

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004年4月29日 (29.04.2004)

PCT

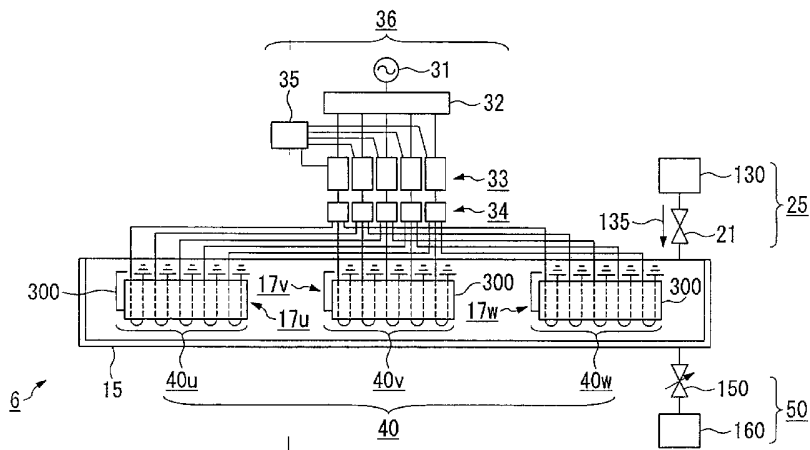
(10) 国際公開番号  
WO 2004/036634 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/205, (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 石川島播磨重工業株式会社 (ISHIKAWAJIMA-HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO., LTD.) [JP/JP]; 〒100-8182 東京都千代田区大手町二丁目2番1号 Tokyo (JP).  
C23C 16/50, H01L 31/04, H05H 1/46
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/013205
- (22) 国際出願日: 2003年10月15日 (15.10.2003) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 伊藤 憲和 (ITO, Norikazu) [JP/JP]; 〒235-8501 神奈川県横浜市磯子区新中原町1番地 石川島播磨重工業株式会社 横浜エンジニアリングセンター内 Kanagawa (JP). 高木 朋子 (TAKAGI, Tomoko) [JP/JP]; 〒235-8501 神奈川県横浜市磯子区新中原町1番地 石川島播磨重工業株式会社 横浜エンジニアリングセンター内 Kanagawa (JP). 上田 仁 (UEDA, Masashi) [JP/JP]; 〒235-8501 神奈川県横浜市磯子区新中原町1番地 石
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願 2002-304652 2002年10月18日 (18.10.2002) JP

[続葉有]

(54) Title: THIN FILM FORMING APPARATUS AND THIN FILM FORMING METHOD AND THIN FILM FORMING SYSTEM

(54) 発明の名称: 薄膜形成装置及び薄膜形成方法並びに薄膜形成システム



(57) Abstract: A thin film forming apparatus (6) which forms a thin film on a substrate (300) disposed in a film forming chamber (15) by plasma CVD (chemical vapor deposition method), wherein a plurality of thin film forming areas (17u, 17v, 17w) respectively provided with plasma generating electrodes (40) are provided in the film forming chamber (15), and a power supply system (36) for supplying power to the electrodes (40) is provided there in with a switching device (34) that selectively connects power to respective electrodes (40) in the thin film forming areas (17u, 17v, 17w). This arrangement can offer suitable power supply system, gas supply system and exhaust system, and reduce the costs of the film forming apparatus and the film forming system apparatus and the film forming system without lowering a production efficiency in a laminate film forming process by adjusting the operating condition of the thin film forming apparatus, thereby offering the thin film forming apparatus and the thin film forming method, and the thin film system that can simplify the power supply system and save on the installation area.

(57) 要約: プラズマCVD(化学気相成長法)により、成膜室15内に配置された基板300に薄膜を形成する薄膜形成装置6であって、プラズマ生成用の電極40がそれぞれ配置された複数の薄膜形成領域17u、17v、17wが成膜室15に設けられており、この電極40に電力を供給するための電力供給系36と、この電力供給系36に薄膜形成領域17u、17v、17wのそれぞれの電極40に対して、電力を選択的に接続する切

[続葉有]

WO 2004/036634 A1



川島播磨重工業株式会社 横浜エンジニアリングセンター内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 志賀 正武, 外(SHIGA, Masatake et al.); 〒104-8453 東京都中央区八重洲2丁目3番1号 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AU, CA, CN, KR, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

換装置<sup>34</sup>とを設ける。このような構成により、好適な電力供給系、ガス供給系及び排気系を提供すると共に、薄膜形成装置稼働状態を調整することで、積層膜形成工程の生産効率が悪化することなく、薄膜形成装置及び薄膜形成システムのコストダウンを図ることができ、電力供給系の簡略化及び設置面積の省スペース化が可能となる薄膜形成装置及び薄膜形成方法並びに薄膜形成システムを提供することができる。

## 明 細 書

## 薄膜形成装置及び薄膜形成方法並びに薄膜形成システム

## 技術分野

本発明は、薄膜形成装置及び薄膜形成方法並びに薄膜形成システムに関するものである。

## 背景技術

従来、薄膜太陽電池においては、透明基板上にS i や化合物半導体を用いてp i n接合の半導体薄膜を形成し、裏面から入射する太陽光を光電変換する構成のものが一般的に用いられている。

このような半導体薄膜の形成においては、薄膜形成システムに設けられた電極に供給された電力によって、原料ガスはプラズマ状態となり、このプラズマの中で励起、分解され、これを基板上で膜成長反応させることにより前記基板上に薄膜を形成する、プラズマCVD（化学的気相成長法）による薄膜形成方法が提案されている。

図10は、このような半導体薄膜を形成する薄膜形成システムの一例として挙げたインライン式太陽電池用薄膜形成システムを示すものである。薄膜形成システム100は、基板を大気雰囲気から真空雰囲気に移行するロードロック装置102Lと、基板を加熱する加熱装置102hと、p型半導体薄膜を形成する薄膜形成装置105pと、i型半導体薄膜を形成する薄膜形成装置105iと、n型半導体薄膜を形成する薄膜形成装置105nと、基板を冷却する冷却装置107cと、各室間に設けられたゲートバルブ110とによって構成されている。

また、薄膜形成装置105p、105i、105nには、それぞれ成膜室120p、120i、120nと、ガスボックス130p、130i、130nと、原料ガス供給バルブ140p、140i、140nと、圧力調整バルブ150p、150i、150nと、真空ポンプ160p、160i、160nと、電力供給系170p、170i、170nと、電極180p、180i、180nとが設

けられている。

図11は、成膜室120(120p、120i、120n)、電力供給系170(170p、170i、170n)及び電極180(180p、180i、180n)の詳細の構成を示した図である。成膜室120には、基板300に対して薄膜形成処理を施す薄膜形成領域121u、121v、121wが設けられており、各薄膜形成領域には、高周波電源171u、171v、171wと、デバイダ172u、172v、172wと、サーキュレータ173u、173v、173wと、ダミーロード174u、174v、174wと、電極181u、181v、181wが設けられている。

なお、薄膜形成システム100によって薄膜が形成される基板300は、図10の紙面に対して垂直方向に配置されており、図示しない搬送装置によってロードロック装置102L、加熱装置102h、薄膜形成装置105p、薄膜形成装置105i、薄膜形成装置105n、冷却装置107cの順に搬送されるようになっている。

また、図11に示す基板300および電極181u、181v、181wは、本来、図10と同様に紙面に対して垂直方向に配置されるが、薄膜形成システム100の動作を説明する上で、便宜的に横方向に配置された図となっている。

このような薄膜形成システム100においては、図示しない搬送装置が大気雰囲気中で複数の基板300をロードロック装置102Lに搬送し、基板300は、ロードロック装置102Lにおいて、大気雰囲気から真空雰囲気に移行される。その後、ロードロック装置102Lと加熱装置102hとの間に設けられたゲートバルブ110が開き、図示しない搬送装置が基板300をロードロック装置102Lから加熱装置102hに搬送し、基板300は加熱装置102h内に配置される。加熱装置102h内に配置された基板300は、加熱装置102hによって所定の成膜温度にまで加熱される。

続いて、加熱装置102hと薄膜形成装置105pとの間に設けられたゲートバルブ110が開き、図示しない搬送装置が基板300を加熱装置102hから薄膜形成装置105pに搬送し、基板300は薄膜形成装置105p内に配置される。薄膜形成装置105pは、真空ポンプ160pによって真空状態に維持さ

れており、基板300の薄膜形成処理の準備状態となっている。

このような薄膜形成装置105pに配置された基板300に薄膜を形成する際には、ガスボックス130pが原料ガス135pを成膜室120pに供給し、圧力調整バルブ150pによって成膜室120p内の圧力が調整される。

更に、電力供給系170p(170)の高周波電源171u、171v、171wの電力は、デバイダ172u、172v、172wに供給され、デバイダ172u、172v、172wによってサーキュレータ173u、173v、173wに分配され、サーキュレータ173u、173v、173wを介して、電極181u、181v、181wに供給される。電極181u、181v、181wに供給された電力のうち反射波となる電力は、サーキュレータ173u、173v、173wを介してダミーロード174u、174v、174wに供給され、熱として消費される。

電極181u、181v、181wに供給された電力によって、原料ガス135pはプラズマ状態となり、このプラズマの中で励起、分解され、これが基板300上で膜成長反応が生じることにより基板300にp型半導体薄膜が形成される。

なお、このようなp型半導体の薄膜形成処理は、薄膜形成領域121u、121v、121wにおいて同時に行われる。

続いて、薄膜形成装置105pと薄膜形成装置105iとの間に設けられたゲートバルブ110が開き、図示しない搬送装置が基板300を薄膜形成装置105pから薄膜形成装置105iに搬送し、基板300は薄膜形成装置105i内に配置される。薄膜形成装置105iは、真空ポンプ160iによって真空状態に維持されており、基板300の薄膜形成処理の準備状態となっている。

このような薄膜形成装置105iに配置された基板300は、上述した薄膜形成装置105pにおける薄膜形成処理と同様に、ガスボックス130iが原料ガス135iを成膜室120iに供給し、圧力調整バルブ150iによって成膜室120i内の圧力が調整された状態で、電力供給系170i(170)が電極181u、181v、181wに電力を供給し、基板300上で膜成長反応が生じることにより、基板300にi型半導体薄膜が形成される。

なお、このようなi型半導体の薄膜形成処理は、薄膜形成領域121u、121v、121wにおいて同時に行われる。

更に、薄膜形成装置105iと薄膜形成装置105nとの間に設けられたゲートバルブ110が開き、図示しない搬送装置が基板300を薄膜形成装置105iから薄膜形成装置105nに搬送し、基板300は薄膜形成装置105n内に配置される。薄膜形成装置105nは、真空ポンプ160nによって真空状態に維持されており、基板300の薄膜形成処理の準備状態となっている。

このような薄膜形成装置105nに配置された基板300は、上述した薄膜形成装置105p及び薄膜形成装置105iにおける薄膜形成処理と同様に、ガスボックス130nが原料ガス135nを成膜室120nに供給し、圧力調整バルブ150nによって成膜室120n内の圧力が調整された状態で、電力供給系170n(170)が電極181u、181v、181wに電力を供給し、基板300上で膜成長反応が生じることにより、基板300にn型半導体薄膜が形成される。

なお、このようなn型半導体の薄膜形成処理は、薄膜形成領域121u、121v、121wにおいて同時に行われる。

上述した薄膜形成処理においては、原料ガス135(135p、135i、135n)の種類を変えることで、p型、i型、n型半導体を積み分けることができる。このように半導体薄膜を形成することで、pin接合の半導体薄膜が形成される。

このようにpin接合の半導体薄膜が基板300に形成された後に、薄膜形成装置105nと冷却装置107cとの間に設けられたゲートバルブ110が開き、図示しない搬送装置が基板300を薄膜形成装置105nから冷却装置107cに搬送し、基板300は冷却装置107c内に配置される。

冷却装置107cに配置された基板300は、冷却され、所定の温度になったところで、図示しない搬送装置が基板300をアンロードロック装置200に搬送し、アンロードロック装置において基板300は真空雰囲気から大気雰囲気に移行される。

このような薄膜形成システム100によってアモルファスシリコン太陽電池を

製造する場合、p型半導体薄膜形成処理にかかる時間は約2分程度、i型半導体薄膜形成処理にかかる時間は約20分程度、n型半導体薄膜形成処理にかかる時間は約2分程度である。i型半導体薄膜形成処理にかかる時間に対して、p型半導体及びn型半導体の薄膜形成処理にかかる時間が短いため、i型半導体の薄膜形成処理が行われている間は、p型半導体の薄膜形成処理が施された基板300が薄膜形成装置105pに配置された状態で待機し、また、n型半導体の薄膜形成処理が施された基板300が冷却装置107cに搬送された後に、薄膜形成装置105nには基板300が配置されていない状態でi型半導体の薄膜形成処理が終了するまで待機するようになっている。

また、上述したpin接合の半導体薄膜は、図12に示す電力供給系190を備えたインライン式薄膜形成システムでも形成される。この電力供給系190は、薄膜形成システム100の電力供給系170に代わって薄膜形成装置105p、105i、105nに設けられるものであり、デバイダ172u、172v、172wの入力側に共通高周波電源191と共通デバイダ192が設けられたものである。

また、図12に示す基板300および電極181u、181v、181wは、本来、図10と同様に紙面に対して垂直方向に配置されるが、薄膜形成システム100の動作を説明する上で、便宜的に横方向に配置された図となっている。

この電力供給系190を備えた薄膜形成システムは、薄膜形成システム100と同様に、図示しない搬送装置が大気雰囲気中で複数の基板300をロードロック装置102Lに搬送し、基板300は、ロードロック装置102Lにおいて、大気雰囲気から真空雰囲気に移行される。その後、ロードロック装置102Lと加熱装置102hとの間に設けられたゲートバルブ110が開き、図示しない搬送装置が基板300をロードロック装置102Lから加熱装置102hに搬送し、基板300は加熱装置102h内に配置される。加熱装置102h内に配置された基板300は、加熱装置102hによって所定の成膜温度にまで加熱される。

続いて、加熱装置102hと薄膜形成装置105pとの間に設けられたゲートバルブ110が開き、図示しない搬送装置が基板300を加熱装置102hから薄膜形成装置105pに搬送し、基板300は薄膜形成装置105p内に配置さ

れる。薄膜形成装置105pは、真空ポンプ160pによって真空状態に維持されており、基板300の薄膜形成処理の準備状態となっている。

このような薄膜形成装置105pに配置された基板300に薄膜を形成する際には、ガスボックス130pが原料ガス135pを成膜室120pに供給し、圧力調整バルブ150pによって薄膜形成装置105p内の圧力が調整される。

更に、電力供給系190の共通高周波電源191の電力は、共通デバイダ192に供給され、共通デバイダ192によってデバイダ172u、172v、172wに分配され、更に、デバイダ172u、172v、172wによってサーキュレータ173u、173v、173wに分配され、サーキュレータ173u、173v、173wを介して、電極181u、181v、181wに供給される。電極181u、181v、181wに供給された電力のうち反射波となる電力は、サーキュレータ173u、173v、173wを介してダミーロード174u、174v、174wに供給され、熱として消費される。

電極181u、181v、181wに供給された電力によって、原料ガス135pはプラズマ状態となり、このプラズマの中で励起、分解され、これが基板300上で膜成長反応が生じることにより基板300にp型半導体薄膜が形成される。

なお、このようなp型半導体の薄膜形成処理は、薄膜形成領域121u、121v、121wにおいて同時に行われる。

続いて、薄膜形成装置105pと薄膜形成装置105iとの間に設けられたゲートバルブ110が開き、図示しない搬送装置が基板300を薄膜形成装置105pから薄膜形成装置105iに搬送し、基板300は薄膜形成装置105i内に配置される。薄膜形成装置105iは、真空ポンプ160iによって真空状態に維持されており、基板300の薄膜形成処理の準備状態となっている。

このような薄膜形成装置105iに配置された基板300は、上述した薄膜形成装置105pにおける薄膜形成処理と同様に、ガスボックス130iが原料ガス135iを成膜室120iに供給し、圧力調整バルブ150iによって成膜室120i内の圧力が調整された状態で、電力供給系190が電極181u、181v、181wに電力を供給し、基板300上で膜成長反応が生じることにより、

基板 300 に i 型半導体薄膜が形成される。

なお、このような i 型半導体の薄膜形成処理は、薄膜形成領域 121u、121v、121w において同時に行われる。

更に、薄膜形成装置 105i と薄膜形成装置 105n との間に設けられたゲートバルブ 110 が開き、図示しない搬送装置が基板 300 を薄膜形成装置 105i から薄膜形成装置 105n に搬送し、基板 300 は薄膜形成装置 105n 内に配置される。薄膜形成装置 105n は、真空ポンプ 160n によって真空状態に維持されており、基板 300 の薄膜形成処理の準備状態となっている。

このような薄膜形成装置 105n に配置された基板 300 は、上述した薄膜形成装置 105p 及び薄膜形成装置 105i における薄膜形成処理と同様に、ガスボックス 130n が原料ガス 135n を成膜室 120n に供給し、圧力調整バルブ 150n によって成膜室 120n 内の圧力が調整された状態で、電力供給系 190 が電極 181u、181v、181w に電力を供給し、基板 300 上で膜成長反応が生じることにより、基板 300 に n 型半導体薄膜が形成される。

なお、このような n 型半導体の薄膜形成処理は、薄膜形成領域 121u、121v、121w において同時に行われる。

上述した薄膜形成処理においては、原料ガス 135 (135p、135i、135n) の種類を変えることで、p 型、i 型、n 型半導体を積み分けることができる。このように半導体薄膜を形成することで、pin 接合の半導体薄膜が形成される。

このように pin 接合の半導体薄膜が基板 300 に形成された後に、薄膜形成装置 105n と冷却装置 107c との間に設けられたゲートバルブ 110 が開き、図示しない搬送装置が基板 300 を薄膜形成装置 105n から冷却装置 107c に搬送し、基板 300 は冷却装置 107c 内に配置される。

冷却装置 107c に配置された基板 300 は、冷却され、所定の温度になったところで、図示しない搬送装置が基板 300 を図示しないアンロードロック装置に搬送し、アンロードロック装置において基板 300 は真空雰囲気から大気雰囲気に移行される。

このような電力供給系 190 を備えた薄膜形成システムによってアモルファス

シリコン太陽電池を製造する場合、薄膜形成システム100の薄膜形成処理にかかる時間と同様であるため、i型半導体の薄膜形成処理が行われている間は、p型半導体の薄膜形成処理が施された基板300が薄膜形成装置105pに配置された状態で待機し、また、n型半導体の薄膜形成処理が施された基板300が冷却装置107cに搬送された後に、薄膜形成装置105nには基板300が配置されていない状態でi型半導体の薄膜形成処理が終了するまで待機するようになっている。

また、この電力供給系190を備えた薄膜形成システムにおいては、前述の電力供給系170よりも高周波電源の必要数が低減される。

ところで、上記従来の薄膜形成装置及び薄膜形成システムにおいては、薄膜形成装置105(105p、105i、105n)内の薄膜形成領域121u、121v、121wのそれぞれに対応して、高周波電源171u、171v、171wと、デバイダ172u、172v、172wと、サーキュレータ173u、173v、173wと、ダミーロード231、232、233を電力供給系170に設ける必要があり、このために電力供給系170の構成が複雑となり、電力供給系170の設置面積増大と、薄膜形成装置105(105p、105i、105n)及び薄膜形成システム100のコストアップを招くという問題があった。

また、このような問題を回避するために、電力供給系190のように高周波電源の必要数を低減した場合には、高出力の共通高周波電源191が必要となってしまい、結果的に薄膜形成システム100のコスト低減を図ることができないという問題があった。

また、薄膜形成領域121u、121v、121wにおいて、薄膜形成処理が同時に行われるので、薄膜形成領域121u、121v、121wに供給される原料ガス135(135p、135i、135n)を排気する真空ポンプ160(160p、160i、160n)には、大きな排気速度が要求され、真空ポンプのコストアップを招くという問題があった。

また、上記のいずれの薄膜形成装置及び薄膜形成システムであっても、i型半導体の薄膜形成処理にかかる時間よりもp型及びn型半導体の薄膜形成処理にかかる時間が短いため、i型半導体の薄膜形成処理が太陽電池生産の律速段階とな

っており、i型半導体の薄膜形成処理が終了するまでに、薄膜形成装置105p及び薄膜形成装置105nにおけるp型半導体及びn型半導体の薄膜形成処理を待機しなければならないという問題があった。

#### 発明の開示

この発明は、このような事情を考慮してなされたもので、その目的は、高コストの電力供給系や高出力の高周波電源を必要としない電力供給系と、薄膜形成処理が行われる薄膜形成領域に応じて原料ガスを供給するガス供給系と、排気速度が小さい真空ポンプを備えた排気系とを提供すると共に、最も長い薄膜形成処理時間を要する薄膜形成処理に応じて他の薄膜形成処理を行うことで、積層膜形成工程における生産効率を悪化させることなく薄膜形成装置及び薄膜形成システムのコストダウンを図ることができ、また、電力供給系の簡略化及び設置面積の省スペース化が可能となる薄膜形成装置及び薄膜形成方法並びに薄膜形成システムを提供することにある。

本願発明において、「全電極を除きかつ少なくとも一つ以上の電極」という場合、「複数電極の内、一つ以上であって、かつ全数ではない任意の個数だけ選択された電極」を意味し、同じ意味で「選択された電極」と言い表すこともある。

上記課題を解決するために、この発明は以下の手段を提案している。

第1の発明は、プラズマCVD（化学気相成長法）により、成膜室内に配置された基板に薄膜を形成する薄膜形成装置であって、前記成膜室には、プラズマ生成用の電極がそれぞれ配置された複数の薄膜形成領域が設けられており、前記複数の薄膜形成領域のうち、全電極を除きかつ少なくとも一つ以上の電極に電力が供給されている薄膜形成領域を限定し、該薄膜形成領域にプラズマ生成用の原料ガスを供給するガス供給系を備えることを特徴とするものである。

この発明に係る薄膜形成装置によれば、前記成膜室内の前記薄膜形成領域に前記基板が配置された状態で、全電極に同時に電力を供給することなく、かつ少なくとも一つ以上の電極に電力が供給されている薄膜形成領域を限定して、プラズマ生成用の原料ガスをその限定された領域へ供給し、その限定された領域に配設された電極に対して電力が供給される。そしてこの薄膜形成領域においては、前

記原料ガスが励起、分解され、これが基板上で膜形成反応を起こすことにより、前記基板上に薄膜が形成される。

前記薄膜形成領域で基板上に薄膜が形成されると、前記ガス供給系は未処理基板が配置された前記薄膜形成領域を限定して、ガス供給系が原料ガスを供給し、上記同様に基板上に薄膜が形成される。以後、同様に前記成膜室内の複数の薄膜形成領域において、順次薄膜形成処理が行われ、全ての薄膜形成領域の基板上に薄膜が形成されたところで、成膜室における薄膜形成処理が終了となる。

また、前記薄膜形成処理が終了した後に、前記基板は異種薄膜を形成する成膜室に搬送され、該異種薄膜を形成する成膜室において前記基板に異種薄膜が形成されることで、基板上に積層膜が形成される。

このように前記基板を順次、異種薄膜を形成する成膜室に搬送し、この成膜室において前記基板上に異種薄膜を積層することで、所望の積層膜が前記基板上に形成される。

この積層膜を形成する全薄膜形成処理過程のうち、生産を律速させる薄膜形成処理を除いて、上述の薄膜形成処理を行うことで、前記生産を律速させる薄膜形成処理の終了までの待機時間が短縮される。

このようにガス供給系が薄膜形成領域を限定して原料ガスを供給することによって薄膜形成処理が行われ、以後、未処理基板が配置された薄膜形成領域を限定して原料ガスを供給して薄膜形成処理が行われるので、薄膜形成処理に必要な原料ガス流量は、全ての前記複数の薄膜形成領域に同時に供給する原料ガス流量よりも少量で良い。

