

ヘテロ接合型太陽電池(裏面接合型太陽電池)製造用
高スループットのプラズマCVD装置／特許技術

- (1) 基板の上に半導体膜を形成するための装置および方法 特許3268965／三洋電機
- (2) プラズマCVD装置及び太陽電池の製造方法 特許4770029／IHI
- (3) 縦型化学気相成長装置 特許5089906／アルバック
- (4) 太陽電池の製造装置、及び太陽電池の製造方法 特許5840095／三菱電機
- (5) プラズマCVD装置および太陽電池の製造方法 特許4496401／三菱電機

平成29年11月

APT代表

村田正義

基板上に半導体膜を形成するための装置および方法 特許3268965／三洋電機

【従来技術】

- ・HIT (heterojunction with intrinsic thin layer) 構造太陽電池に用いられる非晶質半導体膜は、減圧下におけるプラズマCVD法などの方法によって半導体基板上に形成される。
- ・また、これらの半導体装置は複数の半導体膜を含んでおり、それぞれの膜は連続分離形成法によって対応する個別の減圧反応室で順次形成される。
- ・半導体基板の対向する両主面上に半導体膜を形成する必要がある場合には、減圧反応室内で基板の一方の主面上に半導体膜を形成した後に、その基板は減圧反応室から大気中へ一旦取り出される。
- ・そして、大気中に取り出された基板の表裏を反転させた後に、その基板は再度減圧反応室内へ導入され、基板の他方の主面上に半導体膜が形成される。

(出典)特許3268965／三洋電機

基板上に半導体膜を形成するための装置および方法

特許3268965／三洋電機

【発明が解決しようとする課題】

- ・上述のような先行技術によれば、減圧反応室から基板を大気中に一旦取り出してその基板を再度反応室内にセットしてその反応室を減圧しなければならない。
- ・先行技術によるこのプロセスは、基板を反応室にリセットした後にその反応室を再度減圧するためのエネルギーと時間を要し、半導体装置の製造コストが高くなるという課題を含んでいる。
- ・また、減圧状態の反応室から基板を一旦大気中に取り出すためにその反応室を大気圧状態にするためには、大量の気体をその反応室内へ導入する必要がある。このとき、反応室内への気体の導入に伴って基板表面には半導体装置の特性低下をもたらすような微粉の付着が生じやすくなる。
- ・したがって、製造される半導体装置の特性の低下を防止するために基板の表面状態の管理を厳しくする必要があり、これはさらに半導体装置の製造コストの上昇の原因ともなる。

(出典)特許3268965／三洋電機

基板上に半導体膜を形成するための装置および方法

特許3268965／三洋電機

【発明が解決しようとする課題】

- ・さらに、半導体結晶基板を用いる場合、その軽量性や脆弱性から、基板単体で輸送などの取扱を安全に行なうことは容易ではない。
- ・また、基板単体で取扱う場合、さらに、基板の一方の主面上に形成される半導体膜が他方の主面の周辺部にも回り込んで形成されるという課題もある。
- ・上述のような先行技術の課題に鑑み、本発明は、基板の両主面上に半導体膜を形成する必要がある場合に、製造される半導体装置の特性を低下させることなく、製造コストと製造時間を低減しかつ容易に**基板の両主面上に半導体膜を形成することを可能にする装置と方法を提供することを目的としている。**

(出典)特許3268965／三洋電機

基板上に半導体膜を形成するための装置および方法

特許3268965／三洋電機

【請求項1】

対向する2つの主面を有する基板の開放された一方の主面上に少なくとも1つの半導体膜を減圧下で形成するための少なくとも1つの減圧反応室と、前記一方の主面上に前記少なくとも1つの半導体膜が形成された前記基板の他方の主面が開放面になるように前記基板を減圧下で反転するための基板反転用減圧室と、前記反転された基板の前記他方の主面上に少なくとも1つの半導体膜を減圧下で形成するための少なくとももう1つの減圧反応室と、前記基板を前記少なくとも1つの減圧反応室から前記基板反転用減圧室へ輸送するとともに前記基板反転用減圧室から前記少なくとももう1つの減圧反応室へ輸送するための基板輸送手段とを含むことを特徴とする基板上に半導体膜を形成するための装置。

(出典)特許3268965／三洋電機

基板上に半導体膜を形成するための装置および方法 特許3268965／三洋電機

【請求項2】

対向する2つの主面を有する基板の開放された一方の主面上に少なくとも1つの半導体膜を減圧下で形成するための少なくとも1つの減圧反応室と、前記一方の主面上に前記少なくとも1つの半導体膜が形成された前記基板の他方の主面が開放面になるように前記基板を減圧下で反転するための基板反転用減圧室と、前記基板を前記減圧反応室から前記基板反転用減圧室へ輸送するとともに前記反転された基板を前記減圧反応室へ輸送し戻すための基板輸送手段とを含むことを特徴とする基板上に半導体膜を形成するための装置。

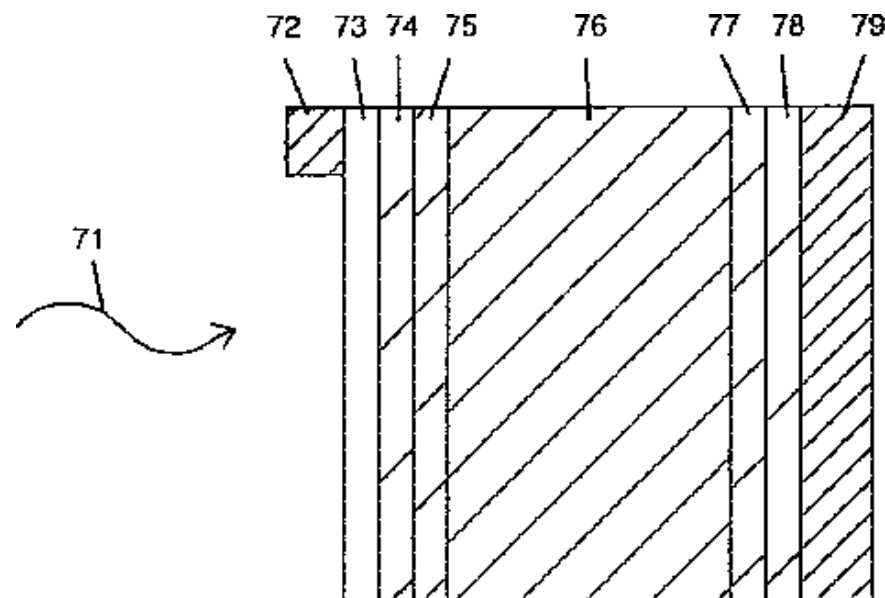
【請求項3】

前記基板輸送手段は、前記基板と実質的に同じ寸法形状と良好な熱伝導性を有する平坦な窪みを有する保持枠に保持された前記基板を輸送することを特徴とする請求項1または2に記載の基板上に半導体膜を形成するための装置。

(出典)特許3268965／三洋電機

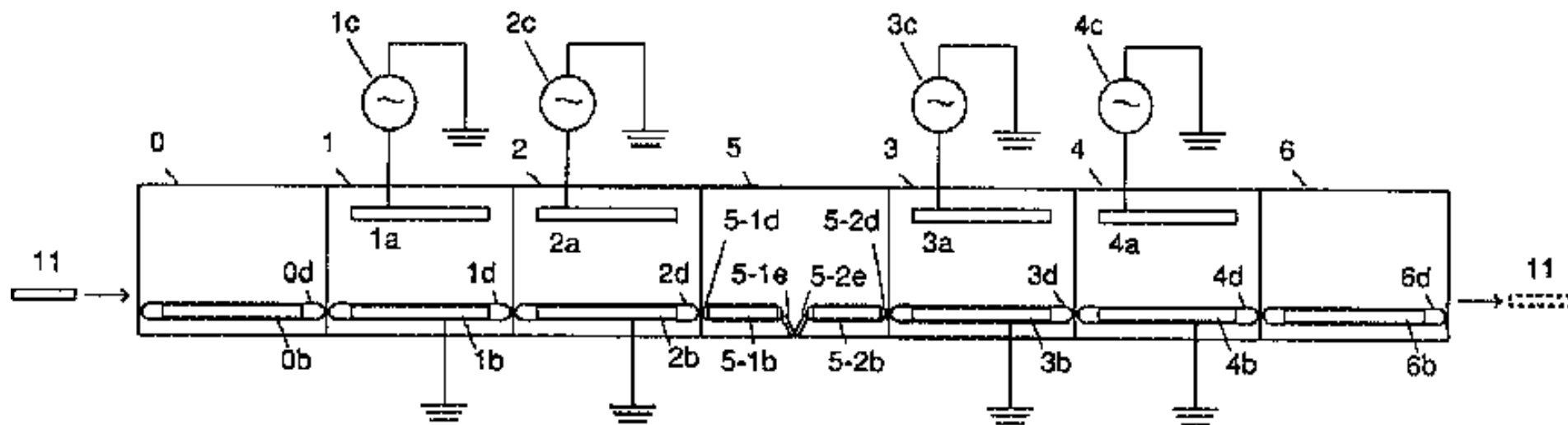
基板上に半導体膜を形成するための装置および方法 特許3268965／三洋電機

- ・右図：半導体光起電力装置の断面構造が概略的に図解されている。
- ・この光起電力装置には左側から光71が入射し、n型の半導体単結晶基板76において光電変換が生じる。
- ・基板76の光入射側の前面上には、**非晶質i層75**，非晶質p層74，透明電極(ITO：インジウム・スズ酸化物)73，および前面集電極72が順次形成されている。他方、基板76の背面側には、**非晶質i層77**，非晶質n層78，および裏面電極(アルミニウム)79が形成されている。



(出典)特許3268965／三洋電機

基板上に半導体膜を形成するための装置および方法 特許3268965／三洋電機

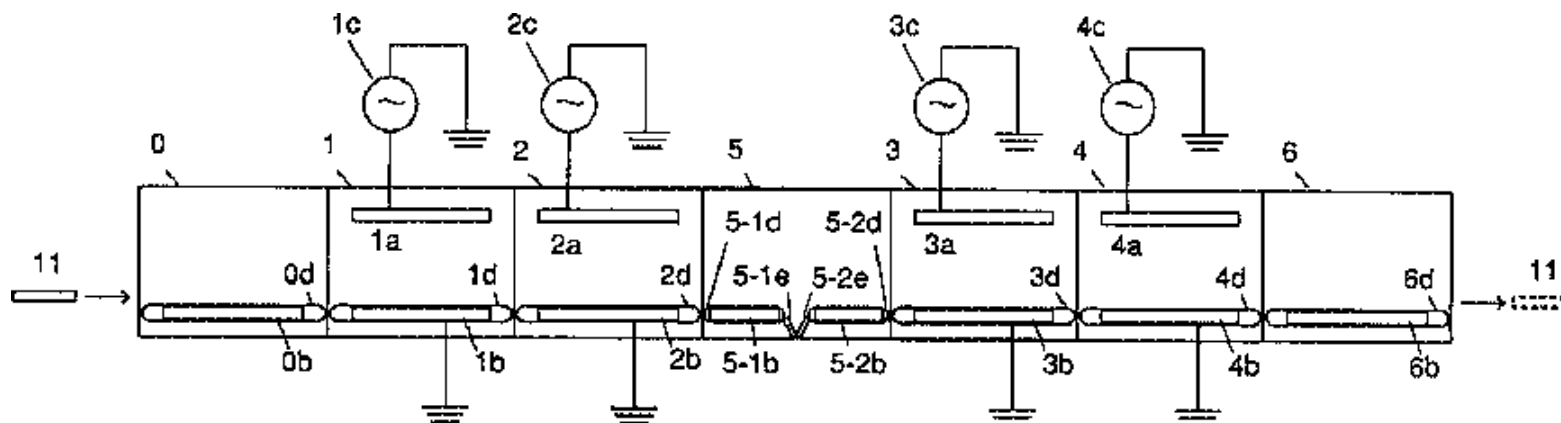


・上図：光起電力装置における非晶質半導体層74, 75, 77, および78を形成するために用いることができる。

(出典)特許3268965／三洋電機

基板上に半導体膜を形成するための装置および方法

特許3268965／三洋電機



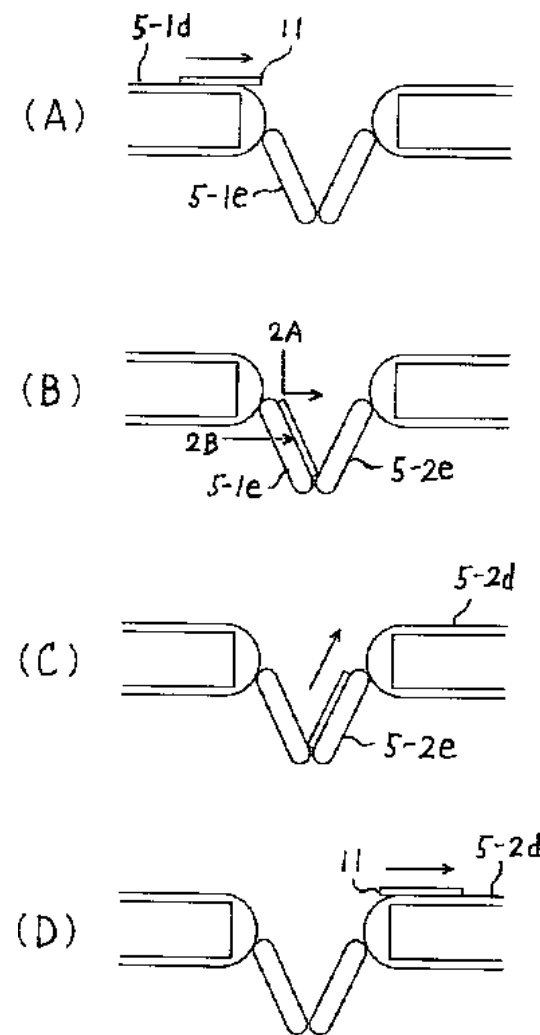
・この半導体薄膜形成装置は、基板11を挿入するためのロード室0と、基板11の一方の主面上に半導体膜を形成するための第1および第2の減圧反応室1および2と、基板の開放された一方の主面上に半導体膜が形成された他方の主面を開放面にするようにその基板を反転するための基板反転用減圧室5と、反転された基板のその他方の主面上に半導体膜を形成するための第3と第4の減圧反応室3および4と、両主面上に半導体膜が形成された基板11を大気中に取り出すためのアンロード室6とを含んでいる。

