

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6814560号
(P6814560)

(45) 発行日 令和3年1月20日(2021.1.20)

(24) 登録日 令和2年12月23日(2020.12.23)

(51) Int. Cl.		F I			
HO 1 L	21/677	(2006.01)	HO 1 L	21/68	A
HO 1 L	21/304	(2006.01)	HO 1 L	21/304	6 4 3 A
			HO 1 L	21/304	6 4 8 G

請求項の数 6 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2016-132959 (P2016-132959)
 (22) 出願日 平成28年7月5日(2016.7.5)
 (65) 公開番号 特開2018-6614 (P2018-6614A)
 (43) 公開日 平成30年1月11日(2018.1.11)
 審査請求日 令和1年6月24日(2019.6.24)

(73) 特許権者 000207551
 株式会社 S C R E E Nホールディングス
 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る四丁目天神北町1番地の1
 (74) 代理人 100088672
 弁理士 吉竹 英俊
 (74) 代理人 100088845
 弁理士 有田 貴弘
 (72) 発明者 石田 征寛
 京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1-1 株式会社 S C R E E Nセミコンダクターソリューションズ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

表面に開口する吸引口を備え、前記吸引口内が減圧されることによって前記表面に載せられた基板を吸引して保持可能な保持部材と、

前記吸引口に連通し、前記吸引口内を減圧可能であるとともに、減圧した前記吸引口内の圧力を回復可能な減圧機構と、

前記保持部材に保持された基板に対して定められた処理を行う処理部と、

前記処理部を制御する処理制御部と、

前記保持部材に載せられている第1基板を取り外し、直後に別の第2基板を前記保持部材に載せることによって基板の交換を行うことができる搬送ロボットと、

前記搬送ロボットを制御するとともに、前記搬送ロボットに基板の前記交換をさせる際に、前記保持部材の前記吸引口内を減圧する減圧動作を前記減圧機構に開始させる搬送制御部と、

を備え、

前記搬送制御部が前記減圧機構に前記減圧動作を開始させた後、前記減圧機構が前記減圧動作を継続して行うように、前記処理制御部が、前記搬送制御部に代って前記減圧機構の前記減圧動作を制御する、基板処理装置。

【請求項2】

請求項1に記載の基板処理装置であって、

前記減圧機構が前記減圧動作を行うように前記搬送制御部が前記減圧機構を制御する期

間の一部と、前記減圧機構が前記減圧動作を行うように前記処理制御部が前記減圧機構を制御する期間の一部とが互いに重なっている、基板処理装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の基板処理装置であって、

前記減圧機構が前記減圧動作を行うように前記搬送制御部が前記減圧機構を制御する期間は、前記減圧機構が前記減圧動作を行うように前記処理制御部が前記減圧機構を制御する期間よりも短い、基板処理装置。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 の何れか 1 つの請求項に記載の基板処理装置であって、

前記搬送ロボットが前記保持部材から前記第 1 基板を取り外して前記保持部材の前記表面から定められた高さまで前記第 1 基板を移動した直後に、前記搬送制御部が前記減圧機構に前記減圧動作を開始させる、基板処理装置。

10

【請求項 5】

表面に開口する吸引口を備え、前記吸引口内が減圧されることによって前記表面に載せられた基板を吸引して保持可能な保持部材と、

前記吸引口に連通し、前記吸引口内を減圧可能であるとともに、減圧した前記吸引口内の圧力を回復可能な減圧機構と、

前記保持部材に保持された基板に対して定められた処理を行う処理部と、

前記処理部を制御する処理制御部と、

前記保持部材に載せられている第 1 基板を取り外し、直後に別の第 2 基板を前記保持部材に載せることによって基板の交換を行うことができる搬送ロボットと、

20

前記搬送ロボットを制御するとともに、前記搬送ロボットに基板の前記交換をさせる際に、前記保持部材の前記吸引口内を減圧する減圧動作を前記減圧機構に開始させる搬送制御部と、

を備え、

前記搬送ロボットが前記保持部材から前記第 1 基板を取り外して前記保持部材の前記表面から定められた高さまで前記第 1 基板を移動した直後に、前記搬送制御部が前記減圧機構に前記減圧動作を開始させる、基板処理装置。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 の何れか 1 つの請求項に記載の基板処理装置であって、

前記搬送ロボットが前記保持部材から前記第 1 基板を取り外した後、前記第 2 基板を前記保持部材に載せる前に、前記搬送制御部が、前記減圧機構に前記減圧動作を開始させる、基板処理装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、半導体ウェハ、液晶表示装置用ガラス基板、プラズマディスプレイ用ガラス基板、光ディスク用基板、磁気ディスク用基板、光磁気ディスク用基板、フォトリソ用ガラス基板、太陽電池用基板、等（以下、単に「基板」という）に、処理を施す基板処理装置に関する。

40

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、その内部において基板を搬送するためのトランスファモジュール（基板搬送室）と、トランスファモジュールに接続されたプロセスモジュール（基板処理室）を備え、プロセスモジュール内に収容した基板にプラズマ処理を施す基板処理装置が示されている。プロセスモジュールとトランスファモジュールとは、開閉自在なゲートバルブによって互いに仕切られている。プロセスモジュール内には、複数の昇降ピンを有する円盤状のスピンドル（ステージ）が設けられている。スピンドルへの基板の載置、取り外しが容易になるように、複数の昇降ピンは、それらの上に載置された基板をスピンドルに対して昇降させる。トランスファモジュールには、水平多関節型のロボットが

50

設けられている。ロボットは、アームを伸縮させることによって、トランスファモジュールからプロセスモジュールに未処理の基板を搬入してスピチャックから突出した昇降ピンに載せるとともに、当該昇降ピンに載せられた処理済みの基板を取ってプロセスモジュールからトランスファモジュールに搬出する。

【0003】

当該基板処理装置は、その全体的な運転制御を行うマスターコントローラを備える。ロボットは、マスターコントローラとは別のロボットコントローラによって制御される。マスターコントローラは、ロボットコントローラに対して、基板の搬入（搬出）開始を指示するトリガー信号の供給を行う。ゲートバルブの開閉動作と、昇降ピンの昇降動作とは、常に、ロボットコントローラのみによって制御される。

10

【0004】

ロボット、ゲートバルブ、および昇降ピンは、互いに異なるサーボモーターによってそれぞれ駆動される。各サーボモーターは、ロボットコントローラが送出するパルス信号によりクローズドループ制御される。ロボットコントローラは、ロボットのアームの伸縮、ゲートバルブの開閉、および昇降ピンの昇降の3つの動作の完了タイミングを、マスターコントローラと通信することなく、各モータに送ったパルス数に基づいて自ら検知（若しくは、予測）する。

【0005】

ゲートバルブおよび昇降ピンは、それぞれ、移動可能な駆動要素であり、しかも、それ自体の移動によって、もしくは基板を移動することによってアームの移動を妨げ得る。このため、アームが移動する時には、アームがゲートバルブおよび基板に干渉（衝突、接触）しないように、ゲートバルブと昇降ピンとを制御する必要がある。そこで、当該基板処理装置は、ロボットがスピチャックから基板を受け取る場合、ゲートバルブの開放と、アームを基板の下側に進入させるための昇降ピンの上昇とを並行して行った後に、アームをトランスファモジュールから基板の下側まで伸展させ、その後、昇降ピンを降下させて基板をアームに載せる。ロボットコントローラは、これらの動作を自ら制御し、これらの動作の完了をマスターコントローラと通信することなく自ら検出する。これにより、当該基板処理装置は、アームがゲートバルブおよび基板に衝突することを避けつつ、基板の搬送時間を短縮できる。また、マスターコントローラは、ゲートバルブの開閉と、昇降ピンの昇降とを制御する必要が無いので、マスターコントローラの負担を軽減できる。