即ち、同時成膜に必要な排気速度よりも小さい排気速度の真空ポンプで薄膜形成処理を行うことが可能となり、真空ポンプの小型化ができ、装置コストの低減を達成することができる。

また、前記生産を律速させる薄膜形成処理の終了までの待機時間が短縮されるのみなので、前記異種薄膜の積層膜形成に至る生産において遅延が生じることがなく、前記基板に前記薄膜の積層膜を形成することができる。

第2の発明は、プラズマCVD（化学気相成長法）により、成膜室内に配置された基板に薄膜を形成する薄膜形成装置であって、前記成膜室には、プラズマ生

成用の電極がそれぞれ配置された複数の薄膜形成領域が設けられており、前記複数の薄膜形成領域より少ない数で構成され、前記複数の薄膜形成領域にそれぞれ配置された前記電極のうち全電極を除きかつ少なくとも一つ以上の電極に電力を供給するための電力供給系と、前記電力供給系に対して前記複数の薄膜形成領域のそれぞれの前記電極を選択的に接続する切換装置とを備えることを特徴とする。

この発明に係る薄膜形成装置によれば、前記成膜室内の前記薄膜形成領域に前記基板が配置され、かつ、前記成膜室に原料ガスが供給された状態で、前記切換装置は前記電力供給系に対して前記電極を選択的に接続し、前記電力供給系は全電極を除きかつ少なくとも一つ以上の電極に電力を供給する。このように電力が供給された電極が属する薄膜形成領域では前記原料ガスが励起、分解され、これが基板上で膜形成反応を起こすことにより、前記基板上に薄膜が形成される。

前記薄膜形成領域で基板上に薄膜が形成されると、前記切換装置は未処理基板が配置されている薄膜形成領域に属する電極を選択し、前記電力供給系と接続する。上記同様に前記電力供給系は、前記電極に電力を供給し、薄膜形成処理が行われる。以後、同様に前記成膜室内の複数の薄膜形成領域において、順次薄膜形成処理が行われ、全ての薄膜形成領域の基板上に薄膜が形成されたところで、成膜室における薄膜形成処理が終了となる。

また、前記薄膜形成処理が終了した後に、前記基板は異種薄膜を形成する成膜室に搬送され、該異種薄膜を形成する成膜室において前記基板に異種薄膜が形成されることで、基板上に積層膜が形成される。

このように前記基板を順次、異種薄膜を形成する成膜室に搬送し、この成膜室において前記基板上に異種薄膜を積層することで、所望の積層膜が前記基板上に形成される。

この積層膜を形成する全薄膜形成処理過程のうち、生産を律速させる薄膜形成処理を除いて、上述の薄膜形成処理を行うことで、前記生産を律速させる薄膜形成処理の終了までの待機時間が短縮される。

このように切換装置が前記電力供給系と前記電極とを選択的に接続し、前記電力供給系が前記電極に電力を供給することによって薄膜形成処理が行われ、以後、未処理基板が配置された薄膜形成領域の電極に電力を供給して薄膜形成処理が行

われるので、薄膜形成装置に必要な電力供給系は、前記成膜室内の全ての薄膜形成領域に同時に電力を供給する電力供給系よりも出力電力が小さいもので良い。

即ち、電力供給系のコスト低減及び電力供給系設置面積の省スペース化及び薄膜形成装置の装置コストの低減を達成することができる。

また、前記生産を律速させる薄膜形成処理の終了までの待機時間が短縮されるので、前記薄膜の積層膜形成に至る生産において遅延が生じることがなく、前記基板に前記薄膜の積層膜を形成することができる。

また、第2の発明は、前記複数の薄膜形成領域のうち、前記電極に電力が供給されている薄膜形成領域を限定して、該薄膜形成領域にプラズマ生成用の原料ガスを供給するガス供給系を備えてもよい。

この発明に係る薄膜形成装置によれば、切換装置が前記電力供給系と前記電極とを選択的に接続し、前記電力供給系が前記電極に電力を供給すると共に、ガス供給系は、薄膜形成処理を行う薄膜形成領域に限定してプラズマ生成用の原料ガスを供給する。このように電力及びガスが供給された薄膜形成領域では、前記原料ガスはプラズマ状態となり、このプラズマの中で励起、分解され、これが基板上で膜形成反応を起こすことにより、前記基板上に薄膜が形成される。

このように先に記載の発明に加えて、原料ガスが薄膜形成領域を限定して供給され、薄膜形成処理が行われるので、プラズマが生成していない薄膜形成領域への不要な原料ガスを供給することがなく、ガス利用効率の向上を達成することができる。全ての薄膜形成領域に同時に供給する原料ガス流量よりも少量の原料ガスで薄膜形成処理を行うことができる。

即ち、同時成膜に必要な排気速度よりも小さい排気速度の真空ポンプで薄膜形成処理を行うことが可能となり、真空ポンプの小型化ができ、電力供給系のコスト低減に加えて、更に装置コストの低減を達成することができる。

また、第2の発明は、前記電極としてプラズマを生成させるアレイアンテナを設けてもよい。

この発明に係る薄膜形成装置によれば、プラズマ生成用のアンテナが複数設けられたアレイアンテナ構造となっており、このアレイアンテナが前記成膜室に配置された複数の薄膜形成領域に設けられている。

従って、先に記載の発明に加えて、アレイアンテナに供給された電力によって前記原料ガスが励起、分解され、これが基板上で膜形成反応を起こすことにより、前記基板上に均一な薄膜を形成することができる。

ここで、アレイアンテナについては、すでに国際出願された「内部電極方式のプラズマ処理装置及びプラズマ処理方法（PCT/JPO0/06189）」の中で詳しく記述されている。

また、第2の発明は、前記複数の薄膜形成領域の相互の境界に、薄膜形成処理中の原料ガスが薄膜形成処理が施されていない薄膜形成領域へ拡散することを抑制する防着板を備えてもよい。

この発明に係る薄膜形成装置によれば、前記薄膜形成領域の相互の境界に防着板が設けられているので、前記アレイアンテナ等の電極に供給された電力によってプラズマ状態となり、このプラズマの中で励起、分解された原料ガスは、薄膜形成処理が施されていない薄膜形成領域への拡散が抑制される。

即ち、主として前記アレイアンテナ等の電極が属する薄膜形成領域に配置された基板に薄膜が形成される。

また、第2の発明は、前記複数の薄膜形成領域はそれぞれ互いに気密に形成された独立空間を備えてもよい。

この発明に係る薄膜形成装置によれば、前記複数の薄膜形成領域はそれぞれ互いに気密に形成された独立空間であるので、前記独立空間において励起、分解された原料ガスは、前記独立空間に配置された基板に薄膜が形成される。この際に、他の独立空間への原料ガスの拡散が防止され、該他の独立空間に配置された基板に薄膜が形成されることがない。

更に、薄膜形成処理の際に生成する薄膜形成処理には不要な物質の拡散が防止されるので、前記不要な物質が独立空間へ入り込むことがない。

また、この独立空間を備えた第2の発明は、前記成膜室内のガスを排気するための排気手段を備えて、前記排気手段に前記複数の薄膜形成領域のうち少なくとも一つの薄膜形成領域からのガスの排出を遮断するための排気遮断バルブを設けてもよい。

この発明に係る薄膜形成装置によれば、前記複数の薄膜形成領域は互いに気密

に形成された複数の独立空間であって、前記複数の独立空間のうち、少なくとも一つの独立空間からのガスの排出を遮断するための排気遮断バルブを備えるので、排気する必要のない独立空間の排気遮断バルブを閉じて、必要な独立空間の排気遮断バルブを開くことで、独立空間のガスを効率的に排気することができ、また、独立空間を真空雰囲気維持することができる。

また、前記複数の独立空間のうち少なくともいずれか一つの独立空間が動作不能となり、メンテナンスが必要となった場合には、動作不能となった独立空間の前記排気遮断バルブを閉じることで、他の独立空間を真空雰囲気に維持しつつ動作不能の独立空間を大気雰囲気でメンテナンスすることができる。

また、第1及び第2の発明は、基板を一つの薄膜形成領域のみに搬入し、薄膜形成後に該薄膜形成領域から成膜室外へ搬出する搬送系を備えてもよい。

この発明に係る薄膜形成装置によれば、前記薄膜形成処理によって基板には所望の薄膜が形成されているので、前記基板を同じ成膜室内の異なる薄膜形成領域に搬送して同種薄膜の薄膜形成処理を再度施す必要がない。そこで、前記搬送系によって前記基板は前記薄膜形成領域から前記成膜室外へ搬出され、前記基板には次の薄膜形成処理等の種々の処理が施され、即ち、前記搬送系によって前記所望の薄膜が形成された基板を効率的に搬送することができる。

また、第1及び第2の発明は、基板を前記薄膜形成領域に搬入する搬入部と、薄膜形成処理が施された後に該基板を搬出するための、該搬入部とは異なる搬出部とを有してもよい。

この発明に係る薄膜形成装置によれば、前記搬入部から前記薄膜形成領域へ搬入されて薄膜形成処理が施された基板は、前記搬入部に戻ることなく搬出部から搬出され、即ち、往復搬送されることがない。従って、薄膜形成処理が施された基板を効率的に搬送することができる。

第3の発明は、成膜室内の複数の薄膜形成領域にそれぞれ配置された基板にプラズマCVD（化学気相成長法）で薄膜を形成する薄膜形成方法であって、電力供給系に対して複数の薄膜形成領域のそれぞれに配置された電極を選択的に接続する切換装置が、前記複数の薄膜形成領域のそれぞれに配置された前記電極のうち全電極を除きかつ少なくとも一つ以上の電極を選択して接続し、前記電力供給

系の電力を前記切換装置が選択した電極に供給し、前記基板に薄膜を形成することを特徴とするものである。

この発明に係る薄膜形成方法によれば、前記成膜室内の前記薄膜形成領域に前記基板が配置され、かつ、前記成膜室に原料ガスが供給された状態で、前記切換装置は前記電力供給系に対して前記電極を選択的に接続し、前記電力供給系は全電極を除きかつ少なくとも一つ以上の電極に電力を供給する。このように電力が供給された電極が属する薄膜形成領域では前記原料ガスが励起、分解され、これが基板上で膜形成反応を起こすことにより、前記基板上に薄膜が形成される。

その後、前記切換装置は未処理基板が配置されている薄膜形成領域に属する電極を選択し、前記電力供給系と接続する。上記同様に前記電力供給系は、前記電極に電力を供給し、薄膜形成処理が行われる。以後、同様に前記成膜室内の複数の薄膜形成領域において、順次薄膜形成処理が行われ、全ての薄膜形成領域の基板上に薄膜が形成されたところで、成膜室における薄膜形成処理が終了となる。

このように切換装置が前記電力供給系と前記電極とを選択的に接続し、前記電力供給系が前記電極に電力を供給することによって薄膜形成処理が行われ、以後、未処理基板が配置された薄膜形成領域の電極に電力を供給して薄膜形成処理が行われるので、薄膜形成装置に必要な電力供給系は、前記成膜室内の全ての薄膜形成領域に同時に電力を供給する電力供給系よりも出力電力が小さいもので良い。

即ち、電力供給系の簡略化及び電力供給系設置面積の省スペース化及び薄膜形成装置の装置コストの低減を達成することができる。

また、第3の発明においては、前記複数の薄膜形成領域のうち、前記電極に電力が供給されている薄膜形成領域を限定し、該薄膜形成領域にプラズマ生成用の原料ガスを供給し、該原料ガスが供給された薄膜形成領域にて前記基板に薄膜を形成してもよい。

この発明に係る薄膜形成装置によれば、切換装置が前記電力供給系と前記電極とを選択的に接続し、前記電力供給系が前記電極に電力を供給すると共に、ガス供給系は、薄膜形成処理を行う薄膜形成領域に限定してプラズマ生成用の原料ガスを供給する。このように電力及びガスが供給された薄膜形成領域では、前記原料ガスが励起、分解され、これが基板上で膜形成反応を起こすことにより、前記

基板上に薄膜が形成される。

このように先に記載の発明に加えて、原料ガスが薄膜形成領域を限定して供給され、薄膜形成処理が行われるので、プラズマが生成していない薄膜形成領域への不要な原料ガスを供給することがなく、ガス利用効率の向上を達成することができ、全ての薄膜形成領域に同時に供給する原料ガス流量よりも少量の原料ガスで薄膜形成処理を行うことができる。

即ち、同時成膜に必要な排気速度よりも小さい排気速度の真空ポンプで薄膜形成処理を行うことが可能となり、真空ポンプの小型化ができ、電力供給系のコスト低減に加えて、更に装置コストの低減を達成することができる。

また、第3の発明においては、搬入部から搬入された基板は、薄膜形成処理が施された後に該搬入部とは異なる搬出部から搬出されてもよい。

この発明に係る薄膜形成方法によれば、前記搬入部から前記薄膜形成領域へ搬入されて薄膜形成処理が施された基板は、前記搬入部に戻ることなく搬出部から搬出され、即ち、往復搬送されることがない。従って、薄膜形成処理が施された基板を効率的に搬送することができる。

第4の発明は、複数の基板を複数の薄膜形成装置に経由させて複数の薄膜を積層形成する薄膜形成システムにおいて、前記複数の薄膜形成装置は、薄膜形成処理時間が最も長い基準装置と、該基準装置以外の調整装置とによって構成され、該調整装置は先に記載した発明の薄膜形成装置であることを特徴とするものである。

この発明に係る薄膜形成システムによれば、前記複数の薄膜形成装置は一連に連結されており、この連結部、基板入口部及び基板出口部においては搬送系が基板を搬送するようになっている。

ここで、基板に複数の薄膜を積層形成する際には、基板入口部の搬送系が前記複数の基板を最初の薄膜形成装置に搬入し、該薄膜形成装置が該基板に薄膜を形成した後に、前記連結部の搬送系が前記薄膜形成装置から前記基板を搬出して次の薄膜形成装置に搬入し、薄膜形成処理が施される。以後、前記複数の基板が複数の薄膜形成装置を経由することにより該基板に複数の薄膜が積層形成され、最後に基板出口部の搬送系が前記基板を搬出して、前記複数の基板への薄膜形成処

理が終了となる。

また、薄膜形成装置にて形成される薄膜の種類、膜厚及び薄膜形成条件等によって薄膜形成処理時間が異なり、最も長い薄膜形成処理時間を要する薄膜形成装置を基準装置と呼び、また、それ以外の薄膜形成装置を調整装置と呼んでいる。更に該調整装置は、先に記載した発明の薄膜形成装置となっている。

次に、前記調整装置が従来の薄膜形成装置である場合と、先に記載した発明の薄膜形成装置である場合について説明し、本発明の特徴を更に説明する。

前記調整装置が従来の薄膜形成装置である場合には、前記基準装置において薄膜形成処理が行われている間は、前記基準装置の前の前記調整装置において基板が停滞してしまい、また、前記基準装置の後の前記調整装置においては膜形成処理の待機状態となってしまう、即ち、各調整装置が休止状態となってしまう。

これに対して、前記調整装置が先に記載の発明の薄膜形成装置である場合には、従来休止状態となっていた待機時間を利用して、前記切換装置又は前記ガス供給系によって薄膜形成領域毎に薄膜形成処理を施すことにより、一連の積層形成において生産の遅延が生じることが無く、全ての薄膜形成領域にて同時に薄膜形成処理を施す薄膜形成装置よりもコストの低減を達成することができ、薄膜形成システム全体のコストの低減を達成することができる。

また、第4の発明においては、前記調整装置の稼動状態は、前記基準装置の薄膜形成処理時間に応じて調整されていることが好ましい。

この発明に係る薄膜形成システムによれば、前記調整装置の前記切換装置又は前記ガス供給系の稼動状態は、単位時間、単位処理面積あたりの製造コストが最小となるように調整される。

具体的には、調整装置の切換装置又はガス供給系の稼動状態を調整することにより、電力供給系又は原料ガス等のコストが低減され、薄膜形成システムの装置コストが決定される。また同時に、調整装置あるいは基準装置の薄膜形成処理時間から薄膜形成システムの処理能力が決定される。前記調整装置の前記切換装置又は前記ガス供給系の稼動状態は、この装置コストと処理能力から算出された薄膜形成システムの単位時間、単位処理面積あたりの製造コストが最小となるように調整される。

ここで、基準装置の処理時間を $T$ 、薄膜形成領域数を $n$ 、調整装置の各薄膜形成領域における処理時間を $t$ とした場合、 $T \geq n t$ であれば、全体としての処理能力を下げることなく、上記の製造コストを低減することが可能である。なお、 $T < n t$ となる場合であっても、結果的に上記の製造コストを低減することが可能である。

また、前記調整装置の切換装置又はガス供給系の稼動状態を調整することにより、好適な電気容量を備えた前記電力供給系、及び好適な排気速度を備えた真空ポンプを採用することができ、薄膜形成システム全体のコストの低減を達成することができる。

また、第4の発明は、基板が搬送される方向に従って前記調整装置、前記基準装置及び前記調整装置が一連に配置され、前記調整装置によって $p$ 型半導体薄膜を形成し、前記基準装置によって $i$ 型半導体薄膜を形成し、後の前記調整装置によって $n$ 型半導体薄膜を形成することで、 $p$ 型、 $i$ 型及び $n$ 型半導体からなる太陽電池用積層体を形成する薄膜形成システムが好ましい。

この発明に係る薄膜形成システムによれば、前述の薄膜形成システムによって $p$ 型、 $i$ 型及び $n$ 型半導体からなる太陽電池用積層体を形成するので、好適な太陽電池用積層体を形成することができる。

また、第4の発明は、基板が搬送される方向に従って前記調整装置、前記基準装置及び前記調整装置が一連に配置され、前記調整装置によって窒化ケイ素薄膜を形成し、前記基準装置によって $i$ 型半導体薄膜を形成し、後の前記調整装置によって $n$ 型半導体薄膜を形成することで、窒化ケイ素ゲート絶縁膜、 $i$ 型及び $n$ 型半導体からなる薄膜トランジスタを形成することを特徴とする薄膜形成システムが好ましい。

この発明に係る薄膜形成システムによれば、前述の薄膜形成システムによって窒化ケイ素薄膜、 $i$ 型及び $n$ 型半導体からなる薄膜トランジスタを形成するので、好適な薄膜トランジスタを形成することができる。

図1は、本発明の第1の実施形態の薄膜形成システムの構成を示す構成図である。

図2は、本発明の第1の実施形態の薄膜形成システムの要部を示す構成図である。

図3は、本発明の第2の実施形態の薄膜形成システムの要部を示す構成図である。

図4は、本発明の第3の実施形態の薄膜形成システムの要部を示す構成図である。

図5は、本発明の第4の実施形態の薄膜形成システムの要部を示す構成図である。

図6は、本発明の第5の実施形態の薄膜形成システムの要部を示す構成図である。

図7は、本発明の第6の実施形態の薄膜形成システムの構成を示す構成図である。

図8は、本発明の第7の実施形態の薄膜形成システムの構成を示す構成図である。

図9は、本発明の第8の実施形態の薄膜形成システムの構成を示す構成図である。

図10は、従来の薄膜形成システムの構成を示す構成図である。

図11は、従来の薄膜形成システムの要部を示す構成図である。

図12は、従来の薄膜形成システムの要部を示す構成図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

##### (実施形態1)

以下、図面を参照し、本発明の実施の形態について説明する。

図1、図2は本発明の第1の実施形態の薄膜形成システムを示す図であって、図1は太陽電池薄膜を積層形成する薄膜形成システムの構成を示す構成図、図2は図1の薄膜形成システムの要部を示す構成図である。図1、図2において、図10から図12の構成要素と同一部分については、同一符号を付している。なお、

本実施形態で薄膜形成処理が施される基板300は、図1の紙面に対して垂直方向に配置されており、図2に示す基板300および電極40u、40v、40wは、本来、図1と同様に紙面に対して垂直方向に配置されるものであるが、薄膜形成システムの動作を説明する上で、便宜的に横方向に配置された図となっている。

図1に示すように、この実施形態の薄膜形成システム1は、基板を大気雰囲気から真空雰囲気に移行するロードロック装置102Lと、基板を加熱する加熱装置102hと、p型半導体薄膜を形成する薄膜形成装置（調整装置）5pと、i型半導体薄膜を形成する薄膜形成装置（基準装置）105iと、n型半導体薄膜を形成する薄膜形成装置（調整装置）5nと、基板を冷却する冷却装置107cと、各室間に設けられたゲートバルブ110が一連に連結して構成されたインライン式薄膜形成システムを示すものである。

ここで、薄膜形成装置5（5p、5n）のそれぞれは、成膜室15（15p、15n）と、ガス供給系20（20p、20n）と、電力供給系30（30p、30n）と、排気系50（50p、50n）と、図示しない基板搬入部（搬入部）及び基板搬出部（搬出部）とによって構成されている。

図2に示すように成膜室15（15p、15n）は、基板300に対して薄膜形成処理を施す薄膜形成領域17u、17v、17wによって構成されている。

ガス供給系20（20p、20n）は、原料ガス135（135p、135n）の供給源となるガスボックス130（130p、130n）と、原料ガス135（135p、135n）を成膜室15（15p、15n）に供給する原料ガス供給バルブ21（21p、21n）と、原料ガス分配供給バルブ22（22u、22v、22w）とによって構成されており、薄膜形成領域17u、17v、17wのそれぞれに原料ガス135を供給するようになっている。

電力供給系30（30p、30n）は、薄膜形成領域17u、17v、17wに対応して設けられた高周波電源31（31u、31v、31w）と、デバイダ32（32u、32v、32w）と、サーキュレータ33（33u、33v、33w）と、セクタ（切換装置）34（34u、34v、34w）と、ダミーロード35（35u、35v、35w）と、アレイアンテナ（電極）40（40u、

40 v、40 w) とによって構成されており、アレイアンテナ40 u、40 v、40 wのそれぞれに電力を供給するようになっている。

排気系50 (50 p、50 n) は、圧力調整バルブ150 (150 p、150 n) と、真空ポンプ160 (160 p、160 n) とによって構成されており、薄膜形成領域17 u、17 v、17 wのそれぞれに供給された原料ガス135を成膜室15から一括して排気するようになっている。

また、薄膜形成システム1においては、太陽電池薄膜となるp型、i型及び、n型半導体のうち最も膜厚が大きいi型半導体薄膜を形成する薄膜形成装置105 iの薄膜形成処理時間に応じて、p型及びn型半導体薄膜を形成する薄膜形成装置5 (5 p、5 n) の稼動状態が調整されるようになっている。

具体的には、薄膜形成装置5 (5 p、5 n) のセクタ34 (34 u、34 v、34 w) 又はガス供給系20 (20 p、20 n) の稼動状態を調整することにより、電力供給系30 (30 p、30 n) 又は原料ガス135 (135 p、135 n) 等のコストが低減され、薄膜形成システム1の装置コストが決定される。また同時に、薄膜形成装置5 (5 p、5 n) あるいは薄膜形成装置105 iの薄膜形成処理時間から薄膜形成システム1の処理能力が決定される。セクタ34 (34 u、34 v、34 w) 又はガス供給系20 (20 p、20 n) の稼動状態は、薄膜形成システム1の装置コストと処理能力から算出された単位時間、単位処理面積あたりの製造コストが最小となるように調整される。

また、セクタ34 (34 u、34 v、34 w) 又はガス供給系20 (20 p、20 n) の稼動状態を調整することにより、好適な電気容量を備えた電力供給系30 (30 p、30 n)、及び好適な排気速度を備えた真空ポンプ160 (160 p、160 n) が採用される。

このように構成された薄膜形成システム1において、図示しない搬送装置 (搬送系) が大気雰囲気中で6枚の基板300をロードロック装置102 Lに搬送し、基板300は、ロードロック装置102 Lにおいて、大気雰囲気から真空雰囲気に移行される。

