温故知新／基板反転機能付き両面製膜装置
ヘテロ接合太陽電池製造向けプラズマCVD装置及び触媒CVD装置

（1）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 、出願日：1995．10．13
（2）特許5089906（アルバック）／縦型化学気相成長装置、出願日：2006．4．5
（3）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、出願日：2012．9．14

平成31年2月22日

APT代表
村田正義

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 、出願日:１９９５．１０．１３

【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。したがって、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。

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。

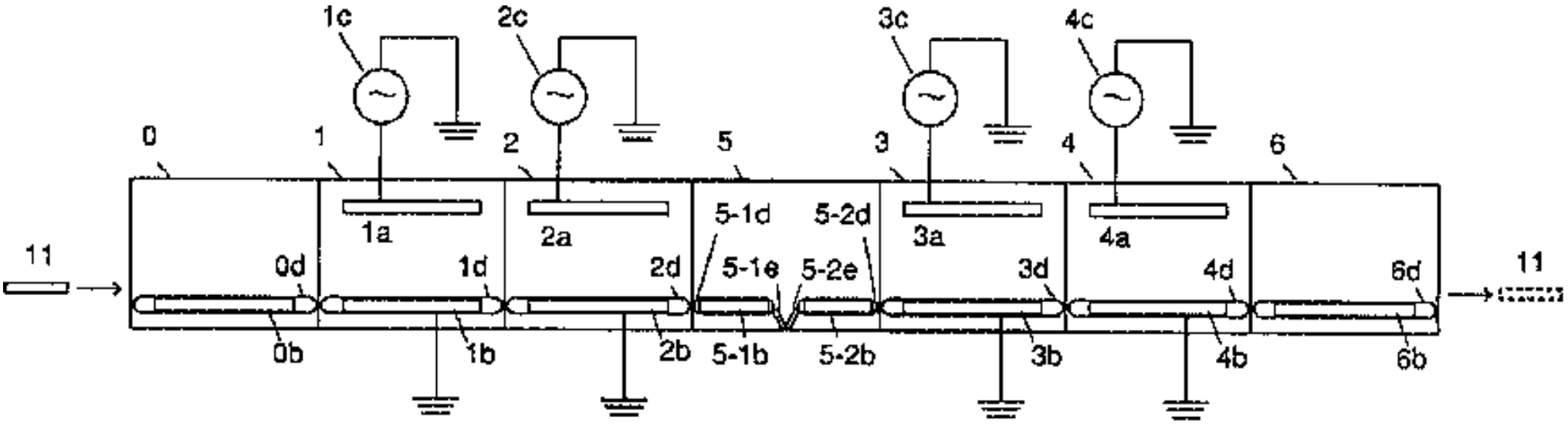
特許3268965（三洋電機）／基板上に半導体膜を形成するための装置および方法 、**出願日**:**１９９５．１０．１３**

【課題を解決するための手段】

本発明の第1の態様による基板上に半導体膜を形成するための装置は、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、その一方の主面上に少なくとも1つの半導体膜が形成された基板の他方の主面が開放面になるようにその基板を減圧下で反転するための基板反転用減圧室と、反転された基板のその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う1つの減圧反応室と、基板を少なくとも1つの減圧反応室から基板反転用減圧室へ輸送するとともに基板反転用減圧室から少なくともう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んでいることを特徴としている。

