基板搬送體8而搬送至裝載室12，此後，藉由基板搬送裝置11經由中央搬送室10而搬送至例如處理部14。對於搬送至處理部14之太陽電池基板W而言，例如與上述實施形態相同，藉由電漿處理來氧化多晶矽層Sn之表層，且如圖13所示，於表面形成第1鈍化膜A1。

之後，藉由基板搬送裝置11自處理部14取出太陽電池基板W，經由中央搬送室10而將該太陽電池基板W搬送至例如其他處理部70。於此期間，以不與大氣接觸之方式對太陽電池基板W進行真空搬送。

搬送至其他處理部70之太陽電池基板W，首先，如圖12

所示，吸附並保持於載置台81。其次，藉由加熱器86將太陽電池晶板W加熱至200℃~600℃之範圍。繼而，將處理容器80內調整為例如5 mTorr~5 Torr之範圍之壓力，且自氣體供給口100向處理容80內導入氫氣、矽烷氣體以及氮氣組成之混合氣體。

繼而，自輻射線槽孔天線92向處理容器80內導入微波。藉由導入微波而激發處理容器80內之氣體，於處理容器80內產生電漿。此時，微波穿過槽孔平板93而形成表面波，藉由該表面波，於微波透過板91之正下方產生高密度之電漿。又，藉由高頻電源84對載置台81上之太陽電池基板W施加20 V以上之偏壓電力。於太陽電池基板W之表面，藉由電漿之作用而於第1鈍化膜A1之表面沈積氮化矽膜，如圖14所示，形成第2鈍化膜A2。藉此，整體上形成具有例如10 nm以上之特定厚度之鈍化膜(A1＋A2)。

藉由特定時間之電漿CVD處理，形成具有所期望之厚度之鈍化膜之後，停止供給微波及氣體，結束鈍化膜之形成處理。

之後，太陽電池基板W係藉由基板搬送裝置11而自其他處理部70中取出，且經由中央搬送室10而搬送至裝載室13。此後，藉由基板搬送體8將太陽電池基板W送回至匣盒C，結束一系列之處理。

根據此示例，因藉由CVD處理而於第1鈍化膜A1上形成有第2鈍化膜A2，故而，即便當例如僅藉由電漿氧化處理而無法使鈍化膜具有充分之厚度時，亦可藉由之後之CVD

處理來形成具有充分厚度之鈍化膜。其結果，鈍化膜例如可充分發作為抗反射膜之功能。又，可充分確保鈍化膜之強度。進而，本示例中，因於作為第1鈍化膜A1之氧化矽膜上形成有反射率更高之氮化矽膜，故而，可進一步提高鈍化膜之抗反射功能。

又，如本示例所述，對多晶矽層Sn進行電漿氧化處理，於該多晶矽層Sn上藉由CVD處理而形成氮化膜，從而形成鈍化膜，該情形如圖6所示，與先前僅實施CVD處理之情形以及僅實施上述電漿氧化處理、電漿氮化處理之情形相比，可製造出光電交換效率更高之太陽電池。其原因在於，由CVD處理所形成之氮化矽膜具有高於氧化矽膜之折射率，故而，藉由組合電漿氧化處理與CVD處理，易於使光封閉於鈍化膜內，從而提高了光電轉換效率。

藉由中央搬送室10來連接處理部14與其他處理部70，且於真空狀態下將太陽電池基板W自處理部14搬送至其他處理部70，故而，可防止太陽電池基板W暴露於大氣中後例如附著水分而導致膜質劣化。再者，可於同一處理容器中進行形成第1鈍化膜A1與第2鈍化膜A2之處理，例如，亦可於其他處理部70之處理容器80內，實施上述電漿氧化處理而形成第1鈍化膜A1，之後，實施電漿CVD處理而形成第2鈍化膜A2。

如上述實施形態所述，當第1鈍化膜A1為氧化膜之情形時，可於CVD處理中，除了氮氣外亦導入氧氣作為處理氣體，於導入該處理氣體時，逐步增加氮相對於氧之比率，

且於沈積方向上逐步增加第2鈍化膜A2之氮原子含有率。此時，例如於CVD處理時，起初導入量少於氧氣之氮氣，之後，一面減少氧氣之導入量，一面增加氮氣之導入量，最後，僅導入氮氣。藉此，第2鈍化膜A2之膜組成逐步自氧化矽膜轉變為氮化矽膜，因此，作為氧化矽膜之第1鈍化膜A1及第2鈍化膜A2之膜組成整體上變得連續。藉此，鈍化膜內之結晶粒界減少，可減少結晶缺陷。再者，本示例亦可適用於第1鈍化膜A1為氮氧化膜之情形。

再者，上述實施形態中，使用SiH_4(矽烷)氣體作為CVD處理時之處理氣體，但亦可代替SiH_4(矽烷)氣體而使用Si_2H_6(二矽烷)氣體等其他氣體。又，亦可藉由更換CVD處理時之處理氣體，於第1鈍化膜A1上取代氮化膜而形成氧化膜或氮氧化膜。

以上實施形態中所揭示之於多晶矽層Sn上形成第1鈍化膜A1之處理、或者形成第2鈍化膜A2之CVD處理中之至少任一種處理中，可向處理氣體中添加氫氣。此時，氫原子可選擇性地與鈍化膜中以及矽層與鈍化膜之界面中之結晶缺陷進行反應，以修復結晶缺陷，故而，可製造出光電轉換效率更高之太陽電池。

以上實施形態中所揭示之處理部14~17、其他處理部70、71，具備上述輻射線槽孔天線，但亦可具備具有其他結構之槽孔天線。例如，如圖15所示，處理部14中，於微波透過板41之上部具有平行平板波導槽孔天線(以下稱作「平行平板天線」)130。

平行平板天線130係於形成平行平板波導之2塊平板中之一方形成有槽孔之天線。平行平板天線130上下平行且對向地具有下側之方形之第1波導板130a、以及上側之方形之第2波導板130b，於第1波導板130a與第2波導板130b間之間隙中形成有平行平板波導131。第1波導板130a上形成有作為槽孔之多個微波放射孔132。例如圖16所示，鄰接之微波放射孔132彼此形成T字，該等T字狀之微波放射孔132縱橫並列地配置。微波放射孔132之長度及排列間隔係根據平行平板波導131內之微波之波長λ而決定，例如微波放射孔132之間隔設定為λ之自然數倍。再者，微波放射孔132之形狀並不限於T字狀，亦可為圓形狀、圓弧狀等其他形狀。又，微波放射孔132之配置方式不限於縱橫排列，亦可為同心圓狀、螺旋狀、隨機配置、放射狀等。

如圖15所示，於平行平板波導131內設有由介電體構成之慢波材133。可藉由該慢波材133來縮短導入至平行平板波導131之微波之波長，從而調整電漿之產生狀態。又，於平行平板波導131內之一端部設有微波吸收材134。