その後、ロードロック装置102 Lと加熱装置102 hとの間に設けられたゲートバルブ110が開き、図示しない搬送装置が基板300をロードロック装置

102Lから加熱装置102hに搬送し、基板300は加熱装置102h内に配置される。

加熱装置102h内に配置された基板300は、加熱装置102hによって所定の成膜温度にまで加熱される。

続いて、加熱装置102hと薄膜形成装置5pとの間に設けられたゲートバルブ110が開き、図示しない搬送装置が基板300を加熱装置102hから薄膜形成装置5pの基板搬入部に搬送し、基板300は成膜室15p内の薄膜形成領域(17u、17v、17w)毎に配置される。

成膜室15pは、真空ポンプ160pによって真空状態に維持されており、基板300の薄膜形成処理の準備状態となっている。

次に、薄膜形成装置5p(5)における動作について、成膜室15p(15)のうち先に薄膜形成領域17uにおいて薄膜形成処理が施される場合について説明する。

ガスボックス130の原料ガス135u(135)は、原料ガス供給バルブ21及び原料ガス分配供給バルブ22uが開くことによって、薄膜形成領域17uに限定して供給され、圧力調整バルブ150pによって、成膜室15p(15)内の圧力が調整され、また、高周波電源31uの電力はセレクタ34uとデバイダ32uとサーキュレータ33uとを介して、アレイアンテナ40uに供給される。アレイアンテナ40uに供給された電力により原料ガス135uはプラズマ状態となり、このプラズマの中で励起、分解され、これを薄膜形成領域17uに配置された基板300上に膜形成反応させることによりこの基板300上にp型半導体薄膜が形成される。

このような薄膜形成処理により不要となったガスは、真空ポンプ160(160p)を経て排気される。

また、アレイアンテナ40uに供給された電力のうち反射波となる電力は、サーキュレータ33uを介してダミーロード35uに供給され、ダミーロード35uに供給された反射波電力は、熱として消費される。

基板300に所望の薄膜が形成されたところで、原料ガス分配供給バルブ22uは閉じ、薄膜形成領域17uにおける薄膜形成処理が終了となる。このような

薄膜形成処理にかかる時間は、約2分程度である。

次に、薄膜形成領域17vにおいて薄膜形成処理が行われる。ここでは、原料ガス分配供給バルブ22vのみが開くことによって、薄膜形成領域17vに限定して原料ガス135v(135)が供給され、原料ガス135vが供給された薄膜形成領域17vのアレイアンテナ40vに高周波電源31vの電力が供給され、上述の薄膜形成領域17uにおける薄膜形成処理と同様に基板300上にp型半導体薄膜が形成される。

以下、同様に、薄膜形成領域17wにおいて、p型半導体薄膜が形成され、薄膜形成装置5p(5)の薄膜形成領域17u、17v、17wに配置された全ての基板300にp型半導体薄膜が形成されたところで、薄膜形成装置5p(5)における薄膜形成処理が終了となる。

薄膜形成装置5p(5)の薄膜形成領域17u、17v、17wにおける薄膜形成処理にかかる時間の合計は、約6分程度になる。

なお、ここでは、薄膜形成領域17u、17v、17wの順に薄膜形成処理が施されたが、この順番は特に限定されることはなく任意である。

続いて、薄膜形成装置5pと薄膜形成装置105iとの間に設けられたゲートバルブ110が開き、図示しない搬送装置が基板300を薄膜形成装置5pの基板搬出部から薄膜形成装置105iの基板搬入部に搬送し、基板300は成膜室120i内の薄膜形成領域(121u、121v、121w)毎に配置される。

この際に、薄膜形成装置5p内において、各薄膜形成領域で薄膜形成処理が施された基板300が、異なる薄膜形成領域に搬送されることはない。例えば、薄膜形成領域17uで薄膜形成処理が施された基板300が、薄膜形成領域17v又は17wに搬送されることはない。

成膜室120iは、真空ポンプ160iによって真空状態に維持されており、基板300の薄膜形成処理の準備状態となっている。

このような薄膜形成装置105iに配置された基板300は、上述した薄膜形成装置5pにおける薄膜形成処理と同様に、ガスボックス130iが原料ガス135iを成膜室120iに供給し、圧力調整バルブ150iによって成膜室120i内の圧力が調整された状態で、電力供給系170i(170)が電極181

u、181v、181wに電力を供給し、基板300上で膜成長反応が生じることにより、基板300にi型半導体薄膜が形成される。

なお、このようなi型半導体の薄膜形成処理は、薄膜形成領域121u、121v、121wにおいて同時に行われ、薄膜形成装置105iにおける薄膜形成処理にかかる時間は約20分程度となり、このi型半導体の薄膜形成処理が太陽電池生産における薄膜形成システムの律速段階となる。

更に、薄膜形成装置105iと薄膜形成装置5nとの間に設けられたゲートバルブ110が開き、図示しない搬送装置が基板300を薄膜形成装置105iの基板搬出部から薄膜形成装置5nの基板搬入部に搬送し、基板300は成膜室15n内の薄膜形成領域(17u、17v、17w)に配置される。

この際に、薄膜形成装置105i内において、各薄膜形成領域で薄膜形成処理が施された基板300が、異なる薄膜形成領域に搬送されることはない。例えば、薄膜形成領域121uで薄膜形成処理が施された基板300が、薄膜形成領域121v又は121wに搬送されることはない。

成膜室15nは、真空ポンプ160nによって真空状態に維持されており、基板300の薄膜形成処理の準備状態となっている。

次に、薄膜形成装置5n(5)における動作について、成膜室15n(15)のうち先に薄膜形成領域17uにおいて薄膜形成処理が施される場合について説明する。

ガスボックス130の原料ガス135u(135)は、原料ガス供給バルブ21及び原料ガス分配供給バルブ22uが開くことによって、薄膜形成領域17uに限定して供給され、圧力調整バルブ150nによって、成膜室15n(15)内の圧力が調整され、また、高周波電源31uの電力はセクタ34uとデバイダ32uとサーキュレータ33uとを介して、アレイアンテナ40uに供給される。アレイアンテナ40uに供給された電力により原料ガス135uは励起、分解され、これを薄膜形成領域17uに配置された基板300上に膜形成反応させることによりこの基板300上にn型半導体薄膜が形成される。

このような薄膜形成処理により不要となったガスは、真空ポンプ(160)160nを経て排気される。

また、アレイアンテナ40uに供給された電力のうち反射波となる電力は、サーキュレータ33uを介してダミーロード35uに供給され、ダミーロード35uに供給された反射波電力は、熱として消費される。

基板300に所望の薄膜が形成されたところで、原料ガス分配供給バルブ22uは閉じ、薄膜形成領域17uにおける薄膜形成処理が終了となる。このような薄膜形成処理にかかる時間は、約2分程度である。

次に、薄膜形成領域17vにおいて薄膜形成処理が行われる。ここでは、原料ガス分配供給バルブ22vのみが開くことによって、薄膜形成領域17vに限定して原料ガス135v(135)が供給され、原料ガス135vが供給された薄膜形成領域17vのアレイアンテナ40vに高周波電源31vの電力が供給され、上述の薄膜形成領域17uにおける薄膜形成処理と同様に基板300上にn型半導体薄膜が形成される。

以下、同様に、薄膜形成領域17wにおいて、n型半導体薄膜が形成され、薄膜形成装置5n(5)の薄膜形成領域17u、17v、17wに配置された全ての基板300にn型半導体薄膜が形成されたところで、薄膜形成装置5n(5)における薄膜形成処理が終了となる。

薄膜形成装置5n(5)の薄膜形成領域17u、17v、17wにおける薄膜形成処理にかかる時間の合計は、約6分程度になる。

なお、ここでは、薄膜形成領域17u、17v、17wの順に薄膜形成処理が施されたが、この順番は特に限定されることはなく任意である。

上述した薄膜形成処理においては、各薄膜形成装置5p、105i、5nに供給する原料ガス135(135p、135i、135n)の種類を変えることで、p型、i型、n型半導体を積み分けることができる。このように半導体薄膜を積層形成することで、pin接合の太陽電池用半導体薄膜が形成される。

このようにpin接合の半導体薄膜が基板300に形成された後に、薄膜形成装置5nと冷却装置107cとの間に設けられたゲートバルブ110が開き、図示しない搬送装置が基板300を薄膜形成装置5nの基板搬出部から冷却装置107cに搬送し、基板300は冷却装置107c内に配置される。

この際に、薄膜形成装置5n内において、各薄膜形成領域で薄膜形成処理が施

された基板 300 が、異なる薄膜形成領域に搬送されることはない。例えば、薄膜形成領域 17 u で薄膜形成処理が施された基板 300 が、薄膜形成領域 17 v 又は 17 w に搬送されることはない。

冷却装置 107 c に配置された基板 300 は、冷却され、所定の温度になったところで、図示しない搬送装置が基板 300 を図示しないアンロードロック室に搬送し、アンロードロック室において基板 300 は真空雰囲気から大気雰囲気に移行される。

上述したように、この薄膜形成システム 1 においては、薄膜形成装置 5 (5 p、5 n) の薄膜形成領域 17 u、17 v、17 w のうち、一つの薄膜形成領域を限定して原料ガス 135 (135 u、135 v、135 w) が供給され、順次薄膜形成処理が行われるので、各薄膜形成領域における薄膜形成処理に必要な原料ガス 135 の流量は、全ての薄膜形成領域 17 u、17 v、17 w にて同時に薄膜形成処理を施す場合に必要な原料ガス 135 の流量と比較して少量でよい。

従って、全ての薄膜形成領域 17 u、17 v、17 w を同時に薄膜形成処理をする場合と比較して、真空ポンプ 160 (160 p、160 n) に要求される排気速度は小さいもので良く、真空ポンプの小型化を達成することができ、薄膜形成装置のコストを低減させることができ、即ち、薄膜形成システム全体のコストを低減させることができる。

また、薄膜形成装置 105 i の薄膜形成処理時間に応じて、薄膜形成装置 5 (5 p、5 n) の稼動状態が調整されて、一つの薄膜形成領域を限定して原料ガス 135 (135 u、135 v、135 w) が供給され、順次薄膜形成処理が行われるので、薄膜形成システム 1 の全体としての生産性を低下させることなく、薄膜形成処理を施すことができる。

更に、種々の所望の太陽電池薄膜を形成するための薄膜形成処理時間、薄膜形成処理条件等を考慮し、これらに相当した好適な電力容量を備えた電力供給系及び好適な排気速度を備えた排気系を採用することで、薄膜形成装置のコストを低減させることができ、即ち、薄膜形成システム全体のコストを低減させることができる。

また、基板 300 は、薄膜形成装置 5 p、5 n、105 i の基板搬入部に搬入

され、薄膜形成処理が施された後に、この基板搬入部とは異なる基板搬出部から搬出されるので、往復搬送されることがなく、薄膜形成処理が施された基板を効率的に搬送することができる。

なお、本実施の形態においては、6枚の基板300が薄膜形成システム1内に搬送されつつ種々の処理が施されているが、基板300の枚数は6枚に限ることは無く、好適な枚数でよい。

(実施形態2)

図3は、本発明の第2の実施形態の薄膜形成システムの要部を示す構成図、即ち薄膜形成装置(調整装置)6(6p、6n)であって、図1に示した薄膜形成装置5p、5nに代わって薄膜形成システム1に設けられたものである。本実施形態の薄膜形成システムを構成する他の構成要素は、実施形態1に記載した通りである。なお、図3に示す基板300は、本来、図1と同様に紙面に対して垂直方向に配置されるものであるが、薄膜形成システムの動作を説明する上で、便宜的に横方向に配置された図となっている。

図3に示すように、薄膜形成装置6(6p、6n)は、ガス供給系25(25p、25n)及び電力供給系36(36p、36n)を除いて、図2の薄膜形成装置5(5p、5n)と同一の構成となっており、この構成要素には同一符号を付している。

ガス供給系25(25p、25n)は、原料ガス135(135p、135n)の供給源となるガスボックス130(130p、130n)と、原料ガス135(135p、135n)を成膜室15(15p、15n)に供給する原料ガス供給バルブ21(21p、21n)とによって構成されており、成膜室15(15p、15n)に対して一括して原料ガス135(135p、135n)を供給するようになっている。

電力供給系36(36p、36n)は、成膜室15(15p、15n)に対して、高周波電源31と、デバイダ32と、サーキュレータ33と、セクタ34と、ダミーロード35とが設けられ、薄膜形成領域17u、17v、17wに対応してアレイアンテナ40(40u、40v、40w)が設けられている。ここで、セクタ34は、サーキュレータ33と、アレイアンテナ40u、40v、

40wのうちいずれかのアレイアンテナ40とを選択的に接続し、このアレイアンテナ40に対して高周波電源31が電力を供給するようになっている。

また、本実施形態の薄膜形成システムは、実施形態1と同様に、太陽電池薄膜となるp型、i型及び、n型半導体のうち最も膜厚が大きいi型半導体薄膜を形成する薄膜形成装置105iの薄膜形成処理時間に応じて、p型及びn型半導体薄膜を形成する薄膜形成装置6(6p、6n)の稼働状態が調整されるようになっている。詳細の説明は、実施形態1に記載した通りである。

このように構成された薄膜形成システムにおいて、図示しない搬送装置が大気雰囲気複数の基板300をロードロック室102Lに搬送し、基板300は、ロードロック室102Lにおいて、大気雰囲気から真空雰囲気に移行される。

その後、ロードロック室102Lと加熱室102hとの間に設けられたゲートバルブ110が開き、図示しない搬送装置が基板300をロードロック室102Lから加熱室102hに搬送し、基板300は加熱室102h内に配置される。

加熱室102h内に配置された基板300は、加熱室102hによって所定の成膜温度にまで加熱される。

続いて、加熱装置102hと薄膜形成装置6pとの間に設けられたゲートバルブ110が開き、図示しない搬送装置が基板300を加熱装置102hから薄膜形成装置6pの基板搬入部に搬送し、基板300は成膜室15p内の薄膜形成領域(17u、17v、17w)毎に配置される。

成膜室15pは、真空ポンプ160pによって真空状態に維持されており、基板300の薄膜形成処理の準備状態となっている。

次に、薄膜形成装置6p(6)における動作について、成膜室15p(15)のうち先に薄膜形成領域17uにおいて薄膜形成処理が施される場合について説明する。

まず、セクタ34は、アレイアンテナ40u、40v、40wのうち、アレイアンテナ40uを選択し、サーキュレータ33とアレイアンテナ40uとを接続する。この状態で、ガスボックス130の原料ガス135は、原料ガス供給バルブ21が開くことによって、成膜室15p(15)に供給され、圧力調整バルブ150によって、成膜室15p(15)内の圧力が調整され、高周波電源31

の電力はデバイダ 3 2 とサーキュレータ 3 3 とセレクトタ 3 4 を介して、アレイアンテナ 4 0 u に供給される。アレイアンテナ 4 0 u に供給された電力により原料ガス 1 3 5 はプラズマ状態となり、このプラズマの中で励起、分解され、これを薄膜形成領域 1 7 u に配置された基板 3 0 0 上に膜形成反応させることにより、基板 3 0 0 上に p 型半導体薄膜が形成される。

このような薄膜形成処理により不要となったガスは、真空ポンプ (1 6 0) 1 6 0 p を経て排気される。

また、アレイアンテナ 4 0 u に供給された電力のうち反射波となる電力は、サーキュレータ 3 3 u を介してダミーロード 3 5 u に供給され、ダミーロード 3 5 u に供給された反射波電力は、熱として消費される。

基板 3 0 0 に所望の薄膜が形成されたところで、原料ガス供給バルブ 2 1 は閉じ、薄膜形成領域 1 7 u における薄膜形成処理が終了となる。このような薄膜形成処理にかかる時間は、約 2 分程度である。

次に、薄膜形成領域 1 7 v において薄膜形成処理が行われる。ここでは、セレクトタ 3 4 がアレイアンテナ 4 0 v を選択し、サーキュレータ 3 3 とアレイアンテナ 4 0 v とを接続する。この状態で、ガスボックス 1 3 0 の原料ガス 1 3 5 は、原料ガス供給バルブ 2 1 が開くことによって、成膜室 1 5 p (1 5) に供給され、上述の薄膜形成領域 1 7 u における薄膜形成処理と同様に基板 3 0 0 上に p 型半導体薄膜が形成される。

以下、同様に、薄膜形成領域 1 7 w において、p 型半導体薄膜が形成され、薄膜形成装置 6 p (6) の薄膜形成領域 1 7 u、1 7 v、1 7 w に配置された全ての基板 3 0 0 に p 型半導体薄膜が形成されたところで、薄膜形成装置 6 p (6) における薄膜形成処理が終了となる。

薄膜形成装置 6 p (6) の薄膜形成領域 1 7 u、1 7 v、1 7 w における薄膜形成処理にかかる時間の合計は、約 6 分程度になる。

なお、ここでは、薄膜形成領域 1 7 u、1 7 v、1 7 w の順に薄膜形成処理が施されたが、この順番は特に限定されることはなく任意である。

続いて、薄膜形成装置 6 p と薄膜形成装置 1 0 5 i との間に設けられたゲートバルブ 1 1 0 が開き、図示しない搬送装置が基板 3 0 0 を薄膜形成装置 6 p の基

板搬出部から薄膜形成装置 105 i の基板搬入部に搬送し、基板 300 は成膜室 120 i 内の薄膜形成領域 (121 u、121 v、121 w) 毎に配置される。

この際に、薄膜形成装置 6 p 内において、各薄膜形成領域で薄膜形成処理が施された基板 300 が、異なる薄膜形成領域に搬送されることはない。例えば、薄膜形成領域 17 u で薄膜形成処理が施された基板 300 が、薄膜形成領域 17 v 又は 17 w に搬送されることはない。

成膜室 120 i は、真空ポンプ 160 i によって真空状態に維持されており、基板 300 の薄膜形成処理の準備状態となっている。

このような薄膜形成装置 105 i に配置された基板 300 は、上述した薄膜形成装置 6 p における薄膜形成処理と同様に、ガスボックス 130 i が原料ガス 135 i を成膜室 120 i に供給し、圧力調整バルブ 150 i によって成膜室 120 i 内の圧力が調整された状態で、電力供給系 170 i (170) が電極 181 u、181 v、181 w に電力を供給し、基板 300 上で膜成長反応が生じることにより、基板 300 に i 型半導体薄膜が形成される。

なお、このような i 型半導体の薄膜形成処理は、薄膜形成領域 121 u、121 v、121 w において同時に行われ、薄膜形成装置 105 i における薄膜形成処理にかかる時間は約 20 分程度となり、この i 型半導体の薄膜形成処理が太陽電池生産における薄膜形成システムの律速段階となる。

更に、薄膜形成装置 105 i と薄膜形成装置 6 n との間に設けられたゲートバルブ 110 が開き、図示しない搬送装置が基板 300 を薄膜形成装置 105 i の基板搬出部から薄膜形成装置 6 n の基板搬入部に搬送し、基板 300 は成膜室 15 n 内の薄膜形成領域 (17 u、17 v、17 w) に配置される。

この際に、薄膜形成装置 105 i 内において、各薄膜形成領域で薄膜形成処理が施された基板 300 が、異なる薄膜形成領域に搬送されることはない。例えば、薄膜形成領域 121 u で薄膜形成処理が施された基板 300 が、薄膜形成領域 121 v 又は 121 w に搬送されることはない。

成膜室 15 n は、真空ポンプ 160 n によって真空状態に維持されており、基板 300 の薄膜形成処理の準備状態となっている。

次に、薄膜形成装置 6 n (6) における動作について、成膜室 15 n (15)

のうち先に薄膜形成領域 17 u において薄膜形成処理が施される場合について説明する。

まず、セレクタ 34 は、アレイアンテナ 40 u、40 v、40 w のうち、アレイアンテナ 40 u を選択し、サーキュレータ 33 とアレイアンテナ 40 u とを接続する。この状態で、ガスボックス 130 の原料ガス 135 は、原料ガス供給バルブ 21 が開くことによって、成膜室 15 n (15) に供給され、圧力調整バルブ 150 によって、成膜室 15 n (15) 内の圧力が調整され、高周波電源 31 の電力はデバイダ 32 とサーキュレータ 33 とセレクタ 34 を介して、アレイアンテナ 40 u に供給される。アレイアンテナ 40 u に供給された電力により原料ガス 135 はプラズマ状態となり、このプラズマの中で励起、分解され、これを薄膜形成領域 17 u に配置された基板 300 上に膜形成反応させることにより、基板 300 上に n 型半導体薄膜が形成される。

このような薄膜形成処理により不要となったガスは、真空ポンプ (160) 160 n を経て排気される。

また、アレイアンテナ 40 u に供給された電力のうち反射波となる電力は、サーキュレータ 33 u を介してダミーロード 35 u に供給され、ダミーロード 35 u に供給された反射波電力は、熱として消費される。

基板 300 に所望の薄膜が形成されたところで、原料ガス供給バルブ 21 は閉じ、薄膜形成領域 17 u における薄膜形成処理が終了となる。このような薄膜形成処理にかかる時間は、約 2 分程度である。

次に、薄膜形成領域 17 v において薄膜形成処理が行われる。ここでは、セレクタ 34 がアレイアンテナ 40 v を選択し、サーキュレータ 33 とアレイアンテナ 40 v とを接続する。この状態で、ガスボックス 130 の原料ガス 135 は、原料ガス供給バルブ 21 が開くことによって、成膜室 15 n (15) に供給され、上述の薄膜形成領域 17 u における薄膜形成処理と同様に基板 300 上に n 型半導体薄膜が形成される。

以下、同様に、薄膜形成領域 17 w において、n 型半導体薄膜が形成され、薄膜形成装置 6 n (6) の薄膜形成領域 17 u、17 v、17 w に配置された全ての基板 300 に n 型半導体薄膜が形成されたところで、薄膜形成装置 6 n (6)

における薄膜形成処理が終了となる。

薄膜形成装置 6 n (6) の薄膜形成領域 1 7 u、1 7 v、1 7 w における薄膜形成処理にかかる時間の合計は、約 6 分程度になる。

なお、ここでは、薄膜形成領域 1 7 u、1 7 v、1 7 w の順に薄膜形成処理が施されたが、この順番は特に限定されることなく任意である。

上述した薄膜形成処理においては、各薄膜形成装置 6 p、1 0 5 i、6 n に供給する原料ガス 1 3 5 (1 3 5 p、1 3 5 i、1 3 5 n) の種類を変えることで、p 型、i 型、n 型半導体を積み分けることができる。このように半導体薄膜を積層形成することで、p i n 接合の太陽電池用半導体薄膜が形成される。

このように p i n 接合の半導体薄膜が基板 3 0 0 に形成された後に、薄膜形成装置 6 n と冷却装置 1 0 7 c との間に設けられたゲートバルブ 1 1 0 が開き、図示しない搬送装置が基板 3 0 0 を薄膜形成装置 6 n の基板搬出部から冷却装置 1 0 7 c に搬送し、基板 3 0 0 は冷却装置 1 0 7 c 内に配置される。

この際に、薄膜形成装置 6 n 内において、各薄膜形成領域で薄膜形成処理が施された基板 3 0 0 が、異なる薄膜形成領域に搬送されることはない。例えば、薄膜形成領域 1 7 u で薄膜形成処理が施された基板 3 0 0 が、薄膜形成領域 1 7 v 又は 1 7 w に搬送されることはない。

冷却装置 1 0 7 c に配置された基板 3 0 0 は、冷却され、所定の温度になったところで、図示しない搬送装置が基板 3 0 0 を図示しないアンロードロック室に搬送し、アンロードロック室において基板 3 0 0 は真空雰囲気から大気雰囲気に移行される。

また、この薄膜形成システムによる一連の薄膜形成処理等の処理においては、ロードロック装置 1 0 2 L、加熱装置 1 0 2 h、薄膜形成装置 6 p、1 0 5 i、6 n、冷却装置 1 0 7 c の順に一方向に搬送され、各処理が同時進行で施される。