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 、**出願日**:**１９９５．１０．１３**

本発明の1つの実施の形態による半導体膜形成装置を示す概略図である。

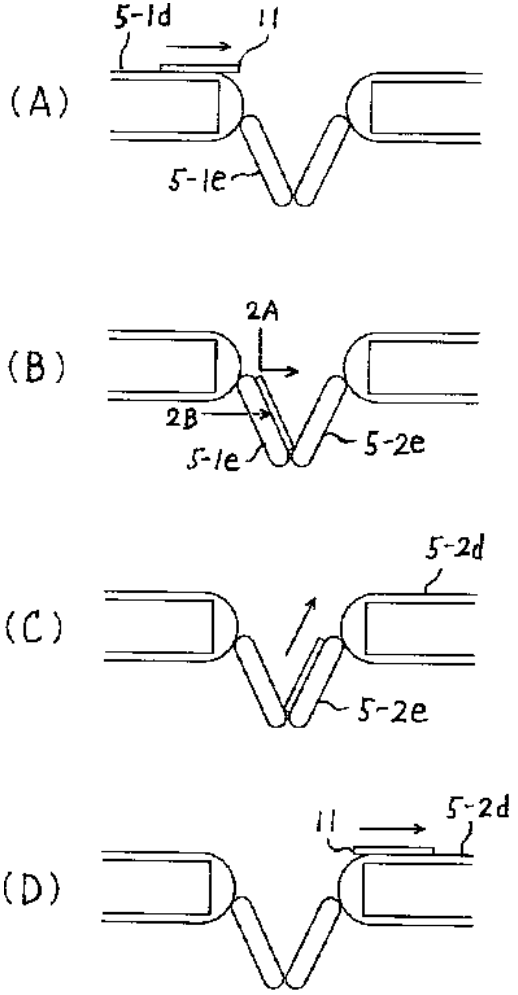


特許3268965(三洋電機)／基板上に半導体膜を形成するための装置および方法 、
出願日:１９９５．１０．１３

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２(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２(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。

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



特許5089906（アルバック）／縦型化学気相成長装置
出願日：2006.4.5

【背景技術】

従来、化学気相成長法、特にプラズマ化学気相成長法（以下、プラズマCVD法という）や、触媒化学気相成長法（以下、触媒CVD法という）を実施する成膜装置が薄膜形成に用いられている。

このような成膜装置のひとつに、縦型プラズマCVD装置がある（例えば、特許文献1参照）。この装置は、基板を水平に保持する成膜装置よりも装置の設置面積が少ないため、基板の大型化に対応しつつも装置設置面積の縮小を実現できるものとして知られている。

【特許文献１】特公平６－５０７３５号公報（特許請求の範囲）

特許5089906（アルバック）／縦型化学気相成長装置

【発明が解決しようとする課題】

しかし、基板の両面に効率的に成膜することが望まれる場合、上記装置では、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。

そこで、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あり、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

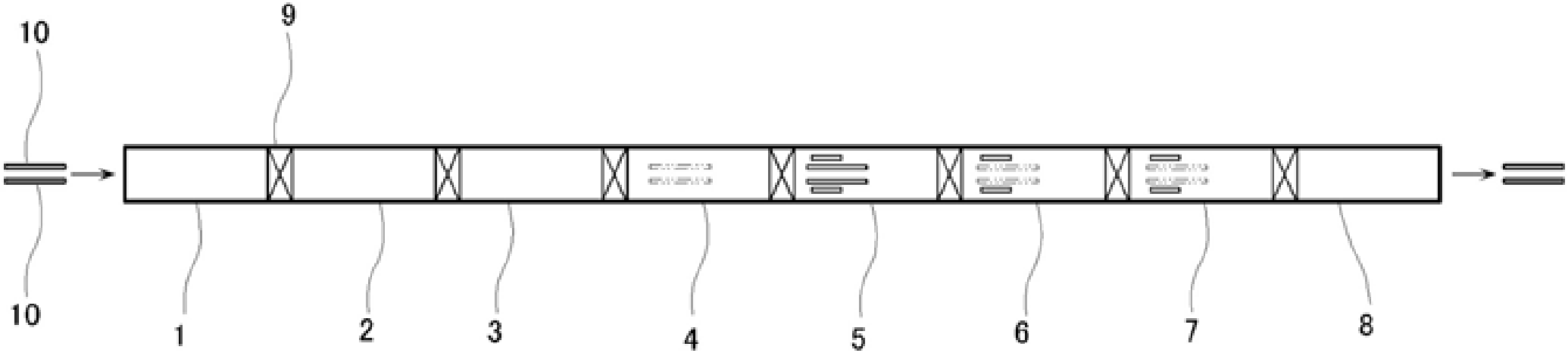
【課題を解決するための手段】

本発明の縦型化学気相成長装置は、ガス導入手段及び排気手段を有した成膜チャンバーと、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たことを特徴とする。本装置は、基板の反転手段を備えているので、両面成膜可能である。