於平行平板波導131內之與微波吸收材134相反側之另一端部附近，形成有用於對所導入之微波進行分配之微波分配部135。該微波分配部135與波導管137連接，該波導管137通向使例如2.45 GHz之微波振盪之微波振盪裝置136。再者，因處理部14之其他部分之結構與上述實施形態中所揭示之處理部14之結構相同，故而，對其他部分之結構使用與上述實施形態中相同之符號，且省略說明。

藉由該處理部14，將由微波振盪裝置136所振盪之微波導入至平行平板天線130之平行平板波導131，該微波穿過第1波導板130a之微波放射孔132，經由微波透過板41而導入至處理容器30內。藉此，於處理容器30內形成微波之表面波，藉由該表面波，於微波透過板41之正下方產生高密度之電漿。

再者，處理部15、16、17以及其他處理部70、71亦可同樣係具有平行平板天線130者。

以上，已參照隨附圖式對本發明之較佳實施形態進行了說明，但本發明並不限於上述示例。業者應當瞭解，可於申請專利範圍所揭示之思想範疇內思及各種變更例或修正例，當然，該等各種變更例或修正例亦屬於本發明之技術範圍。例如，本實施形態係於多晶矽層上形成鈍化膜之示例，但本發明亦可適用於在單結晶、非晶(非晶質)、或者多晶與非晶之混合系之矽層上形成鈍化膜之情形。

[產業上之可利用性]

本發明於製造高能量轉換效率之太陽電池時有用。

【圖式簡單說明】

圖1係表示本實施形態中之太陽電池之製造裝置之結構的概略之平面圖。

圖2係表示處理部之結構之概略之模式圖。

圖3係表示槽孔平板之結構之平面圖。

圖4係表示於多晶矽基板上形成有多晶矽層之太陽電池基板的縱剖面之說明圖。

圖5係表示形成有鈍化膜之太陽電池基板之縱剖面之說明圖。

圖6係表示鈍化膜之各形成方法之太陽電池之光電交換效率的圖表。

圖7係表示電漿處理時之鞘層電位與結晶缺陷密度之關係之圖表。

圖8係表示電漿處理時之壓力與離子能量及電子溫度的關係之圖表。

圖9係表示多晶矽層、鈍化膜之界面上之氮原子含有率、與結晶缺陷密度的關係之圖表。

圖10係表示連續之微波與脈衝狀之微波之離子能量的差異之圖表。

圖11係表示其他示例之太陽電池之製造裝置的結構之概略之平面圖。

圖12係其他處理部之結構之概略之模式圖。

圖13係表示形成有第1鈍化膜之太陽電池基板之縱剖面之說明圖。

圖14係表示形成有第2鈍化膜之太陽電池基板之縱剖面之說明圖。

圖15係表示處理部之其他結構之概略之模式圖。

圖16係圖15之平行平板波導管內之結構之平面圖。

【主要元件符號說明】

1	太陽電池之製造裝置
14	處理部

42	輻射線槽孔天線
Sp	多晶矽基板
Sn	多晶矽層
A	鈍化膜
W	太陽電池基板

五、中文發明摘要：

本發明係製造高能量轉換效率之太陽電池。

使用電漿對形成於作為p型層之多晶矽基板上之作為n型層之多晶矽層的表層進行氧化處理，其後藉由CVD處理沈積氮化矽膜，藉此於多晶矽層之表層形成鈍化膜。如此之電漿氧化處理係使用10 eV以下之鞘層電位之電漿，於壓力為6.67 Pa~6.67x10^2 Pa之範圍、溫度為200℃~600℃之範圍之條件下進行。激發電漿之微波經由槽孔天線而供給至處理容器內，藉由微波之表面波而產生電漿。