上述したように、この薄膜形成システムにおいては、薄膜形成装置 6 (6 p、6 n) の薄膜形成領域 1 7 u、1 7 v、1 7 w のうち、セクタ 3 4 が選択したアレイアンテナに属する薄膜形成領域において薄膜形成処理が行われ、更に順次薄膜形成領域を選択して薄膜形成処理が行われるので、全ての薄膜形成領域 1 7 u、1 7 v、1 7 w に同時に電力を供給するための高出力の高周波電源が不要と

なり、かつ、電力供給系を簡略化することができ、薄膜形成装置のコストを低減させることができ、即ち、薄膜形成システム全体のコストを低減させることができる。

また、薄膜形成装置 105 i の薄膜形成処理時間に応じて、薄膜形成装置 6 (6 p、6 n) の稼動状態が調整されて、セクタ 34 が選択したアレイアンテナに属する薄膜形成領域において薄膜形成処理が行われ、更に順次薄膜形成処理が行われるので、薄膜形成システムの全体としての生産性を低下させることなく、薄膜形成処理を施すことができる。

更に、種々の所望の太陽電池薄膜を形成するための薄膜形成処理時間、薄膜形成処理条件等を考慮し、これらに相当した好適な電力容量を備えた電力供給系及び好適な排気速度を備えた排気系を採用することで、薄膜形成装置のコストを低減させることができ、即ち、薄膜形成システム全体のコストを低減させることができる。

また、基板 300 は、薄膜形成装置 6 p、6 n、105 i の基板搬入部に搬入され、薄膜形成処理が施された後に、この基板搬入部とは異なる基板搬出部から搬出されるので、往復搬送されることがなく、薄膜形成処理が施された基板を効率的に搬送することができる。

なお、本実施の形態においては、薄膜形成装置 6 (6 p、6 n) の薄膜形成領域数が 3 つであったが、この薄膜形成領域数は 3 つに限ることなく、2 つ以上を有していればよい。

また、本実施の形態においては、薄膜形成領域 17 u、17 v、17 w に設けられた電極はアレイアンテナ 40 (40 u、40 v、40 w) であったが、アレイアンテナに代わって、アノード及びカソードを備えた構成の平行平板型電極を設けてもよい。

また、本実施の形態においては、セクタ 34 が選択するアレイアンテナの数量は 1 つであったが、選択されるアレイアンテナの数量は 1 つに限ることなく、高周波電源 31 が 2 つ以上のアレイアンテナに供給できる電力容量を有していれば、セクタ 34 は 2 つ以上のアレイアンテナを選択し、薄膜形成処理を施してもよい。

## (実施形態3)

図4は、本発明の第3の実施形態の薄膜形成システムの要部を示す構成図、即ち薄膜形成装置（調整装置）7（7p、7n）であって、図1に示した薄膜形成装置5p、5nに代わって薄膜形成システム1に設けられたものである。薄膜形成システム1を構成する他の構成要素は、実施形態1に記載した通りである。なお、図4に示す基板300は、本来、図1と同様に紙面に対して垂直方向に配置されるものであるが、薄膜形成システムの動作を説明する上で、便宜的に横方向に配置された図となっている。

図4に示すように、薄膜形成装置7（7p、7n）は、成膜室15（15p、15n）と、ガス供給系20（20p、20n）と、電力供給系36（36p、36n）と、排気系50（50p、50n）と、図示しない基板搬入部（搬入部）及び基板搬出部（搬出部）とによって構成され、これらの構成要素は図2及び図3で説明した通りである。

また、本実施形態の薄膜形成システムは、実施形態1と同様に、太陽電池薄膜となるp型、i型及び、n型半導体のうち最も膜厚が大きいi型半導体薄膜を形成する薄膜形成装置105iの薄膜形成処理時間に応じて、p型及びn型半導体薄膜を形成する薄膜形成装置7（7p、7n）の稼動状態が調整されるようになっている。詳細の説明は、実施形態1に記載した通りである。

このように構成された薄膜形成システムにおいて、図示しない搬送装置が大気雰囲気複数の基板300をロードロック室102Lに搬送し、基板300は、ロードロック室102Lにおいて、大気雰囲気から真空雰囲気に移行される。

その後、ロードロック室102Lと加熱室102hとの間に設けられたゲートバルブ110が開き、図示しない搬送装置が基板300をロードロック室102Lから加熱室102hに搬送し、基板300は加熱室102h内に配置される。

加熱室102h内に配置された基板300は、加熱室102hによって所定の成膜温度にまで加熱される。

続いて、加熱装置102hと薄膜形成装置7pとの間に設けられたゲートバルブ110が開き、図示しない搬送装置が基板300を加熱装置102hから薄膜形成装置7pの基板搬入部に搬送し、基板300は成膜室15p内の薄膜形成領

域（17u、17v、17w）毎に配置される。

成膜室15pは、真空ポンプ160pによって真空状態に維持されており、基板300の薄膜形成処理の準備状態となっている。

次に、薄膜形成装置7p（7）における動作について、成膜室15p（15）のうち先に薄膜形成領域17uにおいて薄膜形成処理が施される場合について説明する。

まず、セクタ34は、アレイアンテナ40u、40v、40wのうち、アレイアンテナ40uを選択し、サーキュレータ33とアレイアンテナ40uとを接続する。この状態で、ガスボックス130の原料ガス135u（135）は、原料ガス供給バルブ21及び原料ガス分配供給バルブ22uが開くことによって、薄膜形成領域17uに限定して供給され、圧力調整バルブ150pによって、成膜室15p（15）内の圧力が調整され、高周波電源31の電力はデバイダ32とサーキュレータ33とセクタ34を介して、アレイアンテナ40uに供給される。アレイアンテナ40uに供給された電力により原料ガス135はプラズマ状態となり、このプラズマの中で励起、分解され、これを薄膜形成領域17uに配置された基板300上に膜形成反応させることにより、基板300上にp型半導体薄膜が形成される。

このような薄膜形成処理により不要となったガスは、真空ポンプ（160）160pを経て排気される。

また、アレイアンテナ40uに供給された電力のうち反射波となる電力は、サーキュレータ33uを介してダミーロード35uに供給され、ダミーロード35uに供給された反射波電力は、熱として消費される。

基板300に所望の薄膜が形成されたところで、原料ガス供給バルブ21は閉じ、薄膜形成領域17uにおける薄膜形成処理が終了となる。このような薄膜形成処理にかかる時間は、約2分程度である。

次に、薄膜形成領域17vにおいて薄膜形成処理が行われる。ここでは、セクタ34がアレイアンテナ40vを選択し、サーキュレータ33とアレイアンテナ40vとを接続する。この状態で、原料ガス分配供給バルブ22vのみが開くことによって、薄膜形成領域17vに限定して原料ガス135v（135）が供

給され、原料ガス135vが供給された薄膜形成領域17vのアレイアンテナ40vに高周波電源31vの電力が供給され、上述の薄膜形成領域17uにおける薄膜形成処理と同様に基板300上にp型半導体薄膜が形成される。

以下、同様に、薄膜形成領域17wにおいて、p型半導体薄膜が形成され、薄膜形成装置7p(7)の薄膜形成領域17u、17v、17wに配置された全ての基板300にp型半導体薄膜が形成されたところで、薄膜形成装置7p(7)における薄膜形成処理が終了となる。

薄膜形成装置7p(7)の薄膜形成領域17u、17v、17wにおける薄膜形成処理にかかる時間の合計は、約6分程度になる。

なお、ここでは、薄膜形成領域17u、17v、17wの順に薄膜形成処理が施されたが、この順番は特に限定されることはなく任意である。

続いて、薄膜形成装置7pと薄膜形成装置105iとの間に設けられたゲートバルブ110が開き、図示しない搬送装置が基板300を薄膜形成装置7pの基板搬出部から薄膜形成装置105iの基板搬入部に搬送し、基板300は成膜室120i内の薄膜形成領域(121u、121v、121w)毎に配置される。

この際に、薄膜形成装置7p内において、各薄膜形成領域で薄膜形成処理が施された基板300が、異なる薄膜形成領域に搬送されることはない。例えば、薄膜形成領域17uで薄膜形成処理が施された基板300が、薄膜形成領域17v又は17wに搬送されることはない。

成膜室120iは、真空ポンプ160iによって真空状態に維持されており、基板300の薄膜形成処理の準備状態となっている。

このような薄膜形成装置105iに配置された基板300は、上述した薄膜形成装置7pにおける薄膜形成処理と同様に、ガスボックス130iが原料ガス135iを成膜室120iに供給し、圧力調整バルブ150iによって成膜室120i内の圧力が調整された状態で、電力供給系170i(170)が電極181u、181v、181wに電力を供給し、基板300上で膜成長反応が生じることにより、基板300にi型半導体薄膜が形成される。

なお、このようなi型半導体の薄膜形成処理は、薄膜形成領域121u、121v、121wにおいて同時に行われ、薄膜形成装置105iにおける薄膜形成

処理にかかる時間は約20分程度となり、このi型半導体の薄膜形成処理が太陽電池生産における薄膜形成システムの律速段階となる。

更に、薄膜形成装置105iと薄膜形成装置7nとの間に設けられたゲートバルブ110が開き、図示しない搬送装置が基板300を薄膜形成装置105iの基板搬出部から薄膜形成装置7nの基板搬入部に搬送し、基板300は成膜室15n内の薄膜形成領域(17u、17v、17w)に配置される。

この際に、薄膜形成装置105i内において、各薄膜形成領域で薄膜形成処理が施された基板300が、異なる薄膜形成領域に搬送されることはない。例えば、薄膜形成領域121uで薄膜形成処理が施された基板300が、薄膜形成領域121v又は121wに搬送されることはない。

成膜室15nは、真空ポンプ160nによって真空状態に維持されており、基板300の薄膜形成処理の準備状態となっている。

次に、薄膜形成装置7n(7)における動作について、成膜室15n(15)のうち先に薄膜形成領域17uにおいて薄膜形成処理が施される場合について説明する。

まず、セクタ34は、アレイアンテナ40u、40v、40wのうち、アレイアンテナ40uを選択し、サーキュレータ33とアレイアンテナ40uとを接続する。この状態で、ガスボックス130の原料ガス135u(135)は、原料ガス供給バルブ21及び原料ガス分配供給バルブ22uが開くことによって、薄膜形成領域17uに限定して供給され、圧力調整バルブ150nによって、成膜室15n(15)内の圧力が調整され、高周波電源31の電力はデバイダ32とサーキュレータ33とセクタ34を介して、アレイアンテナ40uに供給される。アレイアンテナ40uに供給された電力により原料ガス135はプラズマ状態となり、このプラズマの中で励起、分解され、これを薄膜形成領域17uに配置された基板300上に膜形成反応させることにより、基板300上にn型半導体薄膜が形成される。

このような薄膜形成処理により不要となったガスは、真空ポンプ(160)160nを経て排気される。

また、アレイアンテナ40uに供給された電力のうち反射波となる電力は、サ

一キュレータ 33 u を介してダミーロード 35 u に供給され、ダミーロード 35 u に供給された反射波電力は、熱として消費される。

基板 300 に所望の薄膜が形成されたところで、原料ガス供給バルブ 21 は閉じ、薄膜形成領域 17 u における薄膜形成処理が終了となる。このような薄膜形成処理にかかる時間は、約 2 分程度である。

次に、薄膜形成領域 17 v において薄膜形成処理が行われる。ここでは、セレクタ 34 がアレイアンテナ 40 v を選択し、サーキュレータ 33 とアレイアンテナ 40 v とを接続する。この状態で、原料ガス分配供給バルブ 22 v のみが開くことによって、薄膜形成領域 17 v に限定して原料ガス 135 v (135) が供給され、原料ガス 135 v が供給された薄膜形成領域 17 v のアレイアンテナ 40 v に高周波電源 31 v の電力が供給され、上述の薄膜形成領域 17 u における薄膜形成処理と同様に基板 300 上に n 型半導体薄膜が形成される。

以下、同様に、薄膜形成領域 17 w において、n 型半導体薄膜が形成され、薄膜形成装置 7 n (7) の薄膜形成領域 17 u、17 v、17 w に配置された全ての基板 300 に n 型半導体薄膜が形成されたところで、薄膜形成装置 7 n (7) における薄膜形成処理が終了となる。

薄膜形成装置 7 n (7) の薄膜形成領域 17 u、17 v、17 w における薄膜形成処理にかかる時間の合計は、約 6 分程度になる。

なお、ここでは、薄膜形成領域 17 u、17 v、17 w の順に薄膜形成処理が施されたが、この順番は特に限定されることはなく任意である。

上述した薄膜形成処理においては、各薄膜形成装置 7 p、105 i、7 n に供給する原料ガス 135 (135 p、135 i、135 n) の種類を変えることで、p 型、i 型、n 型半導体を積み分けることができる。このように半導体薄膜を積層形成することで、p i n 接合の太陽電池用半導体薄膜が形成される。

このように p i n 接合の半導体薄膜が基板 300 に形成された後に、薄膜形成装置 7 n と冷却装置 107 c との間に設けられたゲートバルブ 110 が開き、図示しない搬送装置が基板 300 を薄膜形成装置 7 n の基板搬出部から冷却装置 107 c に搬送し、基板 300 は冷却装置 107 c 内に配置される。

この際に、薄膜形成装置 7 n 内において、各薄膜形成領域で薄膜形成処理が施

された基板 300 が、異なる薄膜形成領域に搬送されることはない。例えば、薄膜形成領域 17 u で薄膜形成処理が施された基板 300 が、薄膜形成領域 17 v 又は 17 w に搬送されることはない。

冷却装置 107 c に配置された基板 300 は、冷却され、所定の温度になったところで、図示しない搬送装置が基板 300 を図示しないアンロードロック室に搬送し、アンロードロック室において基板 300 は真空雰囲気から大気雰囲気に移行される。

また、この薄膜形成システムによる一連の薄膜形成処理等の処理においては、ロードロック装置 102 L、加熱装置 102 h、薄膜形成装置 7 p、105 i、7 n、冷却装置 107 c の順に一方向に搬送され、各処理が同時進行で施される。

上述したように、この薄膜形成システムにおいては、薄膜形成装置 7 (7 p、7 n) の薄膜形成領域 17 u、17 v、17 w のうち、セレクタ 34 が選択したアレイアンテナに属する薄膜形成領域を限定して原料ガス 135 (135 u、135 v、135 w) が供給され、薄膜形成処理が行われ、更に順次薄膜形成領域を選択して薄膜形成処理が行われるので、各薄膜形成領域における薄膜形成処理に必要な原料ガス 135 の流量は、全ての薄膜形成領域 17 u、17 v、17 w にて同時に薄膜形成処理を施す場合に必要な原料ガス 135 の流量と比較して少量でよい。従って、全ての薄膜形成領域 17 u、17 v、17 w を同時に薄膜形成処理をする場合と比較して、真空ポンプ 160 (160 p、160 n) に要求される排気速度は小さいもので良く、真空ポンプの小型化を達成することができ、また、全ての薄膜形成領域 17 u、17 v、17 w に同時に電力を供給するための高出力の高周波電源が不要となり、かつ、電力供給系を簡略化することができる。薄膜形成装置のコストを低減させることができ、即ち、薄膜形成システム全体のコストを低減させることができる。

また、薄膜形成装置 105 i の薄膜形成処理時間に応じて、薄膜形成装置 7 (7 p、7 n) の稼動状態が調整されて、セレクタ 34 が選択したアレイアンテナに属する薄膜形成領域において薄膜形成処理が行われ、更に順次薄膜形成処理が行われるので、薄膜形成システムの全体としての生産性を低下させることなく、薄膜形成処理を施すことができる。

更に、種々の所望の太陽電池薄膜を形成するための薄膜形成処理時間、薄膜形成処理条件等を考慮し、これらに相当した好適な電力容量を備えた電力供給系及び好適な排気速度を備えた排気系を採用することで、薄膜形成装置のコストを低減させることができ、即ち、薄膜形成システム全体のコストを低減させることができる。

また、基板300は、薄膜形成装置7p、7n、105iの基板搬入部に搬入され、薄膜形成処理が施された後に、この基板搬入部とは異なる基板搬出部から搬出されるので、往復搬送されることがなく、薄膜形成処理が施された基板を効率的に搬送することができる。

(実施形態4)

図5は、本発明の第4の実施形態の薄膜形成システムの要部を示す構成図、即ち薄膜形成装置8(調整装置)(8p、8n)であって、図1に示した薄膜形成装置5p、5nに代わって薄膜形成システム1に設けられたものである。薄膜形成システム1を構成する他の構成要素は、実施形態1に記載した通りである。なお、図1から図4と同一の構成要素については、説明を省略し、異なる部分についてのみ説明する。また、図5に示す基板300は、本来、図1と同様に紙面に対して垂直方向に配置されるものであるが、薄膜形成システムの動作を説明する上で、便宜的に横方向に配置された図となっている。

図5に示すように、薄膜形成装置8(8p、8n)は、薄膜形成領域17u、17v、17wの相互の境界に防着板67、68を備え、それ以外は、図3の薄膜形成装置6と同一の構成となっており、この構成要素には同一符号を付している。

このように構成された薄膜形成システムにおいて、薄膜形成装置8p(8)の成膜室15p(15)のうち先に薄膜形成領域17uにおいて薄膜形成処理が施される場合について説明する。

まず、セレクトラ34は、アレイアンテナ40u、40v、40wのうち、アレイアンテナ40uを選択し、サーキュレータ33とアレイアンテナ40uとを接続する。この状態で、ガスボックス130の原料ガス135は、原料ガス供給バルブ21が開くことによって、成膜室15p(15)に供給され、圧力調整バルブ

ブ150によって、成膜室15p内の圧力が調整され、高周波電源31の電力はデバイダ32とサーキュレータ33とセレクタ34を介して、アレイアンテナ40uに供給される。アレイアンテナ40uに供給された電力により原料ガス135はプラズマ状態となり、このプラズマの中で励起、分解され、これを薄膜形成領域17uに配置された基板300上に膜形成反応させることにより、基板300上にp型半導体薄膜が形成される。

この際に、防着板67は、薄膜形成領域17uにおいて励起、分解された原料ガス135の薄膜形成領域17v、17wへの拡散を抑制するので、励起、分解された原料ガス135が薄膜形成領域17v、17wに入り込むことがなく、薄膜形成領域17v、17wに配置された基板300に薄膜が形成されることがない。即ち、薄膜形成領域17u内で励起、分解された原料ガス135は、主として薄膜形成領域17u内に配置された基板300上に膜成長反応が生じることにより薄膜が形成される。

このような薄膜形成処理により不要となったガスは、真空ポンプ(160)160pを経て排気される。

また、アレイアンテナ40uに供給された電力のうち反射波となる電力は、サーキュレータ33uを介してダミーロード35uに供給され、ダミーロード35uに供給された反射波電力は、熱として消費される。

次に、薄膜形成領域17vにおいて薄膜形成処理が行われる。ここでは、セレクタ34がアレイアンテナ40vを選択し、サーキュレータ33とアレイアンテナ40vとを接続する。この状態で、ガスボックス130の原料ガス135は、原料ガス供給バルブ21が開くことによって、成膜室15p(15)に供給され、上述の薄膜形成領域17uにおける薄膜形成処理と同様に基板300上にp型半導体薄膜が形成される。

この際に、防着板67、68は、薄膜形成領域17vにおいて励起、分解された原料ガス135の薄膜形成領域17u、17wへの拡散を抑制するので、励起、分解された原料ガス135が薄膜形成領域17u、17wに入り込むことがなく、薄膜形成領域17u、17wに配置された基板300に薄膜が形成されることがない。即ち、薄膜形成領域17v内で励起、分解された原料ガス135は、主と

して薄膜形成領域 17 u 内に配置された基板 300 上に膜成長反応が生じることにより薄膜が形成される。

以下、同様に、薄膜形成領域 17 w において、防着板 68 によって原料ガス 135 の薄膜形成領域 17 u、17 w への拡散が抑制されつつ、p 型半導体薄膜が形成され、薄膜形成装置 8 p (8) の薄膜形成領域 17 u、17 v、17 w に配置された全ての基板 300 に p 型半導体薄膜が形成されたところで、薄膜形成装置 8 p (8) における薄膜形成処理が終了となる。

なお、ここでは、薄膜形成領域 17 u、17 v、17 w の順に薄膜形成処理が施されたが、この順番は特に限定されることはなく任意である。

また、薄膜形成装置 8 n においても、上述の薄膜形成装置 8 p と同様に防着板 68、67 が設けられており、防着板 67、68 によって原料ガス 135 の拡散が抑制されつつ、n 型半導体薄膜が形成され、薄膜形成装置 8 n (8) の薄膜形成領域 17 u、17 v、17 w に配置された全ての基板 300 に n 型半導体薄膜が形成されたところで、薄膜形成装置 8 n (8) における薄膜形成処理が終了となる。

上述したように、この薄膜形成装置 8 (8 p、8 n) においては、防着板 67、68 が設けられているので、一つの薄膜形成領域において励起、分解された原料ガス 135 の他の薄膜形成領域への拡散が抑制され、他の薄膜形成領域に配置された基板 300 の薄膜形成を防止することができる。

なお、本実施の形態においては、防着板 67、68 を薄膜形成領域 17 u、17 v、17 w の相互の境界に設置したが、防着板を基板 300 に密着するように設置してもよい。

また、各境界に 1 枚の防着板を設置したが、これは複数枚でもよい。

(実施形態 5)

図 6 は、本発明の第 5 の実施形態の薄膜形成システムの要部を示す構成図、即ち薄膜形成装置 9 (調整装置) (9 p、9 n) であって、図 1 に示した薄膜形成装置 5 p、5 n に代わって薄膜形成システム 1 に設けられたものである。薄膜形成システム 1 を構成する他の構成要素は、実施形態 1 に記載した通りである。なお、図 1 から図 5 と同一の構成要素については、説明を省略し、異なる部分について

のみ説明する。また、図6に示す基板300は、本来、図1と同様に紙面に対して垂直方向に配置されるものであるが、薄膜形成システムの動作を説明する上で、便宜的に横方向に配置された図となっている。

図5に示すように、薄膜形成装置9(9p、9n)は、仕切り壁71、72及び排気系(排気手段)51(51p、51n)を除いて、図4の薄膜形成装置7と同一の構成となっており、この構成要素には同一符号を付している。

仕切り壁71、72は、薄膜形成領域17u、17v、17wの境界を仕切るように成膜室15(15p、15n)に設けられており、薄膜形成領域17u、17v、17wは、互いに気密に形成された独立空間75u、75v、75wとなっている。独立空間75u、75v、75wにはそれぞれ排気口76u、76v、76wが設けられている。

排気系51(51p、51n)は、排気遮断バルブ77u、77v、77wと、圧力調整バルブ150(150p、150n)と、真空ポンプ160(160p、160n)とによって構成されており、排気口76u、76v、76wのそれぞれから排気される薄膜形成処理に不要なガスを集中して排気するようになっている。

このように構成された薄膜形成システムにおいて、薄膜形成装置9p(9)の成膜室15p(15)のうち先に独立空間75uにおいて薄膜形成処理が施される場合について説明する。

まず、セレクトア34は、アレイアンテナ40u、40v、40wのうち、アレイアンテナ40uを選択し、サーキュレータ33とアレイアンテナ40uとが接続され、また、排気遮断バルブ77u、77v、77wのうち排気遮断バルブ77uのみが開いた状態となっている。この状態で、ガスボックス130の原料ガス135u(135)は、原料ガス供給バルブ21及び原料ガス分配供給バルブ22uが開くことによって、独立空間75uに限定して供給され、圧力調整バルブ150pによって、成膜室15p(15)内の圧力が調整され、高周波電源31の電力はデバイダ32とサーキュレータ33とセレクトア34を介して、アレイアンテナ40uに供給される。アレイアンテナ40uに供給された電力により原料ガス135uはプラズマ状態となり、このプラズマの中で励起、分解され、こ