(出典)特許3268965／三洋電機

基板上に半導体膜を形成するための装置および方法 特許3268965／三洋電機

・右図を参照して、基板反転用減圧室5内において基板の対向する両主面を入替えるように自動的に基板を**反転させる手順**について説明する。

・図(A)に示されているように基板反転用減圧室5内の第1輸送ベルト5-1dによって輸送された基板11が図(B)に示されているように第1基板反転ベルト5-1e上に移った後に所定の位置に達したときにその反転ベルト5-1eが停止させられる。



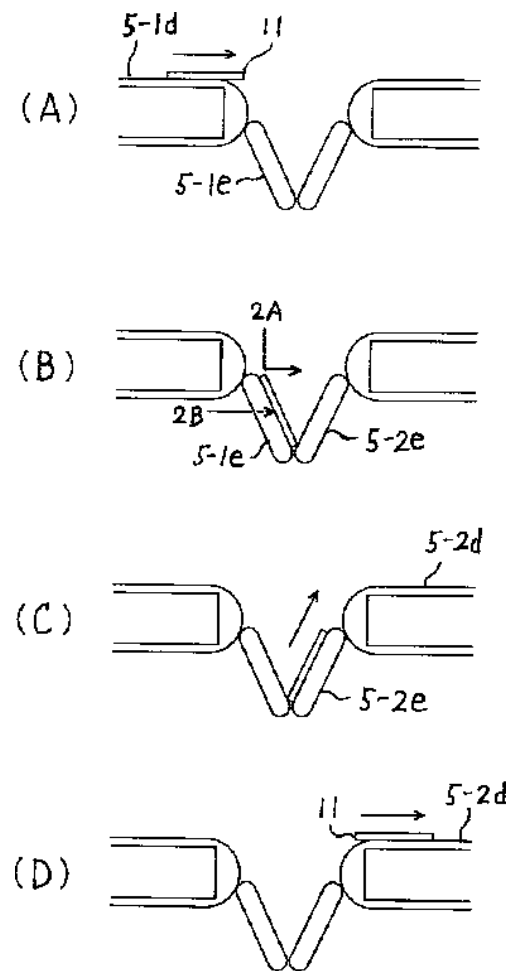
(出典)特許3268965／三洋電機

基板上に半導体膜を形成するための装置および方法

特許3268965／三洋電機

そして、基板11は図示されていないマニピュレータの矢印2Aで表わされているような動作または図示されていないピストンの2Bで表わされているような動作によって

第2基板反転ベルト5-2e側に移される(ベルト5-1eは基板の両側縁を保持する1対のベルトであり、それらの1対のベルト間にピストン2Bの挿入が可能)。



(出典)特許3268965／三洋電機

基板上に半導体膜を形成するための装置および方法

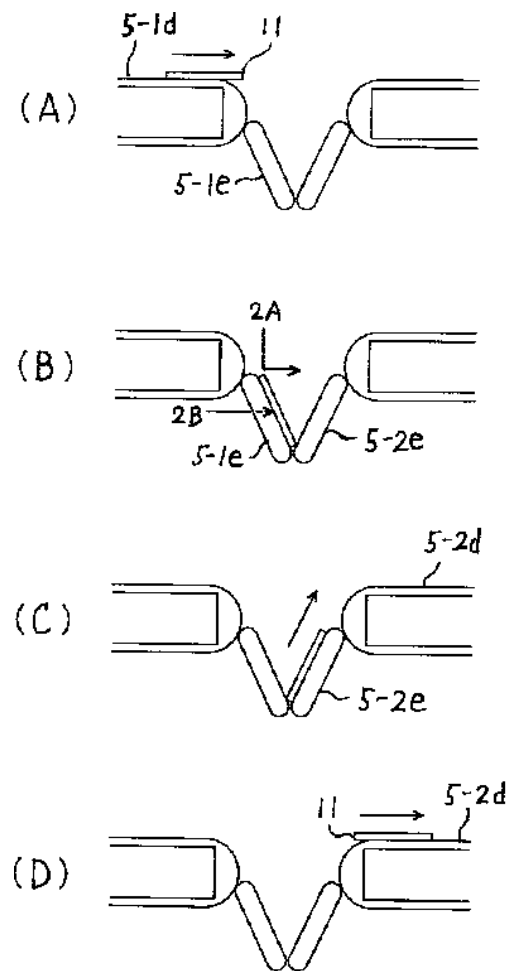
特許3268965／三洋電機

図(C)に示されているように

第2基板反転ベルト5-2eに移された基板11は、

基板反転用減圧室5内の第2の輸送ベルト5-2d上に
移され、

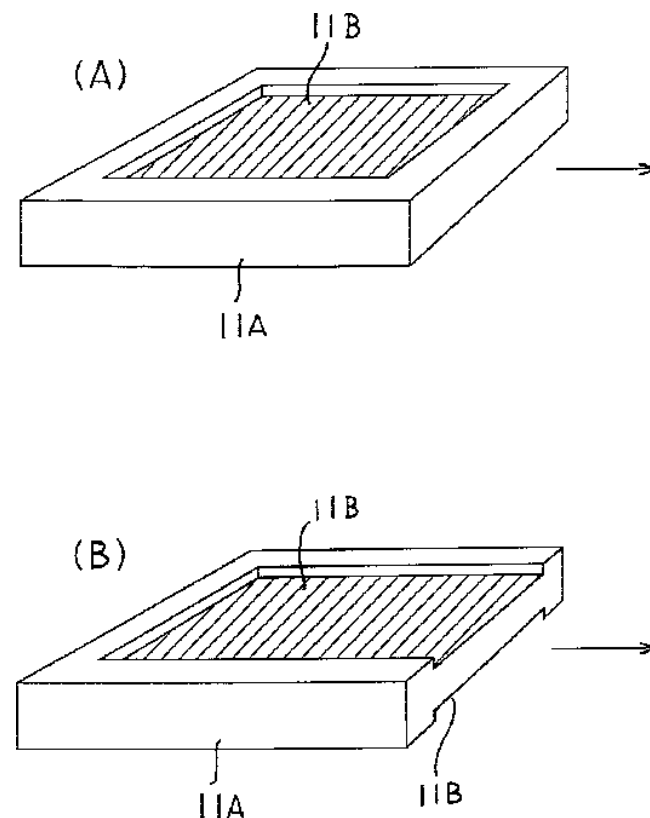
図(D)に示されているようにその第2の輸送ベルト5-2
dによって第3の減圧反応室3内へ輸送される。



(出典)特許3268965／三洋電機

基板上に半導体膜を形成するための装置および方法 特許3268965／三洋電機

- ・膜形成時に基板11の周辺部の裏側に回り込んで薄膜が形成されるのを防止するとともに、膜形成時における基板の均熱性を得るために、右図に示されているような基板輸送用保持枠11Aを用いることが好ましい。
- ・これらの**基板輸送用枠はアルミナ**で形成することができる。
- ・右図(A)においては、**基板輸送用枠11Aの両面には半導体基板と同一の寸法形状である10センチ角で深さ1ミリの窪み11Bが形成されている。**
- ・そして、これらの窪みは、基板の均熱性を保証するために、アルミニウムによってコーティングされている。



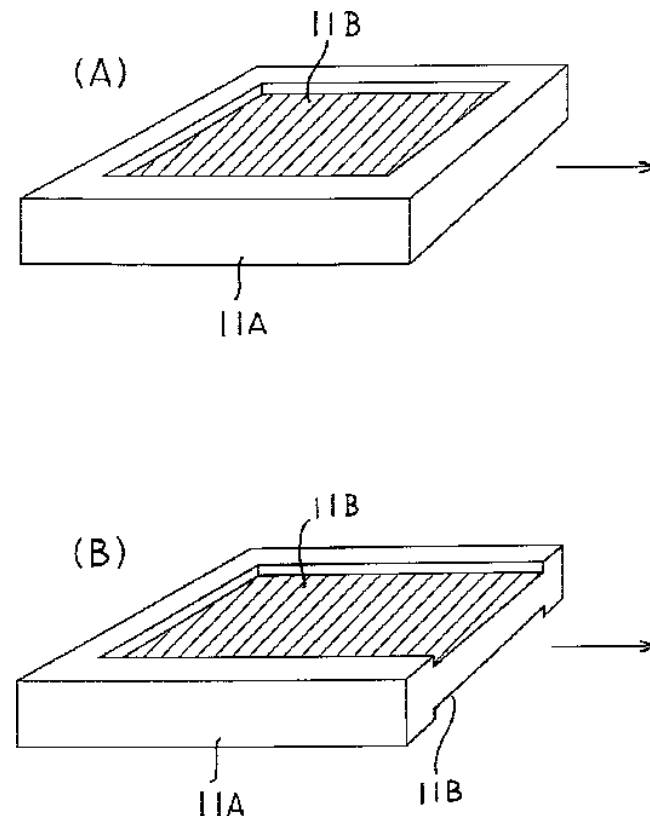
(出典)特許3268965／三洋電機

基板上に半導体膜を形成するための装置および方法 特許3268965／三洋電機

・右図(B)の基板保持枠11Aにおいては、窪み11Bが基板の右辺端部まで貫通している。

右図(B)の基板保持枠においては、右図(A)の基板保持枠に比べて基板を反転させる際の位置合わせを容易にすることができる。

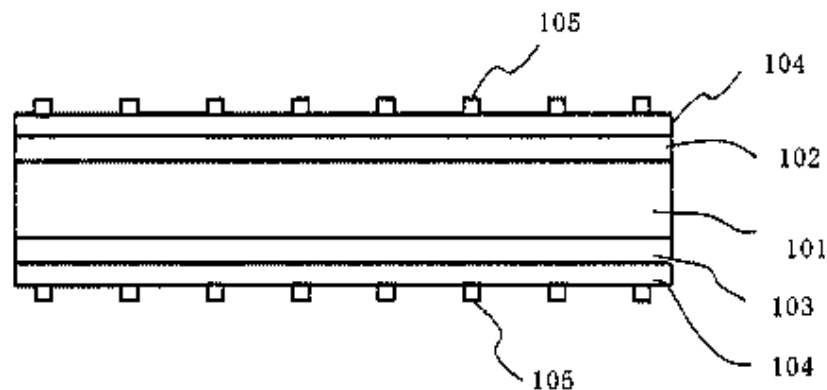
・このような基板保持枠11Aを用いることによって、**脆弱な基板を保護して輸送中の基板の割れを防止することができる。**



(出典)特許3268965／三洋電機

プラズマCVD装置及び太陽電池の製造方法

特許4770029/IHI



【従来の技術】

太陽電池は、例えば上図に示した構造をなし、i型の結晶シリコン101の両側にそれぞれp型アモルファスSi(p型a-Si)膜102、n型アモルファスSi(n型a-Si)膜103をプラズマCVD法により堆積し、さらにこれらの上にスパッタ法により透明電極104、スクリーン印刷法により集電電極105を形成して作製される。

(出典)特許4770029/IHI

プラズマCVD装置及び太陽電池の製造方法 特許4770029/IHI

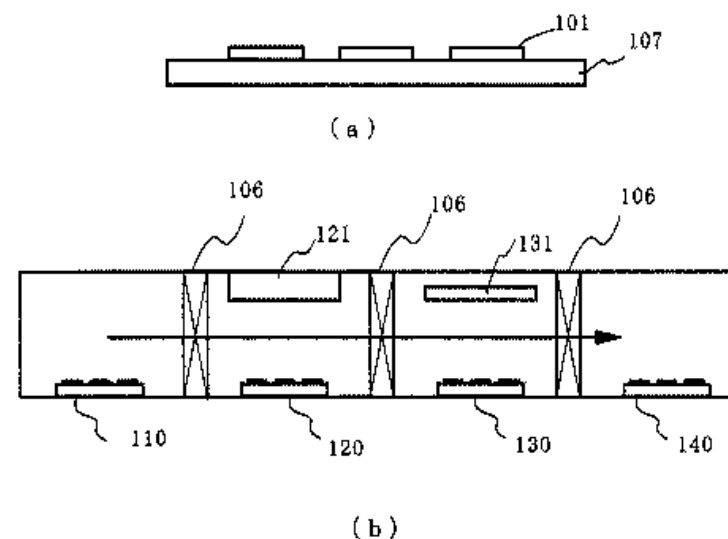
【従来の技術】

a-Si膜の堆積には、例えば右図(b)に示した平行平板型のプラズマCVD装置が用いられる。この装置は、ロードロック室110、加熱室120、a-Si膜を堆積するプラズマCVD(PCVD)室130及び冷却室140とから構成される。