六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

1. 一種太陽電池之製造方法，其使用電漿將矽層之表層氧化、氮化或氮氧化，於上述矽層之表層形成鈍化膜。

2. 如請求項1之太陽電池之製造方法，其中

使用具有10 eV以下之鞘層電位之電漿來形成上述鈍化膜。

3. 如請求項1之太陽電池之製造方法，其中

於6.67 Pa~6.67x10^2 Pa之壓力下形成上述鈍化膜。

4. 如請求項1之太陽電池之製造方法，其中

於200℃~600℃之溫度下形成上述鈍化膜。

5. 如請求項1之太陽電池之製造方法，其中

上述電漿係藉由微波所激發之表面波電漿。

6. 如請求項5之太陽電池之製造方法，其中

產生上述電漿之微波係經由槽孔天線所供給。

7. 如請求項5之太陽電池之製造方法，其中

產生上述電漿之微波係以特定週期之脈衝狀斷續地供給。

8. 如請求項1之太陽電池之製造方法，其中

當對多晶矽層之表層進行氧化處理時，

以使多晶矽層與鈍化膜之界面中氮原子含有率為5 atomic%以下之方式，將含氮之處理氣體導入處理容器內。

9. 如請求項1之太陽電池之製造方法，其中

在形成於上述矽層之表層之鈍化膜上，藉由CVD處理

而形成氧化膜、氮化膜或氮氧化膜，進而形成鈍化膜。

10. 如請求項9之太陽電池之製造方法，其中

藉由使用電漿之上述CVD處理來形成上述鈍化膜。

11. 如請求項10之太陽電池之製造方法，其中

於上述CVD處理時，對鈍化膜之沈積層施加偏壓電力。

12. 如請求項10之太陽電池之製造方法，其中

於將上述矽層之表層氧化、氮化或氮氧化之上述處理時，或上述CVD處理時之至少任一者，於處理氣體中添加氫。

13. 如請求項10之太陽電池之製造方法，其中

於同一處理容器內進行將上述矽層之表層氧化、氮化或氮氧化之上述處理與上述CVD處理。

14. 如請求項10之太陽電池之製造方法，其中

於不同處理容器內進行將上述矽層之表層氧化、氮化或氮氧化之上述處理與上述CVD處理，並對上述處理容器之間之太陽電池基板進行真空搬送。

15. 如請求項9之太陽電池之製造方法，其中

將上述矽層之表層氮氧化而形成鈍化膜時，

於上述CVD處理時，將含有氧與氮之處理氣體導入處理容器內，使所導入之處理氣體之氮對氧之比率逐步增加，並使鈍化膜中之氮原子含有率於沈積方向逐步增加。

16. 一種太陽電池之製造裝置，其包括處理部，該處理部係

使用電漿將矽層之表層氧化、氮化或氮氧化，於上述矽層之表層形成鈍化膜者。

17. 如請求項16之太陽電池之製造裝置，其中

於上述處理部中，使用具有10 eV以下之鞘層電位之電漿來形成上述鈍化膜。

18. 如請求項16之太陽電池之製造裝置，其中

於上述處理部中，於6.67 Pa~6.67x10^2 Pa之壓力下形成上述鈍化膜。

19. 如請求項16之太陽電池之製造裝置，其中

於上述處理部中，於200℃~600℃之溫度下形成上述鈍化膜。

20. 如請求項16之太陽電池之製造裝置，其中

上述電漿係藉由微波所激發之表面波電漿。

21. 如請求項20之太陽電池之製造裝置，其中

上述處理部包括供給微波之槽孔天線。

22. 如請求項20之太陽電池之製造裝置，其中

產生上述電漿之微波係以特定週期之脈衝狀斷續地供給。

23. 如請求項16之太陽電池之製造裝置，其中

當對多晶矽層之表層進行氧化處理時，

以多晶矽層與鈍化膜之界面中氮原子含有率為5 atomic%以下之方式，將含氮之處理氣體導入處理容器內。

24. 如請求項16之太陽電池之製造裝置，其中包括其他處理

部，該其他處理部係在形成於上述矽層之表層之鈍化膜上，藉由CVD處理而形成氧化膜、氮化膜或者氮氧化膜，進而形成鈍化膜者。

25. 如請求項24之太陽電池之製造裝置，其中

於上述其他處理部中，藉由使用電漿之CVD處理來形成上述鈍化膜。

26. 如請求項25之太陽電池之製造裝置，其中

上述其他處理部包括對鈍化膜之沈積層施加偏壓電力之電源。

27. 如請求項25之太陽電池之製造裝置，其中

於上述處理部中將上述矽層之表層氧化、氮化或氮氧化之上述處理時，或於上述其他處理部中之上述CVD處理時之至少任一者，於處理氣體中添加氫。

28. 如請求項24之太陽電池之製造裝置，其中

上述處理部與其他處理部係經由將太陽電池基板真空搬送之搬送部而連接。

29. 如請求項24之太陽電池之製造裝置，其中

於上述處理部中將上述矽層之表層氮氧化而形成鈍化膜時，

於上述其他處理部中之上述CVD處理時，將含有氧與氮之處理氣體導入處理容器內，使所導入之處理氣體之氮對氧之比率逐步增加，並使鈍化膜中之氮原子含有率於沈積方向逐步增加。

十一、圖式：

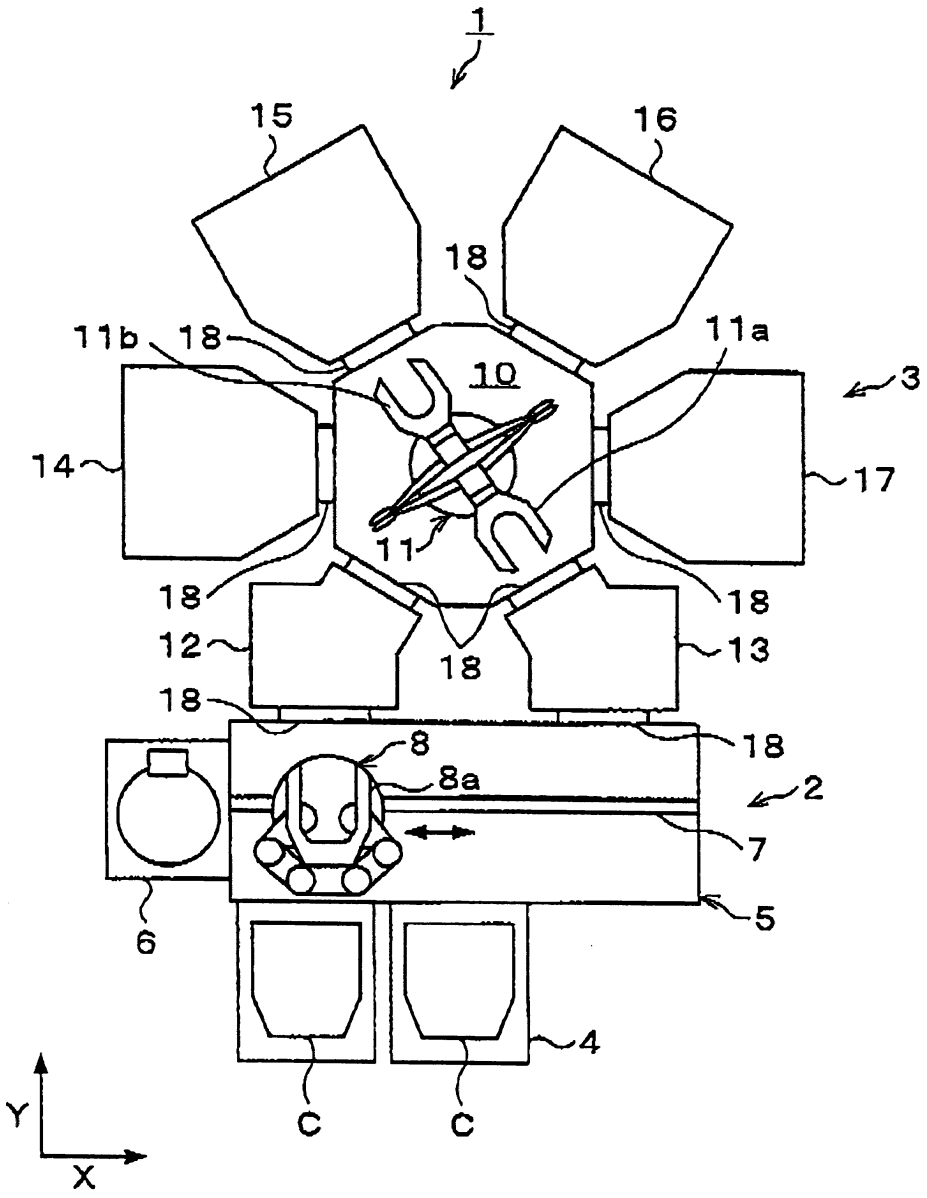
1
15
16
18
11b
18
11a
10
3
14
17
11
18
18
12
18
13
18
18
8
8a
2
7
6
5
4
C
C
Y
X