れを独立空間 7 5 u に配置された基板 3 0 0 上に膜形成反応させることにより、基板 3 0 0 上に p 型半導体薄膜が形成される。

この際に、独立空間 7 5 u は仕切り壁 7 1 によって気密に形成されているので、独立空間 7 5 u において励起、分解された原料ガス 1 3 5 は独立空間 7 5 v、7 5 w へ拡散することがない。また、薄膜形成処理に不要になったガスは、排気口 7 6 u から排気され、独立空間 7 5 v、7 5 w へ入り込むことがない。

また、排気遮断バルブ 7 7 u のみが開いて、排気遮断バルブ 7 7 v、7 7 w が閉じているので、独立空間 7 5 u から排気された薄膜形成処理に不要になったガスは排気遮断バルブ 7 7 v、7 7 w から独立空間 7 5 v、7 5 w へ入り込むことがなく、真空ポンプ (1 6 0) 1 6 0 p を経て排気される。

次に、独立空間 7 5 v において薄膜形成処理が行われる。ここでは、セレクトラ 3 4 がアレイアンテナ 4 0 v を選択し、サーキュレータ 3 3 とアレイアンテナ 4 0 u とが接続され、排気遮断バルブ 7 7 u、7 7 v、7 7 w のうち排気遮断バルブ 7 7 v のみが開いた状態となっている。この状態で、ガスボックス 1 3 0 の原料ガス 1 3 5 v (1 3 5) は、原料ガス供給バルブ 2 1 及び原料ガス分配供給バルブ 2 2 v が開くことによって、独立空間 7 5 v に限定して供給され、上述の独立空間 7 5 u における薄膜形成処理と同様に基板 3 0 0 上に p 型半導体薄膜が形成される。

この際に、独立空間 7 5 v は仕切り壁 7 1、7 2 によって気密に形成されているので、独立空間 7 5 v において励起、分解された原料ガス 1 3 5 は独立空間 7 5 u、7 5 w へ拡散することがない。また、薄膜形成処理に不要になったガスは、排気口 7 6 v から排気され、独立空間 7 5 u、7 5 w へ入り込むことがない。

また、排気遮断バルブ 7 7 v のみが開いて、排気遮断バルブ 7 7 u、7 7 w が閉じているので、独立空間 7 5 v から排気された薄膜形成処理に不要になったガスは排気遮断バルブ 7 7 u、7 7 w から独立空間 7 5 u、7 5 w へ入り込むことがなく、真空ポンプ (1 6 0) 1 6 0 p を経て排気される。

以下、同様に、独立空間 7 5 w において、仕切り壁 7 2 によって原料ガス 1 3 5 の独立空間 7 5 u、7 5 v への拡散が防止され、また、排気遮断バルブ 7 7 u、7 7 v、7 7 w の開閉によって薄膜形成処理に不要になったガスが排気されつつ、

p型半導体薄膜が形成され、薄膜形成装置9p(9)の独立空間75u、75v、75wに配置された全ての基板300にp型半導体薄膜が形成されたところで、薄膜形成装置9p(9)における薄膜形成処理が終了となる。

なお、ここでは、独立空間75u、75v、75wの順に薄膜形成処理が施されたが、この順番は特に限定されることはなく任意である。

また、独立空間75u、75v、75wには、それぞれ排気遮断バルブ77u、77v、77wが設けられているので、排気遮断バルブ77u、77v、77wのうちいずれかを選択的に開くことで、任意の独立空間の原料ガス135等のガスが排気され、また、いずれかを閉じることで、任意の独立空間が真空状態に維持される。

例えば、独立空間75vが動作不能となり、メンテナンスが必要となった場合には、排気遮断バルブ77vを閉じることで、独立空間75u、75wを真空雰囲気中に維持しつつ、動作不能の独立空間75vを大気開放してメンテナンスが行われる。

また、薄膜形成装置9nにおいても、上述の薄膜形成装置9pと同様に仕切り板71、72及び排気系51が設けられており、仕切り板71、72によって原料ガス135の拡散が防止され、また、排気遮断バルブ77u、77v、77wの開閉によって薄膜形成処理に不要になったガスが排気されつつ、n型半導体薄膜が形成され、薄膜形成装置9n(9)の独立空間75u、75v、75wに配置された全ての基板300にn型半導体薄膜が形成されたところで、薄膜形成装置9n(9)における薄膜形成処理が終了となる。

上述したように、この薄膜形成装置9(9p、9n)においては、仕切り壁71、72によって仕切られた独立空間75u、75v、75wが形成されているので、一つの独立空間において励起、分解された原料ガス135の他の独立空間への拡散が抑制され、他の独立空間に配置された基板300の薄膜形成を防止することができる。また、各独立空間において薄膜形成処理に不要になったガスは、排気口及び排気遮断バルブを通じて排気され、その際に他の独立空間の排気遮断バルブが閉じることによって、薄膜形成処理に不要になったガスが他の独立空間に入り込むことを防止することができる。

従って、独立空間毎に薄膜形成処理が施された基板 300 においては、太陽電池の特性を悪化させる物質が削減された、所望の薄膜及び所望の界面を得ることができる。

また、排気遮断バルブ 77u、77v、77w を選択的に開閉させて、任意の独立空間の原料ガス 135 等のガスを排気し、また、真空状態に維持することができる。

例えば、独立空間 75v の動作不能等によりメンテナンスが必要となった場合には、動作不能となった独立空間 75v の排気遮断バルブ 77v を閉じることで、独立空間 75u、75w を真空雰囲気維持しつつ動作不能の独立空間 75v を大気雰囲気に開放してメンテナンスすることができる。

(実施形態 6)

図 7 は、本発明の第 6 の実施形態の薄膜形成システムを示す図であって、TF T (薄膜トランジスタ) を形成する薄膜形成装置の構成を示す構成図である。図 7 において、薄膜形成装置 10 (10a、10b、10c) を除いた他の構成要素は、図 1 の薄膜形成システム 1 と同一の構成となっており、この構成要素には同一符号を付している。なお、本実施形態で薄膜形成処理が施される基板 300 は、図 7 の紙面に対して垂直方向に配置されている。

図 7 に示すように、薄膜形成システム 2a は、SiN 膜を形成する薄膜形成装置 10a と、i 型アモルファス Si 膜を形成する薄膜形成装置 (基準装置) 10b と、n+型アモルファス Si 膜を形成する薄膜形成装置 (調整装置) 10c とを備えている。

ここで、薄膜形成装置 10 (10a、10b、10c) のそれぞれは、成膜室 16 (16a、16b、16c) と、ガス供給系 26 (26a、26b、26c) と、排気系 52 (52a、52b、52c) と、図示しない基板搬入部 (搬入部) 及び基板搬出部 (搬出部) とによって構成されている。また、薄膜形成装置 10a、10b には電力供給系 80a (80aL、80aR)、80b (80bL、80bR) が設けられ、薄膜形成装置 10c には電力供給系 81c が設けられている。

成膜室 16 (16a、16b、16c) は、基板 300 に対して薄膜形成処理

を施すための真空容器である。

ガス供給系26(26a、26b、26c)は、原料ガス136(136a、136b、136c)の供給源となるガスボックス130(130a、130b、130c)と、原料ガス136(136a、136b、136c)を成膜室成膜室16(16a、16b、16c)に供給する原料ガス供給バルブ21(21a、21b、21c)とによって構成されている。

排気系52(52a、52b、52c)は、圧力調整バルブ150(150a、150b、150c)と、真空ポンプ160(160a、160b、160c)とによって構成されている。

電力供給系80aL、80aR、80bL、80bRは、それぞれ高周波電源31(31aL、31aR、31bL、31bR)と、マッチングボックス37(37aL、37aR、37bL、37bR)と、平行平板電極41a、41b(41aL、41aR、41bL、41bR)とによって構成されている。

また、電力供給系81cは、高周波電源31cと、マッチングボックス37cと、平行平板電極41c(41cL、41cR)と、セレクトア34cとによって構成されており、セレクトア34cは平行平板電極41cL、41cRのうちいずれかを選択し、高周波電源31cの電力を選択された平行平板電極41cに供給するようになっている。

また、本実施形態の薄膜形成システム2aは、TFT用薄膜となるSiN膜、i型アモルファスSi膜及びn+型アモルファスSi膜のうち最も薄膜形成処理時間が長いi型アモルファスSi膜を形成する薄膜形成装置10bに応じて、n+型アモルファスSi膜を形成する薄膜形成装置10cの稼働状態が調整されるようになっている。

具体的には、薄膜形成装置10cのセレクトア34c又はガス供給系26cの稼働状態を調整することにより、電力供給系81c又は原料ガス136c等のコストが低減され、薄膜形成システムの装置コストが決定される。また同時に、薄膜形成装置10cあるいは薄膜形成装置10bの薄膜形成処理時間から薄膜形成システムの処理能力が決定される。セレクトア34c又はガス供給系26cの稼働状態は、薄膜形成システムの装置コストと処理能力から算出された単位時間、単位

処理面積あたりの製造コストが最小となるように調整される。

また、セクタ 3 4 c 又はガス供給系 2 6 c の稼動状態を調整することにより、好適な電気容量を備えた電力供給系 8 1 c、及び好適な排気速度を備えた真空ポンプ 1 6 0 c が採用される。

このように構成された薄膜形成システム 2 a において、図示しない搬送装置(搬送系)が大気雰囲気中で 2 枚の基板 3 0 0 をロードロック装置 1 0 2 L に搬送し、基板 3 0 0 は、ロードロック装置 1 0 2 L において、大気雰囲気から真空雰囲気に移行される。

その後、ロードロック装置 1 0 2 L と加熱装置 1 0 2 h との間に設けられたゲートバルブ 1 1 0 が開き、図示しない搬送装置が基板 3 0 0 をロードロック装置 1 0 2 L から加熱装置 1 0 2 h に搬送し、基板 3 0 0 は加熱装置 1 0 2 h 内に配置される。

加熱装置 1 0 2 h 内に配置された基板 3 0 0 は、加熱装置 1 0 2 h によって所定の成膜温度にまで加熱される。

続いて、加熱装置 1 0 2 h と薄膜形成装置 1 0 a との間に設けられたゲートバルブ 1 1 0 が開き、図示しない搬送装置が基板 3 0 0 を加熱装置 1 0 2 h から薄膜形成装置 1 0 a の基板搬入部に搬送し、基板 3 0 0 は成膜室 1 6 a 内の平行平板型電極 4 1 a L、4 1 a R 毎に配置される。

成膜室 1 6 a は、真空ポンプ 1 6 0 a によって真空状態に維持されており、基板 3 0 0 の薄膜形成処理の準備状態となっている。

ここで、ガスボックス 1 3 0 a の原料ガス 1 3 6 a は、原料ガス供給バルブ 2 1 a が開くことによって、成膜室 1 6 a に供給され、圧力調整バルブ 1 5 0 a によって、成膜室 1 6 a 内の圧力が調整され、また、高周波電源 3 1 a L、3 1 a R の電力がマッチングボックス 3 7 a L、3 7 a R を介して平行平板型電極 4 1 a L、4 1 a R に同時供給される。平行平板電極 4 1 a L、4 1 a R に供給された電力により原料ガス 1 3 6 a がプラズマ状態となり、このプラズマの中で励起、分解し、これが薄膜形成装置 1 0 a に配置された基板 3 0 0 上で膜形成反応を起こすことにより、2 枚の基板 3 0 0 上に Si N 膜が同時に形成される。このような薄膜形成処理により不要となったガスは、真空ポンプ 1 6 0 a を経て排気され

る。

続いて、薄膜形成装置10aと薄膜形成装置10bとの間に設けられたゲートバルブ110が開き、図示しない搬送装置が基板300を薄膜形成装置10aの基板搬出部から薄膜形成装置10bの基板搬入部に搬送し、基板300は成膜室16b内の平行平板型電極41bL、41bR毎に配置される。

この際に、薄膜形成装置10a内において、各平行平板電極で薄膜形成処理が施された基板300が、異なる平行平板電極に搬送されることはない。例えば、平行平板電極41aRで薄膜形成処理が施された後に、平行平板電極41aLに搬送されることはない。

薄膜形成装置10bは、真空ポンプ160bによって真空状態に維持されており、基板300の薄膜形成処理の準備状態となっている。

ここで、ガスボックス130bの原料ガス136bは、原料ガス供給バルブ21bが開くことによって、成膜室16bに供給され、圧力調整バルブ150bによって、成膜室16b内の圧力が調整され、また、高周波電源31bL、31bRの電力がマッチングボックス37bL、37bRを介して平行平板型電極41bL、41bRに同時供給される。平行平板電極41bL、41bRに供給された電力により原料ガス136bはプラズマ状態となり、このプラズマの中で励起、分解し、これが薄膜形成装置10bに配置された基板300上で膜形成反応を起こすことにより、2枚の基板300上にi型アモルファスSi膜が同時に形成される。このような薄膜形成処理により不要となったガスは、真空ポンプ160bを経て排気される。

なお、このようなi型アモルファスSi膜の薄膜形成処理は、薄膜形成システム2aにおけるTF T用薄膜生産の律速段階となる。

更に、薄膜形成装置10bと薄膜形成装置10cとの間に設けられたゲートバルブ110が開き、図示しない搬送装置が基板300を薄膜形成装置10bの基板搬出部から薄膜形成装置10cの基板搬入部に搬送し、基板300は成膜室16c内の平行平板型電極41cL、41cR毎に配置される。

この際に、薄膜形成装置10b内において、各平行平板電極で薄膜形成処理が施された基板300が、異なる平行平板電極に搬送されることはない。例えば、

平行平板電極 4 1 b R で薄膜形成処理が施された後に、平行平板電極 4 1 b L に搬送されることはない。

薄膜形成装置 1 0 c は、真空ポンプ 1 6 0 c によって真空状態に維持されており、基板 3 0 0 の薄膜形成処理の準備状態となっている。

次に、薄膜形成装置 1 0 c における動作について、薄膜形成装置 1 0 c において、セクタ 3 4 c が平行平板型電極 4 1 c R を最初に選択して基板 3 0 0 に薄膜を形成する場合について説明する。

まず、セクタ 3 4 c は、平行平板型電極 4 1 c R を選択し、マッチングボックス 3 7 c と平行平板型電極 4 1 c R が接続された状態となっている。この状態で、ガスボックス 1 3 0 c の原料ガス 1 3 6 c は、原料ガス供給バルブ 2 1 c が開くことによって、成膜室 1 6 c に供給され、圧力調整バルブ 1 5 0 c によって、成膜室 1 6 c 内の圧力が調整され、高周波電源 3 1 c の電力がマッチングボックス 3 7 c を介して平行平板型電極 4 1 c R に供給される。平行平板電極 4 1 c R に供給された電力により原料ガス 1 3 6 c はプラズマ状態となり、このプラズマの中で励起、分解され、これを基板 3 0 0 上に膜形成反応させることにより、基板 3 0 0 上に n + 型アモルファス S i 膜が形成される。

このような薄膜形成処理により不要となったガスは、真空ポンプ ( 1 6 0 ) 1 6 0 c を経て排気される。

続いて、セクタ 3 4 c は、平行平板型電極 4 1 c L を選択し、マッチングボックス 3 7 c と平行平板型電極 4 1 c L が接続された状態となる。ここで、平行平板型電極 4 1 c R と同様に、原料ガス 1 3 6 c が励起、分解され、基板 3 0 0 上に n + 型アモルファス S i 膜が形成される。

なお、ここでは、平行平板型電極 4 1 c R 、 4 1 c L の順に薄膜形成処理が施されたが、この順番は特に限定されることはなく任意である。

上述した薄膜形成処理においては、各薄膜形成装置 1 0 a 、 1 0 b 、 1 0 c に供給する原料ガス 1 3 6 ( 1 3 6 a 、 1 3 6 b 、 1 3 6 c ) の種類を変えることで、S i N 膜、i 型アモルファス S i 膜、n + 型アモルファス S i 膜を積み分けることができる。このように半導体薄膜を積層形成することで、T F T 用薄膜が形成される。

このように基板300にSiN膜、i型アモルファスSi膜、n+型半導体薄膜が形成された後に、薄膜形成装置10cと冷却室107cとの間に設けられたゲートバルブ110が開き、図示しない搬送装置が基板300を薄膜形成装置10cの基板搬出部から冷却室107cに搬送し、基板300は冷却室107c内に配置される。

この際に、薄膜形成装置10c内において、各平行平板電極で薄膜形成処理が施された基板300が、異なる平行平板電極に搬送されることはない。例えば、平行平板電極41cRで薄膜形成処理が施された後に、平行平板電極41cLに搬送されることはない。

冷却装置107cに配置された基板300は、冷却され、所定の温度になったところで、基板300は図示しない搬送装置によって図示しないアンロードロック室に搬送され、アンロードロック室で基板300は真空雰囲気から大気雰囲気に移行される。

上述したように、この薄膜形成システム2aにおいては、薄膜形成装置10cの平行平板型電極41cR、41cLのうち、セクタ34cが選択した平行平板型電極において薄膜形成処理が行われ、更に順次平行平板電極を選択して薄膜形成処理が行われるので、平行平板型電極41cR、41cLに電力を供給する高周波電源が1つ不要となり、電力供給系を簡略化することができ、薄膜形成装置のコストを低減させることができ、即ち、薄膜形成システム全体のコストを低減させることができる。

また、薄膜形成装置10bの薄膜形成処理時間に応じて、薄膜形成装置10cの稼動状態が調整されて、セクタ34cが選択した平行平板電極にて薄膜形成処理が行われ、更に順次薄膜形成処理が行われるので、薄膜形成システム2aの全体としての生産性を低下させることなく、薄膜形成処理を施すことができる。

更に、種々の所望のTFET用薄膜を形成するための薄膜形成処理時間、薄膜形成処理条件等を考慮し、これらに相当した好適な電力容量を備えた電力供給系及び好適な排気速度を備えた排気系を採用することで、薄膜形成装置のコストを低減させることができ、即ち、薄膜形成システム全体のコストを低減させることができる。

また、基板300は、薄膜形成装置10a、10b、10cの基板搬入部に搬入され、薄膜形成処理が施された後に、この基板搬入部とは異なる基板搬出部から搬出されるので、往復搬送されることがなく、薄膜形成処理が施された基板を効率的に搬送することができる。

なお、本実施の形態においては、2枚の基板300が薄膜形成システム2a内に搬送されつつ種々の処理が施されているが、基板300の枚数は2枚に限ることとは無く、好適な枚数でよい。

(実施形態7)

図8は、本発明の第7の実施形態の薄膜形成システムを示す図であって、TF T用薄膜を形成する薄膜形成装置の構成を示す構成図である。図8において、薄膜形成装置11(11a、11c)を除いた他の構成要素は、図7の薄膜形成システム2aと同一の構成となっており、この構成要素には同一符号を付している。なお、本実施形態で薄膜形成処理が施される基板300は、図7の紙面に対して垂直方向に配置されている。

図8に示すように、薄膜形成システム2bは、図7の薄膜形成装置10a、10cに代わって、SiN膜を形成する薄膜形成装置(調整装置)11aと、n+型アモルファスSi膜を形成する薄膜形成装置(調整装置)11cとを備えている。

ここで、薄膜形成装置11(11a、11c)のそれぞれは、電力供給系81(81a、81c)を除いて、図7の薄膜形成装置10(10a、10c)と同一の構成となっており、この構成要素には同一符号を付している。

電力供給系81(81a、81c)は、それぞれ高周波電源31a、31cと、マッチングボックス37a、37cと、平行平板電極41a、41c(41aL、41aR、41cL、41cR)と、セレクタ34a、34cとによって構成されており、セレクタ34(34a、34c)は平行平板電極41L(41aL、41bL)、41R(41aR、41bR)のうちいずれかを選択し、高周波電源31a、31cの電力を選択された平行平板電極41a、41cに供給するようになっている。

また、本実施形態の薄膜形成システム2bは、TF T用薄膜となるSiN膜、

i型アモルファスSi膜及びn+型アモルファスSi膜のうち最も薄膜形成処理時間が長いi型アモルファスSi膜を形成する薄膜形成装置10bに応じて、SiN膜及びn+型アモルファスSi膜を形成する薄膜形成装置11a、11cの稼動状態が調整されるようになっている。詳細の説明は、実施形態6に記載した通りである。

このように構成された薄膜形成システム2bにおいて、図示しない搬送装置(搬送系)が大気雰囲気中で2枚の基板300をロードロック装置102Lに搬送し、基板300は、ロードロック装置102Lにおいて、大気雰囲気から真空雰囲気に移行される。

その後、ロードロック装置102Lと加熱装置102hとの間に設けられたゲートバルブ110が開き、図示しない搬送装置が基板300をロードロック装置102Lから加熱装置102hに搬送し、基板300は加熱装置102h内に配置される。

加熱装置102h内に配置された基板300は、加熱装置102hによって所定の成膜温度にまで加熱される。

続いて、加熱装置102hと薄膜形成装置11aとの間に設けられたゲートバルブ110が開き、図示しない搬送装置が基板300を加熱装置102hから薄膜形成装置11aの基板搬入部に搬送し、基板300は成膜室16a内の平行平板型電極41aL、41aR毎に配置される。

成膜室16aは、真空ポンプ160aによって真空状態に維持されており、基板300の薄膜形成処理の準備状態となっている。

次に、薄膜形成装置11aにおける動作について、薄膜形成装置11aにおいて、セクタ34aが平行平板型電極41aRを最初に選択して基板300に薄膜を形成する場合について説明する。

まず、セクタ34aは、平行平板型電極41aRを選択し、マッチングボックス37aと平行平板型電極41aRが接続された状態となっている。この状態で、ガスボックス130aの原料ガス136aは、原料ガス供給バルブ21aが開くことによって、成膜室16aに供給され、圧力調整バルブ150aによって、成膜室16a内の圧力が調整され、高周波電源31aの電力がマッチングボック

ス 37 a を介して平行平板型電極 41 a R に供給される。平行平板電極 41 a R に供給された電力により原料ガス 136 a はプラズマ状態となり、このプラズマの中で励起、分解され、これを基板 300 上に膜形成反応させることにより、基板 300 上に SiN 膜が形成される。

このような薄膜形成処理により不要となったガスは、真空ポンプ (160) 160 a を経て排気される。

続いて、セクタ 34 a は、平行平板型電極 41 a L を選択し、マッチングボックス 37 a と平行平板型電極 41 a L が接続された状態となる。ここで、平行平板型電極 41 a R と同様に、原料ガス 136 a が励起、分解され、基板 300 上に SiN 膜が形成される。

なお、ここでは、平行平板型電極 41 a R、41 a L の順に薄膜形成処理が施されたが、この順番は特に限定されることはなく任意である。

続いて、薄膜形成装置 11 a と薄膜形成装置 10 b との間に設けられたゲートバルブ 110 が開き、図示しない搬送装置が基板 300 を薄膜形成装置 11 a の基板搬出部から薄膜形成装置 10 b の基板搬入部に搬送し、基板 300 は成膜室 16 b 内の平行平板型電極 41 b L、41 b R 毎に配置される。

この際に、薄膜形成装置 11 a 内において、各平行平板電極で薄膜形成処理が施された基板 300 が、異なる平行平板電極に搬送されることはない。例えば、平行平板電極 41 a R で薄膜形成処理が施された後に、平行平板電極 41 a L に搬送されることはない。