この反転手段は、成膜チャンバー内に設けられることが好ましい。成膜チャンバー内で基板の反転を行なうことにより、基板の反転に際し基板を大気中に搬出する必要が無いので、成膜工程に時間がかからず、効率的に成膜でき、装置の設置面積も少ない。

特許5089906（アルバック）／縦型化学気相成長装置

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。

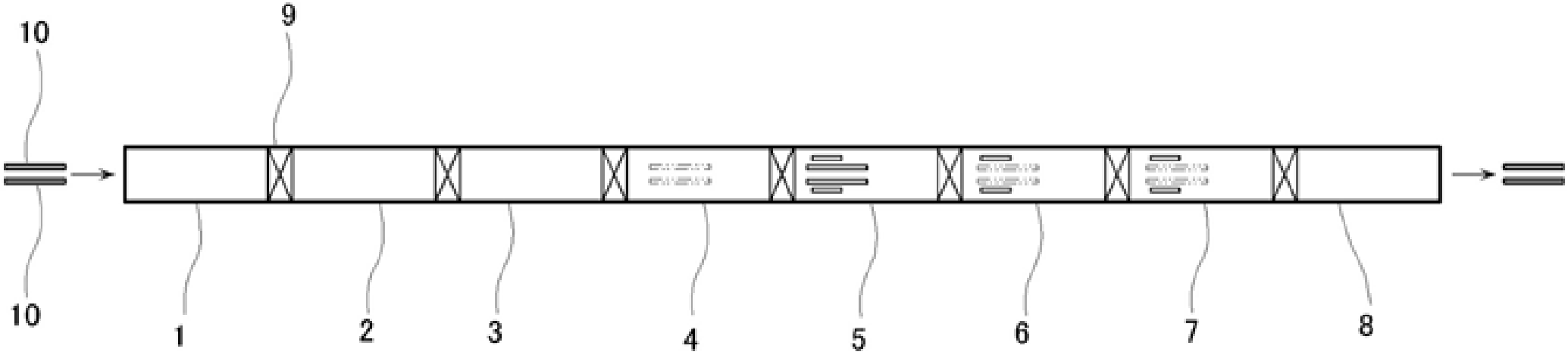


特許5089906（アルバック）／縦型化学気相成長装置

第１成膜チャンバー内には、触媒線が装置底面に対して垂直に設置され、この触媒線に効率的に原料ガスを供給する原料ガス導入手段が設けられている。

第２成膜チャンバーは、基板を反転させる反転空間と基板に成膜を行なう成膜空間とからなる。反転空間には、反転手段が設けられている。また、成膜空間には、触媒線が装置底面に対して垂直に設置されており、かつ、この触媒線に効率的に原料ガスを供給する原料ガス導入手段が設けられている。

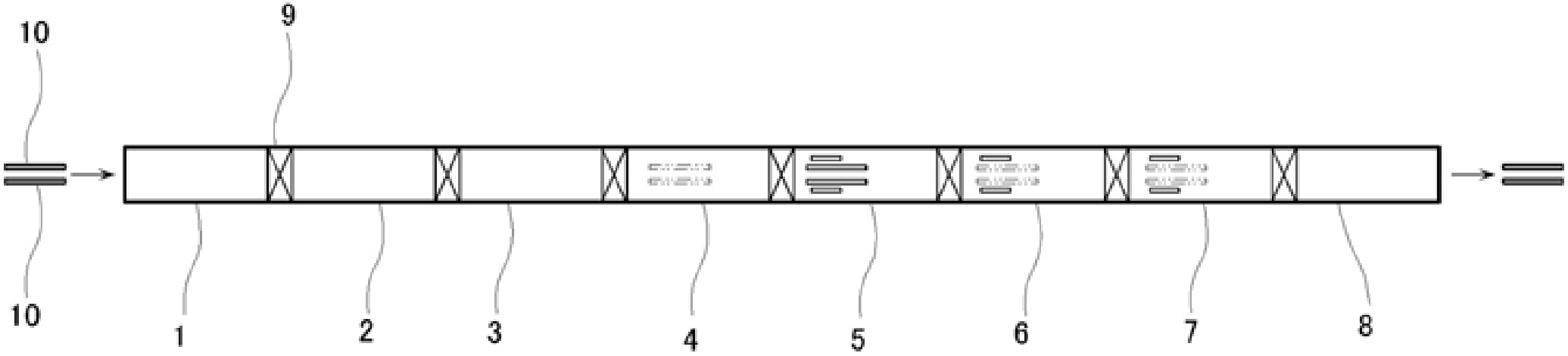
基板は、基板ホルダーに保持され、この基板ホルダーを２つ以上、装置底面に対して垂直となるように基板トレイに並べて設置する。この基板トレイを２枚、互いに基板の表面が対向するように並べて、ロードロックチャンバーから順に搬送し、以下の工程で基板の両面に成膜を行なう。