20

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2014-179508号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

基板処理装置が備えるスピチャックとして基板の下面（裏面）を吸着して保持する、いわゆるバキュームチャックが用いられる場合がある。スピチャックに設けられた吸引口に配管を介して負圧が供給されると、すなわち、吸引口内が減圧されると、スピチャックに載せられた基板がスピチャックに吸着されて保持される。吸引口が配管を介して大気に開放されることによって吸引口内の圧力が回復されると、すなわち、吸引口内が復圧されると、基板をスピチャックから取り外し可能となる。基板は、吸引口が大気に開放された状態で、ロボットによってスピチャックに載置され、若しくはスピチャックから取り外される。

40

【0008】

バキュームチャックが行う吸引口内の減圧（復圧）は、バキュームチャックを移動させることなく基板を保持（解放）する動作である。このため、吸引口内の減圧（復圧）は、アームとバキュームチャックとの衝突を生じず、アームの移動を妨げない。従って、特許文献1の基板処理装置がバキュームチャックを備える場合、吸引口内の減圧（復圧）は、

50

基板処理装置の全体的な運転制御を行うマスターコントローラによって制御される。

【0009】

バキュームチャックに対する基板の交換処理においては、処理済みの基板をバキュームチャックから取り外す直前に吸引口内を大気開放する必要がある。この動作によって、取り外される前に処理済み基板の位置がずれることが抑制される。

【0010】

また、バキュームチャックに対する基板の交換処理においては、未処理の基板をバキュームチャックに載せる直前に吸引口内の減圧を開始する必要も有る。すなわち、バキュームチャックから処理済みの基板を取り外した後、吸引口内の減圧を開始し、その直後に、未処理の基板をバキュームチャックに載せる必要も有る。この動作によって、基板をバキュームチャックの所望の位置で安定して保持することができる。

10

【0011】

バキュームチャックを備える特許文献1の装置が、基板をバキュームチャックに載せる直前に吸引口内の減圧を開始する場合、ロボットによる基板の取り外しの完了タイミングと、吸引口内の減圧の開始タイミングを、吸引口内の減圧（復圧）を制御するマスターコントローラと、ロボットを制御するロボットコントローラとの間で通信する必要がある。これにより、基板交換の所要時間が増加するといった問題がある。

【0012】

本発明は、こうした問題を解決するためになされたもので、基板処理装置が基板の交換に要する時間を短縮できる技術を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記の課題を解決するために、第1の態様に係る基板処理装置は、表面に開口する吸引口を備え、前記吸引口内が減圧されることによって前記表面に載せられた基板を吸引して保持可能な保持部材と、前記吸引口に連通し、前記吸引口内を減圧可能であるとともに、減圧した前記吸引口内の圧力を回復可能な減圧機構と、前記保持部材に保持された基板に対して定められた処理を行う処理部と、前記処理部を制御する処理制御部と、前記保持部材に載せられている第1基板を取り外し、直後に別の第2基板を前記保持部材に載せることによって基板の交換を行うことができる搬送ロボットと、前記搬送ロボットを制御するとともに、前記搬送ロボットに基板の前記交換をさせる際に、前記保持部材の前記吸引口内を減圧する減圧動作を前記減圧機構に開始させる搬送制御部と、を備え、前記搬送制御部が前記減圧機構に前記減圧動作を開始させた後、前記減圧機構が前記減圧動作を継続して行うように、前記処理制御部が、前記搬送制御部に代って前記減圧機構の前記減圧動作を制御する。

30

【0015】

第2の態様に係る基板処理装置は、第1の態様に係る基板処理装置であって、前記減圧機構が前記減圧動作を行うように前記搬送制御部が前記減圧機構を制御する期間の一部と、前記減圧機構が前記減圧動作を行うように前記処理制御部が前記減圧機構を制御する期間の一部とが互いに重なっている。

【0016】

第3の態様に係る基板処理装置は、第1の態様に係る基板処理装置であって、前記減圧機構が前記減圧動作を行うように前記搬送制御部が前記減圧機構を制御する期間は、前記減圧機構が前記減圧動作を行うように前記処理制御部が前記減圧機構を制御する期間よりも短い。

40

【0017】

第4の態様に係る基板処理装置は、第1から第3の何れか1つの態様に係る基板処理装置であって、前記搬送ロボットが前記保持部材から前記第1基板を取り外して前記保持部材の前記表面から定められた高さまで前記第1基板を移動した直後に、前記搬送制御部が前記減圧機構に前記減圧動作を開始させる。

第5の態様に係る基板処理装置は、表面に開口する吸引口を備え、前記吸引口内が減圧

50

されることによって前記表面に載せられた基板を吸引して保持可能な保持部材と、前記吸引口に連通し、前記吸引口内を減圧可能であるとともに、減圧した前記吸引口内の圧力を回復可能な減圧機構と、前記保持部材に保持された基板に対して定められた処理を行う処理部と、前記処理部を制御する処理制御部と、前記保持部材に載せられている第1基板を取り外し、直後に別の第2基板を前記保持部材に載せることによって基板の交換を行うことができる搬送ロボットと、前記搬送ロボットを制御するとともに、前記搬送ロボットに基板の前記交換をさせる際に、前記保持部材の前記吸引口内を減圧する減圧動作を前記減圧機構に開始させる搬送制御部と、を備え、前記搬送ロボットが前記保持部材から前記第1基板を取り外して前記保持部材の前記表面から定められた高さまで前記第1基板を移動した直後に、前記搬送制御部が前記減圧機構に前記減圧動作を開始させる。

10

【0018】

第6の態様に係る基板処理装置は、第1から第5の何れか1つの態様に係る基板処理装置であって、前記搬送ロボットが前記保持部材から前記第1基板を取り外した後、前記第2基板を前記保持部材に載せる前に、前記搬送制御部が、前記減圧機構に前記減圧動作を開始させる。

【発明の効果】**【0019】**

第1の態様に係る発明によれば、搬送制御部は、搬送ロボットに基板の交換をさせる際に、保持部材の吸引口内を減圧する減圧動作を減圧機構に開始させる。これにより、搬送制御部は、自ら検知した基板の交換のタイミングに基づいて減圧機構に減圧動作を開始させることができる。従って、減圧機構が減圧動作を開始する際の待ち時間を短縮できるので、基板交換の所要時間を短縮できる。

20

【0020】

第1の態様に係る発明によれば、搬送制御部が減圧機構に減圧動作を開始させた後に、処理制御部が、搬送制御部に代って減圧機構の減圧動作を制御する。従って、減圧機構の制御に関する搬送制御部の負担を軽減できる。