圖1

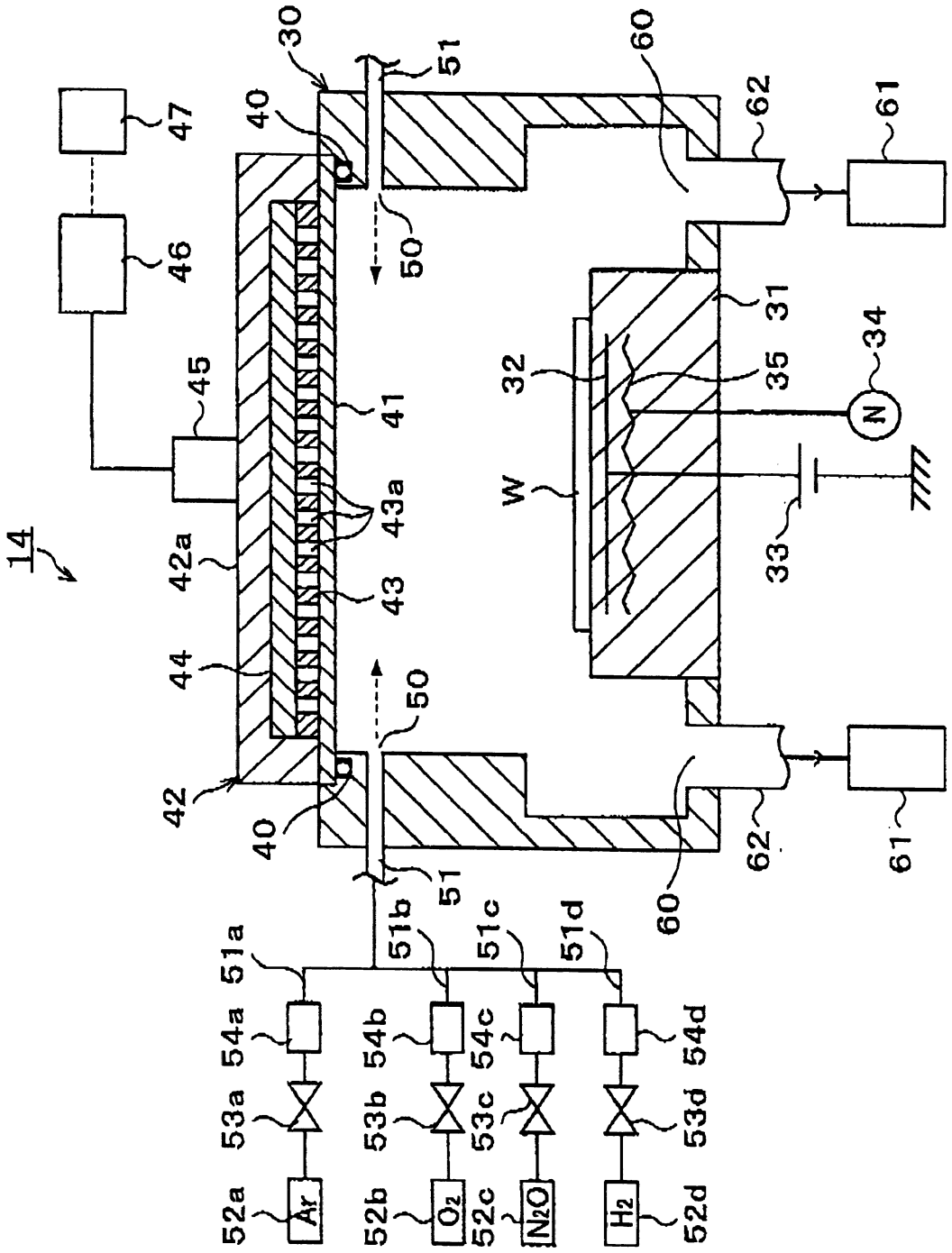
14
30
40
51
60
62
61
47
46
45
50
41
43a
42a
43
44
42
31
32
35
34
N
W
33
51a
51b
51c
51d
54a
54b
54c
54d
53a
53b
53c
53d
52a
52b
52c
52d
Ar
O2
N2O
H2