各室はゲートバルブ106を介して連結され、**i型シリコン基板101**は(a)に示したように、裏板となる基板ホルダ107上に取り付けられ、(b)の**矢印の方向に、順次搬送される。**

即ち、(a)の如く基板を基板ホルダ上に取り付けた後、基板ホルダをロードロック室110に挿入し室内を排気する。

ゲートバルブを開いて加熱室120へ搬送してヒータ121により基板を所定の温度に加熱した後、平行平板型PCVD室130に搬送する。PCVD室130に基板ホルダが搬送されると、薄膜形成用ガス(SiH_4/PH_3 ガス)を導入し、高周波電極131に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、シリコン基板101上にn型a-Si膜を形成する。その後、基板ホルダは冷却室140に送られる。



(出典)特許4770029/IHI

プラズマCVD装置及び太陽電池の製造方法

特許4770029/IHI

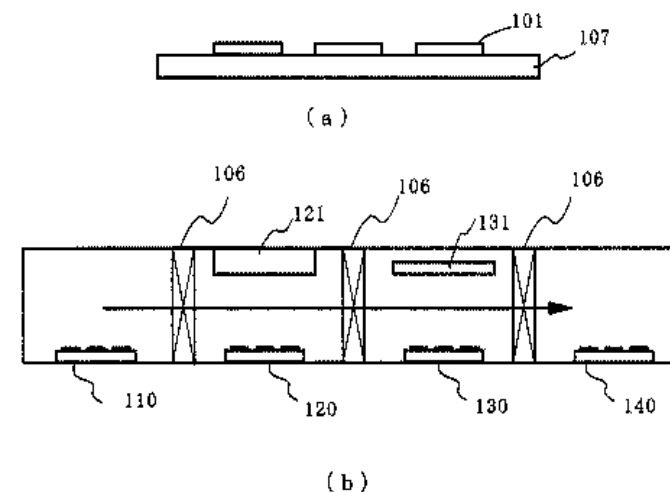
【従来の技術】

基板温度が下がった後、冷却室140を大気に戻して基板ホルダ107を取り出し、**基板の反対側面にp型a-Si膜を形成するためにシリコン基板101を反転させる。**

この基板ホルダを、**再び、(b)のプラズマCVD装置のロードロック室に入れ、同様の処理を繰り返し行い、p型a-Si膜を堆積してpin接合が形成される。**

なお、PCVD室には薄膜形成用ガスとして $\text{SiH}_4/\text{B}_2\text{H}_6$ ガスが導入される。

この後、シリコン基板101はスパッタ装置で両面にITO等の透明導電膜が形成され、続いてスクリーン印刷等により集電電極を形成して太陽電池を完成する。



(出典)特許4770029/IHI

プラズマCVD装置及び太陽電池の製造方法

特許4770029/IHI

【発明が解決しようとする課題】

平行平板型PCVD装置で、

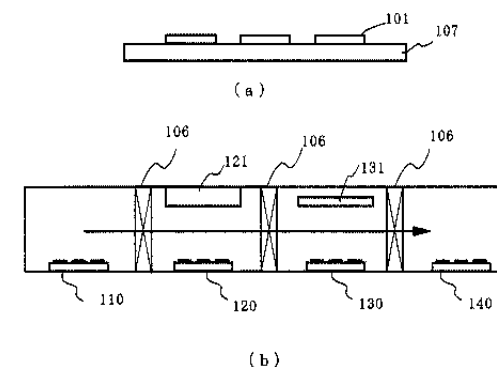
高抵抗基板や絶縁性基板上に薄膜を形成する場合、基板の裏面に裏板がないと高周波電流が基板を通して流れにくくなり、基板表面でのプラズマ密度が著しく低下する。

その結果、基板中心部と周辺部で膜厚の差が生じ、膜厚均一性の良好な薄膜は得られにくいという欠点がある。これは基板が大きくなるとより顕著になる。

従って、膜厚均一性の高い薄膜を形成するには、高周波電流の通路となる裏板が不可欠となり、このため、**基板両面成膜の生産性が著しく低下するという問題があった。**

即ち、片面に薄膜を形成した後、取り出して基板を反転させる作業が必要となり、またこれに伴い、ロードロック室の排気、冷却室のベント及び基板加熱・冷却工程が2回必要となる。

さらに、スループットを上げるためには、右図(b)に示した**装置が2組必要となるため、生産装置全体の大型化、コスト増大を招かざるを得ないという問題があった。**



(出典)特許4770029/IHI

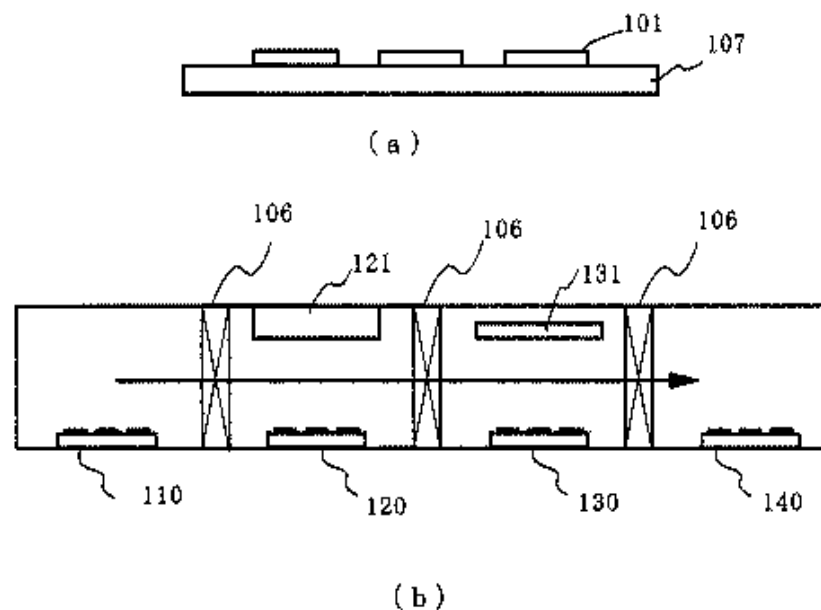
プラズマCVD装置及び太陽電池の製造方法 特許4770029/IHI

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、基板の反転工程を不要とし、

基板の両面に膜厚均一性に優れた薄膜を形成可能なプラズマCVD法及び装置を

提供することを目的とする。



(出典)特許4770029/IHI

プラズマCVD装置及び太陽電池の製造方法

特許4770029/IHI

【請求項1】

第1及び第2の真空室を仕切り弁を介して連結し、それぞれの真空室にガス供給口及び排気口を設け、内部に給電部及び接地部を有する誘導結合型電極と、基板両面が露出するように外周端部を保持した基板ホルダとを配置したプラズマCVD装置であって、

前記誘導結合電極を複数個、同一平面内に配置した電極列を、前記第1の真空室に n 層(n は2以上の整数)、前記第2の真空室に $(n-1)$ 層設け、前記第1の真空室内における n 層の前記電極列のうち隣り合う電極列の間に基板ホルダが2個ずつ位置するように $2(n-1)$ 個の前記基板ホルダを前記第1の真空室に搬送し、ガス供給口を介して第1の薄膜形成用ガスを導入するとともに給電部に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、誘導結合型電極に面した基板の表面上に第1の薄膜を形成した後、前記第1の薄膜が形成された面と反対側の基板の表面が誘導結合型電極に面するように、前記基板ホルダを前記第2の真空室に搬送し、ガス供給口を介して第2の薄膜形成ガスを導入するとともに給電部に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、前記第1の薄膜が形成された表面とは反対側の基板の表面に第2の薄膜を形成する構成としたことを特徴とするプラズマCVD装置。

(出典)特許4770029/IHI

プラズマCVD装置及び太陽電池の製造方法

特許4770029/IHI

【請求項2】

第1及び第2の真空室を仕切り弁を介して連結し、それぞれの真空室にガス供給口及び排気口を設け、内部に給電部及び接地部を有する誘導結合型電極と、基板両面が露出するように外周端部を保持した基板ホルダとを配置したプラズマCVD装置であって、

前記誘導結合電極を複数個、同一平面内に配置した電極列を、前記第2の真空室に n 層(n は2以上の整数)、前記第1の真空室に $(n-1)$ 層設け、一对の前記基板ホルダの間に前記第1の真空室内における前記各電極列が一つずつ位置するように $2(n-1)$ 個の基板ホルダを前記第1の真空室に搬送し、ガス供給口を介して第1の薄膜形成用ガスを導入するとともに給電部に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、誘導結合型電極に面した基板の表面上に第1の薄膜を形成した後、前記第1の薄膜が形成された面と反対側の基板の表面が誘導結合型電極に面するように、前記基板ホルダを前記第2の真空室に搬送し、ガス供給口を介して第2の薄膜形成ガスを導入するとともに給電部に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、前記第1の薄膜が形成された表面とは反対側の基板の表面に第2の薄膜を形成する構成としたことを特徴とするプラズマCVD装置。

(出典)特許4770029/IHI

プラズマCVD装置及び太陽電池の製造方法

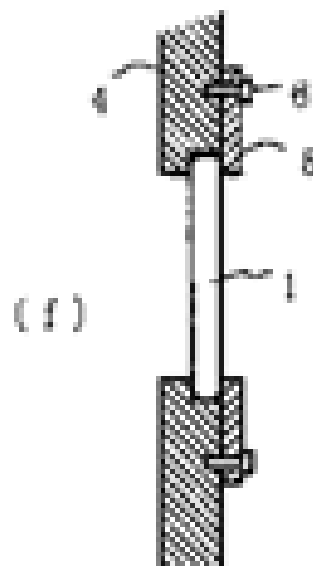
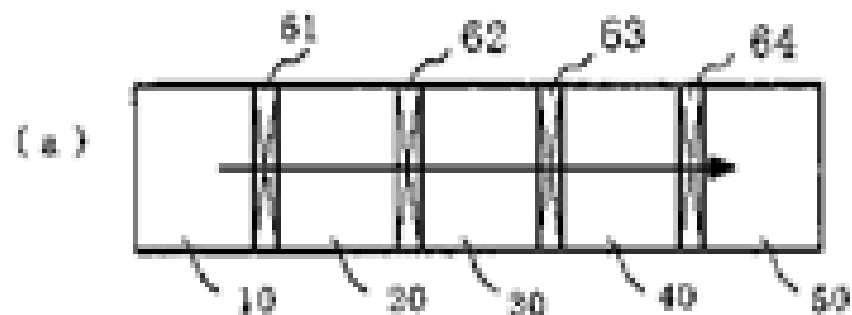
特許4770029/IHI

プラズマCVD装置は、

右図(a)に示すように、ロードロック室10、加熱室20、第1プラズマCVD(PCVD)室30、第2PCVD室40及び冷却室50から構成され、各室はゲートバルブ61～64を介して連結されている。

基板1は基板両面の薄膜形成面が露出するように基板ホルダ3に保持される。

これは、例えば、右図(f)に示したように、基板の周辺端部を開口を有する平板4及び押え板5で挟持し、ネジ6で固定すればよい。



(出典)特許4770029/IHI

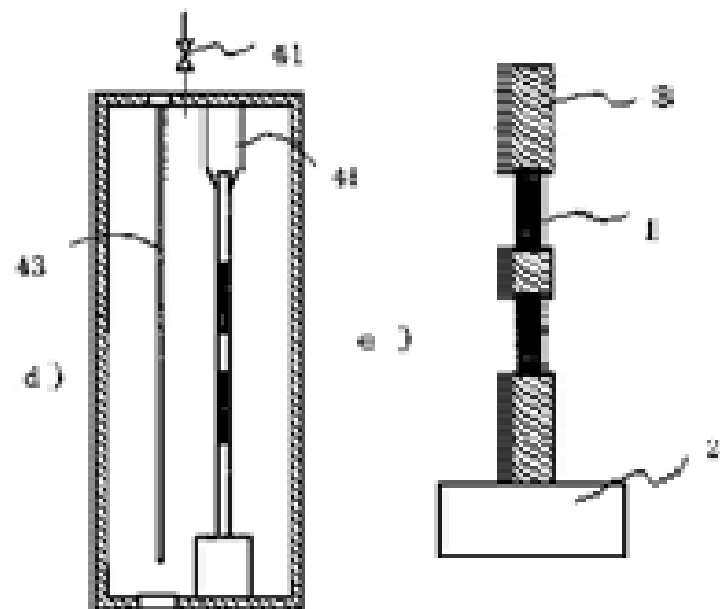
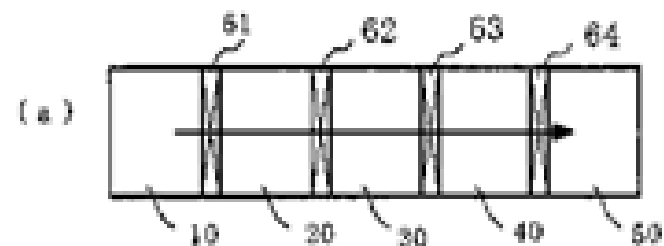
プラズマCVD装置及び太陽電池の製造方法 特許4770029/IHI