【0021】

第2の態様に係る発明によれば、減圧機構が減圧動作を行うように搬送制御部が減圧機構を制御する期間の一部と、減圧機構が減圧動作を行うように処理制御部が減圧機構を制御する期間の一部とが互いに重なっているので、搬送制御部による制御から処理制御部による制御に切り替わる過程で、減圧機構が途切れることなく継続して減圧動作を行うことが容易になる。

30

【0022】

第3の態様に係る発明によれば、減圧機構が減圧動作を行うように搬送制御部が減圧機構を制御する期間は、減圧機構が減圧動作を行うように処理制御部が減圧機構を制御する期間よりも短い。従って、搬送制御部が減圧機構を制御する期間を短縮できるので減圧機構の制御に関する搬送制御部の負担をさらに軽減できる。

【0023】

第4の態様に係る発明によれば、搬送ロボットが保持部材から第1基板を取り外して保持部材の表面から定められた高さまで第1基板を移動した直後に、搬送制御部が減圧機構に減圧動作を開始させる。従って、搬送ロボットによる基板の交換処理の動作速度にかかわらず、取り外された第1基板が定められた高さには到達した直後に減圧機構が減圧動作を開始することができる。

40

【0024】

第6の態様に係る発明によれば、搬送ロボットが保持部材から第1基板を取り外した後、第2基板を保持部材に載せる前に、搬送制御部が減圧機構に減圧動作を開始させるので、保持部材が第2基板を安定して保持することができる。

【図面の簡単な説明】**【0025】**

【図1】実施形態に係る基板処理装置を模式的に示す概略平面図である。

50

【図 2】図 1 の基板処理装置が備える搬送ロボットの概略側面図である。

【図 3】基板処理装置が備える基板処理ユニットの一例を示す概略斜視図である。

【図 4】図 3 の基板処理ユニットが備える減圧機構を模式的に示すブロック図である。

【図 5】図 4 の減圧機構の各開閉弁の状態と、吸引口に連通する配管内の圧力との関係をグラフ形式で示す図である。

【図 6】図 4 の主制御部と搬送制御部が出力する各制御信号と、スピンチャックの吸引動作との関係をグラフ形式で示す図である。

【図 7】主制御部と搬送制御部が出力する各制御信号と、吸引口に連通する配管内の圧力との関係をグラフ形式で示す図である。

【図 8】実施形態に係る基板処理装置の動作の一例を示すフローチャートである。

10

【図 9】実施形態に係る基板処理装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図 10】実施形態に係る基板処理装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図 11】図 4 の主制御部と搬送制御部が出力する各制御信号の他の例と、スピンチャックの吸引動作との関係をグラフ形式で示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、図面を参照しながら、実施の形態について説明する。以下の実施の形態は、本発明を具体化した一例であり、本発明の技術的範囲を限定する事例ではない。また、以下に参照する各図では、理解容易のため、各部の寸法や数が誇張または簡略化して図示されている場合がある。また、各図では、同様な構成および機能を有する部分に同じ符号が付され、下記説明では重複説明が省略される。上下方向は鉛直方向であり、スピンチャックに対して基板側が上である。

20

【0027】

< 1 . 基板処理装置 100 >

基板処理装置 100 の構成について、図 1 を参照しながら説明する。図 1 は、実施形態に係る基板処理装置 100 を模式的に示す概略平面図である。

【0028】

基板処理装置 100 は、半導体ウェハ等の基板 W を処理するシステムである。基板 W の表面形状は略円形である。基板 W の半径は、例えば、150 mm である。基板処理装置 100 は、複数の基板処理ユニット 1 を備えている。基板処理装置 100 は、各基板処理ユニット 1 において、基板 W を、一枚ずつ、連続して処理することができるとともに、複数の基板処理ユニット 1 によって、複数の基板 W を並行して処理することもできる。

30

【0029】

基板処理装置 100 は、並設された複数のセル（処理ブロック）（具体的には、インデクサセル 110 および処理セル 120）と、当該複数のセル 110, 120 が備える各動作機構等を統括して制御する主制御部（「基板処理制御部」、「処理制御部」とも称される）130 と、当該複数のセル 110, 120 が備える基板搬送装置 200 を制御する搬送制御部 160 と、を備える。主制御部 130 は、各種のコマンドを送信することなどによって搬送制御部 160 も制御する。

【0030】

40

< インデクサセル 110 >

インデクサセル 110 は、装置外から受け取った未処理の基板 W を処理セル 120 に渡すとともに、処理セル 120 から受け取った処理済みの基板 W を装置外に搬出するためのセルである。インデクサセル 110 は、複数のキャリア C を載置するキャリアステージ 111 と、各キャリア C に対する基板 W の搬出入を行う移載ロボット I R と、を備える。

【0031】

キャリアステージ 111 に対しては、複数の未処理の基板 W を収納したキャリア C が、装置外部から、O H T (Overhead Hoist Transfer) 等によって搬入されて載置される。未処理の基板 W は、キャリア C から一枚ずつ取り出されて装置内で処理され、装置内での処理が終了した処理済みの基板 W は、再びキャリア C に収納される。処理済みの基板 W を収

50

納したキャリアCは、OHT等によって装置外部に搬出される。このように、キャリアステージ111は、未処理の基板Wおよび処理済みの基板Wを集積する基板集積部として機能する。なお、キャリアCの形態としては、基板Wを密閉空間に収納するFOUP(Front Opening Unified Pod)であってもよいし、SMIF(Standard Mechanical Inter Face)ポッドや、収納された基板Wを外気に曝すOC(Open Cassette)であってもよい。

【0032】

移載ロボットIRは、基板Wを下方から支持することによって、基板Wを水平姿勢(基板Wの主面が水平な姿勢)で支持するハンド156、157と、ハンド156、157を移動する2つのアーム154、155等を備える。移載ロボットIRは、キャリアステージ111に載置されたキャリアCから未処理の基板Wを取り出して、当該取り出した基板Wを、基板受渡位置Pにおいて搬送ロボットCR(後述する)に渡す。また、移載ロボットIRは、基板受渡位置Pにおいて搬送ロボットCRから処理済みの基板Wを受け取って、当該受け取った基板Wを、キャリアステージ111上に載置されたキャリアCに収納する。

10

【0033】

<処理セル120>

処理セル120は、基板Wに処理を行うためのセルである。処理セル120は、複数の基板処理ユニット1と、当該複数の基板処理ユニット1に対する基板Wの搬出入を行う搬送ロボットCRと、を備える。搬送ロボットCRと移載ロボットIRとは、基板搬送装置200である。ここでは、複数個(例えば、3個)の基板処理ユニット1が鉛直方向に積層されて、1個の基板処理装置群10を構成している。そして、複数個(図示の例では、4個)の基板処理装置群10が、搬送ロボットCRを取り囲むようにクラスタ状(房状)に設置される。従って、複数の基板処理ユニット1は、搬送ロボットCRの周囲にそれぞれ配置される。

20

【0034】

図3は、基板処理装置100が備える基板処理ユニットの一例として基板処理ユニット1を示す概略斜視図である。複数の基板処理ユニット1の各々は、内部に処理空間を形成する筐体(「チャンパー」)121を備える。筐体121には、搬送ロボットCRが筐体121の内部にハンド156、157を挿入するための搬出入口122が形成されている。搬出入口122には、主制御部130の制御に基づいて開閉可能なシャッター123が設けられている。シャッター123は、基板Wの筐体121内への搬出入時に開かれ、基板Wの処理中は閉じられる。シャッター123は、基板処理ユニット1は、搬送ロボットCRが配置されている空間に、この搬出入口122を対向させるようにして配置される。基板処理ユニット1の具体的な構成については、後に説明する。