圖2

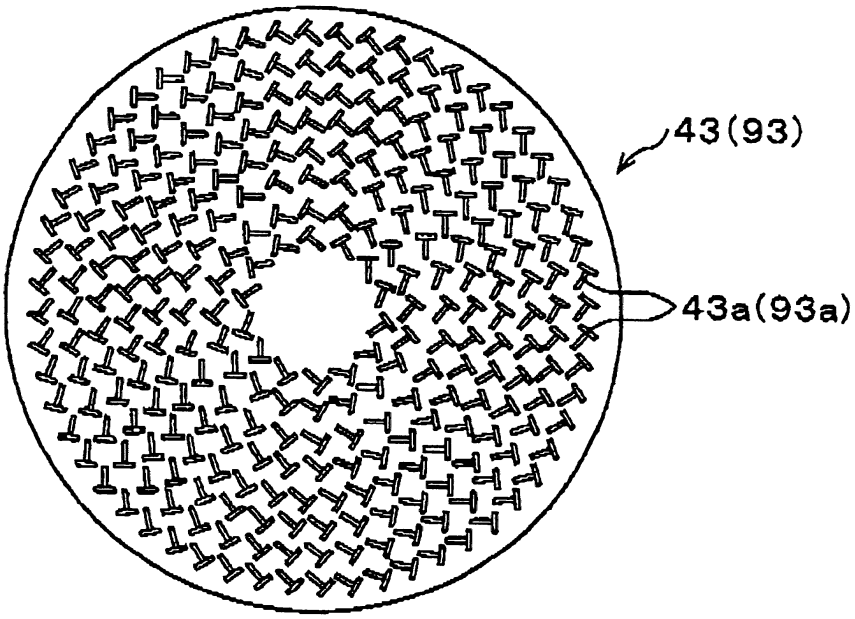

圖3

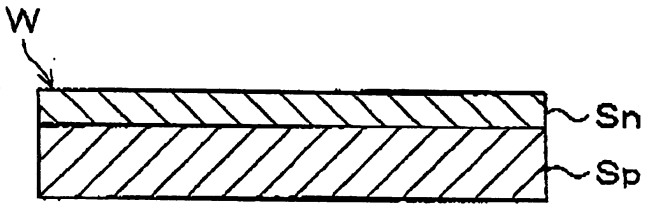

圖4

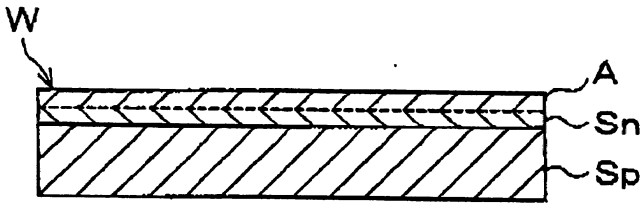

圖5

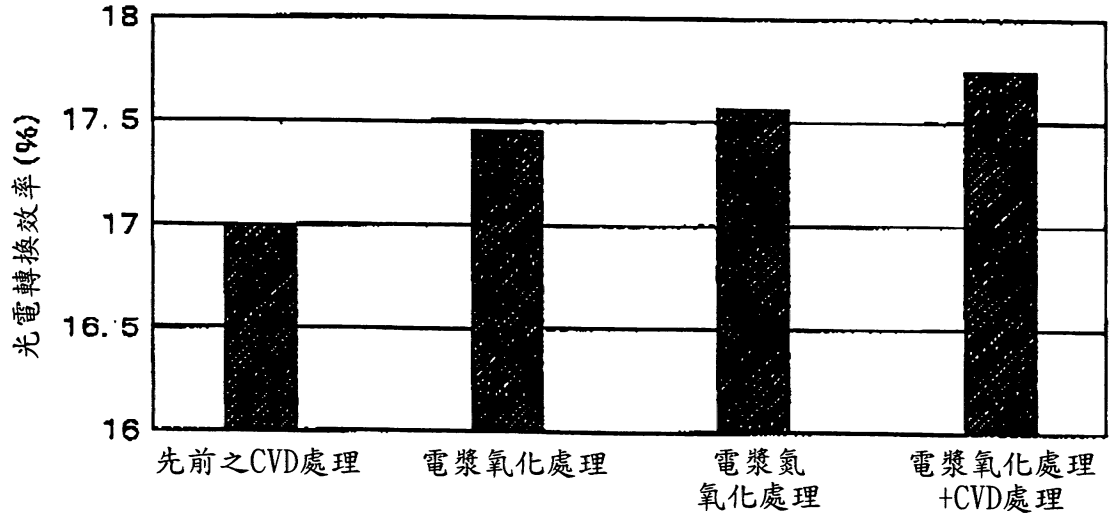
18
17.5
17
16.5
16
光電轉換效率(%)
先前之CVD處理
電漿氧化處理
電漿氮
氧化處理
電漿氧化處理
+CVD處理

圖6

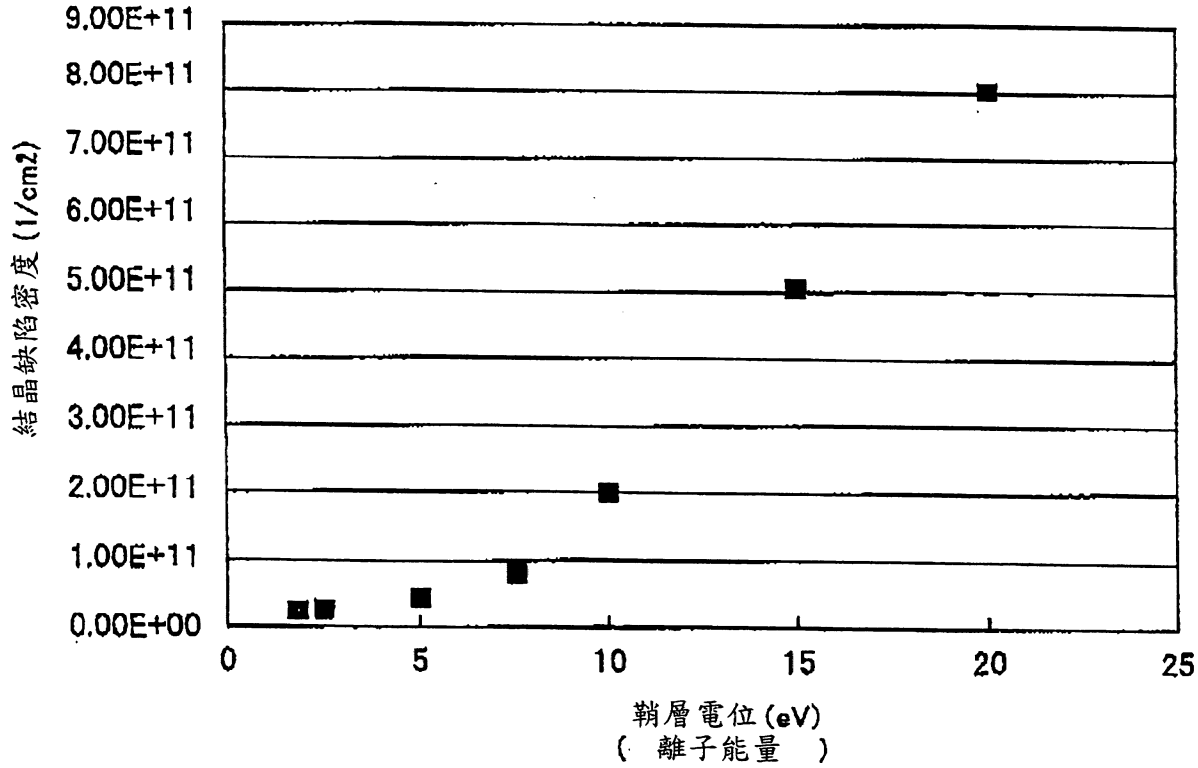
9.00E+11
8.00E+11
7.00E+11
6.00E+11
5.00E+11
4.00E+11
3.00E+11
2.00E+11
1.00E+11
0.00E+00
結晶缺陷密度(1/cm2)
0
5
10
15
20
25
鞘層電位(eV)
(離子能量)