特許5089906（アルバック）／縦型化学気相成長装置

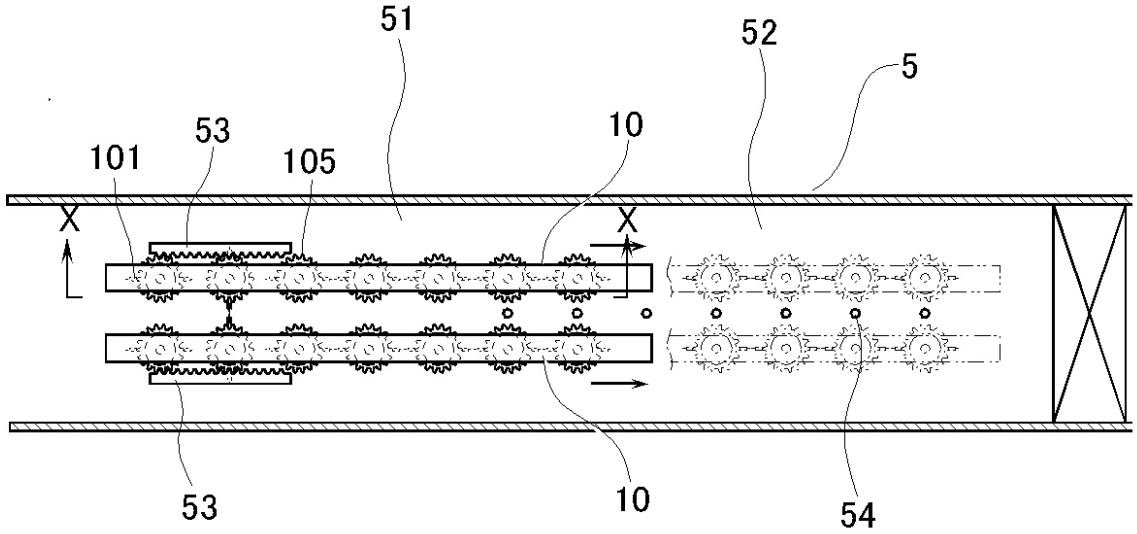
２枚の基板トレイを、触媒線を挟んでその表面が対向するように搬送し、触媒線と原料ガスとの接触分解反応によって生成された生成物を基板の表面に堆積させて、基板表面に成膜を行う。

次いで、成膜された基板表面を互いに対向させたまま、基板トレイを第２成膜チャンバー内に搬送する。第２成膜チャンバー内の反転空間に基板を搬送し、反転空間に設けられた基板反転手段によって基板の反転が行なわれ、２枚の基板トレイは、基板の裏面が互いに対向することとなる。そして、成膜空間に触媒線を挟んでその裏面が対向するように基板トレイを搬送した後、基板裏面に成膜が行なわれる。