複数の基板を保持した**基板ホルダ3**は**キャリア2**に取り付けられ(右図(e))、

各室に敷設されたレール上を右図(a)の矢印の方向に搬送され、各室で所定の処理がなされる。

即ち、基板ホルダはロードロック室10から加熱室20に搬送され、ここで赤外線ランプ等のヒータにより基板ホルダ3の両側から加熱処理され、所定温度まで加熱される。その後、第1PCVD室30、第2PCVD室40に順次搬送され、**基板の両面にそれぞれn型a-Si膜及びp型a-Si膜が形成される。**

薄膜形成後、基板ホルダは冷却室50で所定温度まで冷却され、外部に取り出され、ITO等の透明導電膜及び集電電極の形成装置に搬送される。なお、冷却室の代わりにスパッタ室を連結し、a-Si膜形成後、すぐに透明導電膜を形成する装置構成とすることもできる。



(出典)特許4770029/IHI

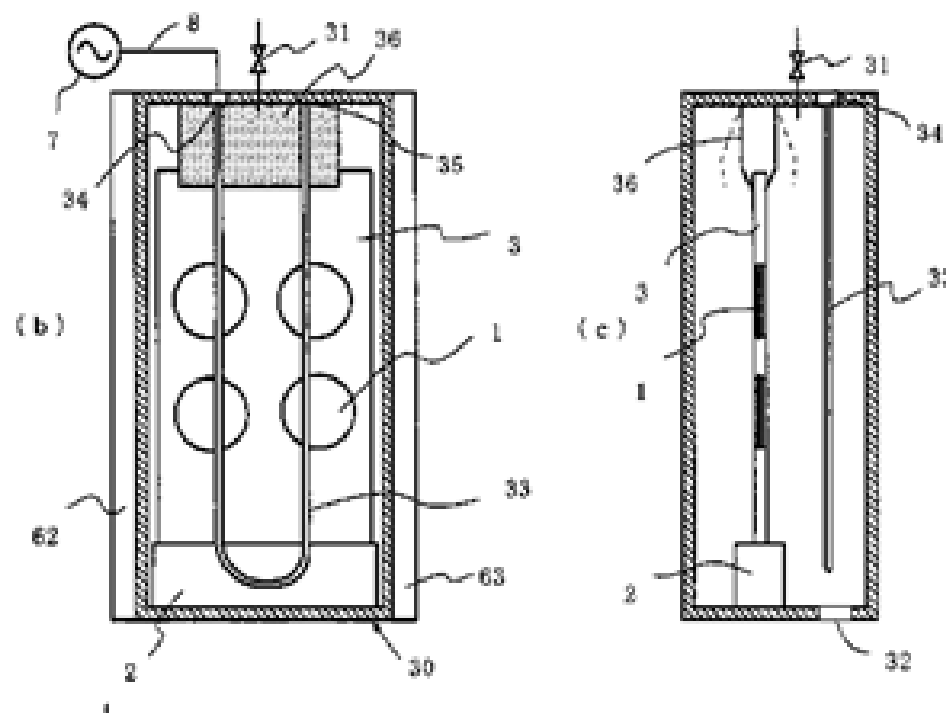
プラズマCVD装置及び太陽電池の製造方法 特許4770029/IHI

第1PCVD室30の構造を、説明する。

右図(b)及び(c)は、室内部を、それぞれ正面から見た模式図及び搬送方向に向かって見た模式図である。

PCVD室には薄膜形成用ガス(例えば SiH_4 ／ PH_3 ガス)の供給配管31及び排気口32が設けられ、室内部には中央で折り返した形状の誘導結合型電極33が配設されている。

誘導結合型電極33の一端部の給電部34は、同軸ケーブル8を介して高周波電源7に接続され、他端部の接地部35は室壁に連結され接地されている。



(出典)特許4770029/IHI

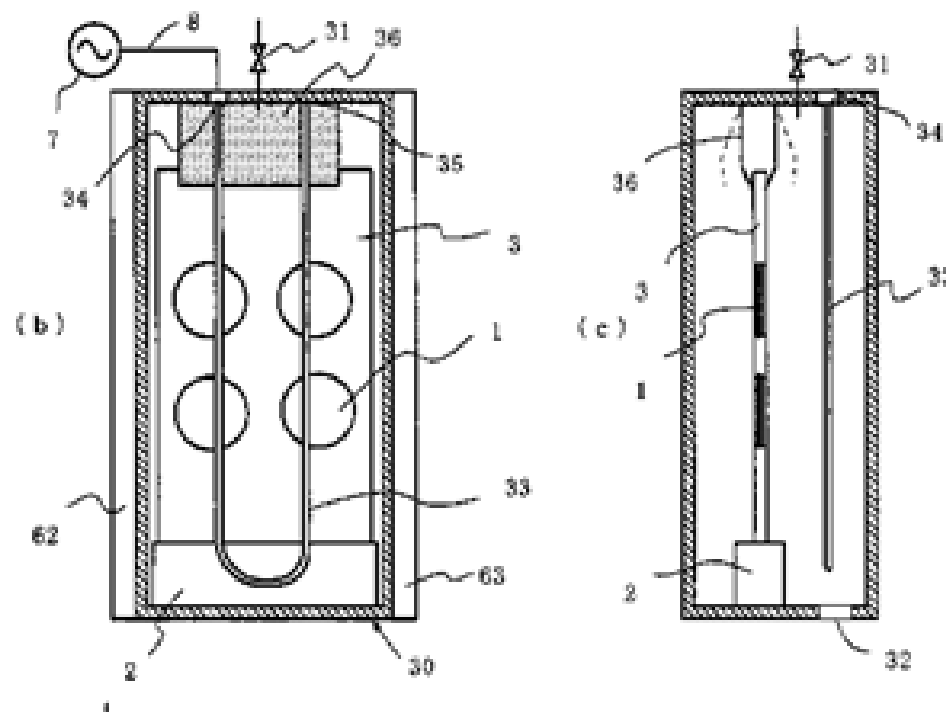
プラズマCVD装置及び太陽電池の製造方法 特許4770029/IHI

基板ホルダ3を搭載したキャリア2がPCVD室30に搬入されると、破線で示す位置にあった基板ホルダ固定治具36を閉じて実線で示すように基板ホルダを両側から当接させて固定する。

この状態で、ガス供給配管31を通して SiH_4/PH_3 ガスを室内に導入し、所定の圧力に設定した後、高周波電力を誘導結合型電極33に供給する。

電極33に沿ってプラズマが発生し、**電極33に面した基板表面にn型a-Si膜が堆積する。**

この際、基板成膜面の反対側にもガスは流れ込むがプラズマは基板ホルダ及び基板ホルダ固定治具により遮蔽され、裏側に回り込むことはなく、**電極と反対側の基板表面に薄膜は形成されない。**



(出典)特許4770029/IHI

プラズマCVD装置及び太陽電池の製造方法

特許4770029/IHI

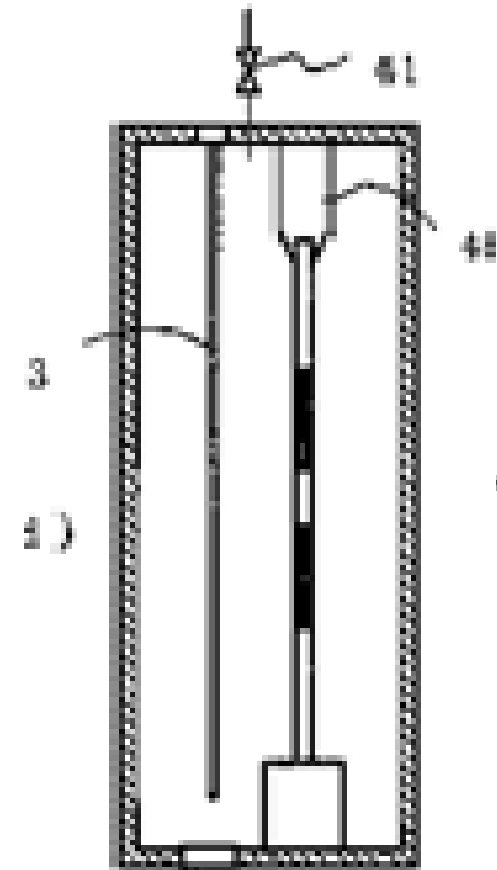
所定の膜厚が形成された後、電力の供給、ガス導入を停止して、室内を排気する。

続いて、ゲートバルブ63を開け基板ホルダを第2PCVD室40に搬送する。

右図(d)は、第2PCVD室内部を搬送方向に向かって見たときの模式図であり、誘導結合型電極43を基板ホルダ3に対して反対側の位置に配置した以外は、第1PCVD室と同じ構成である。第2PCVD室40に基板ホルダ3が搬送されると、基板ホルダ固定治具46が閉じ、基板ホルダ3は固定される。

ここで、ガス供給配管41を通して、室内に SiH_4 / B_2H_6 ガスを導入し、誘導結合型電極43に高周波電力を供給して、n型a-Si膜が形成された面と反対側の基板表面にp型a-Si膜が堆積する。

このようにして、i型結晶シリコン基板の両側にp型a-Si及びn型a-Si膜が堆積し、pin接合が形成される。以上のようにより、基板ホルダ3をキャリア2に載せて各室を順次搬送することにより、連続して基板の両面にp型及びn型a-Si膜を形成することが可能となる。



(出典)特許4770029/IHI

プラズマCVD装置及び太陽電池の製造方法 特許4770029/IHI

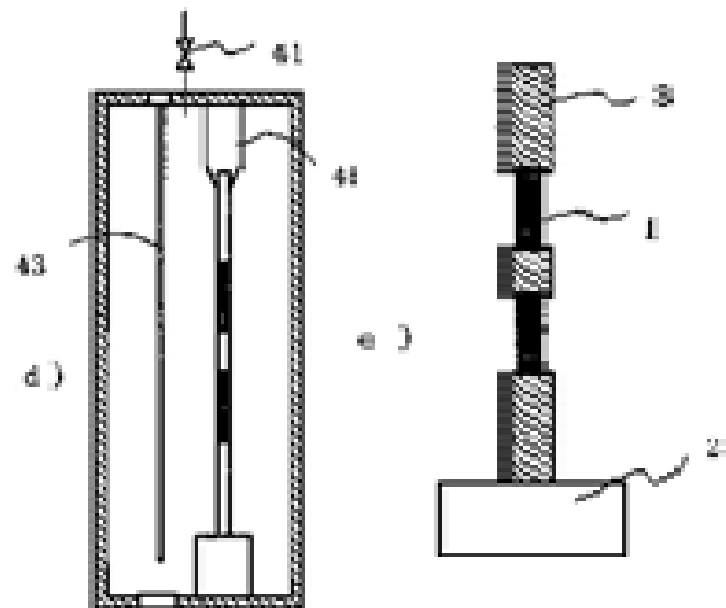
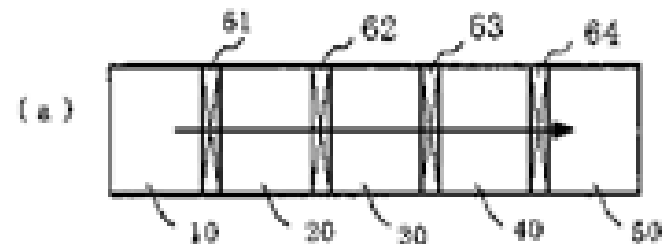
【従来技術】

従来の平行平板型PCVD装置で膜厚均一性に優れた薄膜を形成するには、基板の成膜面と反対側に裏板を配置する必要があり、このため、**両面成膜を行うには基板の反転工程が不可欠となり、しかも加熱・冷却工程等が2回必要となる。**

【本発明のプラズマCVD装置】

基板を反転する必要がなく、しかも基板の加熱、冷却工程が1回ですむため、処理室数の低減とともにスループットを向上させることができる。

また、従来の装置で高スループット生産を行うには、ロードロック室、加熱室、PCVD室、冷却室が2組必要となるが、右図に示した実施の形態では、PCVD室は2つ必要とするものの、他の処理室は1つでよく、装置全体の設置面積及びコストを大幅に低減することができる。



(出典)特許4770029/IHI

縦型化学気相成長装置 特許5089906／アルバック

【発明が解決しようとする課題】

- ・基板の両面に効率的に成膜することが望まれる場合、従来の装置では、基板を装置内に搬入してから搬出するまでの1サイクル中に基板の片面しか成膜できず、効率的に基板の両面を成膜しにくいという問題がある。
- ・本発明の課題は上記従来技術の問題点を解決することにより、装置内に基板の反転手段を設けることにより、基板を装置内に搬入してから搬出するまでの1サイクル中に、基板の両面に効率よく成膜することができる縦型化学気相成長装置を提供することにある。