圖7

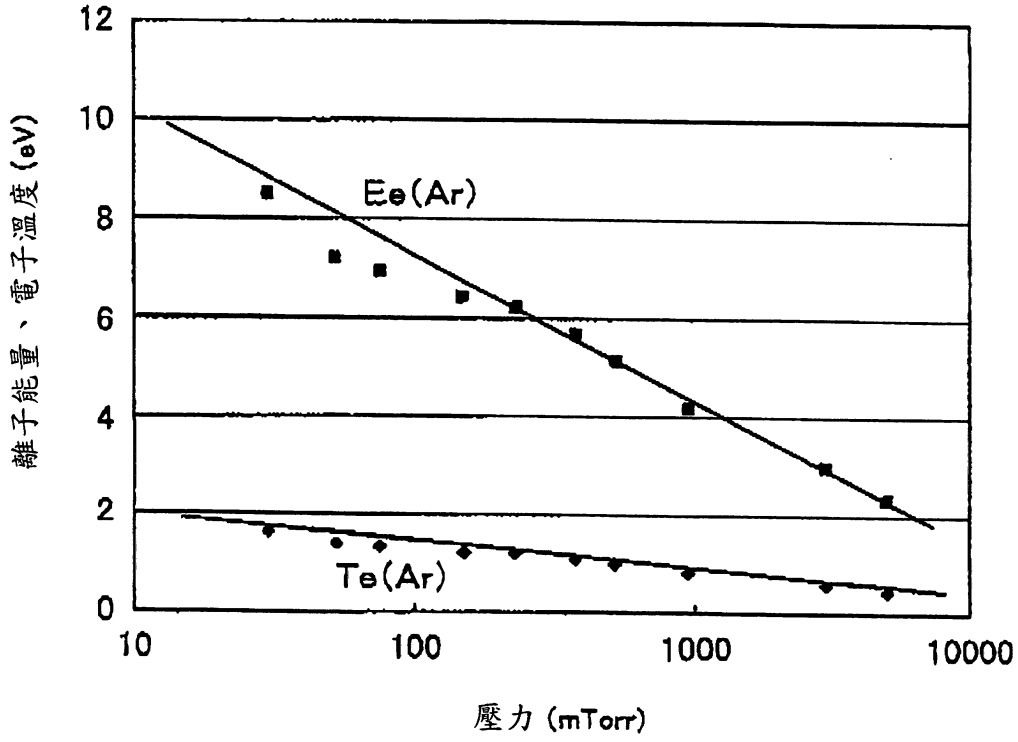

圖8

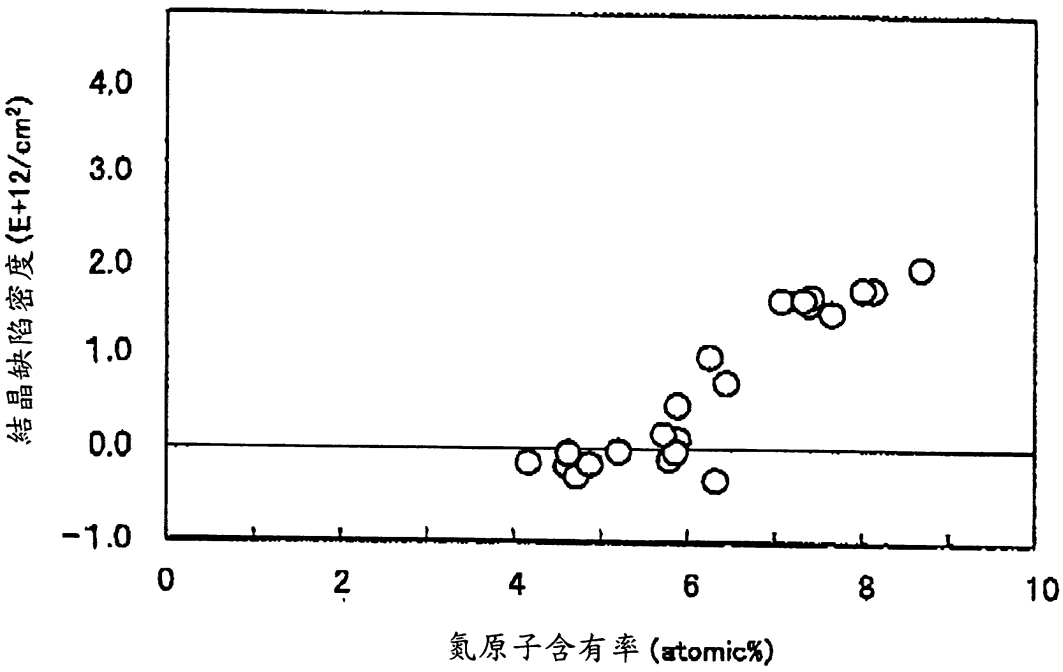
結晶缺陷密度 (E+12/cm²)
4.0
3.0
2.0
1.0
0.0
-1.0
0
2
4
6
8
10
氮原子含有率 (atomic%)

圖9

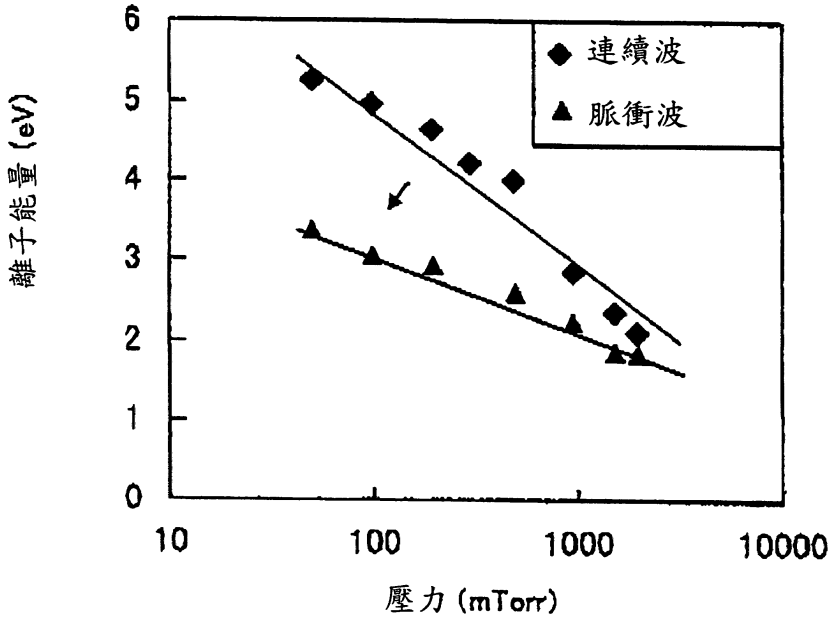
離子能量 (eV)
6
5
4
3
2
1
0
10
100
1000
10000
壓力 (mTorr)
連續波
脈衝波