30

【0035】

搬送ロボットCRは、基板Wを片持ち支持しながら搬送するロボットである。搬送ロボットCRは、指定された基板処理ユニット1から処理済みの基板Wを取り出して、当該取り出した基板Wを、基板受渡位置Pにおいて移載ロボットIRに渡す。また、搬送ロボットCRは、基板受渡位置Pにおいて移載ロボットIRから未処理の基板Wを受け取って、当該受け取った基板Wを、指定された基板処理ユニット1に搬送する。

40

【0036】

図2は、搬送ロボットCRの側面図である。図2においては、搬送ロボットCRがアーム154を屈折させているとともに、アーム155を伸展させている状態、つまり搬送ロボットCRが複数の基板処理ユニット1のうち何れかの処理ユニットの筐体121の内部にアクセスしている状態が示されている。

【0037】

搬送ロボットCRは、本体150と、本体150の上部から突出し、昇降が可能な胴部151と、胴部151から鉛直方向に延びて昇降動作を行う支持部152、153と、支持部152、153から延びて水平面内で屈伸動作を行うアーム154、155と、アーム154、155の先端に装着され、基板Wを支持可能なハンド156、157とを備え

50

ている。搬送ロボットCRは、例えば、上側のハンド156によって基板処理ユニット1のスピチャック21から処理済みの基板Wを受け取って、すなわち、取り外して基板処理ユニット1から搬出し、その直後に、下側のハンド157によって未処理の基板Wをスピチャック21に載置することによって基板Wの交換処理を行う。本体150は、複数の基板処理装置群10に取り囲まれる空間の中央に配置される。

【0038】

胴部151は、本体150内に收容されている図示しない回転機構によって、矢印AR2の方向、すなわち、鉛直な回転軸a2を中心とする円周方向に回転される。当該回転機構は、例えば、サーボモーターの出力軸に連結されたギア機構などを備えて構成される。胴部151が回転することによって、アーム154、155が回転軸a2を中心に水平面内で旋回し、ハンド156、157が回転軸a2を中心とする円周方向に移動する。これにより、ハンド156、157は、各基板処理ユニット1の筐体121に設けられた搬出入口122に正対可能となっている。

10

【0039】

支持部152、153は、本体150内に收容されている図示しない昇降機構によって鉛直方向（矢印AR3の方向）に個別に昇降される。当該昇降機構は、例えば、サーボモーターの出力軸に連結されたボールねじ機構などを備えて構成される。支持部152、153が昇降することによってハンド156、157が多段に積層された各基板処理ユニット1の高さ位置に昇降する。

【0040】

アーム154、155は、それぞれ多関節型の屈伸式アームである。搬送ロボットCRは、アーム154、155内に收容されている図示しない進退駆動機構により、アーム154、155を個別に伸縮させることができる。したがって、当該アーム154、155に対応するハンド156、157を別々に水平に進退させることができる。

20

【0041】

当該進退駆動機構は、アーム154、155の基端部、各関節部に、サーボモーターを備えて設けられた各回転機構により構成される。進退移動の方向は、矢印AR4の方向、すなわち、例えば、回転軸a2を中心とする円の径方向である。各アームに代えて、例えば、水平面内でリニアレールに沿って直動するリニアスライダ、若しくは、水平面内で屈伸する屈伸リンクなどが採用されてもよい。

30

【0042】

ハンド156、157は、アーム154、155の先端で回転可能に支持されている。ハンド156、157は、アーム154、155の先端から水平に延びる延設部と、延設部の先端に形成され、基板Wを支持可能な基板支持部とを備える。基板支持部は、上面視において、U字形状をなす薄肉部材である。基板支持部の中央部分は、延設部の先端に接続し、両端部分は、互いに隙間を隔てて延設部の延在方向に沿って延在している。当該両端部分の間隔は、基板Wの径よりも短く、基板処理ユニット1のスピチャック21の径よりも長い。基板支持部の上面は水平面であり、基板Wは、当該上面の所定位置に安定して支持される。基板Wが基板支持部に載置されているか否かを検出可能なセンサーが基板支持部に設けられてもよい。

40

【0043】

アーム154、155の先端が進退動作を行うことにより、ハンド156、157は、回転軸a2に対して進退移動し、回転軸a2に対するハンド156、157の距離が変動する。アーム154、155が伸展（屈折）したときには、ハンド156、157は進出位置（退避位置）に配置される。ハンド156、157の向きは、サーボモーターを備えてアーム154、155の先端に設けられた各回転機構によって変更される。

【0044】

ハンド156、157の退避位置は、進出位置よりも回転軸a2側の位置である。ハンド156、157が退避位置に位置するときには、アーム154、155は、ハンド156、157が進出位置に位置するときよりも屈折している。換言すれば、ハンド156、

50

157が進出位置に位置するときには、アーム154、155は、ハンド156、157が退避位置に位置するときよりも伸展している。

【0045】

搬送ロボットCRは、ハンド156、157を基板処理ユニット1の処理位置PSに正対させた状態でスピチャック21に載せられている基板Wの交換処理を行う。搬送ロボットCRは、例えば、基板Wを保持していない上側のハンド156を進出位置に移動させて、ハンド156を基板Wの下方に配置した後、ハンド156を上昇させる。搬送ロボットCRは、ハンド156を上昇させる過程で処理位置PSにおいて処理済みの基板Wを受け取る。ハンド156の上昇が終了すると、搬送ロボットCRは、ハンド156を退避位置に移動させるとともに、未処理の基板Wを保持している下側のハンド157を進出位置に移動させてスピチャック21の上方に配置した後、ハンド157を降下させる。搬送ロボットCRは、ハンド157を降下させる過程で、処理位置PSにおいて基板Wをスピチャック21に載せる。ハンド157の降下が終了すると、搬送ロボットCRは、ハンド157を退避位置に移動させる。基板処理ユニット1との間で基板Wの受渡しをする際には、搬送ロボットCRは支持部152、153を昇降させて、上記のようにハンド156、157を上下動させる。スピチャック21の昇降を高速で行える場合には、基板処理ユニット1との間で基板Wの受渡しをする際に、ハンド156、157に対してスピチャック21を上下動させてもよい。

10

【0046】

搬送ロボットCRの各駆動機構の動作は、搬送制御部160によって制御される。搬送制御部160は、ハンド156、157の昇降移動の各目標位置、アーム154、155の目標の回転位置、およびハンド156、157の進退移動の目標位置等に応じた各指令値(「指令値群」)を、本体150内に設けられた図示省略のドライバーに供給する。当該ドライバーは、制御部と、パワー回路部とを備える。当該各指令値は、例えば、各目標位置にハンド156、157を移動するために必要な各サーボモーターの回転数等の指標値である。