特許5089906／アルバック

縦型化学気相成長装置 特許5089906／アルバック

【請求項1】

ガス導入手段及び排気手段を有する成膜チャンバーと、基板を保持する基板ホルダーと、基板ホルダーを搬送する搬送手段と、前記基板ホルダーを反転させる反転手段とを備え、

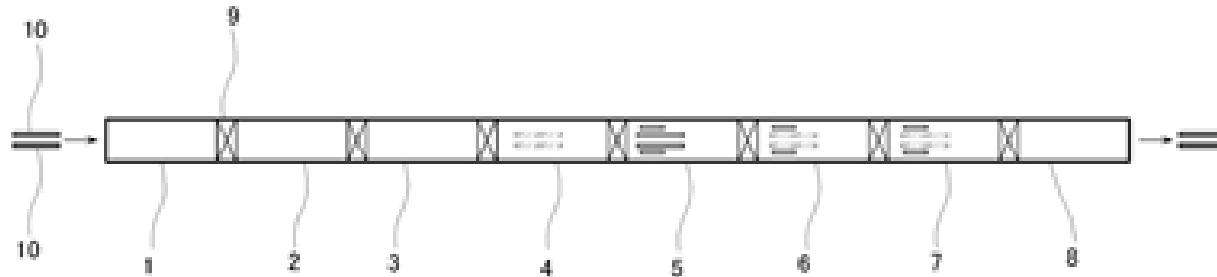
前記反転手段が、前記基板ホルダーの搬送中に回転軸を中心に前記基板ホルダーを搬送方向に対して180°回転させる回転手段を含み、前記回転手段が、前記基板ホルダーに設けられた1以上の第1の突起物と、前記成膜チャンバーの内部に設けられた1以上の第2の突起物とで構成され、前記基板ホルダーの搬送中にこれら第1及び第2の突起物が相互に接触することにより、前記基板ホルダーを回転させるようにしたことを特徴とする縦型化学気相成長装置。

【請求項2】

前記反転手段が、回転を180°で停止させる停止手段を含むことを特徴とする請求項1記載の縦型化学気相成長装置。

特許5089906／アルバック

縦型化学気相成長装置 特許5089906／アルバック



5 第2成膜チャン
バー

10 基板トレイ

51 反転空間

52 成膜空間

53 ラック

54 触媒線

101 基板ホルダー

104 回転軸

105 ギア

S 基板

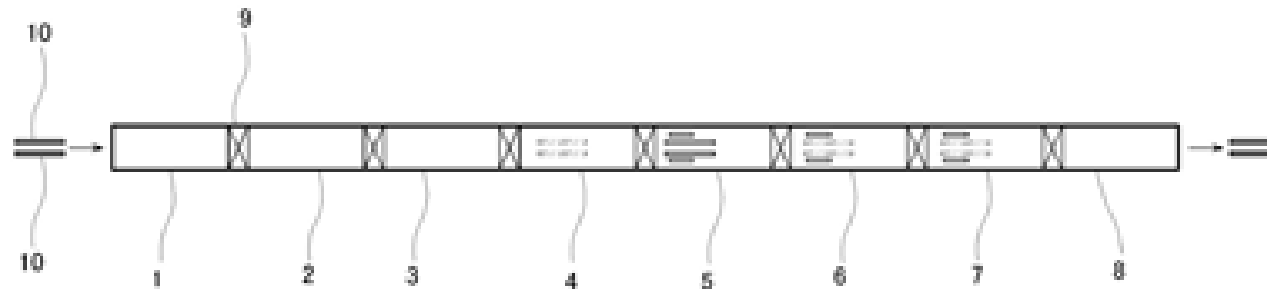
本発明の第1の実施の形態にかかる縦型化学気相成長装置（以下、縦型CVD装置という）について説明する。

本装置は、触媒CVD法によって基板の両面に成膜するインライン式の縦型CVD装置であり、少なくとも5個のチャンバー、即ち、ロードロックチャンバー、加熱チャンバー、基板の表面に成膜する第1成膜チャンバー、基板の裏面に成膜する第2成膜チャンバー及び冷却チャンバーから構成される。

各チャンバーはゲートバルブを介して連結されており、これらのチャンバーは排気手段を備えている。

特許5089906／アルバック

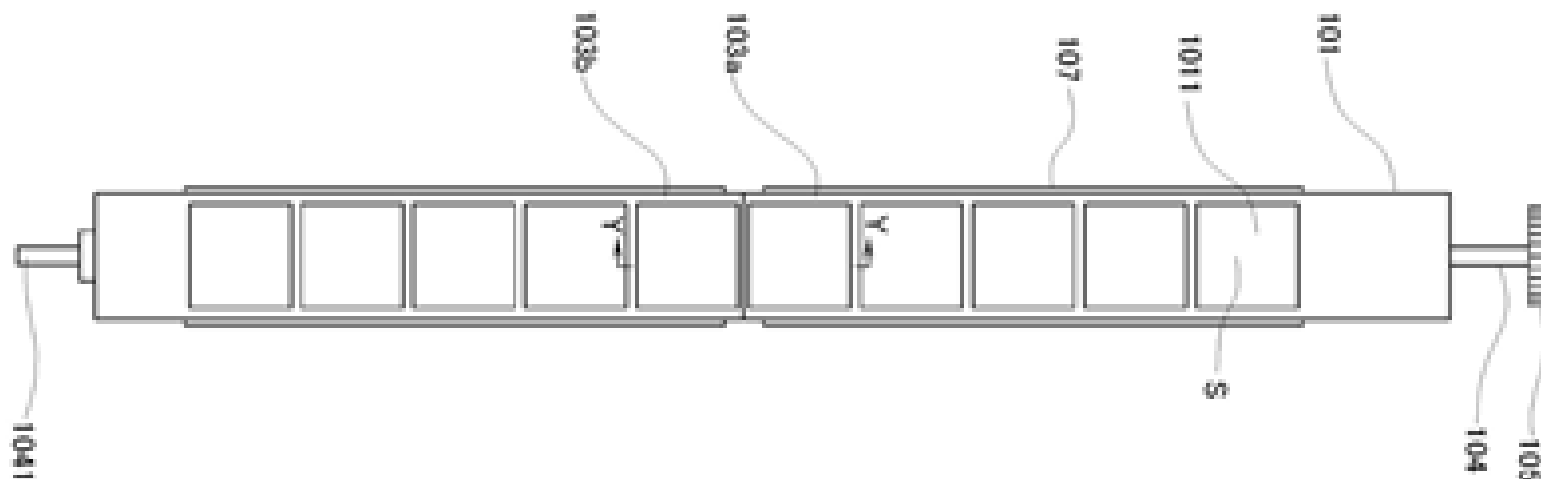
縦型化学気相成長装置 特許5089906／アルバック



本装置は、**触媒CVD法**を用いて、基板の各面に2層ずつ成膜するための装置である。本装置は、8個のチャンバー、即ち、ロードロックチャンバー1、基板及び基板トレイを加熱するための第1加熱チャンバー2、加熱した基板の基板温度を均一にするための第2加熱チャンバー3、基板S(図中では図示せず)の面S1に第1の膜を形成する第1成膜チャンバー4、基板Sの面S2に第2の膜を形成するための反転手段を備えた第2成膜チャンバー5、基板Sの面S1上に形成された第1の膜上に第3の膜を形成するための反転手段を備えた第3成膜チャンバー6、基板Sの面S2に形成された第2の膜上に第4の膜を形成するための反転手段を備えた第4成膜チャンバー7及び冷却チャンバー8から構成される。各チャンバーはゲートバルブ9を介して連結されており、これらのチャンバーは排気手段を備えている。

特許5089906／アルバック

縦型化学気相成長装置 特許5089906／アルバック



この基板ホルダー101の平板103は、ステンレス鋼材、例えばSUS304材や磁性を含んだSUS430材等、又は軽量のアルミニウム材、例えばAL5052材からなり、非常に軽いため、回転容易であるが熱によってたわみやすい。

そこで熱によるたわみを軽減するために、基板ホルダー101の拡大正面図である上図に示すように、基板ホルダー101を短い2つの平板103a及び平板103bから構成してもよい。

特許5089906／アルバック

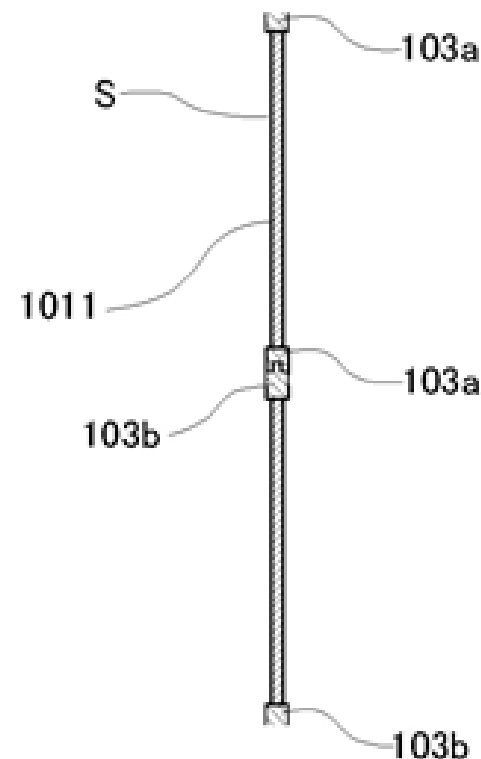
縦型化学気相成長装置 特許5089906／アルバック

この場合に、基板ホルダー101のY-Y縦断面を拡大して示す右図のように、

平板103aの凹部に平板103bの凸部をはめ込んで接続し構成してもよい。

このように短い板を2枚接続して構成すれば、長い1枚の板によって基板ホルダー101を構成した場合よりも、熱によるたわみが少ない。

本実施の形態では基板ホルダー101を2枚の平板から構成したが、基板ホルダー101は、3枚以上の平板から構成してもよい。



特許5089906／アルバック

太陽電池の製造装置、及び太陽電池の製造方法 特許5840095／三菱電機

【発明が解決しようとする課題】

ヘテロ接合太陽電池を製造するために特許文献2に記載の連続分離プラズマ装置を用いた場合、

半導体基板の2つの主面(表面及び裏面)のそれぞれに異なる半導体薄膜の積層体を成膜するためには、半導体基板の一方の主面に半導体薄膜を成膜した後に、半導体基板を反転させる工程が必要になる。

そのため、表面側、裏面側の半導体薄膜層を成膜する複数のCVD装置と、それぞれのCVD装置間にシリコン基板を反転させる装置が必要となる。これにより、装置コストの増大と製造工程の複雑化とを招き、製造コストの高騰をもたす可能性がある。

【特許文献2】特開平6-151917号公報

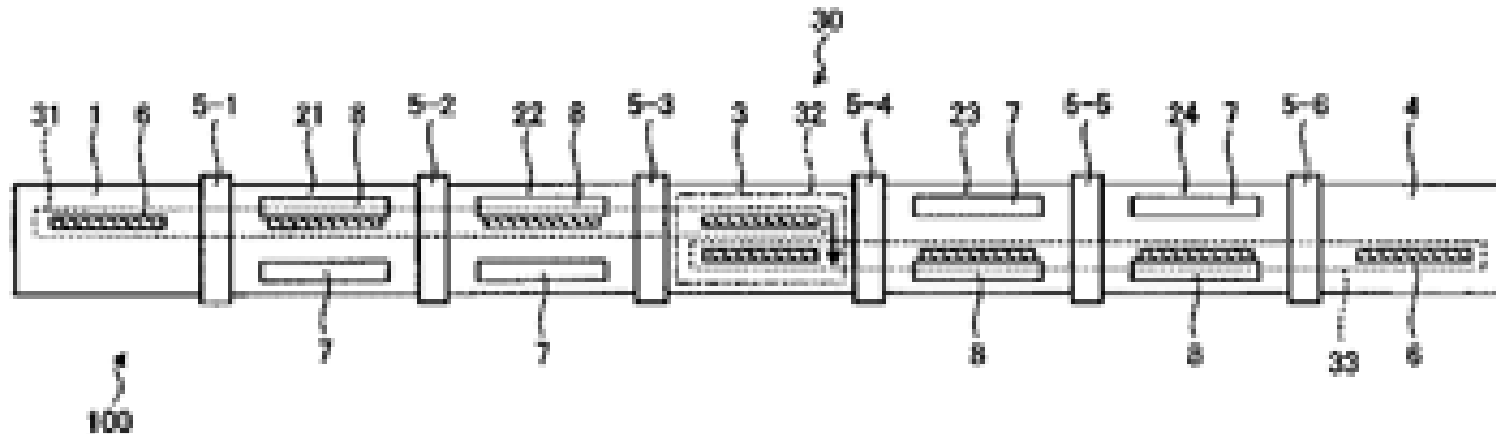
(出典)特許5840095／三菱電機

太陽電池の製造装置、及び太陽電池の製造方法 特許5840095／三菱電機

【請求項1】

第1の主面と前記第1の主面の反対側の第2の主面とを有する基板の前記第1の主面及び前記第2の主面の両方が露出されるように複数の前記基板を平面的に保持する基板ホルダと、前記基板ホルダがアノード電極側に搬入された際に、前記基板ホルダが前記アノード電極上に接触して、前記第2の主面が発生されるべき放電から隔離され前記第1の主面が前記発生されるべき放電に対して露出するように前記基板ホルダが載置されて、カソード電極及び前記アノード電極の間に高周波電力を印加して第1のガスを放電させることにより前記基板の前記第1の主面に第1の膜を成膜する前成膜室と、前記基板ホルダがアノード電極側に搬入された際に、前記基板ホルダが前記アノード電極上に接触して、前記第1の主面が発生されるべき放電から隔離され前記第2の主面が前記放電に対して露出するように前記基板ホルダが載置されて、カソード電極及び前記アノード電極の間に高周波電力を印加して第2のガスを放電させることにより前記基板の前記第2の主面に第2の膜を成膜する後成膜室と、前記前成膜室から前記後成膜室へ大気開放せずに前記基板ホルダを搬送経路の大部分において前記第1の主面に沿った方向に搬送する搬送機構と、を備え、前記前成膜室における前記カソード電極及び前記アノード電極の位置関係は、前記後成膜室における前記カソード電極及び前記アノード電極の位置関係と逆になっており、前記搬送機構は、前記基板の前記第1の主面に沿って前記基板ホルダを前記前成膜室から前記前成膜室及び前記後成膜室を接続する移動室へ前記第1の主面に沿った方向に搬送し、前記移動室内で前記前成膜室の前記アノード電極に対応した位置から前記後成膜室の前記アノード電極に対応した位置まで前記基板ホルダを前記第1の主面に交差する方向に移動させ、前記基板の前記第1の主面に沿って前記基板ホルダを前記移動室から前記後成膜室へ前記第1の主面に沿った方向に搬送することを特徴とする太陽電池の製造装置。