圖10

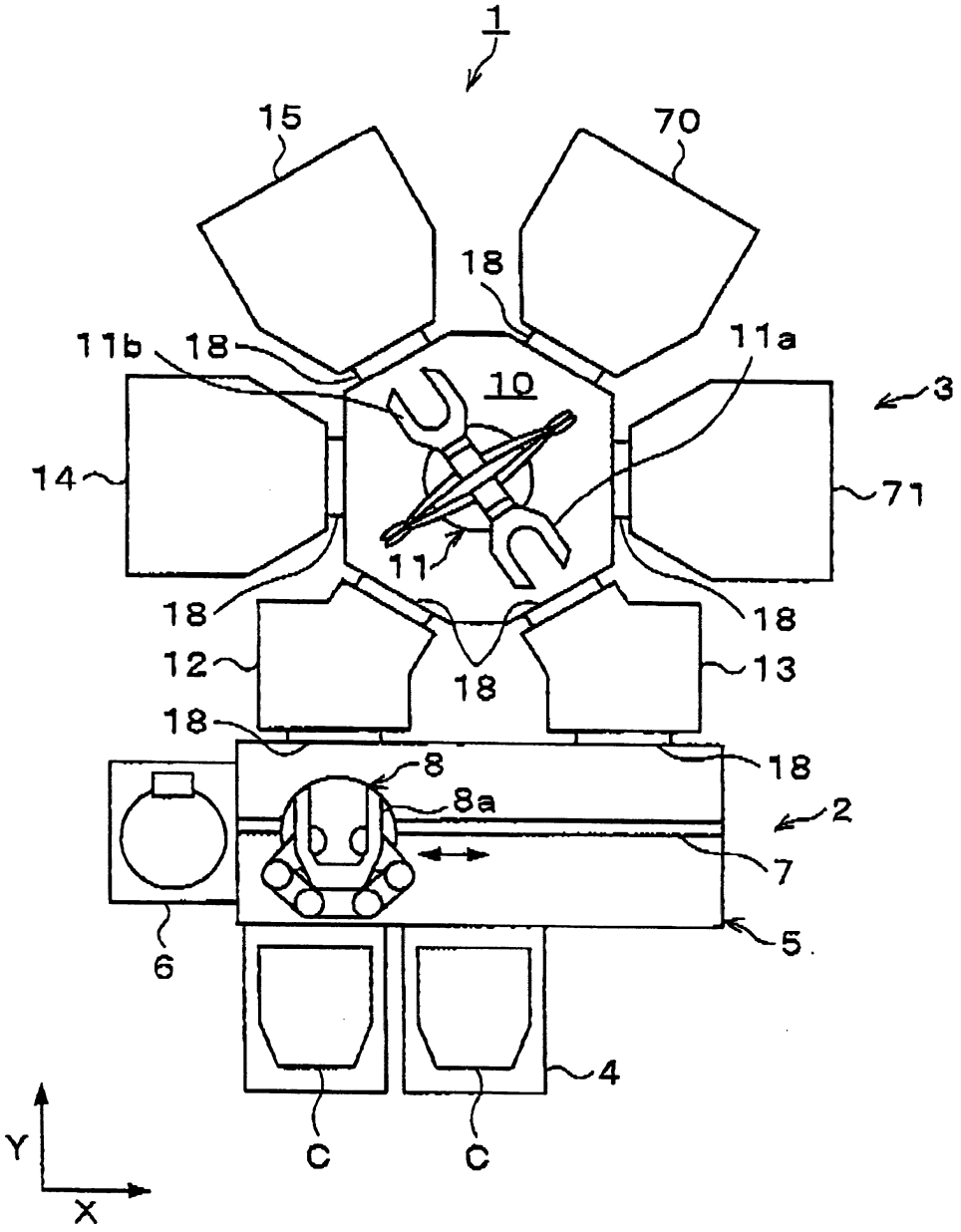
1
15
70
18
11b
18
11a
10
3
14
71
11
18
18
12
18
13
18
18
8
8a
2
7
6
5
4
C
C
Y
X

圖11

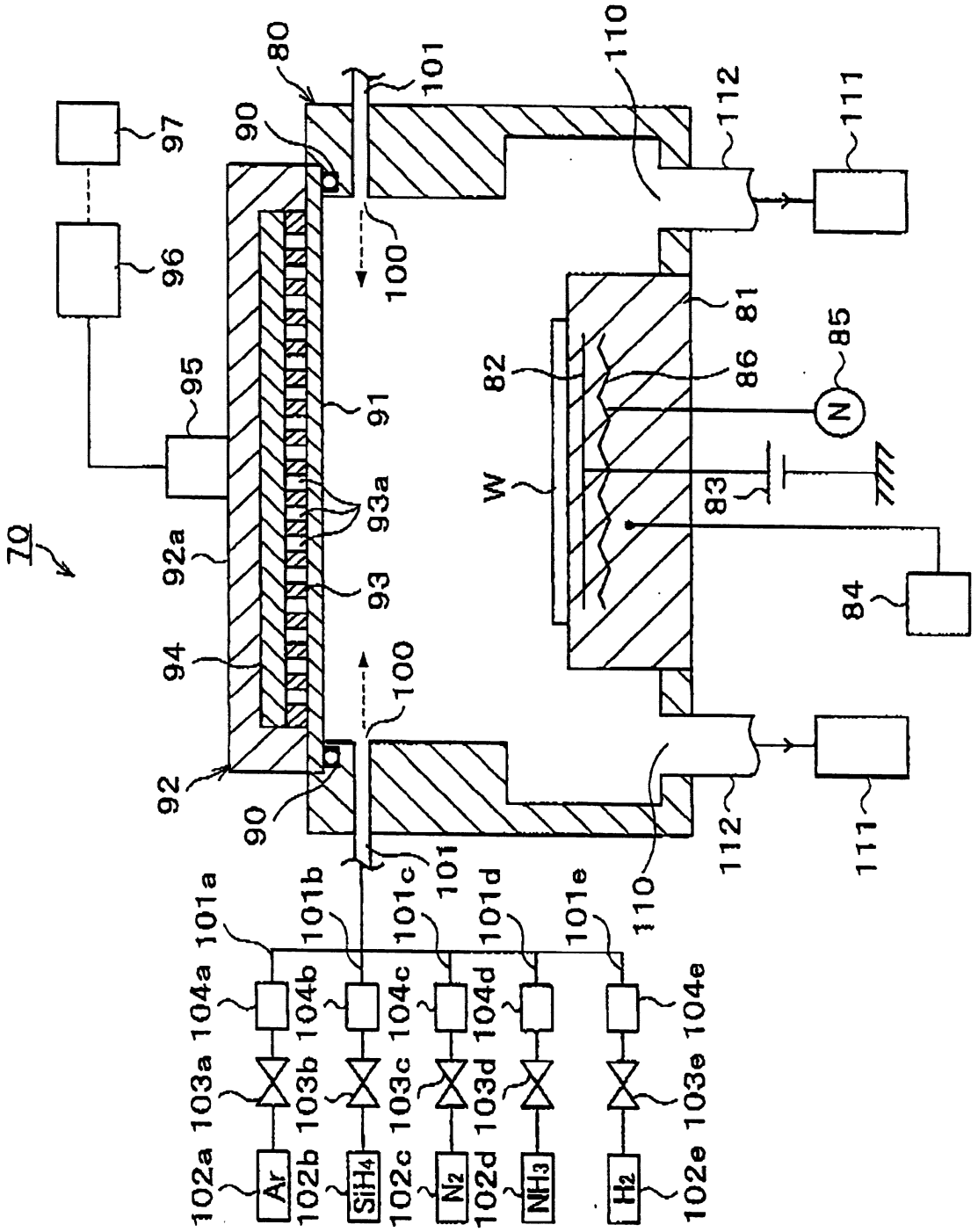
70
80
90
91
92
92a
93
93a
94
95
96
97
100
101
101a
101b
101c
101d
101e
102a
102b
102c
102d
102e
103a
103b
103c
103d
103e
104a
104b
104c
104d
104e
110
111
112
81
82
83
84
85
86
W
Ar
SiH4
N2
NH3
H2
N