20

【0047】

ドライバーの制御部は、搬送制御部160から供給される各指令値に応じた各制御信号をパワー回路部に供給する。パワー回路部は、各制御信号に応じた駆動電流を各サーボモーターに供給する。各サーボモーターは、各駆動電流に応じた方向に、各駆動電流に応じた回転速度で回転し、胴部151を回転させ、支持部152、153を昇降させ、アーム154、155を屈折若しくは伸展させる。各サーボモーターは、その回転位置に応じた回転位置信号を発生するエンコーダーを備え、回転位置信号をドライバーの制御部にフィードバックする。

30

【0048】

ドライバーの制御部は、各回転位置信号に基づいて各サーボモーターの回転数等を取得する演算処理を行い、取得した各回転数等が各指令値と等しくなるようにパワー回路部に各制御信号を供給する。これにより、ハンド156、157は、昇降移動、回転移動、進退移動のそれぞれにおいて各指令値に応じた目標位置へと移動される。各指令値は、具体的には、例えば、各サーボモーターの回転数を、各サーボモーターの回転に応じて各エンコーダーが発生するパルス信号のパルス数で表した各数値である。一の指令値群に対して、ハンド156、157の一の停止位置が決まる。

40

【0049】

また、ドライバーの制御部は、取得した各サーボモーターの各回転数等を搬送制御部160に供給する。搬送制御部160は、当該各回転数等に基づいてハンド156、157の位置を逐次に検出することができる。

【0050】

<主制御部130>

主制御部130は、一群の基板処理ユニット1の各々の動作を制御する。主制御部130のハードウェアとしての構成は、例えば、一般的なコンピュータと同様のものを採用で

50

きる。すなわち、主制御部 130 は、例えば、各種演算処理を行う CPU 11、基本プログラムを記憶する読み出し専用のメモリである ROM（不図示）、各種情報を記憶する読み書き自在のメモリである RAM（不図示）およびプログラム PG1 やデータなどを記憶しておく磁気ディスク 12 をバスライン（不図示）に接続して構成されている。磁気ディスク 12 には、基板 W の処理内容および処理手順を規定するレシピ K1 も記憶されている。磁気ディスク 12 には、各基板処理装置における基板 W の処理手順を既述した処理スケジュールも記憶される。

【0051】

主制御部 130 において、プログラム PG1 に記述された手順に従って制御部としての CPU 11 が演算処理を行うことにより、基板処理装置 100 の各部を制御する各種の機能部が実現される。主制御部 130 は、制御コマンド等によって搬送制御部 160 に対する指示も行う。主制御部 130 において実現される一部あるいは全部の機能部は、専用の論理回路などでハードウェア的に実現されてもよい。

【0052】

< 搬送制御部 160 >

搬送制御部 160 は、移載ロボット IR、搬送ロボット CR を制御する。搬送制御部 160 のハードウェアとしての構成は、主制御部 130 と同様に、例えば、一般的なコンピュータと同様のものを採用できる。すなわち、搬送制御部 160 は、例えば、各種演算処理を行う CPU 15、基本プログラムを記憶する読み出し専用のメモリである ROM（不図示）、各種情報を記憶する読み書き自在のメモリである RAM（不図示）およびプログラム PG2 やデータなどを記憶しておく磁気ディスク 16 をバスライン（不図示）に接続して構成されている。搬送制御部 160 と主制御部 130 とは、例えば、Hi-speed Link System（HLS（登録商標））、若しくは Ethernet（登録商標）などの高速の通信方式によって互いに通信を行うことができる。

【0053】

磁気ディスク 16 には、キャリア C に収容された各基板 W について、処理を行う各基板処理装置への搬送手順を既述した搬送スケジュールも記憶される。搬送制御部 160 は、搬送スケジュールに従って、移載ロボット IR および搬送ロボット CR による基板 W の搬送を制御する。搬送スケジュールは、例えば、複数の基板 W のそれぞれについて、複数の基板処理ユニット 1 のうち処理を行う各装置への基板の搬入時刻、および搬出時刻等を規定するタイムテーブルである。各基板処理ユニット 1 の稼働率を向上させるために、複数の基板 W を複数の基板処理ユニット 1 で並行して処理するための搬送スケジュールおよび処理スケジュールが用いられ得る。

【0054】

搬送制御部 160 は、搬送ロボット CR を制御して、ハンド 156（157）を、各目標位置に移動させる。一の目標位置には、胴部 151 の回転動作、支持部 152（153）の昇降動作、およびアーム 154（155）の屈伸動作の 3 つ動作に関する一の指令値群が対応する。各指令値群は、対応する目標位置を搬送ロボット CR に教示することによって、予め、取得される。取得された各指令値群は、各目標位置に対応づけられて磁気ディスク 16 に記憶されている。

【0055】

また、搬送制御部 160 は、搬送ロボット CR を制御して搬送ロボット CR に基板 W の交換をさせる際に、後述するスピチャック 21 の吸引口 26 内を減圧する減圧動作を、後述の減圧機構 7 に開始させる。

【0056】

< 2. 基板処理ユニット 1 の構成 >

図 3 は、基板処理装置 100 が備える基板処理ユニット 1 の一例を示す概略斜視図である。基板処理ユニット 1 は、斜め上方からみた概略斜視図によって表示されている。図 4 は、基板処理ユニット 1 が備える減圧機構 7 を模式的に示すブロック図である。図 4 において、スピチャック 21 と、スピチャック 21 に保持された基板 W 等は、側面模式図

10

20

30

40

50

によって表示されている。基板処理ユニット 1 の構成について、図 3、図 4 を参照しながら以下に説明する。

【 0 0 5 7 】

図 3 は、ノズルヘッド 4 9、5 0、スプラッシュガード 3 1 がそれぞれの処理位置に配置された状態で、基板 W が、スピンチャック 2 1 によって回転軸 a 1 を中心に、所定の回転方向に回転している状態を示している。基板 W の基板処理ユニット 1 への搬入搬出は、ノズルヘッド 4 9、5 0、スプラッシュガード 3 1 が待避位置に配置された状態で、搬送ロボット C R により行われる。基板処理ユニット 1 に搬入された基板 W は、スピンチャック 2 1 により着脱自在に保持される。

【 0 0 5 8 】

なお、以下の説明において、「処理液」には、薬液処理に用いられる「薬液」と、薬液をすすぎ流すリンス処理に用いられる「リンス液（「洗浄液」とも称される）」と、が含まれる。

【 0 0 5 9 】

基板処理ユニット 1 は、回転保持機構 2、飛散防止部 3、表面保護部 4、処理部 5、ノズル移動機構 6、および減圧機構 7 を備える。これら各部 2 ~ 7 は、主制御部 1 3 0 と電氣的に接続されており、主制御部 1 3 0 からの指示に応じて動作する。主制御部 1 3 0 は、プログラム P G 1 に記述された手順に従って制御部としての C P U 1 1 が演算処理を行うことにより、基板処理ユニット 1 の各部を制御する。主制御部 1 3 0 は、プログラム P G 1 に記述された手順に従って制御部としての C P U 1 1 が演算処理を行うことにより、

【 0 0 6 0 】

< 回転保持機構 2 >

回転保持機構 2 は、基板 W を、その一方の主面を上方に向けた状態で、略水平姿勢に保持しつつ回転可能な機構である。回転保持機構 2 は、基板 W を、主面の中心 c 1 を通る鉛直な回転軸 a 1 を中心に回転させる。