薄膜形成装置 10 b は、真空ポンプ 160 b によって真空状態に維持されており、基板 300 の薄膜形成処理の準備状態となっている。

ここで、ガスボックス 130 b の原料ガス 136 b は、原料ガス供給バルブ 21 b が開くことによって、成膜室 16 b に供給され、圧力調整バルブ 150 b によって、成膜室 16 b 内の圧力が調整され、また、高周波電源 31 b L、31 b R の電力がマッチングボックス 37 b L、37 b R を介して平行平板型電極 41 b L、41 b R に同時供給される。平行平板電極 41 b L、41 b R に供給された電力により原料ガス 136 b はプラズマ状態となり、このプラズマの中で励起、分解し、これが薄膜形成装置 10 b に配置された基板 300 上で膜形成反応を起

こすことにより、2枚の基板300上にi型アモルファスSi膜が同時に形成される。このような薄膜形成処理により不要となったガスは、真空ポンプ160bを経て排気される。

なお、このようなi型アモルファスSi膜の薄膜形成処理は、薄膜形成システム2bにおけるTFT用薄膜生産の律速段階となる。

更に、薄膜形成装置10bと薄膜形成装置11cとの間に設けられたゲートバルブ110が開き、図示しない搬送装置が基板300を薄膜形成装置10bの基板搬出部から薄膜形成装置11cの基板搬入部に搬送し、基板300は成膜室16c内の平行平板型電極41cL、41cR毎に配置される。

この際に、薄膜形成装置10b内において、各平行平板電極で薄膜形成処理が施された基板300が、異なる平行平板電極に搬送されることはない。例えば、平行平板電極41bRで薄膜形成処理が施された後に、平行平板電極41bLに搬送されることはない。

薄膜形成装置11cは、真空ポンプ160cによって真空状態に維持されており、基板300の薄膜形成処理の準備状態となっている。

次に、薄膜形成装置11cにおける動作について、薄膜形成装置11cにおいて、セクタ34cが平行平板型電極41cRを最初に選択して基板300に薄膜を形成する場合について説明する。

まず、セクタ34cは、平行平板型電極41cRを選択し、マッチングボックス37cと平行平板型電極41cRが接続された状態となっている。この状態で、ガスボックス130cの原料ガス136cは、原料ガス供給バルブ21cが開くことによって、成膜室16cに供給され、圧力調整バルブ150cによって、成膜室16c内の圧力が調整され、高周波電源31cの電力がマッチングボックス37cを介して平行平板型電極41cRに供給される。平行平板電極41cRに供給された電力により原料ガス136cはプラズマ状態となり、このプラズマの中で励起、分解され、これを基板300上に膜形成反応させることにより、基板300上にn+型アモルファスSi膜が形成される。

このような薄膜形成処理により不要となったガスは、真空ポンプ(160)160cを経て排気される。

続いて、セクタ34cは、平行平板型電極41cLを選択し、マッチングボックス37cと平行平板型電極41cLが接続された状態となる。ここで、平行平板型電極41cRと同様に、原料ガス136cが励起、分解され、基板300上にn+型アモルファスSi膜が形成される。

なお、ここでは、平行平板型電極41cR、41cLの順に薄膜形成処理が施されたが、この順番は特に限定されることはなく任意である。

上述した薄膜形成処理においては、各薄膜形成装置11a、10b、11cに供給する原料ガス136(136a、136b、136c)の種類を変えることで、SiN膜、i型アモルファスSi膜、n+型アモルファスSi膜を積み分けることができる。このように半導体薄膜を積層形成することで、TFT用薄膜が形成される。

このように基板300にSiN膜、i型アモルファスSi膜、n+型半導体薄膜が形成された後に、薄膜形成装置11cと冷却室107cとの間に設けられたゲートバルブ110が開き、図示しない搬送装置が基板300を薄膜形成装置11cの基板搬出部から冷却室107cに搬送し、基板300は冷却室107c内に配置される。

この際に、薄膜形成装置11c内において、各平行平板電極で薄膜形成処理が施された基板300が、異なる平行平板電極に搬送されることはない。例えば、平行平板電極41cRで薄膜形成処理が施された後に、平行平板電極41cLに搬送されることはない。

冷却装置107cに配置された基板300は、冷却され、所定の温度になったところで、基板300は図示しない搬送装置によって図示しないアンロードロック室に搬送され、アンロードロック室で基板300は真空雰囲気から大気雰囲気に移行される。

上述したように、この薄膜形成システム2bにおいては、薄膜形成装置11a、11cにおいて、セクタ34a、34cが選択した平行平板型電極において薄膜形成処理が行われ、更に順次平行平板電極を選択して薄膜形成処理が行われるので、平行平板型電極41aR、41aLに電力を供給する高周波電源が1つ不要となり、電力供給系を簡略化することができ、薄膜形成装置のコストを低減さ

せることができ、即ち、薄膜形成システム 2 a よりも更に薄膜形成システム全体のコストを低減させることができる。

また、前述の実施形態 6 と同様に、薄膜形成装置 1 0 b の薄膜形成処理時間に応じて、薄膜形成装置 1 1 a、1 1 c の稼動状態が調整されて、セレクタ 3 4 a、3 4 c が選択した平行平板電極にて薄膜形成処理が行われ、更に順次薄膜形成処理が行われるので、薄膜形成システム 2 b の全体としての生産性を低下させることなく、薄膜形成処理を施すことができる。

更に、先と同様に種々の所望の T F T 用薄膜を形成するための薄膜形成処理時間、薄膜形成処理条件等を考慮し、これらに相当した好適な電力容量を備えた電力供給系及び好適な排気速度を備えた排気系を採用することで、薄膜形成装置のコストを低減させることができ、即ち、薄膜形成システム全体のコストを低減させることができる。

また、基板 3 0 0 は、薄膜形成装置 1 1 a、1 0 b、1 1 c の基板搬入部に搬入され、薄膜形成処理が施された後に、この基板搬入部とは異なる基板搬出部から搬出されるので、往復搬送されることがなく、薄膜形成処理が施された基板を効率的に搬送することができる。

#### (実施形態 8)

図 9 は、本発明の第 8 の実施形態の薄膜形成システムを示す図であって、T F T 用薄膜を形成する薄膜形成装置の構成を示す構成図である。図 9 において、薄膜形成装置 1 2 (1 2 a、1 2 c) を除いた他の構成要素は、図 7 の薄膜形成システム 2 a と同一の構成となっており、この構成要素には同一符号を付している。なお、本実施形態で薄膜形成処理が施される基板 3 0 0 は、図 9 の紙面に対して垂直方向に配置されている。

図 9 に示すように、薄膜形成システム 2 c は、図 7 の薄膜形成装置 1 0 a、1 0 c に代わって、S i N 膜を形成する薄膜形成装置 (調整装置) 1 2 a と、n + 型アモルファス S i 膜を形成する薄膜形成装置 (調整装置) 1 2 c とを備えている。

ここで、薄膜形成装置 1 2 (1 2 a、1 2 c) は、電力供給系 8 1 a c を除いて、図 7 の薄膜形成装置 1 0 (1 0 a、1 0 c) と同一の構成となっており、こ

の構成要素には同一符号を付している。

電力供給系 81 a c は、薄膜形成装置 12 (12 a、12 c) に対して共通の電力供給系として設けられたものであり、高周波電源 31 a c と、マッチングボックス 37 a c と、セクタ 34 a c と、平行平板電極 41 a、41 c (41 a L、41 a R、41 c L、41 c R) とによって構成されており、セクタ 34 a c はこれらの平行平板電極のうちいずれかを選択し、高周波電源 31 a c の電力をセクタ 34 a c が選択した平行平板電極に供給するようになっている。

また、本実施形態の薄膜形成システム 2 c は、TFT用薄膜となる SiN 膜、i 型アモルファス Si 膜及び n+型アモルファス Si 膜のうち最も薄膜形成処理時間が長い i 型アモルファス Si 膜を形成する薄膜形成装置 10 b に応じて、SiN 膜及び n+型アモルファス Si 膜を形成する薄膜形成装置 12 a、12 c の稼動状態が調整されるようになっている。詳細の説明は、実施形態 6 に記載した通りである。

このように構成された薄膜形成システム 2 c において、図示しない搬送装置(搬送系)が大気雰囲気中で 2 枚の基板 300 をロードロック装置 102 L に搬送し、基板 300 は、ロードロック装置 102 L において、大気雰囲気から真空雰囲気に移行される。

その後、ロードロック装置 102 L と加熱装置 102 h との間に設けられたゲートバルブ 110 が開き、図示しない搬送装置が基板 300 をロードロック装置 102 L から加熱装置 102 h に搬送し、基板 300 は加熱装置 102 h 内に配置される。

加熱装置 102 h 内に配置された基板 300 は、加熱装置 102 h によって所定の成膜温度にまで加熱される。

続いて、加熱装置 102 h と薄膜形成装置 12 a との間に設けられたゲートバルブ 110 が開き、図示しない搬送装置が基板 300 を加熱装置 102 h から薄膜形成装置 12 a の基板搬入部に搬送し、基板 300 は成膜室 16 a 内の平行平板型電極 41 a L、41 a R 毎に配置される。

成膜室 16 a は、真空ポンプ 160 a によって真空状態に維持されており、基板 300 の薄膜形成処理の準備状態となっている。

次に、薄膜形成装置 1 2 a における動作について、薄膜形成装置 1 2 a において、セレクトア 3 4 a c が平行平板型電極 4 1 a R を最初に選択して基板 3 0 0 に薄膜を形成する場合について説明する。

まず、セレクトア 3 4 a c は、平行平板型電極 4 1 a R を選択し、マッチングボックス 3 7 a c と平行平板型電極 4 1 a R が接続された状態となっている。この状態で、ガスボックス 1 3 0 a の原料ガス 1 3 6 a は、原料ガス供給バルブ 2 1 a が開くことによって、成膜室 1 6 a に供給され、圧力調整バルブ 1 5 0 a によって、成膜室 1 6 a 内の圧力が調整され、高周波電源 3 1 a c の電力がマッチングボックス 3 7 a c を介して平行平板型電極 4 1 a R に供給される。平行平板電極 4 1 a R に供給された電力により原料ガス 1 3 6 a はプラズマ状態となり、このプラズマの中で励起、分解され、これを基板 3 0 0 上に膜形成反応させることにより、基板 3 0 0 上に S i N 膜が形成される。

このような薄膜形成処理により不要となったガスは、真空ポンプ (1 6 0) 1 6 0 a を経て排気される。

続いて、セレクトア 3 4 a c は、平行平板型電極 4 1 a L を選択し、マッチングボックス 3 7 a c と平行平板型電極 4 1 a L が接続された状態となる。ここで、平行平板型電極 4 1 a R と同様に、原料ガス 1 3 6 a が励起、分解され、基板 3 0 0 上に S i N 膜が形成される。

なお、ここでは、平行平板型電極 4 1 a R、4 1 a L の順に薄膜形成処理が施されたが、この順番は特に限定されることはなく任意である。

続いて、薄膜形成装置 1 2 a と薄膜形成装置 1 0 b との間に設けられたゲートバルブ 1 1 0 が開き、図示しない搬送装置が基板 3 0 0 を薄膜形成装置 1 2 a の基板搬出部から薄膜形成装置 1 0 b の基板搬入部に搬送し、基板 3 0 0 は成膜室 1 6 b 内の平行平板型電極 4 1 b L、4 1 b R 毎に配置される。

この際に、薄膜形成装置 1 2 a 内において、各平行平板電極で薄膜形成処理が施された基板 3 0 0 が、異なる平行平板電極に搬送されることはない。例えば、平行平板電極 4 1 a R で薄膜形成処理が施された後に、平行平板電極 4 1 a L に搬送されることはない。

薄膜形成装置 1 0 b は、真空ポンプ 1 6 0 b によって真空状態に維持されてお

り、基板300の薄膜形成処理の準備状態となっている。

ここで、ガスボックス130bの原料ガス136bは、原料ガス供給バルブ21bが開くことによって、成膜室16bに供給され、圧力調整バルブ150bによって、成膜室16b内の圧力が調整され、また、高周波電源31bL、31bRの電力がマッチングボックス37bL、37bRを介して平行平板型電極41bL、41bRに同時供給される。平行平板電極41bL、41bRに供給された電力により原料ガス136bがプラズマ状態となり、このプラズマの中で励起、分解し、これが薄膜形成装置10bに配置された基板300上で膜形成反応を起こすことにより、2枚の基板300上にi型アモルファスSi膜が同時に形成される。このような薄膜形成処理により不要となったガスは、真空ポンプ160bを経て排気される。

なお、このようなi型アモルファスSi膜の薄膜形成処理は、薄膜形成システム2cにおけるTFT用薄膜生産の律速段階となる。

更に、薄膜形成装置10bと薄膜形成装置12cとの間に設けられたゲートバルブ110が開き、図示しない搬送装置が基板300を薄膜形成装置10bの基板搬出部から薄膜形成装置12cの基板搬入部に搬送し、基板300は成膜室16c内の平行平板型電極41cL、41cR毎に配置される。

この際に、薄膜形成装置10b内において、各平行平板電極で薄膜形成処理が施された基板300が、異なる平行平板電極に搬送されることはない。例えば、平行平板電極41bRで薄膜形成処理が施された後に、平行平板電極41bLに搬送されることはない。

薄膜形成装置12cは、真空ポンプ160cによって真空状態に維持されており、基板300の薄膜形成処理の準備状態となっている。

次に、薄膜形成装置12cにおける動作について、薄膜形成装置12cにおいて、セクタ34acが平行平板型電極41cRを最初に選択して基板300に薄膜を形成する場合について説明する。

まず、セクタ34acは、平行平板型電極41cRを選択し、マッチングボックス37acと平行平板型電極41cRが接続された状態となっている。この状態で、ガスボックス130cの原料ガス136cは、原料ガス供給バルブ21

## 61

cが開くことによって、成膜室16cに供給され、圧力調整バルブ150cによって、成膜室16c内の圧力が調整され、高周波電源31acの電力がマッチングボックス37acを介して平行平板型電極41cRに供給される。平行平板電極41cRに供給された電力により原料ガス136cはプラズマ状態となり、このプラズマの中で励起、分解され、これを基板300上に膜形成反応させることにより、基板300上にn+型アモルファスSi膜が形成される。

このような薄膜形成処理により不要となったガスは、真空ポンプ(160)160cを経て排気される。

続いて、セレクトア34acは、平行平板型電極41cLを選択し、マッチングボックス37acと平行平板型電極41cLが接続された状態となる。ここで、平行平板型電極41cRと同様に、原料ガス136cが励起、分解され、基板300上にn+型アモルファスSi膜が形成される。

なお、ここでは、平行平板型電極41cR、41cLの順に薄膜形成処理が施されたが、この順番は特に限定されることはなく任意である。

上述した薄膜形成処理においては、各薄膜形成装置12a、10b、12cに供給する原料ガス136(136a、136b、136c)の種類を変えることで、SiN膜、i型アモルファスSi膜、n+型アモルファスSi膜を積み分けることができる。このように半導体薄膜を積層形成することで、TFT用薄膜が形成される。

このように基板300にSiN膜、i型アモルファスSi膜、n+型半導体薄膜が形成された後に、薄膜形成装置12cと冷却室107cとの間に設けられたゲートバルブ110が開き、図示しない搬送装置が基板300を薄膜形成装置12cの基板搬出部から冷却室107cに搬送し、基板300は冷却室107c内に配置される。

この際に、薄膜形成装置12c内において、各平行平板電極で薄膜形成処理が施された基板300が、異なる平行平板電極に搬送されることはない。例えば、平行平板電極41cRで薄膜形成処理が施された後に、平行平板電極41cLに搬送されることはない。

冷却装置107cに配置された基板300は、冷却され、所定の温度になった

ところで、基板 300 は図示しない搬送装置によってアンロードロック室に搬送され、アンロードロック室で基板 300 は真空雰囲気から大気雰囲気に移行される。

上述したように、この薄膜形成システム 2c においては、薄膜形成装置 12a、12c において、セクタ 34ac が選択した平行平板型電極が属する薄膜形成装置において薄膜形成処理が行われ、更に順次平行平板電極を選択して薄膜形成処理が行われるので、平行平板型電極 41aR、41aL、41cR、41cL に電力を供給する高周波電源が一つ不要となり、電力供給系を簡略化することができ、薄膜形成装置のコストを低減させることができ、即ち、薄膜形成システム 2b よりも更に薄膜形成システム全体のコストを低減させることができる。

また、前述の実施形態 6、7 と同様に、薄膜形成装置 10b の薄膜形成処理時間に応じて、薄膜形成装置 12a、12c の稼動状態が調整されて、セクタ 34ac が選択した平行平板電極にて薄膜形成処理が行われ、更に順次薄膜形成処理が行われるので、薄膜形成システム 2c の全体としての生産性を低下させることなく、薄膜形成処理を施すことができる。

更に、先と同様に種々の所望の TFT 用薄膜を形成するための薄膜形成処理時間、薄膜形成処理条件等を考慮し、これらに相当した好適な電力容量を備えた電力供給系及び好適な排気速度を備えた排気系を採用することで、薄膜形成装置のコストを低減させることができ、即ち、薄膜形成システム全体のコストを低減させることができる。

また、基板 300 は、薄膜形成装置 12a、10b、12c の基板搬入部に搬入され、薄膜形成処理が施された後に、この基板搬入部とは異なる基板搬出部から搬出されるので、往復搬送されることがなく、薄膜形成処理が施された基板を効率的に搬送することができる。

#### 産業上の利用の可能性

以上説明したように、本発明によれば、原料ガス消費の少量化に伴う真空ポンプの小型化を達成することができ、また、電力供給系を簡略化することができ、薄膜形成装置のコストを低減させることができ、即ち、薄膜形成システム全体の

コストを低減させることができる効果が得られる。

また、防着板によって、一つの薄膜形成領域から他の薄膜形成領域への原料ガスの拡散を抑制することができ、他の薄膜形成領域における基板への薄膜形成を防止することができる効果が得られる。

また、仕切り壁によって、一つの独立空間から他の独立空間への原料ガスの拡散を抑制することができ、更に排気遮断バルブを設けることによって、薄膜形成処理に不要になったガスが他の独立空間に入り込むことを防止することができる効果が得られる。従って、独立空間毎に薄膜形成処理が施された基板においては、太陽電池の特性を悪化させる物質が削減された、所望の薄膜及び所望の界面を得ることができる効果が得られる。

また、排気遮断バルブを選択的に開閉させて、任意の独立空間の原料ガスを排気し、また、真空状態に維持することができる効果が得られる。従って、容易に動作不能の独立空間をメンテナンスすることができる効果が得られる。

また、基板を一つの薄膜形成領域のみに搬入し、薄膜形成後に薄膜形成領域から成膜室外へ搬出する搬送系を備えているので、薄膜が形成された基板を効率的に搬送することができる効果が得られる。また、この搬送系は、基板を搬入部に搬入し、これを薄膜形成処理後に搬出部から搬出するので、薄膜形成処理が施された基板と未処理の基板との相互の入れ替えが行われることがなく、薄膜形成処理が施された基板を効率的に搬送することができる効果が得られる。

また、生産を律速させている薄膜形成装置の薄膜形成処理時間に応じて、他の薄膜形成装置の稼動状態が調整され、薄膜形成処理が行われるので、薄膜形成システムの全体としての生産性を低下させることなく、薄膜形成処理を施すことができる効果が得られる。

更に、種々の所望の薄膜を形成するための好適な電力供給系、排気系を採用することで、薄膜形成装置のコストを低減させることができ、即ち、薄膜形成システム全体のコストを低減させることができる効果が得られる。

また、本発明によって p 型、i 型及び n 型半導体からなる太陽電池用積層体が形成されるので、好適な太陽電池用積層体を形成することができる効果が得られる。

また、本発明によって窒化ケイ素ゲート絶縁膜、i型及びn型半導体からなる薄膜トランジスタが形成されるので、好適な薄膜トランジスタを形成することができる効果が得られる。

## 請求の範囲

1. プラズマCVD（化学気相成長法）により、成膜室内に配置された基板に薄膜を形成する薄膜形成装置であって、

前記成膜室には、プラズマ生成用の電極がそれぞれ配置された複数の薄膜形成領域が設けられており、

前記複数の薄膜形成領域のうち、全電極に同時に電力が供給されることがなくかつ少なくとも一つ以上の電極に電力が供給されている薄膜形成領域を限定する手段を有し、該薄膜形成領域にプラズマ生成用の原料ガスを供給するガス供給系を備えることを特徴とする薄膜形成装置。

2. プラズマCVD（化学気相成長法）により、成膜室内に配置された基板に薄膜を形成する薄膜形成装置であって、

前記成膜室には、プラズマ生成用の電極がそれぞれ配置された複数の薄膜形成領域が設けられており、

前記複数の薄膜形成領域より少ない数で構成され、前記複数の薄膜形成領域にそれぞれ配置された前記電極のうち全電極を除きかつ少なくとも一つ以上の電極に電力を供給するための電力供給系と、

前記電力供給系に対して前記複数の薄膜形成領域のそれぞれの前記電極を選択的に接続する切換装置と、を備えることを特徴とする薄膜形成装置。

3. 請求項2に記載の薄膜形成装置において、

前記複数の薄膜形成領域のうち、前記電極に電力が供給されている薄膜形成領域を限定し、該薄膜形成領域にプラズマ生成用の原料ガスを供給するガス供給系を備えることを特徴とする薄膜形成装置。

4. 請求項2又は請求項3に記載の薄膜形成装置において、

前記電極は、プラズマを生成させるアレイアンテナであることを特徴とする薄膜形成装置。

5. 請求項 1 から請求項 4 のうちのいずれかに記載の薄膜形成装置において、  
前記複数の薄膜形成領域の相互の境界には、薄膜形成処理中の原料ガスが、薄膜形成処理が施されていない薄膜形成領域へ拡散することを抑制する防着板が設けられていることを特徴とする薄膜形成装置。
6. 請求項 1 から請求項 4 のうちのいずれかに記載の薄膜形成装置において、  
前記複数の薄膜形成領域はそれぞれ互いに気密に形成された独立空間であることを特徴とする薄膜形成装置。
7. 請求項 6 に記載の薄膜形成装置において、  
前記成膜室内のガスを排気するための排気手段を有し、  
前記排気手段は、前記複数の薄膜形成領域のうち、少なくとも一つの薄膜形成領域からのガスの排出を遮断するための排気遮断バルブを備えることを特徴とする薄膜形成装置。
8. 請求項 1 から請求項 7 のうちのいずれかに記載の薄膜形成装置において、  
基板を一つの薄膜形成領域のみに搬入し、薄膜形成後に該薄膜形成領域から成膜室外へ搬出する搬送系を備えることを特徴とする薄膜形成装置。
9. 請求項 1 から請求項 8 のうちのいずれかに記載の薄膜形成装置において、  
基板を前記薄膜形成領域に搬入する搬入部と、薄膜形成処理が施された後に該基板を搬出するための、該搬入部とは異なる搬出部とを有することを特徴とする薄膜形成装置。
10. 成膜室内の複数の薄膜形成領域にそれぞれ配置された基板にプラズマ CVD（化学気相成長法）で薄膜を形成する薄膜形成方法であって、  
電力供給系に対して複数の薄膜形成領域のそれぞれに配置された電極を選択的に接続する切換装置が、前記複数の薄膜形成領域のそれぞれに配置された前記電

極のうち全電極を除きかつ少なくとも一つ以上の電極を選択して接続し、

前記電力供給系の電力を前記切換装置が選択した電極に供給し、前記基板に薄膜を形成することを特徴とする薄膜形成方法。

1 1. 請求項 1 0 記載の薄膜形成方法において、

前記複数の薄膜形成領域のうち、前記電極に電力が供給されている薄膜形成領域を限定し、該薄膜形成領域にプラズマ生成用の原料ガスを供給し、該原料ガスが供給された薄膜形成領域にて前記基板に薄膜を形成することを特徴とする薄膜形成方法。