図12

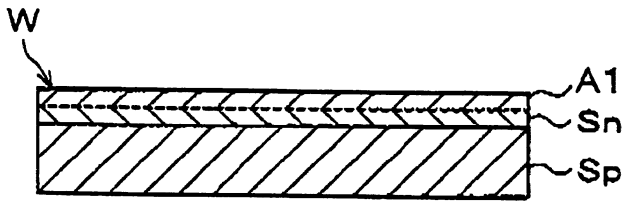

圖13

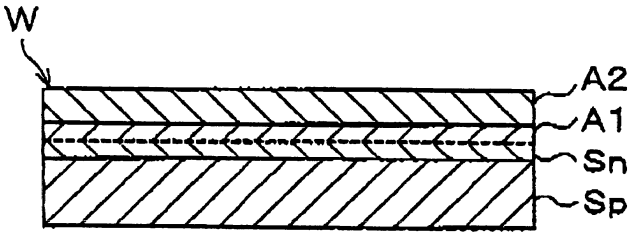

圖14

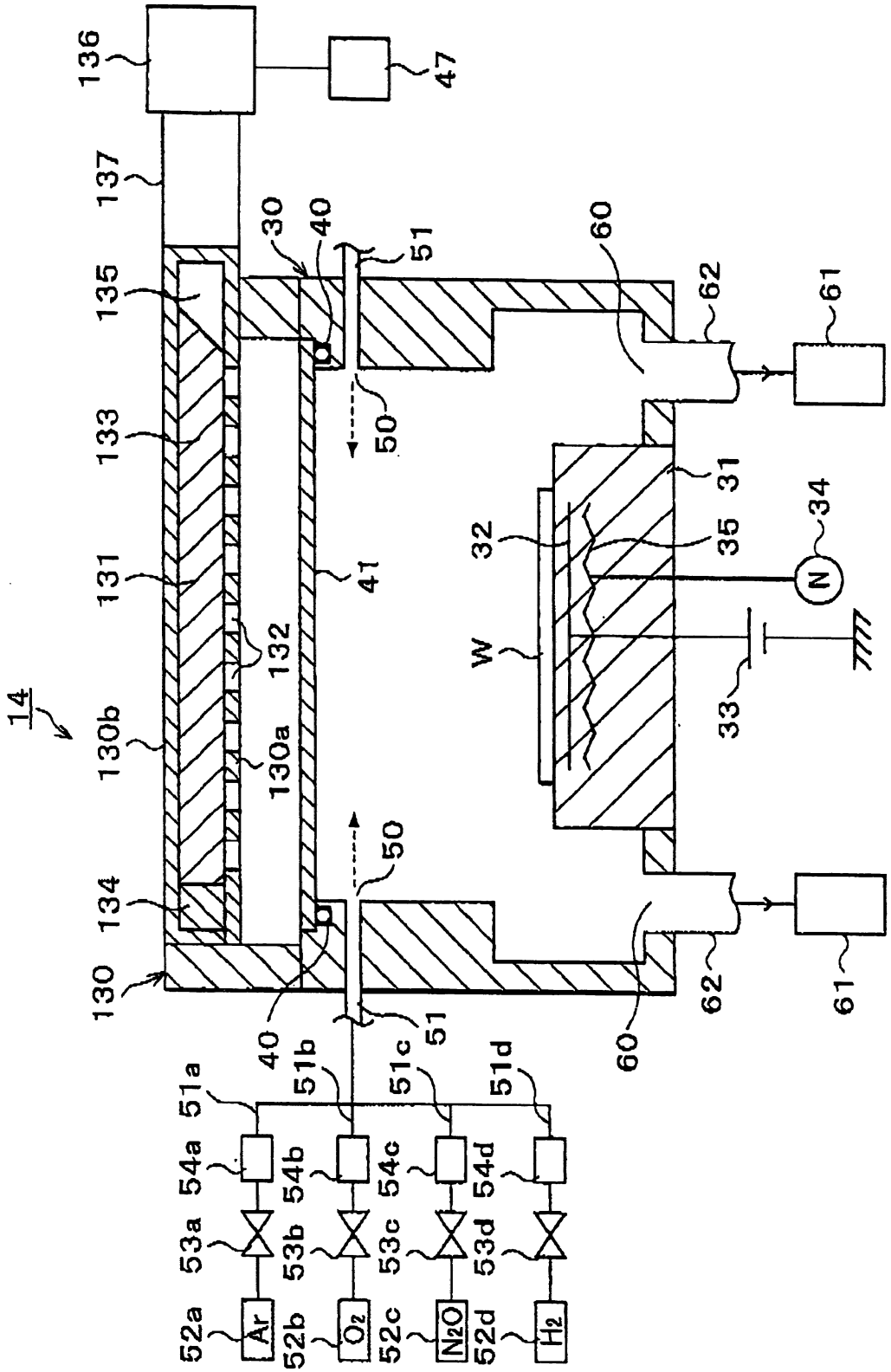
14
130
130a
130b
131
132
133
134
135
136
137
W
30
31
32
33
34
35
40
41
47
50
51
51a
51b
51c
51d
52a
52b
52c
52d
53a
53b
53c
53d
54a
54b
54c
54d
60
61
62
Ar
O2
N2O
H2
N

圖15

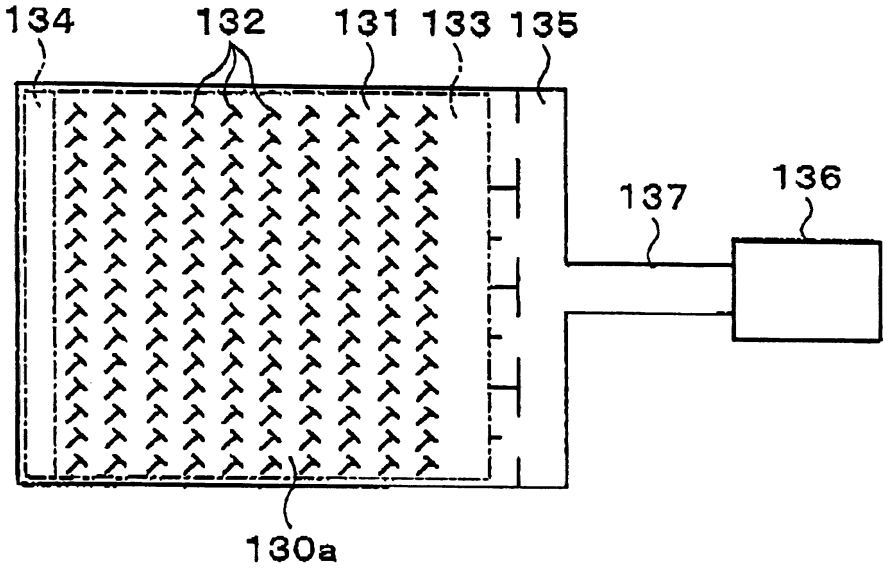

圖16

七、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	太陽電池之製造裝置
2、C	匣盒台
3	處理台
4	匣盒載置部
5	搬送室
6	對準部
7	搬送導軌
8	基板搬送體
8a、11a、11b	搬送臂
10	中央搬送室
11	基板搬送裝置
12、13	裝載室
14、15、16、17、18	處理部

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

（無）