特許5089906（アルバック）／縦型化学気相成長装置

図2は、第2成膜チャンバー5内の基板の反転空間51及び成膜空間52を模式的に示す平面図である。



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 、**出願日**：2012.9.14

【発明が解決しようとする課題】

特許文献１及び特許文献2に記載の技術は、いずれも、ガラス基板（絶縁性基板）における2つの主面のうち一方のみに成膜することを前提としている。そのため、特許文献１及び特許文献2には、ヘテロ接合太陽電池を製造するための半導体基板（例えば、シリコン基板）における2つの主面への異なる膜の成膜処理をどのようにして効率化するのかに関して一切記載がない。

仮に、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１】特開昭６１－２２２７７号公報 【特許文献２】特開平６－１５１９１７号公報

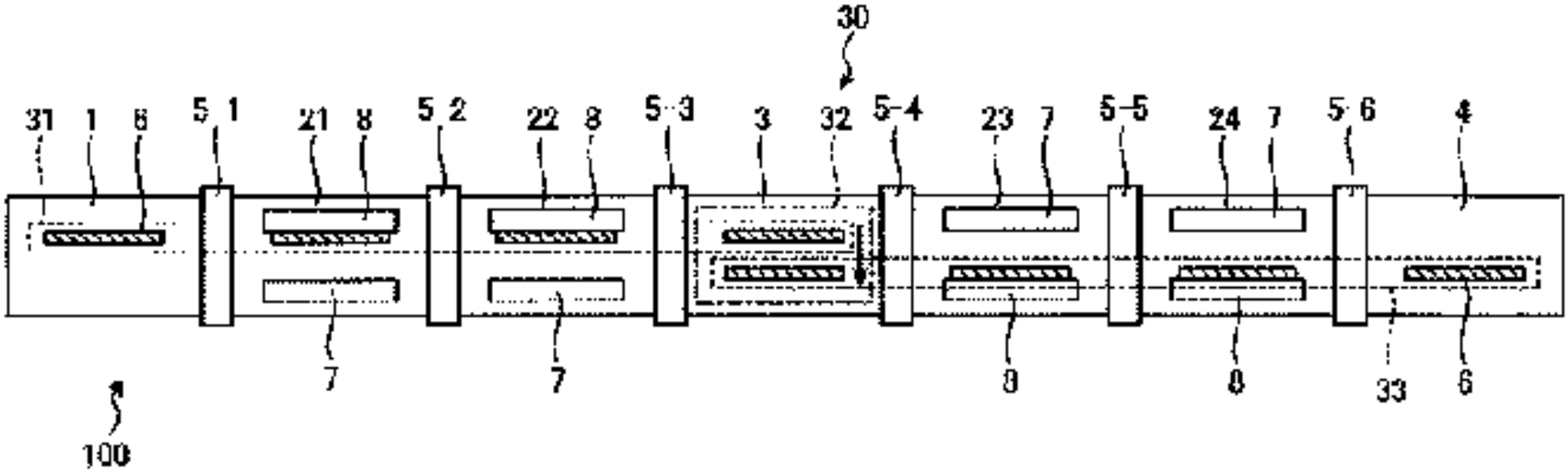
特許5840095（三菱電機）／太陽電池の製造装置、及び太陽電池の製造方法 、**出願日**：2012.9.14

【発明の効果】

本発明によれば、基板ホルダを反転させるための工程が不要であり、かつ反転を行う場合に比べて前成膜室及び後製膜室を接続する移動室の大きさを小さくすることができる。これにより、製造工程を短縮できるとともに製造装置の大型化を抑制できるので、ヘテロ接合太陽電池の製造コストを低減できる。