【 0 0 6 1 】

回転保持機構 2 は、基板 W より小さい円板状の部材であるスピンチャック（「保持部材」）2 1 を備える。スピンチャック 2 1 は、その上面が略水平となり、その中心軸が回転軸 a 1 に一致するように設けられている。スピンチャック 2 1 の下面には、円筒状の回転軸部 2 2 が連結されている。回転軸部 2 2 は、その軸線を鉛直方向に沿わせるような姿勢で配置される。回転軸部 2 2 の軸線は、回転軸 a 1 と一致する。また、回転軸部 2 2 には、回転駆動部（例えば、モータ）2 3 が接続される。回転駆動部 2 3 は、回転軸部 2 2 をその軸線を中心に回転駆動する。従って、スピンチャック 2 1 は、回転軸部 2 2 とともに回転軸 a 1 を中心に回転可能である。回転駆動部 2 3 と回転軸部 2 2 とは、スピンチャック 2 1 を、回転軸 a 1 を中心に回転させる回転機構 2 3 1 である。回転軸部 2 2 および回転駆動部 2 3 は、筒状のケーシング 2 4 内に収容されている。

【 0 0 6 2 】

スピンチャック 2 1 には、基板 W の吸引を行うための多数の吸引口（「吸引孔」）2 6 が設けられている。各吸引口 2 6 は、スピンチャック 2 1 の上面（「表面」）に開口している。スピンチャック 2 1 には、内部空間（「流路」）2 7 も形成されている。内部空間 2 7 は、スピンチャック 2 1 の下面に開口するとともに、分岐して各吸引口 2 6 と連通している。スピンチャック 2 1 の下面に開口する内部空間 2 7 の開口部には、後述する減圧機構 7 の配管 7 1 1 の一端が接続されており、配管 7 1 1 は、内部空間 2 7 に連通している。従って、配管 7 1 1 は、吸引口 2 6 に連通している。配管 7 1 1 は、回転軸部 2 2 の内部空間において、回転軸部 2 2 の軸線に沿って配設されている。

【 0 0 6 3 】

減圧機構 7 は、配管 7 1 1 を介して吸引口 2 6 内を減圧する減圧動作を行うことができ

10

20

30

40

50

る。また、減圧機構 7 は、減圧した吸引口 2 6 内の圧力（気圧）を回復させる復圧動作を行うこともできる。

【 0 0 6 4 】

基板 W がスピンチャック 2 1 の上面に略水平姿勢で置かれた状態で、減圧機構 7 が吸引口 2 6 内を減圧すると、スピンチャック 2 1 は、基板 W を下方から吸引して保持する。すなわち、吸引口 2 6 内が減圧されることによって、スピンチャック 2 1 は、その上面に載せられた基板 W を吸引して保持することができる。また、減圧機構 7 が吸引口 2 6 内の圧力を回復させると、基板 W は、スピンチャック 2 1 の上面から取り外し可能となる。

【 0 0 6 5 】

この構成において、スピンチャック 2 1 が基板 W を吸引して保持した状態で、回転駆動部 2 3 が回転軸部 2 2 を回転すると、スピンチャック 2 1 が鉛直方向に沿った軸線周りで回転される。これによって、スピンチャック 2 1 上に保持された基板 W が、その面内の中心 c 1 を通る鉛直な回転軸 a 1 を中心に矢印 A R 1 方向に回転される。

【 0 0 6 6 】

< 飛散防止部 3 >

飛散防止部 3 は、スピンチャック 2 1 とともに回転される基板 W から飛散する処理液等を受け止める。飛散防止部 3 は、スプラッシュガード 3 1 と、スプラッシュガード 3 1 を昇降させる昇降機構（図示省略）とを備える。

【 0 0 6 7 】

スプラッシュガード 3 1 は、上端が開放された筒形状の部材であり、スピンチャック 2 1 およびその回転機構 2 3 1 を取り囲むように設けられる。基板 W が処理される際は、スプラッシュガード 3 1 は、その上端がスピンチャック 2 1 に保持された基板 W よりも上方の処理位置するように配置され、基板 W の周縁から排出される処理液を受け止めて底部に回収し、底部の空間と連通する廃液溝（図示省略）を経て工場の排液ラインに排出する。基板 W がスピンチャック 2 1 に搬入される際は、スプラッシュガード 3 1 は、その上端がスピンチャック 2 1 の下方に位置する退避配置される。スプラッシュガード 3 1 の昇降機構は、主制御部 1 3 0 と電氣的に接続されており、主制御部 1 3 0 の制御下で動作する。つまり、スプラッシュガード 3 1 の位置は、主制御部 1 3 0 によって制御される。

【 0 0 6 8 】

< 表面保護部 4 >

表面保護部 4 は、スピンチャック 2 1 上に保持されて回転している基板 W の上面の中央付近に対して不活性ガスのガス流を吐出する。表面保護部 4 は、ノズルヘッド 4 9 と、ノズルヘッド 4 9 に形成されたノズル 4 3 に不活性ガスを供給するガス供給源（不図示）とを備える。ノズルヘッド 4 9 は、後述するノズル移動機構 6 が備える長尺のアーム 6 2 の先端に取り付けられている。

【 0 0 6 9 】

ノズルヘッド 4 9 は、アーム 6 2 の先端部の下面に取り付けられた円柱部材と、当該円柱部材の下面に取り付けられた円板状の遮断板を備えている。ノズルヘッド 4 9 は、その内部に円筒状のノズル 4 3 を備えている。ノズル 4 3 の吐出口は、遮断板の下面に開口する。ノズル移動機構 6 がノズルヘッド 4 9 をその処理位置に配置すると、ノズル 4 3 の吐出口は、基板 W の上面の中心付近に対向する。この状態において、ノズル 4 3 は、ガス供給源から不活性ガスを供給される。ノズル 4 3 は、供給された不活性ガスを基板 W の上面の中心付近に向けて不活性ガスのガス流として吐出する。当該ガス流は、基板 W の中央部分の上方から基板 W の周縁に向かって放射状に広がる。すなわち、表面保護部 4 は、基板 W の上面の中央部分の上方から不活性ガスを吐出して、当該中央部分の上方から基板 W の周縁に向かって広がるガス流を生成させる。

【 0 0 7 0 】

< 処理部 5 >

処理部 5 は、スピンチャック 2 1 上に保持された基板 W に対して定められた処理を行う。具体的には、処理部 5 は、例えば、スピンチャック 2 1 上に保持された基板 W の上面周

10

20

30

40

50

縁部に処理液を供給し、上面周縁部の処理を行う。

【0071】

処理部5は、ノズルヘッド50を備える。ノズルヘッド50は、ノズル移動機構6が備える長尺のアーム63の先端に取り付けられている。アーム63は、水平面に沿って延在する。ノズル移動機構6は、アーム63を移動させることによって、ノズルヘッド50をその処理位置と退避位置との間で移動させる。

【0072】

ノズルヘッド50は、複数のノズルと、これらを保持する保持部材とを備える。保持部材は、アーム63の先端に取り付けられている。複数のノズルは、アーム63の延在方向に沿って一列に並んで配置されている。各ノズルの先端部（下端部）は、当該保持部材の下面から下方に突出しており先端に吐出口を備える。