1 2. 請求項 1 0 又は請求項 1 1 記載の薄膜形成方法において、

搬入部から搬入された基板は、薄膜形成処理が施された後に該搬入部とは異なる搬出部から搬出されることを特徴とする薄膜形成方法。

1 3. 複数の基板を複数の薄膜形成装置に経由させて複数の薄膜を積層形成する薄膜形成システムにおいて、

前記複数の薄膜形成装置は、薄膜形成処理時間が最も長い基準装置と、該基準装置以外の調整装置とによって構成され、該調整装置は請求項 1 から請求項 8 のうちのいずれかに記載の薄膜形成装置であることを特徴とする薄膜形成システム。

1 4. 請求項 1 3 に記載の薄膜形成システムにおいて、

前記調整装置の稼動状態は、前記基準装置の薄膜形成処理時間に応じて調整されていることを特徴とする薄膜形成システム。

1 5. 請求項 1 3 又は請求項 1 4 に記載の薄膜形成システムにおいて、

基板が搬送される方向に従って前記調整装置、前記基準装置及び前記調整装置が一連に配置され、

前記調整装置によって p 型半導体薄膜を形成し、前記基準装置によって i 型半導体薄膜を形成し、後の前記調整装置によって n 型半導体薄膜を形成することで、p 型、i 型及び n 型半導体からなる太陽電池用積層体を形成することを特徴とす

る薄膜形成システム。

16. 請求項13又は請求項14に記載の薄膜形成システムにおいて、  
基板が搬送される方向に従って前記調整装置、前記基準装置及び前記調整装置  
が一連に配置され、  
前記調整装置によって窒化ケイ素薄膜を形成し、  
前記基準装置によってi型半導体薄膜を形成し、  
後の前記調整装置によってn型半導体薄膜を形成することで、  
窒化ケイ素ゲート絶縁膜、i型及びn型半導体からなる薄膜トランジスタを形  
成することを特徴とする薄膜形成システム。