太陽電池の製造装置、及び太陽電池の製造方法 特許5840095／三菱電機



太陽電池の製造装置100の構成を模式的に示す上面図である。

太陽電池の製造装置100は、例えば、**ヘテロ接合太陽電池**を製造するためのインライン型プラズマCVD装置であり、複数の成膜室が複数のゲートバルブを介して直列に接続されている。

具体的には、太陽電池の製造装置100は、太陽電池基板ホルダ6、ロード室1、第1成膜室21、第2成膜室22、移動室3、第3成膜室23、第4成膜室24、アンロード室4、複数のゲートバルブ5-1～5-6、及び搬送機構30を備える。

(出典)特許5840095／三菱電機

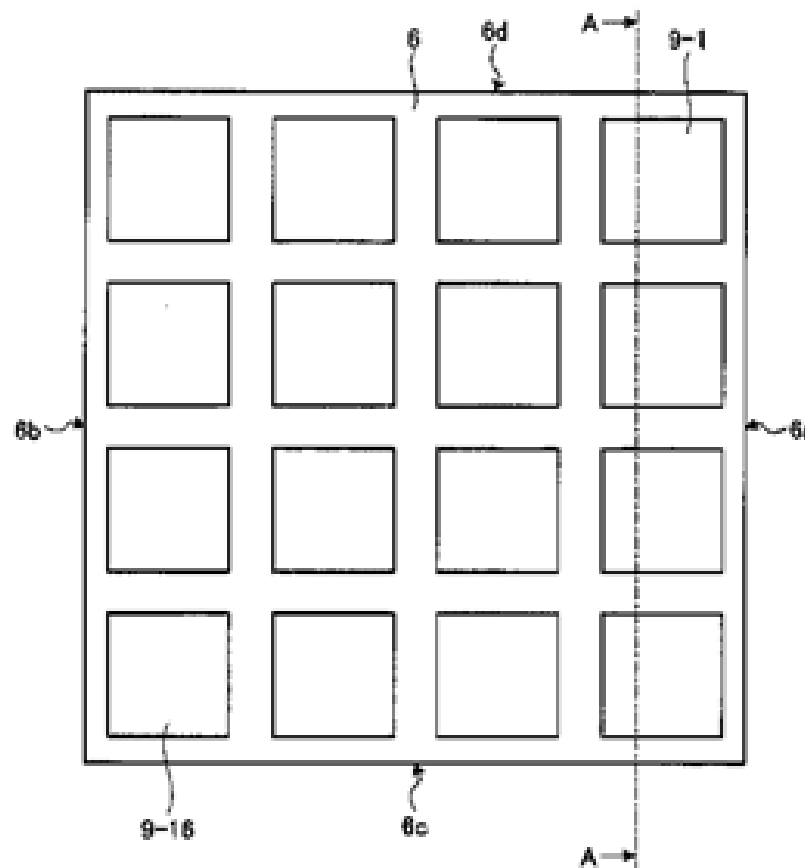
太陽電池の製造装置、及び太陽電池の製造方法 特許5840095／三菱電機

太陽電池基板ホルダ6は、

複数の基板9-1～9-16(右図)を各基板9における表面9a及び裏面9bの両方(次の図参照)が露出されるように平面的に保持する。

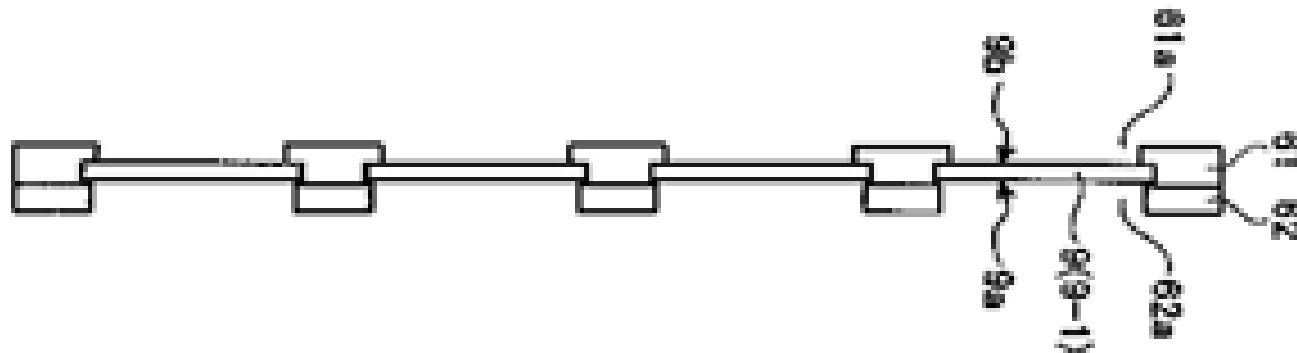
各基板9は、例えば、半導体(例えば、シリコン)を主成分とする材料で形成されており、ヘテロ接合太陽電池が形成されるように表面9a及び裏面9bの両方に互いに異なる膜が堆積されるべき基板である。

ロード室1、第1成膜室21、第2成膜室22、移動室3、第3成膜室23、第4成膜室24、アンロード室4は、複数のゲートバルブ5-1～5-6を介して直列に接続されている。



(出典)特許5840095／三菱電機

太陽電池の製造装置、及び太陽電池の製造方法 特許5840095／三菱電機



各基板9における表面9a及び裏面9bの両方(上図参照)が露出されるように平面的に保持する。

各基板9は、例えば、半導体(例えば、シリコン)を主成分とする材料で形成されており、ヘテロ接合太陽電池が形成されるように表面9a及び裏面9bの両方に互いに異なる膜が堆積されるべき基板である。

太陽電池の製造装置、及び太陽電池の製造方法 特許5840095／三菱電機

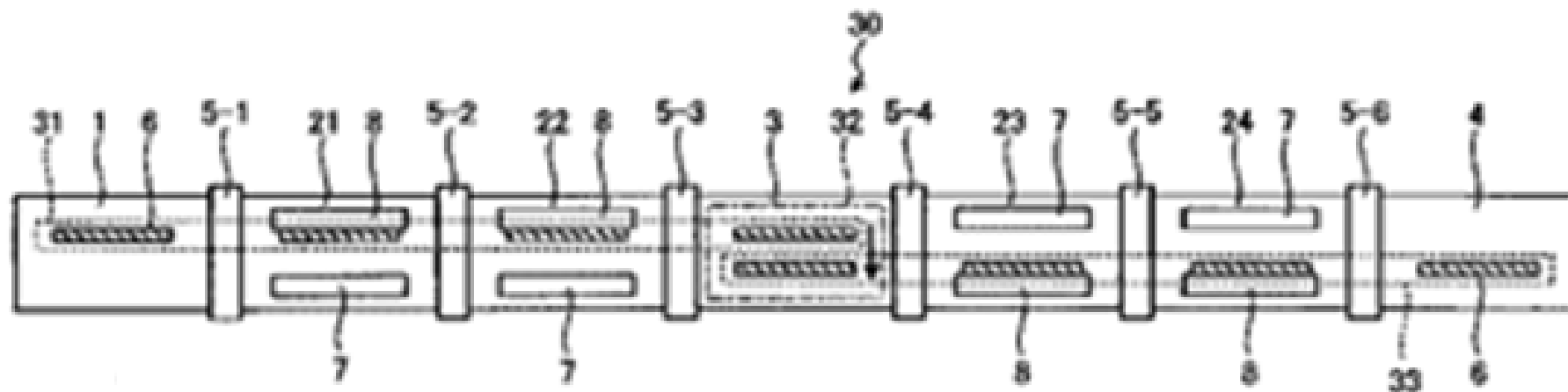


図1

略鉛直にセットされた太陽電池基板ホルダ6は、ゲートバルブ5-1が閉じた状態で、大気中からロード室1に投入される。

ロード室1の真空引きが行われた後、ゲートバルブ5-1が開かれ、搬送機構30は、基板9の表面9aに沿って、太陽電池基板ホルダ6をロード室1から第1成膜室21へ搬送する。ゲートバルブ5-1、5-2が閉じられ、第1成膜室21の真空引きが行われた後、第1の成膜ガスが第1成膜室21に導入され、太陽電池基板ホルダ6に保持された各基板9の表面9aに第1の膜が成膜される。

同様にして、太陽電池基板ホルダ6が搬送機構30により順次次の成膜室へと移動されていく。各成膜室(第1成膜室21、第2成膜室22、第3成膜室23、第4成膜室24)における成膜が終了した後に、太陽電池基板ホルダ6が搬送機構30によりアンロード室4へと導かれる。アンロード室4が大気解放された後に、太陽電池基板ホルダ6は、太陽電池の製造装置100の外部へと取り出される。

(出典)特許5840095／三菱電機

太陽電池の製造装置、及び太陽電池の製造方法 特許5840095／三菱電機

図5(a), (b), (c)は、それぞれ図1中下方から第1搬送機構31、第2搬送機構32、及び第3搬送機構33を見た場合の動作を示す図である。

第1搬送機構31は、太陽電池基板ホルダ6を移動室3へと移動させる。具体的には、図5(a)に示すように、第1搬送機構31は、各基板9の表面9aに沿って、太陽電池基板ホルダ6を移動させる。

すなわち、第1搬送機構31は、太陽電池基板ホルダ6を、第2成膜室22におけるアノード電極8近傍の位置から、

移動室3における第2成膜室22のアノード電極8に対応した位置へ移動させる。

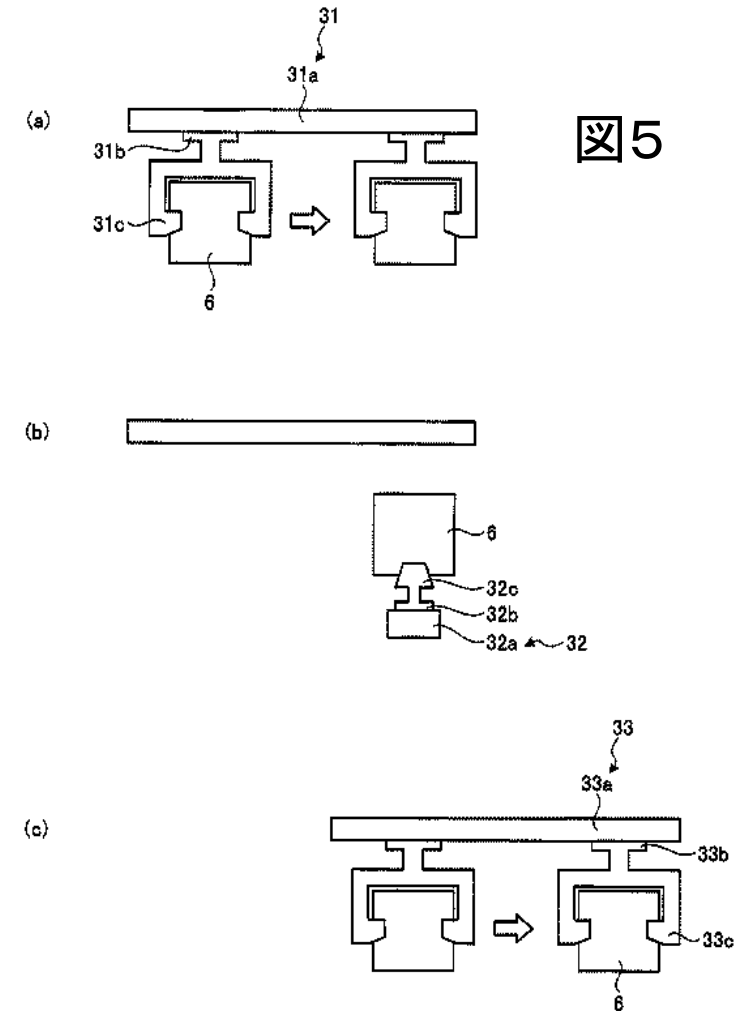


図5

(出典) 特許5840095／三菱電機

太陽電池の製造装置、及び太陽電池の製造方法 特許5840095／三菱電機

第2搬送機構32は、図5(b)に示すように、移動室3における第2成膜室22のアノード電極8に対応した位置にある太陽電池基板ホルダ6を保持する。その後、第1搬送機構31は、太陽電池基板ホルダ6の保持を解除する。

第2搬送機構32は、太陽電池基板ホルダ6を移動室3内で横方向に移動させる。具体的には、第2搬送機構32は、各基板9の表面9aに略垂直な方向に(例えば、図5(b)紙面に対して手前に近づく方向に)太陽電池基板ホルダ6を移動させる。すなわち、第2搬送機構32は、太陽電池基板ホルダ6を、移動室3における第2成膜室22のアノード電極8に対応した位置から、移動室3における第3成膜室23のアノード電極8に対応した位置へ移動させる。