10

【0073】

各ノズルには、これらに処理液を供給する配管系である処理液供給部（不図示）が接続されている。各ノズルは、処理液供給部から処理液をそれぞれ供給され、当該処理液を先端の吐出口からそれぞれ吐出する。処理部5は、主制御部130に選択される1つのノズルから、主制御部130の制御に従って処理液の液流L1を吐出する。

【0074】

処理液供給部は、各ノズルに対して、複数の処理液（例えば、SC-1、DHF、SC-2、およびリンス液）のうち対応する一の処理液を供給する。リンス液としては、純水、温水、オゾン水、磁気水、還元水（水素水）、各種の有機溶剤（イオン水、IPA（イソプロピルアルコール）、機能水（CO2水など）、などが採用される。処理液供給部から処理液を供給されたノズルは、回転している基板Wの上面周縁部に当たるように、当該処理液の液流L1を吐出する。処理液供給部は、各ノズルに対応して設けられた複数の開閉弁（図示省略）を備える。これらの開閉弁は、主制御部130と電氣的に接続されている図示省略のバルブ開閉機構によって、主制御部130の制御下で開閉される。つまり、ノズルヘッド50のノズルからの処理液の吐出態様（具体的には、吐出される処理液の種類、吐出開始タイミング、吐出終了タイミング、吐出流量、等）は、主制御部130によって制御される。

20

【0075】

<ノズル移動機構6>

30

ノズル移動機構6は、表面保護部4および処理部5のノズルヘッド49、50をそれぞれの処理位置と退避位置との間で移動させる機構である。

【0076】

ノズル移動機構6は、水平に延在するアーム62、63、ノズル基台65、66、および図示省略の駆動部を備える。ノズルヘッド49、50は、アーム62、63の先端部分に取り付けられている。

【0077】

アーム62、63の各基端部は、ノズル基台65、66の上端部分に連結されている。ノズル基台65、66は、その軸線を鉛直方向に沿わせるような姿勢でブラッシュガード31の周りに配置されている。ノズル基台65（66）は、その軸線を中心に回転可能な回転軸を備えている。回転軸の上端には、ノズル基台65（66）の上端部分が取り付けられている。回転軸が回転することにより、ノズル基台65（66）の上端部分はノズル基台65（66）の軸線を中心に回転する。ノズル基台65（66）には、その回転軸を軸線周りに回転させる図示省略の各駆動部が設けられている。

40

【0078】

当該各駆動部は、ノズル基台65（66）の回転軸を介してノズル基台65（66）の上端部分を回転させる。上端部分の回転に伴って、ノズルヘッド49（50）もノズル基台65（66）の軸線周りに回転する。これにより、各駆動部は、ノズルヘッド49（50）をその処理位置と、退避位置との間で水平に移動させる。

【0079】

50

ノズルヘッド49が処理位置に配置されると、ノズル43は、基板Wの中心c1の上方に位置し、ノズル43の軸線は、スピチャック21の回転軸a1に一致する。ノズル43の吐出口（下側の開口）は、基板Wの中心部に対向する。また、ノズルヘッド49の遮断板の下面は、基板Wの上面と平行に対向する。遮断板は、基板Wの上面と非接触状態で近接する。

【0080】

ノズルヘッド50が処理位置に配置されると、ノズルヘッド50が備える複数のノズルが処理位置に配置される。より厳密には、例えば、複数のノズルがアーム63の延在方向に沿って1列に配置されている場合には、各ノズルと、基板Wの周縁との各距離は、通常、相互に僅かに異なる。このため、ノズル基台66の駆動部は、複数のノズルのうち処理液を吐出するノズルに応じて、ノズルヘッド50の処理位置を主制御部130の制御下で調節する。

10

【0081】

ノズルヘッド49、50の各待避位置は、これらが基板Wの搬送経路と干渉せず、かつ、これらが相互に干渉しないように設定されている。各待避位置は、例えば、スプラッシュガード31の外側、かつ、上方の位置である。

【0082】

ノズル基台65、66の各駆動部は、主制御部130と電氣的に接続されており、主制御部130の制御下で動作する。主制御部130は、処理スケジュール等に従って、ノズルヘッド49、50の配置をノズル移動機構6に行わせる。つまり、ノズルヘッド49、50の位置は、主制御部130によって制御される。

20

【0083】

<減圧機構7>

減圧機構（「圧力変更機構」）7は、配管711を備え、配管711を介してスピチャック21の吸引口26に連通する。減圧機構7は、配管711を介して吸引口26内、すなわち吸引口26の壁面に囲まれた空間を減圧する減圧動作を行うことができるとともに、減圧した吸引口26内の圧力（気圧）を回復させる復圧動作を行うこともできる。減圧機構7は、主制御部130および搬送制御部160のうち少なくとも一方の制御に従って、減圧動作と、復圧動作とを選択的に行うことができる。

30

【0084】

減圧機構7は、スピチャック21の内部空間27を介して吸引口26に連通する配管711と、配管711の他端に接続し、配管711を介して吸引口26内を減圧可能な減圧装置（「真空発生装置」）70と、一端が配管711の経路の途中部分に接続されている配管712とを備えている。配管712の他端は、基板処理ユニット1の外部に繋がって大気に曝されている。減圧機構7は、配管712の他端から配管712、711、およびスピチャック21の内部空間27を介して吸引口26内に大気を導入すること、すなわち吸引口26内を大気に開放することによって、減圧した吸引口26内の圧力（気圧）を回復させることができる。すなわち、減圧機構7は、吸引口26内を復圧させることもできる。

40

【0085】

配管711の経路の途中には、開閉弁（「吸引弁」）71と、圧力計74とが設けられている。配管712の経路の途中には、開閉弁（「開放弁」）72が設けられている。開閉弁71、72は、例えば、エア駆動の開閉弁（「エアバルブ」とも称する）であり、全開と全閉の2態様のみを採り得る。開閉弁71、72に設けられる電磁弁の開閉により駆動用のエアの流れが制御され、開閉弁71、72が開閉される。開閉弁71と開閉弁72とは、選択的に開かれる。開閉弁71、72としてエアバルブに代えて電磁弁が採用されたとしても本発明の有用性は損なわれない。

【0086】

減圧装置70は、例えば、一端がドレイン（「排気管」）734に繋がり、他端が、圧縮空気を貯留するエアタンク733に繋がった配管713と、配管713の途中にそれぞ

50

れ設けられたイジェクター（ejector）式の真空発生器 76、流量計 75、および開閉弁（「真空発生弁」）73を備えている。開閉弁 73としては、例えば、全開と全閉の 2 態様のみを採り得る電磁弁が採用される。

【0087】

真空発生器 76としては、例えば、コンバム（登録商標）などが採用される。流量計 75は、真空発生器 76に流入する圧縮空気の流量が正常範囲内であるか否かを検出するために設けられている。流量計 75の出力は、主制御部 130に供給され、主制御部 130が圧縮空気の流量を監視する。流量計 75の近傍には、配管 713に流れる圧縮空気の流量を調整するために流量調整器（図示省略）が設けられている。当該流量調整器としては、例えば、ニードルバルブなどが採用される。真空発生器 76内には、配管 713の一部をなす流路が形成され、当該流路にはオリフィス（図示省略）が設けられている。配管 711の他端は、当該オリフィスの下流側で当該流路に接続している。