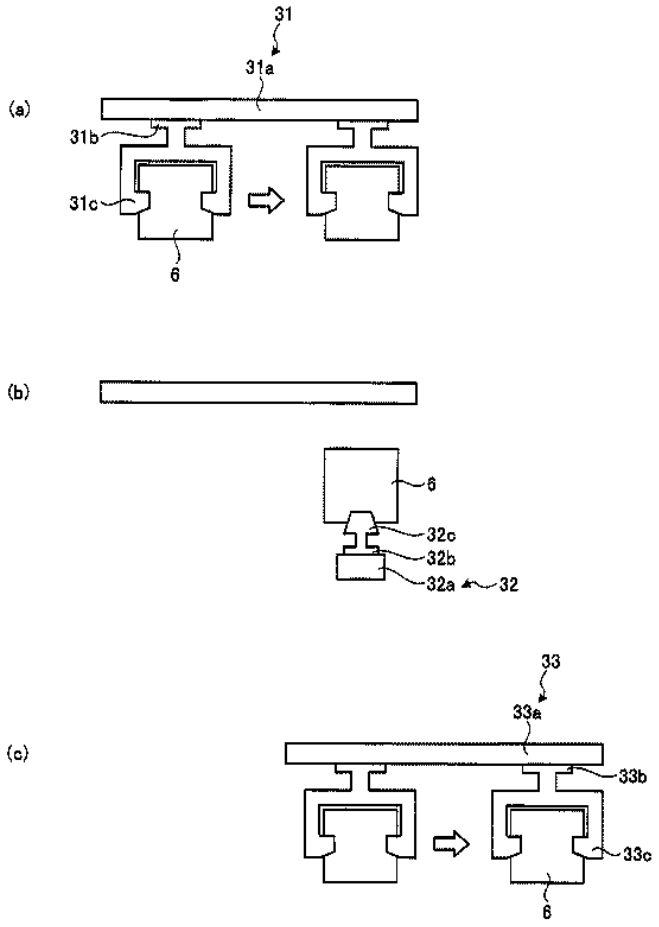
特許5840095（三菱電機）／太陽電池の製造装置、及び太陽電池の製造方法 、**出願日**：2012.9.14

図1は、実施の形態1にかかる太陽電池の製造装置の構成を示す図である。



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 、**出願日**：2012.9.14

図5は、実施の形態1における搬送機構の構成及び動作を示す図である。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。