なお、このとき、ゲートバルブ5-3, 5-4は、閉じていても良い。

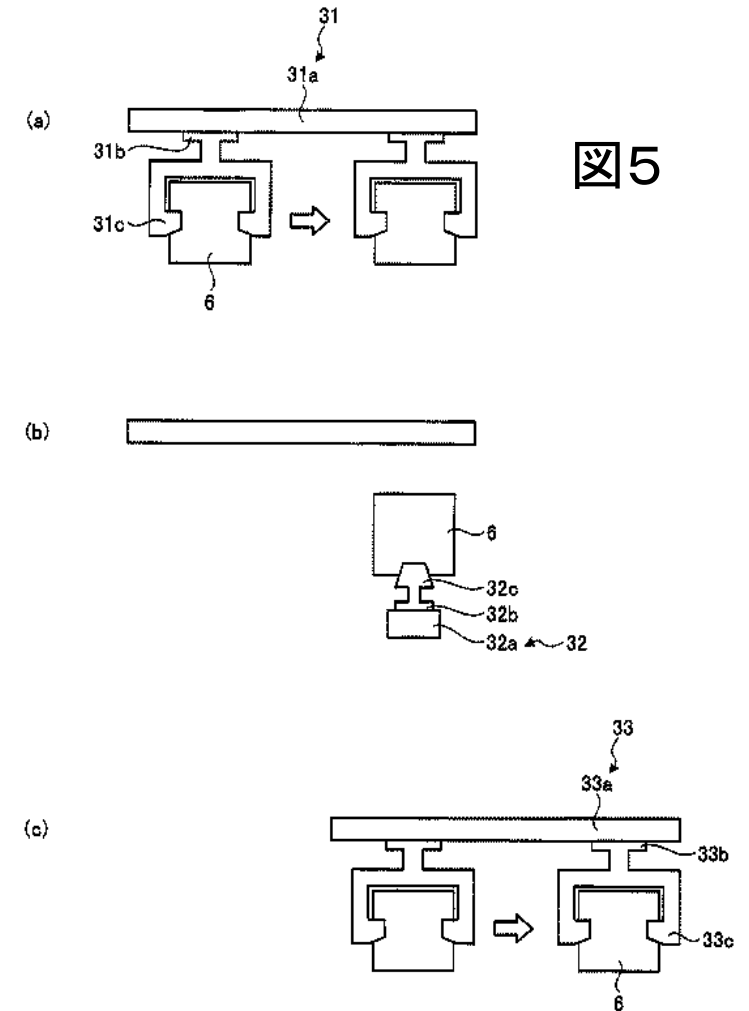


図5

(出典) 特許5840095／三菱電機

太陽電池の製造装置、及び太陽電池の製造方法 特許5840095／三菱電機

第3搬送機構33は、図5(c)に示すように、移動室3における第3成膜室23のアノード電極8に対応した位置にある太陽電池基板ホルダ6を保持する。

その後、第2搬送機構32は、太陽電池基板ホルダ6の保持を解除する。ゲートバルブ5-4を開いた状態で、第3搬送機構33は、太陽電池基板ホルダ6を第2成膜室23へと移動させる。

具体的には、図5(c)に示すように、第3搬送機構33は、各基板9の表面9aに沿って、太陽電池基板ホルダ6を移動させる。

すなわち、第3搬送機構33は、太陽電池基板ホルダ6を、移動室3における第3成膜室23のアノード電極8に対応した位置から、第3成膜室23におけるアノード電極8近傍の位置へ移動させる。

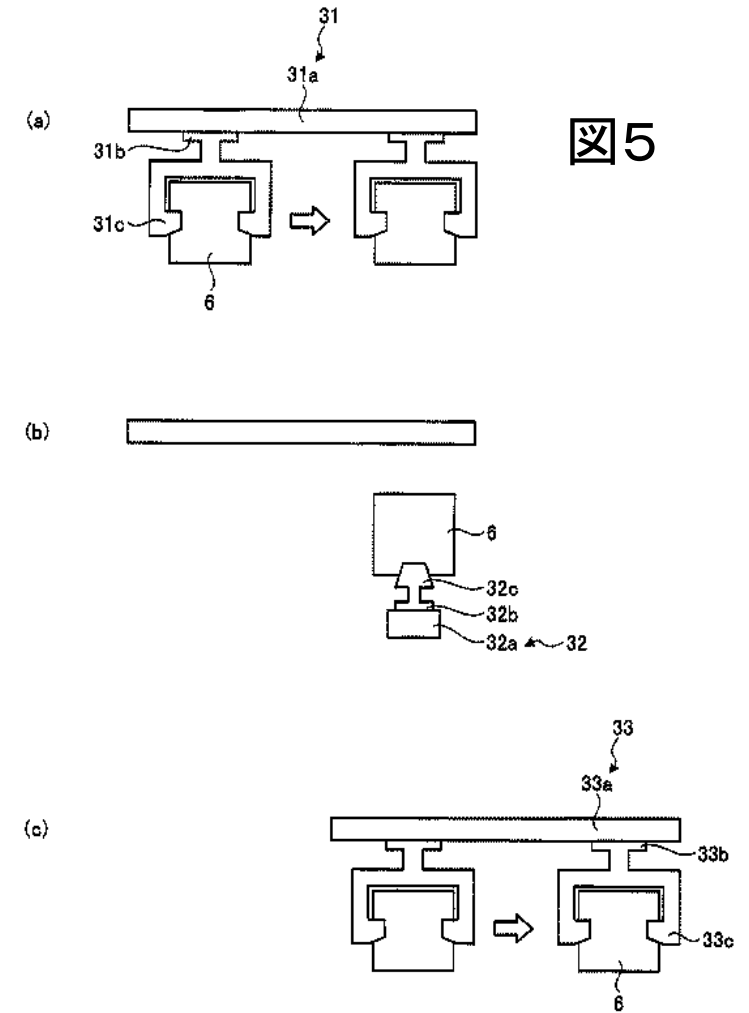


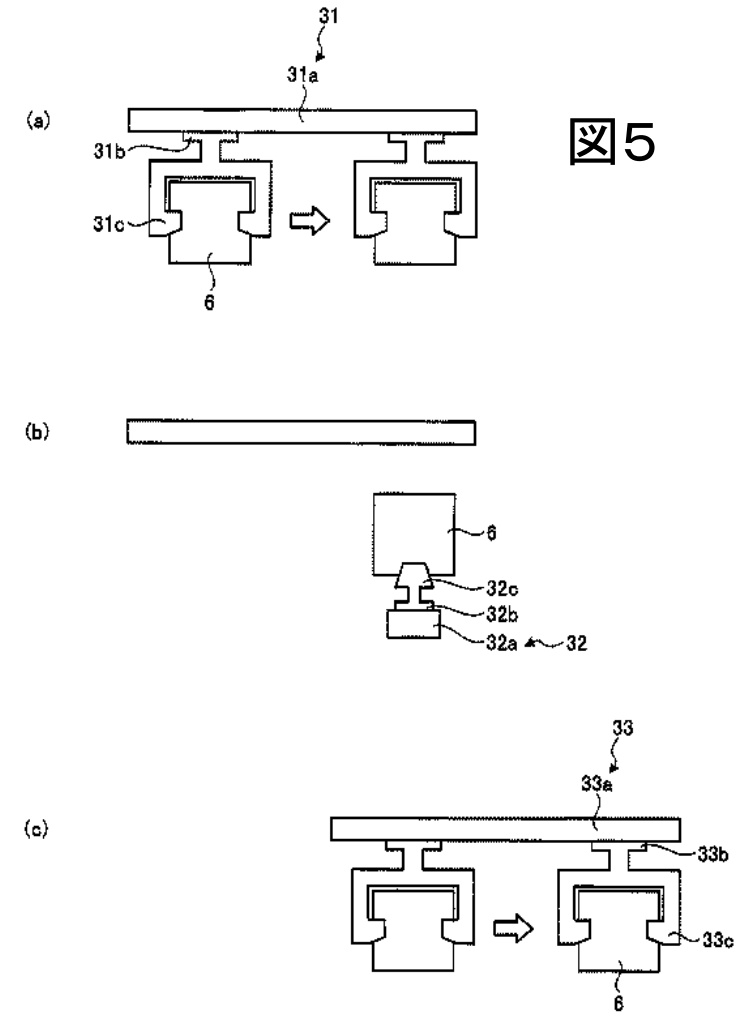
図5

(出典) 特許5840095／三菱電機

太陽電池の製造装置、及び太陽電池の製造方法 特許5840095／三菱電機

太陽電池基板ホルダ6は、移動室3内で横方向(各基板9の表面9aに略垂直な方向)に移動したことにより、**太陽電池基板トレイ61の開口部61a側がプラズマに暴露**するように、太陽電池基板ホルダ6はアノード電極8近傍に配置される。

そして、ゲートバルブ5-4, 5-5を閉じて第3成膜室23内を真空引きした後、i型非晶質シリコン層を成膜するためプロセスガスとしてシランガスと水素ガスとが第3成膜室23内に導入される。



(出典) 特許5840095／三菱電機

プラズマCVD装置および太陽電池の製造方法 特許4496401／三菱電機

【発明が解決しようとする課題】

多結晶Si基板の表面側のみSiN薄膜を形成した多結晶Si太陽電池では、裏面側での欠陥の不活性化効果が無く、変換効率の向上が図れなかった。

また、素子特性向上のために従来のプラズマCVD装置を用いて多結晶Si基板の両面に成膜を行うには、

表面側と裏面側の2回に分けて成膜を行うため、

片面のみの成膜の場合と比して2倍の処理時間を要するのでスループットが低下することに加えて、最初に成膜した面が再度の成膜時には電極板に接触するため薄膜に損傷を与えたり、被成膜基板の加熱冷却工程を2度繰り返すために多結晶Si基板そのものの品質の低下を引き起こしたりする問題があった。

(出典)特許4496401／三菱電機

プラズマCVD装置および太陽電池の製造方法 特許4496401／三菱電機

【請求項1】

真空チャンバーと、前記真空チャンバー内で交互に対向配置されたアノード電極板およびカソード電極板と、前記両電極板に高周波を印加して両電極板間に高周波プラズマを発生させる高周波電源と、を備え、前記アノード電極板、カソード電極板の両方または一方の被成膜基板を載置する領域に前記被成膜基板に略一致した形状を呈し、前記被成膜基板の両面を前記高周波プラズマに曝さず開口部を少なくとも1以上有し、前記開口部で前記被成膜基板を載置する面と反対側に面する部分に所望のパターン形状に対応した遮蔽領域が設けられていることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項2】前記開口部の内周部分に前記被成膜基板を保持するための突起部を設けたことを特徴とする請求項1記載のプラズマCVD装置。

(出典)特許4496401／三菱電機

プラズマCVD装置および太陽電池の製造方法 特許4496401／三菱電機

【請求項3】

前記被成膜基板において前記遮蔽領域に対向する面と反対側の面に配置される、所望のパターンが形成された遮蔽用マスクを備えたことを特徴とする請求項1または2のいずれかに記載のプラズマCVD装置。

【請求項4】シリコン基板に略一致した形状を呈する開口部が設けられた所定のアノード電極板および／またはカソード電極板を具備したプラズマCVD装置により、前記シリコン基板の表面に対しては反射防止膜として機能し、裏面に対しては保護膜として機能する薄膜を同時に形成する工程を備えたことを特徴とする太陽電池の製造方法。

(出典)特許4496401／三菱電機

プラズマCVD装置および太陽電池の製造方法 特許4496401／三菱電機

【請求項5】

薄膜を同時に形成する工程の前に、前記シリコン基板の裏面に成膜されるパターンが形成された開口部に、前記シリコン基板の裏面が前記パターンに対向するように前記シリコン基板を載置する工程を備えたことを特徴とする請求項4記載の太陽電池の製造方法。

【請求項6】前記シリコン基板を開口部に載置した後に、前記シリコン基板の表面に成膜されるパターンが形成された遮蔽用マスクを、前記シリコン基板の表面の上に配置する工程を備えたことを特徴とする請求項4または5のいずれかに記載の太陽電池の製造方法。