FIG. 1

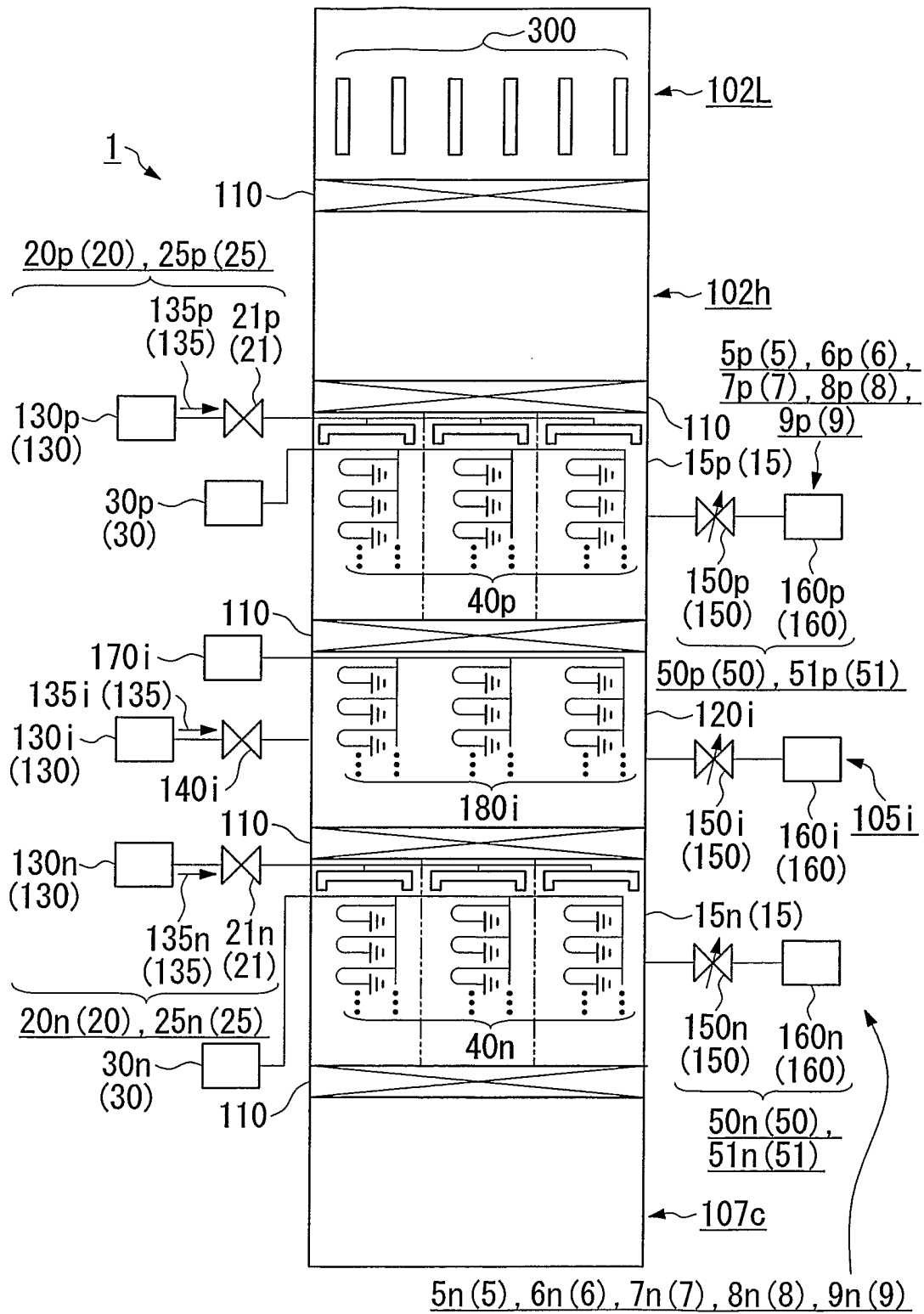


FIG. 2

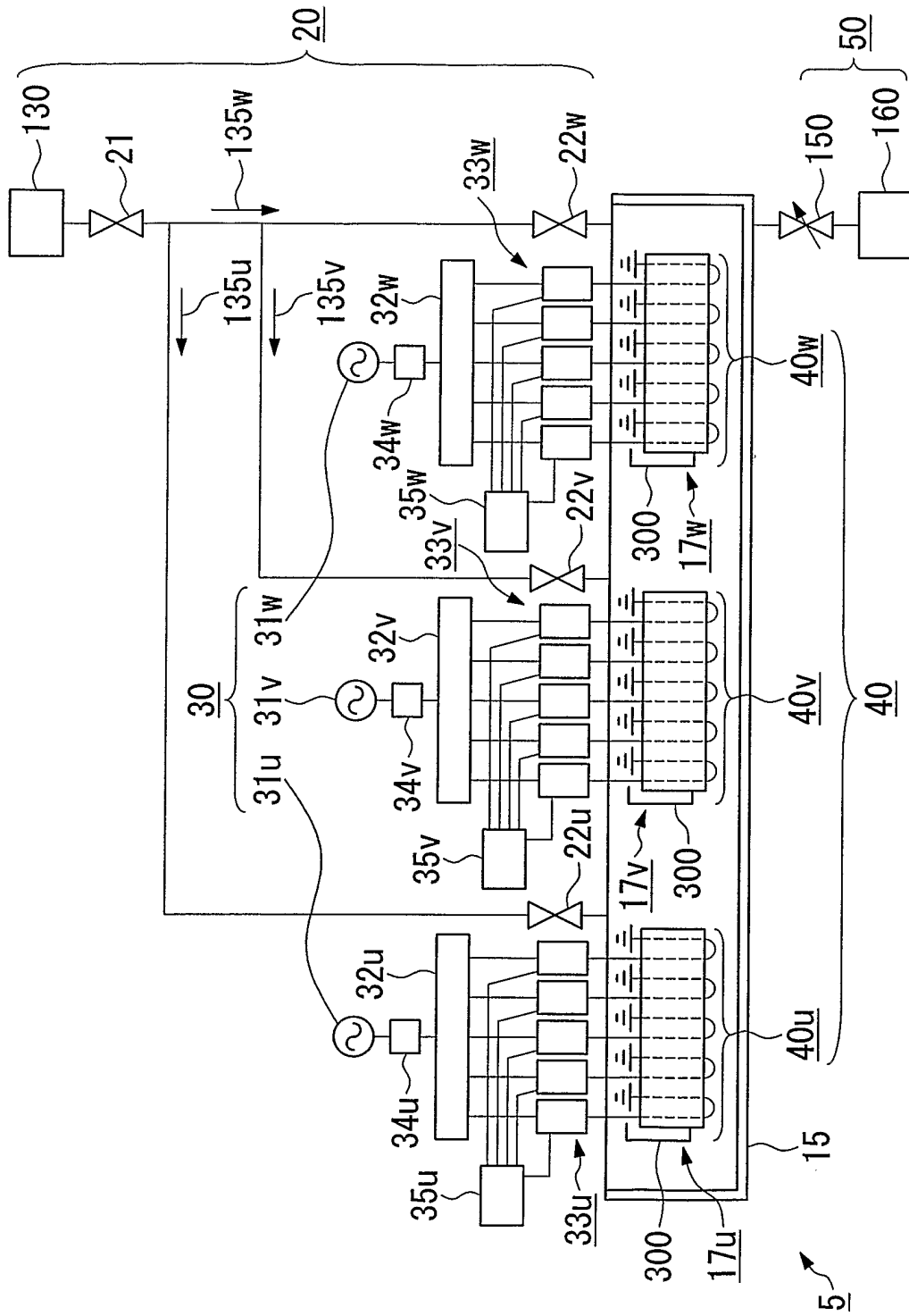




FIG. 4

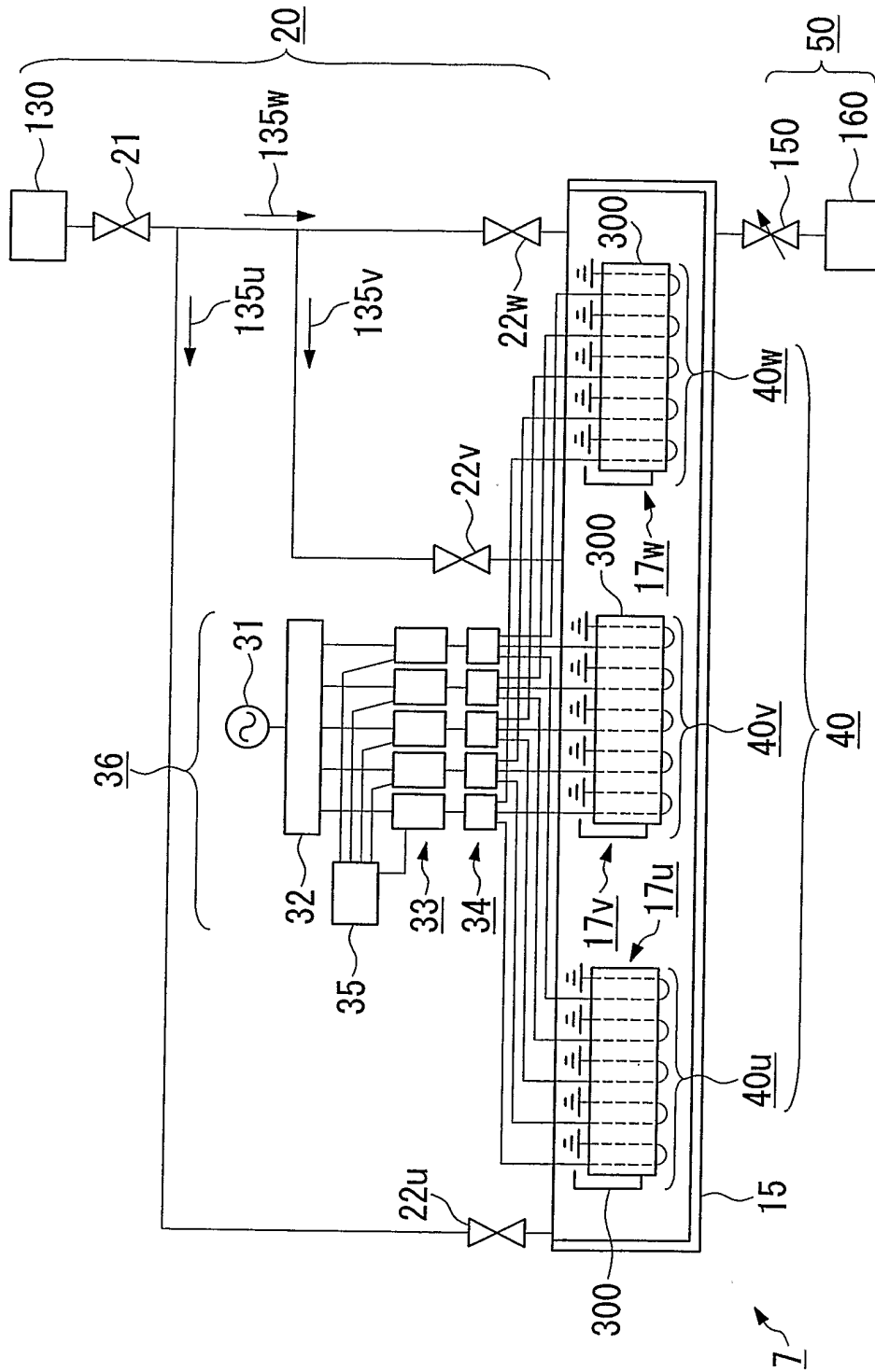


FIG. 5

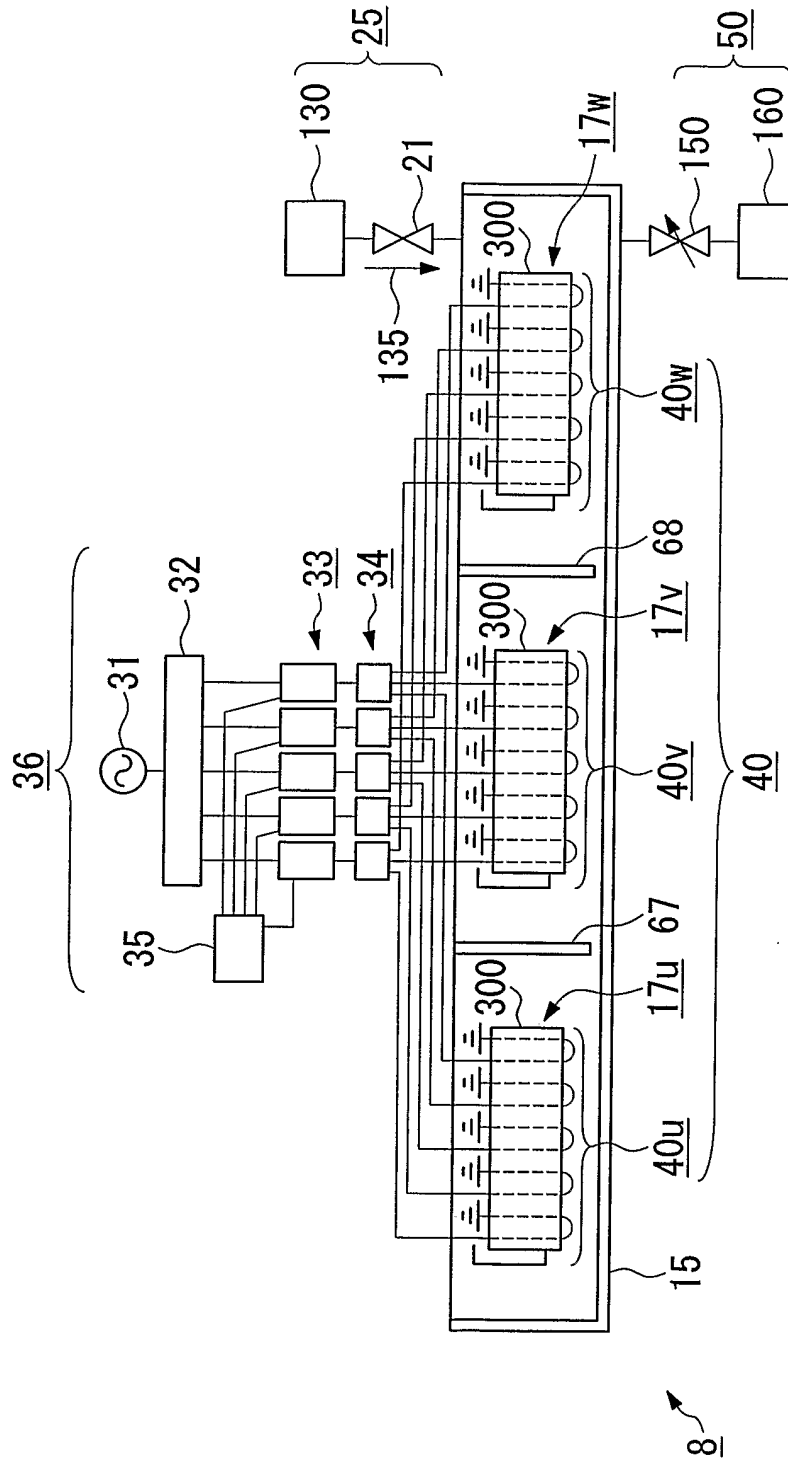


FIG. 6

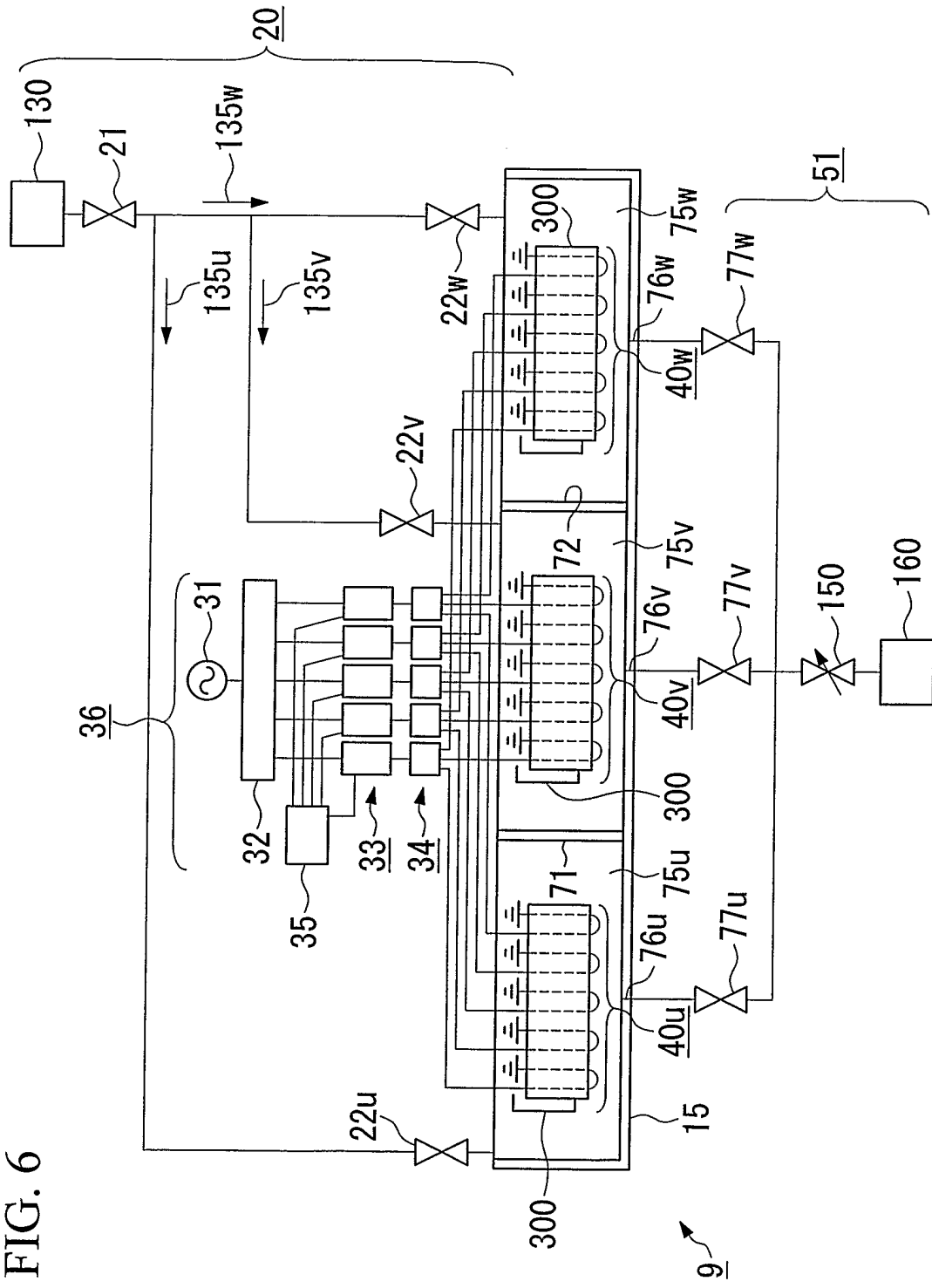


FIG. 7

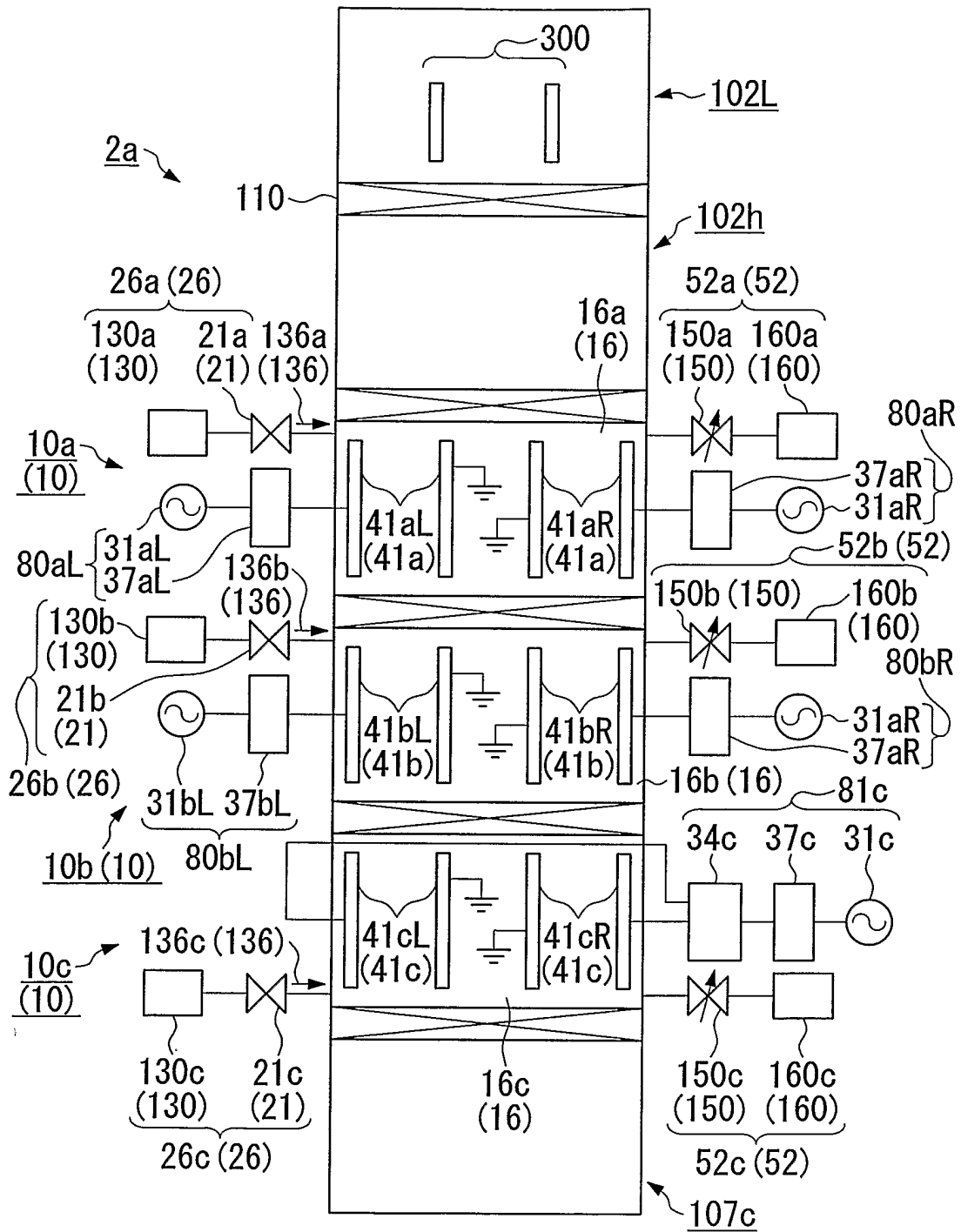


FIG. 8

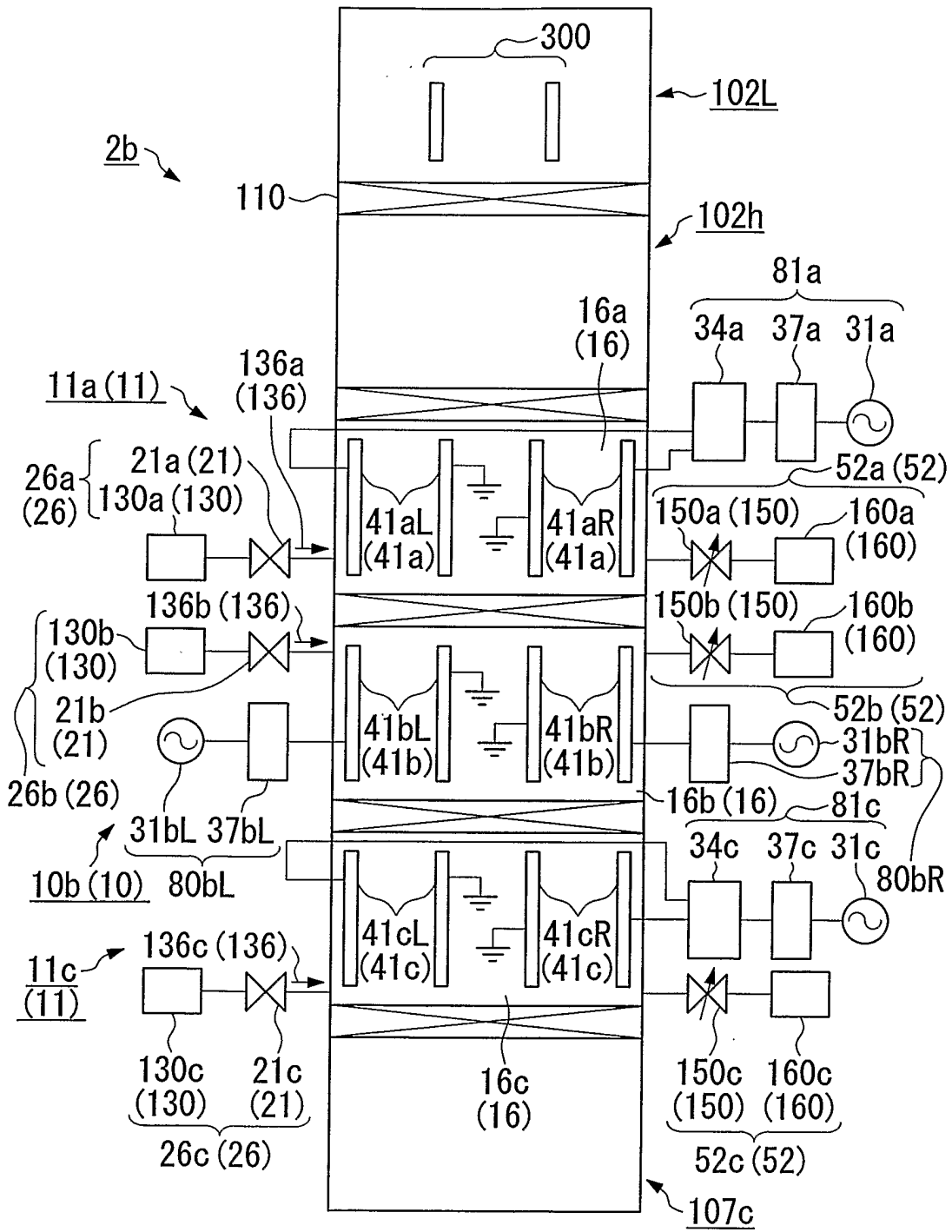


FIG. 9

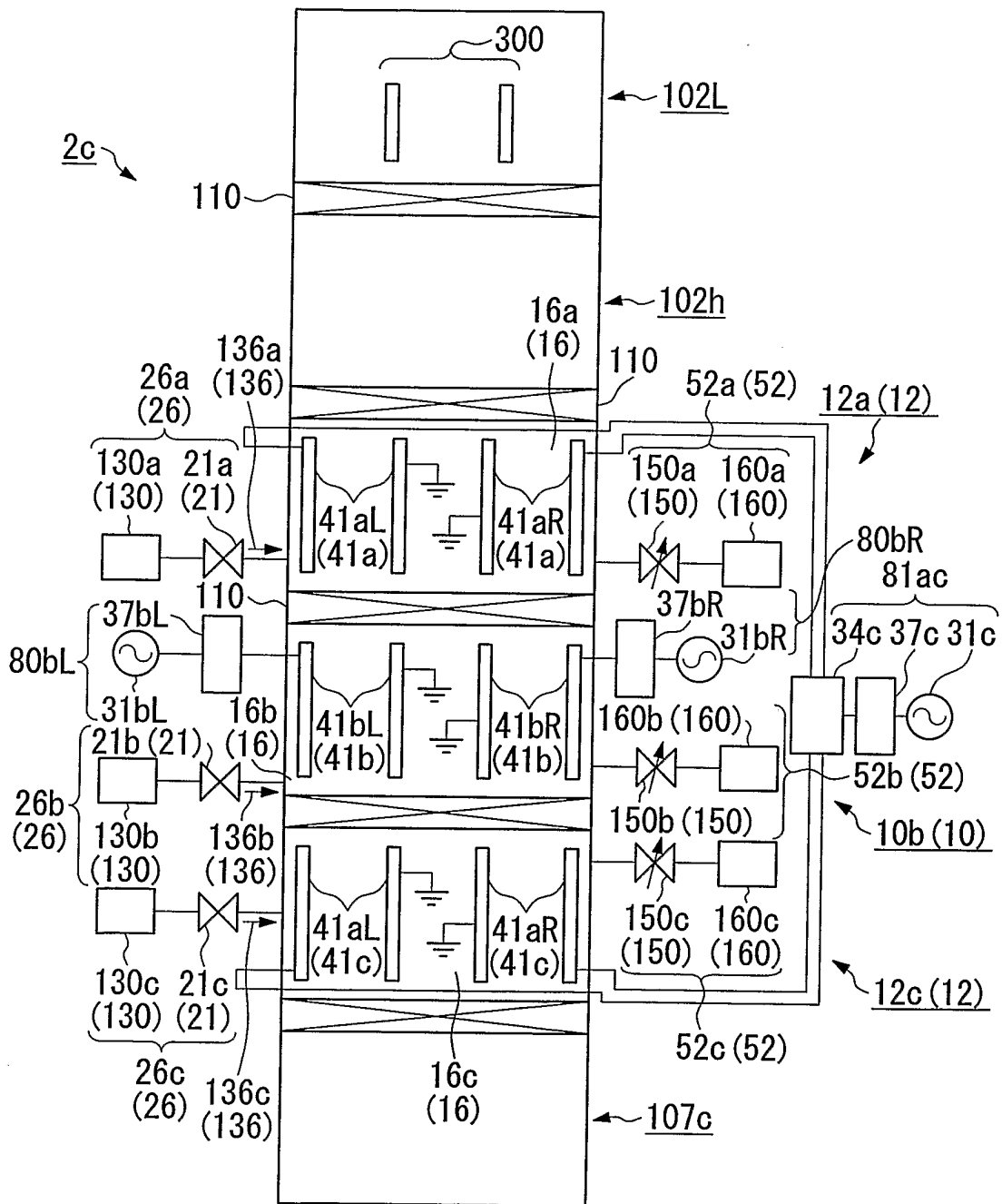
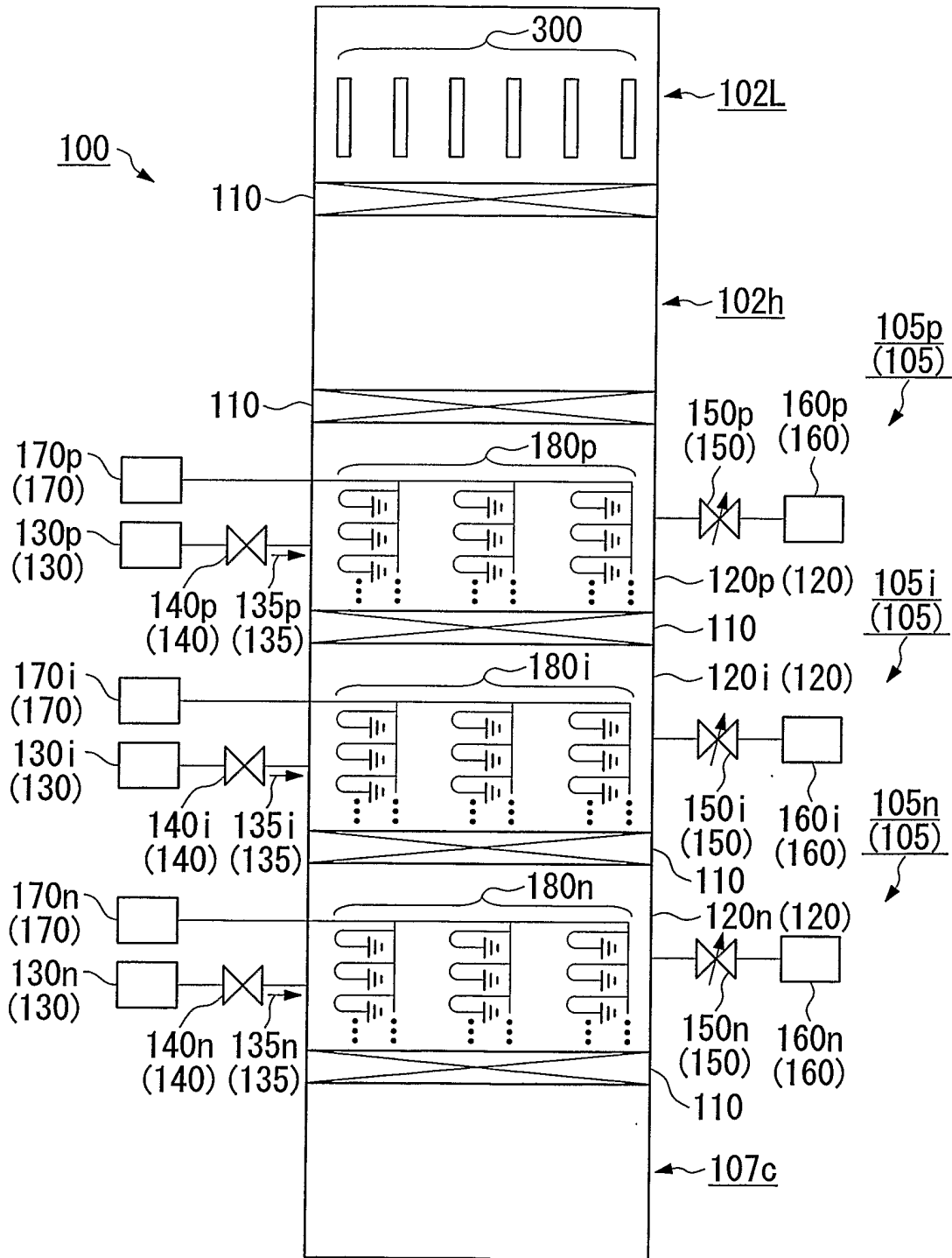


FIG. 10



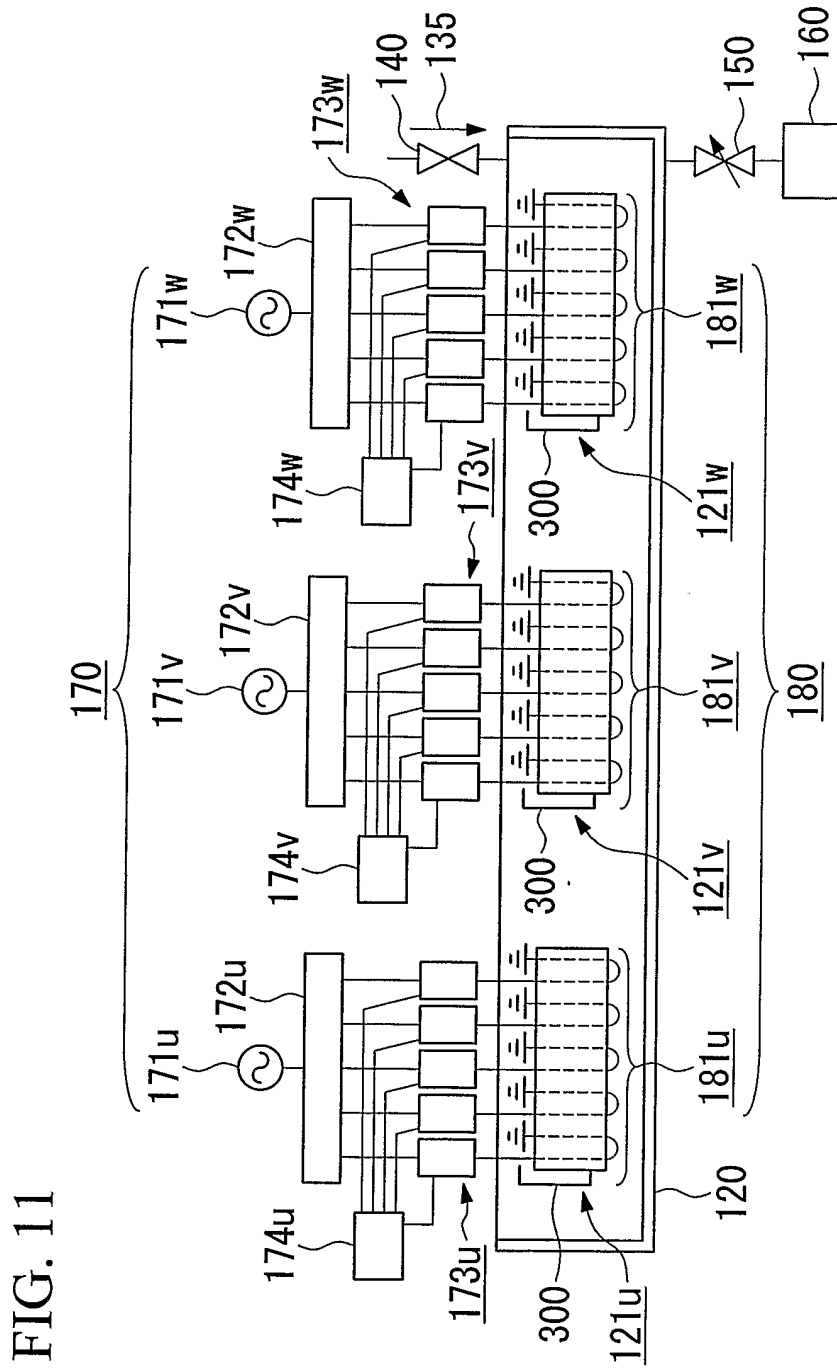
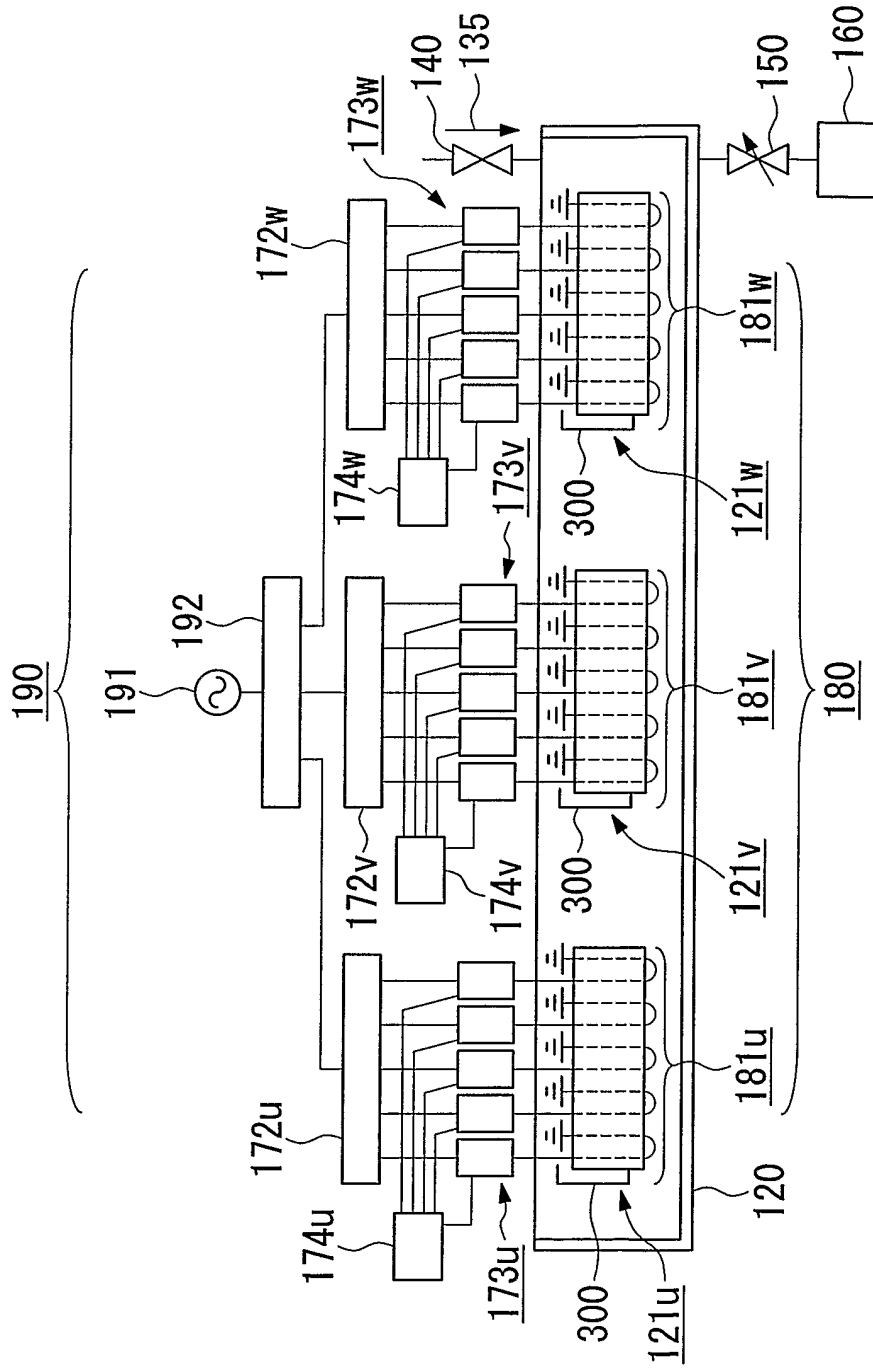


FIG. 11

FIG. 12



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP03/13205

<p><b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/205, C23C16/50, H01L31/04, H05H1/46</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>													
<p><b>B. FIELDS SEARCHED</b></p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/205, C23C16/50, H01L31/04, H05H1/46</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <table border="0"> <tr> <td>Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1922-1996</td> <td>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1994-2004</td> </tr> <tr> <td>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1971-2004</td> <td>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</td> <td>1996-2004</td> </tr> </table> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>		Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004	Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004				
Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004										
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004										
<p><b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>JP 2-111881 A (MC Electronics Kabushiki Kaisha), 24 April, 1990 (24.04.90), Page 4, upper left column, lines 7 to 10; Fig. 2 (Family: none)</td> <td>1-3, 7, 9-12</td> </tr> <tr> <td>X Y</td> <td>WO 02/058121 A1 (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 25 July, 2002 (25.07.02), Full text &amp; JP 2002-217119 A</td> <td>1-5, 7, 9-12 <u>6, 8, 13-14</u></td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>JP 63-115326 A (Shimadzu Corp.), 19 May, 1988 (19.05.88), Fig. 1 (Family: none)</td> <td>6, 8</td> </tr> </tbody> </table>		Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	JP 2-111881 A (MC Electronics Kabushiki Kaisha), 24 April, 1990 (24.04.90), Page 4, upper left column, lines 7 to 10; Fig. 2 (Family: none)	1-3, 7, 9-12	X Y	WO 02/058121 A1 (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 25 July, 2002 (25.07.02), Full text & JP 2002-217119 A	1-5, 7, 9-12 <u>6, 8, 13-14</u>	X	JP 63-115326 A (Shimadzu Corp.), 19 May, 1988 (19.05.88), Fig. 1 (Family: none)	6, 8
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.											
X	JP 2-111881 A (MC Electronics Kabushiki Kaisha), 24 April, 1990 (24.04.90), Page 4, upper left column, lines 7 to 10; Fig. 2 (Family: none)	1-3, 7, 9-12											
X Y	WO 02/058121 A1 (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 25 July, 2002 (25.07.02), Full text & JP 2002-217119 A	1-5, 7, 9-12 <u>6, 8, 13-14</u>											
X	JP 63-115326 A (Shimadzu Corp.), 19 May, 1988 (19.05.88), Fig. 1 (Family: none)	6, 8											
<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.      <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>													
<table border="0"> <tr> <td>* Special categories of cited documents:</td> <td>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</td> </tr> <tr> <td>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</td> </tr> <tr> <td>"E" earlier document but published on or after the international filing date</td> <td>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</td> </tr> <tr> <td>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</td> <td>"&amp;" document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table>		* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art	"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family	"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention												
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone												
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art												
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family												
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means													
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed													
<p>Date of the actual completion of the international search 08 January, 2004 (08.01.04)</p>	<p>Date of mailing of the international search report 27 January, 2004 (27.01.04)</p>												
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office</p>	<p>Authorized officer</p>												
<p>Facsimile No.</p>	<p>Telephone No.</p>												

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/13205

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 04-263453 A (Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.), 18 September, 1992 (18.09.92), Par. No. [0021] (Family: none)	6, 8, 13-14
Y	JP 6-267806 A (Hitachi, Ltd.), 22 September, 1994 (22.09.94), Full text (Family: none)	6, 8, 13-14
A	JP 10-209059 A (Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.), 07 August, 1998 (07.08.98), Full text (Family: none)	15-16
A	JP 2002-280589 A (Kaneka Corp.), 27 September, 2002 (27.09.02), Full text (Family: none)	15-16

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L21/205、C23C16/50、H01L31/04、H05H1/46

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L21/205、C23C16/50、H01L31/04、H05H1/46

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2-111881 A (エム・シー・エレクトロニクス株式会社) 1990. 04. 24、第4頁左上欄第7-10行、第2図 (ファミリーなし)	1-3、7、 9-12
X Y	WO 02/058121 A1 (石川島播磨重工業株式会社) 2002. 07. 25、全文 & JP 2002-217119 A	1-5、7、 9-12 <u>6、8、13</u> <u>-14</u>
X	JP 63-115326 A (株式会社島津製作所) 1988.	6. 8

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08. 01. 2004

国際調査報告の発送日

27. 1. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

加藤 浩一 印

4E 8617

電話番号 03-3581-1101 内線 3469

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	05. 19、第1図 (ファミリーなし)	
Y	JP 04-263453 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 1992. 09. 18、【0021】 (ファミリーなし)	6. 8. 13 -14
Y	JP 6-267806 A (株式会社日立製作所) 1994. 09. 22、全文 (ファミリーなし)	6. 8. 13 -14
A	JP 10-209059 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 1998. 08. 07、全文 (ファミリーなし)	15-16
A	JP 2002-280589 A (鐘淵化学工業株式会社) 2002. 09. 27、全文 (ファミリーなし)	15-16