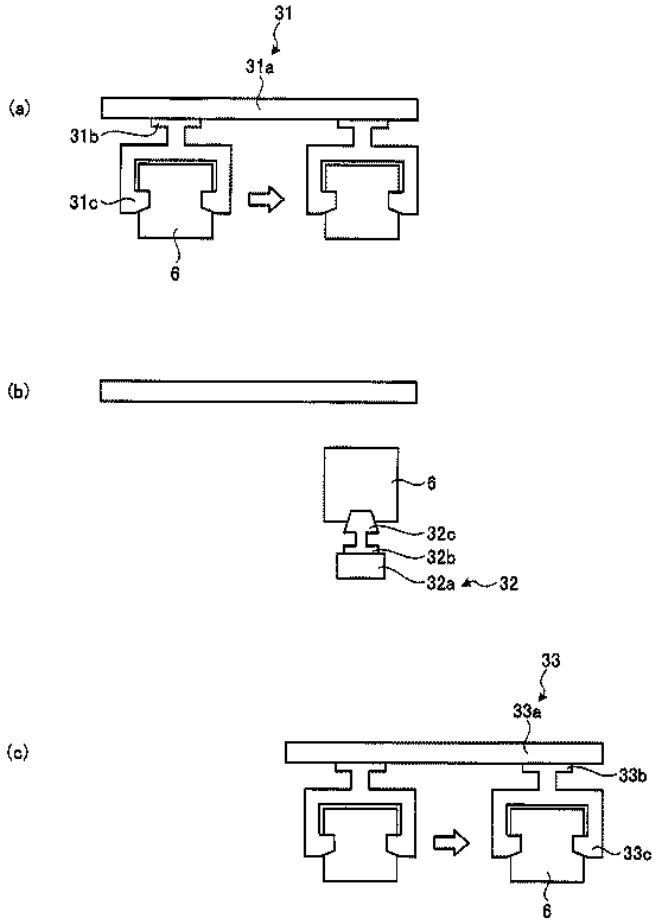


特許5840095（三菱電機）／太陽電池の製造装置、及び太陽電池の製造方法 、**出願日**：2012.9.14

ゲートバルブ５－３を開いた状態で、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。



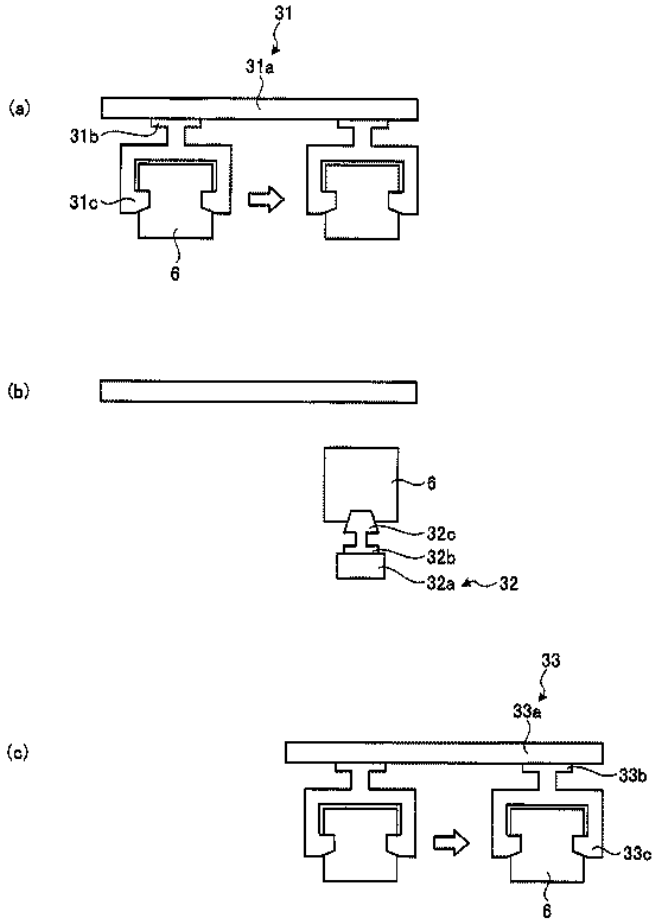
特許5840095（三菱電機）／太陽電池の製造装置、及び太陽電池の製造方法 、**出願日**：2012.9.14

そして、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。

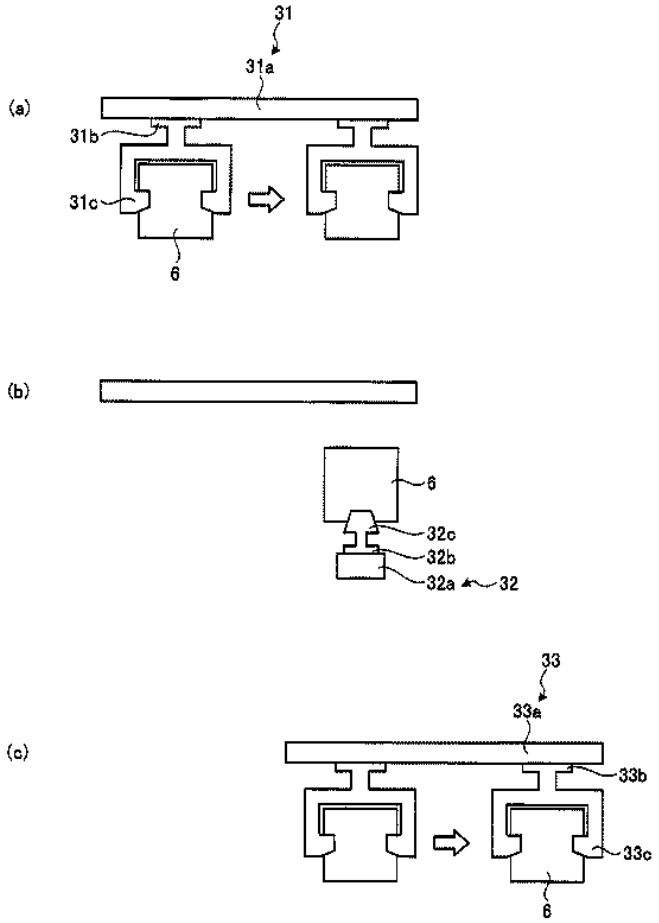


特許5840095（三菱電機）／太陽電池の製造装置、及び太陽電池の製造方法 、**出願日**：2012.9.14

さらに、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。



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、**出願日**：2012.9.14

【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。