(出典)特許4496401／三菱電機

プラズマCVD装置および太陽電池の製造方法 特許4496401／三菱電機

1は成膜用材料ガスが封入されたガスボンベ、
2はガス供給コントローラ、3はガス供給ノズル、
4は真空チャンバー、

5はアノード電極板、6はカソード電極板、

7は複数のアノード電極板間あるいはカソード電極板間を電氣的に接続するコネクタ、

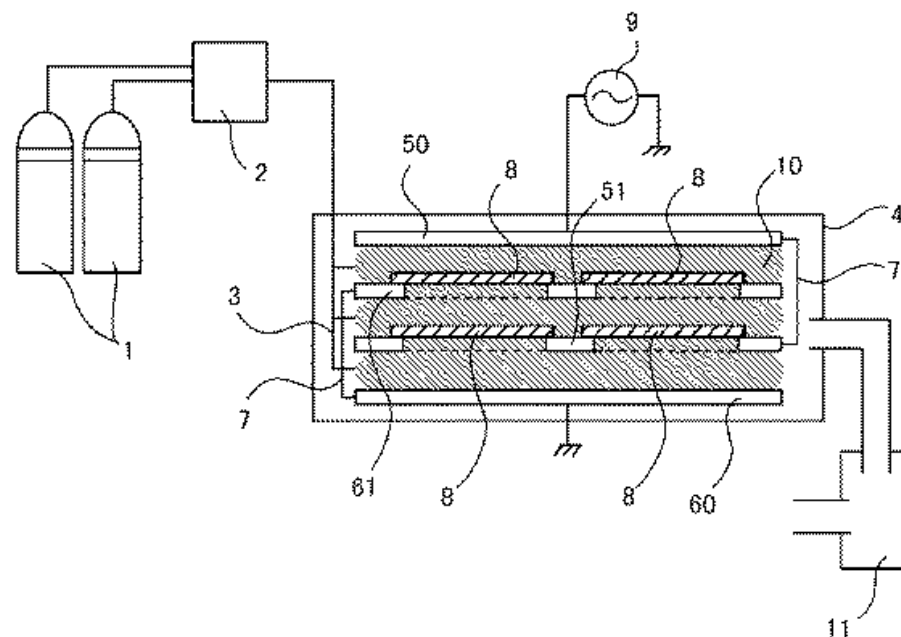
8は被成膜基板、9は高周波電源、10は高周波電源により発生したプラズマ、11は真空排気系、

50は端部アノード電極板、

51は中央部アノード電極板、

60は端部カソード電極板、

61は中央部カソード電極板



(出典)特許4496401／三菱電機

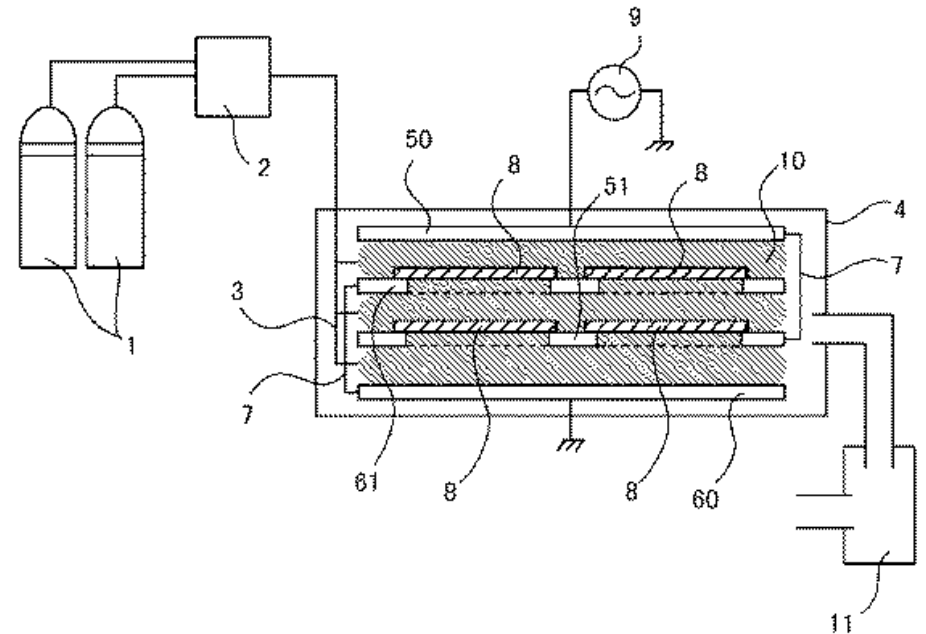
プラズマCVD装置および太陽電池の製造方法 特許4496401／三菱電機

中央部アノード電極板51および中央部カソード電極板61のような電極板13には

開口部14が設けられている。

かかる開口部を塞ぐように載置された被成膜基板8では、**1回の成膜プロセスで表面側には被成膜基板8の全面に薄膜15が形成され、さらに裏面側にも開口部14に対応した形状で薄膜16が形成される。**

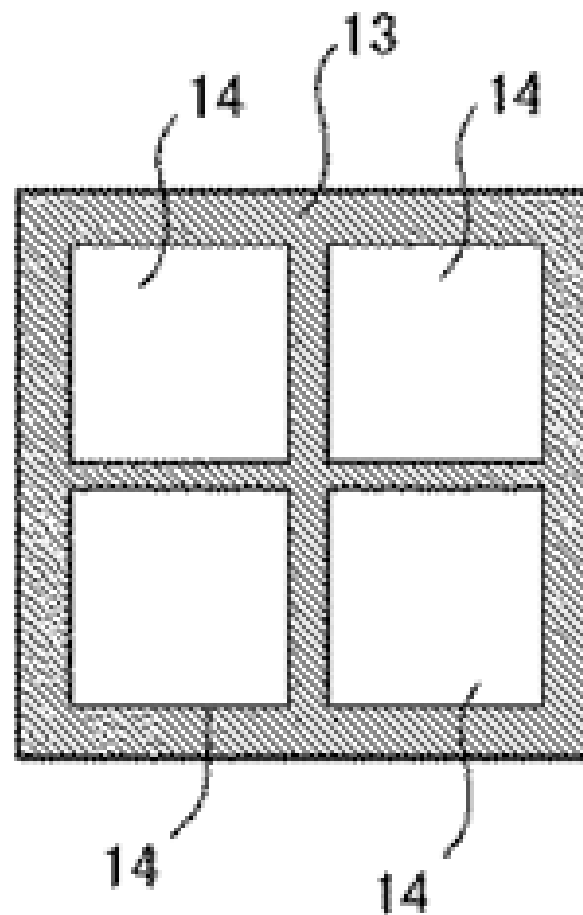
なお、端部アノード電極板50および端部カソード電極板60にはかかる開口部は設けられていない。



(出典)特許4496401／三菱電機

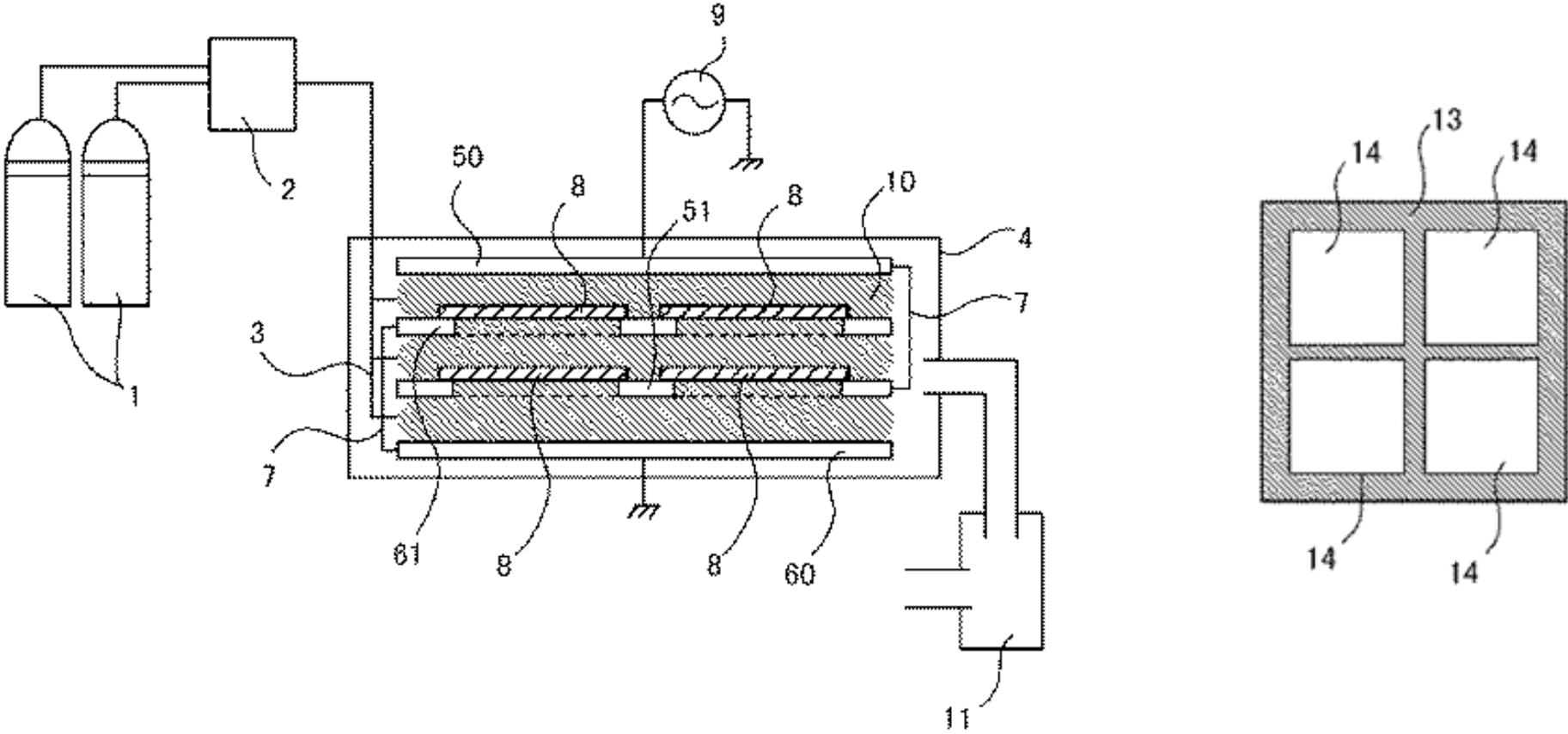
プラズマCVD装置および太陽電池の製造方法 特許4496401／三菱電機

中央部アノード電極板51および
中央部カソード電極板61には
開口部14が設けられている。



(出典)特許4496401／三菱電機

プラズマCVD装置および太陽電池の製造方法 特許4496401／三菱電機



(出典)特許4496401／三菱電機

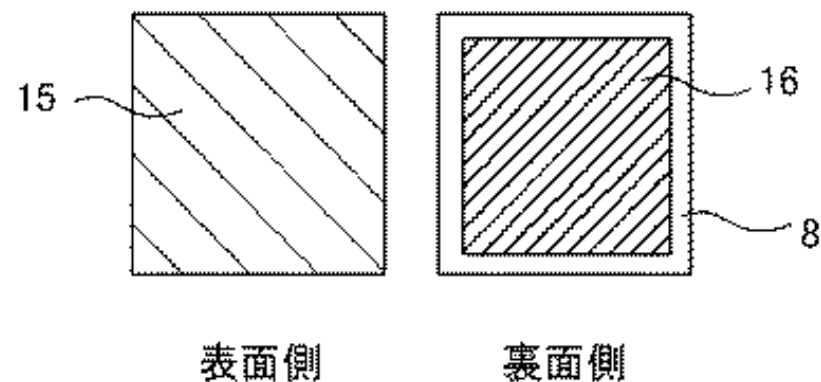
プラズマCVD装置および太陽電池の製造方法 特許4496401／三菱電機

電極板13の開口部14を覆うように被成膜基板8を載置して成膜を行ったが、

この場合には右図に示すように

被成膜基板8の表面側全面15

および裏面側の中央部16に所望の膜を成膜することができる。



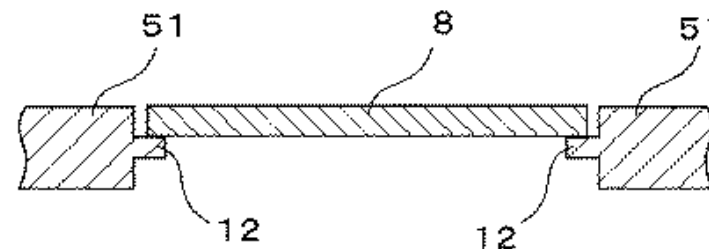
(出典)特許4496401／三菱電機

プラズマCVD装置および太陽電池の製造方法 特許4496401／三菱電機

成膜中に被成膜基板8をより安定に保持すべく、

上述の中央部アノード電極板51および中央部カソード電極板61の開口部14の内周部分に、

右図の断面図に示すような突起12を設けてもよい。



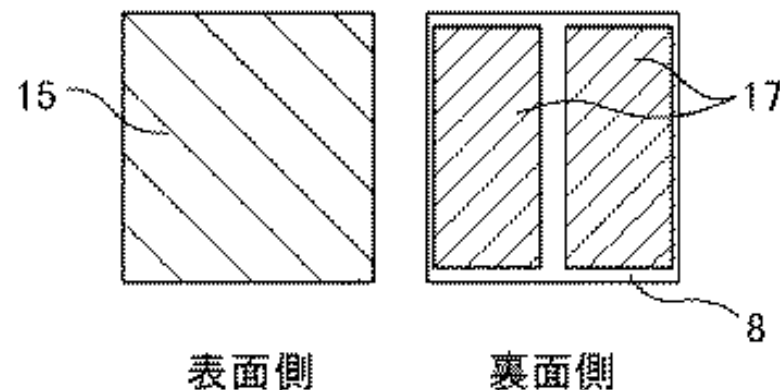
(出典)特許4496401／三菱電機

プラズマCVD装置および太陽電池の製造方法 特許4496401／三菱電機

載置する被成膜基板8の表面側あるいは裏面側のどちらか一方に意図的に部分的に成膜を行う必要がある場合には、

例えば、右図に示すように、

開口部14を所望の形に加工することにより、開口部の形状に対応した裏面側の中央部に成膜しない部分を残すような薄膜17を形成することも容易に可能である。この結果、裏面の薄膜のパターニングを写真製版工程を経ることなく形成できる



(出典)特許4496401／三菱電機