10

【0088】

図 5 は、減圧機構 7 の開閉弁 71 ~ 73 の状態と、吸引口 26 に連通する配管 711 内の圧力との時間的な変動の一例をグラフ形式で模式的に示す図である。図 5 において、配管 711 内の圧力の変動は、直線的に示されているが、実際には、例えば、後述の図 7 に示されるように、配管 711 内の圧力は、曲線的に変動する。

【0089】

時刻 t_a 前は、開閉弁 71、73 が閉じられるとともに、開閉弁 72 が開かれおり、吸引口 26 内（配管 711 内）は、大気に開放されて大気圧となっている。スピチャック 21 には基板 W が載置されており、吸引口 26 の開口は、基板 W によって閉塞されている。この状態から、時刻 t_a において、開閉弁 71、73 が開かれるとともに、開閉弁 72 が閉じられると、エアタンク 733 から圧縮空気が配管 713 を経て真空発生器 76 内の流路に流入する。当該圧縮空気が真空発生器 76 内のオリフィスを通過するとき気流の速度が増大して気圧が低下する。このため、当該流路に接続された配管 711 を介して吸引口 26 内の空気が吸い込まれて、圧縮空気と共に配管 713 を経てドレイン 734 に排出される。これにより、吸引口 26 内が徐々に減圧される。吸引口 26 内の圧力は、やがて略一定の圧力に落ち着く。

20

【0090】

この状態から時刻 t_b において、開閉弁 71、73 が閉じられ、開閉弁 72 が開かれると、減圧装置 70 による吸引口 26 内の減圧が停止されるとともに、配管 712 を介して大気が配管 711 に流れ込んで、吸引口 26 内が大気に開放される。これにより、吸引口 26 内の気圧が徐々に大気圧に回復し、やがて大気圧に落ち着く。基板 W は、スピチャック 21 から取り外すことができる。

30

【0091】

配管 711 に設けられた圧力計 74 は、配管 711 内、すなわち吸引口 26 内の減圧が十分にできているか否か、および吸引口 26 内の大気への解放が十分にできているか否かを確認するためのものである。圧力計 74 の出力は、主制御部 130 に供給され、主制御部 130 が配管 711 内の圧力、すなわち吸引口 26 内の圧力を監視する。圧力計 74 の出力に対して減圧確認用の閾値 T_{h1} と、復圧（大気への開放）確認用の閾値 T_{h2} （それぞれ図 5 参照）が設定されている。圧力計 74 が測定する圧力が閾値 T_{h1} 以下（図 5 の網点が附された領域）である場合には、主制御部 130 は、スピチャック 21 が回転しても基板 W がスピチャック 21 から外れない程度まで吸引口 26 内の減圧が十分にされており、スピチャック 21 を回転させることができると判断する。圧力計 74 が測定する圧力が閾値 T_{h2} 以上（図 5 の斜線が附された領域）である場合には、主制御部 130 は、吸引口 26 内の復圧が十分にされ、スピチャック 21 から基板 W の取り外しが可能であると判断する。

40

【0092】

減圧機構 7 は、バルブ制御回路 77 を更に備えている。バルブ制御回路 77 は、開閉弁 71、73 の開閉を制御する制御信号 S_{G3} を開閉弁 71、73 に供給するとともに、開

50

閉弁 7 2 の開閉を制御する制御信号 S G 4 を開閉弁 7 2 に供給する。開閉弁 7 1 ~ 7 3 は、それぞれに入力される制御信号が " 0 " (L o w レベル) であれば閉じられ、制御信号が " 1 " (H i g h レベル) であれば開かれる。

【 0 0 9 3 】

搬送制御部 1 6 0 (主制御部 1 3 0) は、吸引口 2 6 内の減圧と復圧とを減圧機構 7 に選択的に行わせるための制御信号 S G 1 (S G 2) をバルブ制御回路 7 7 に供給する。バルブ制御回路 7 7 は、例えば、論理和ゲート (図示省略) を備える。制御信号 S G 1、S G 2 は、論理和ゲートに入力する。論理和ゲートは、開閉弁 7 1、7 3 と電氣的に接続されており、制御信号 S G 1、S G 2 の論理和信号を制御信号 S G 3 として開閉弁 7 1、7 3 に供給する。制御信号 S G 3 は、バルブ制御回路 7 7 に設けられたインバータ (図示省略) にも入力される。インバータは、開閉弁 7 2 と電氣的に接続されており、制御信号 S G 3 を反転させた制御信号 S G 4 を開閉弁 7 2 に供給する。

10

【 0 0 9 4 】

従って、搬送制御部 1 6 0 が出力する制御信号 S G 1 と、主制御部 1 3 0 が出力する制御信号 S G 2 とのうち少なくとも一方の信号が " 1 " (H i g h レベル) であれば、制御信号 S G 3、S G 4 は、それぞれ " 1 "、" 0 " (L o w レベル) になり、開閉弁 7 1、7 3 が開かれるとともに、開閉弁 7 2 が閉じられて、減圧機構 7 は、吸引口 2 6 内を減圧する減圧動作を行う。制御信号 S G 1、S G 2 の双方が " 0 " であれば、制御信号 S G 3、S G 4 は、それぞれ " 0 "、" 1 " になり、開閉弁 7 1、7 3 が閉じられるとともに、開閉弁 7 2 が開かれて、減圧機構 7 は、吸引口 2 6 内を復圧させる復圧動作を行う。

20

【 0 0 9 5 】

開閉弁 7 3 が設けられず、常時、エアタンク 7 3 3 の圧縮空気が消費されるとしても本発明の有用性を損なうものではない。また、例えば、減圧装置 7 0 が吸引口 2 6 から吸引する大気量が、配管 7 1 2 から吸引口 2 6 に流れ込む大気量よりも十分に多い (例えば、5 倍 ~ 1 0 倍程度多い) 場合には、常時、開閉弁 7 2 を開いて吸引口 2 6 内を大気に開放しておき、開閉弁 7 1、7 3 の開閉によって、吸引口 2 6 内の減圧と復圧とを行ってもよい。また、開閉弁 7 1、7 2 の開閉が完全に同期して行われなくても本発明の有用性は損なわれない。

【 0 0 9 6 】

また、減圧装置 7 0 として、例えば、モータでロータを回転させることなどによって排気を行う一般的な真空ポンプ、エアシリンダー、又は基板処理ユニット 1 が設置される工場の真空設備等が採用されてもよい。また、減圧装置 7 0 の真空発生器 7 6 として、例えば、水などの液体を用いるアスピレーターを採用するとともに、アスピレーターに液流を供給することによって、減圧装置 7 0 が吸引口 2 6 内を減圧する構成が採用されてもよい。

30

【 0 0 9 7 】

< 3 . 基板処理装置 1 0 0 の動作について >

図 6 は、搬送制御部 1 6 0 と主制御部 1 3 0 とが出力する制御信号 S G 1、S G 2 と、スピンチャック 2 1 の吸引動作との関係をグラフ形式で示す図である。図 7 は、搬送制御部 1 6 0 と主制御部 1 3 0 とが出力する制御信号 S G 1、S G 2 と、吸引口 2 6 に連通する配管 7 1 1 内の圧力との関係をグラフ形式で示す図である。図 7 には、搬送ロボット C R が行う基板 W の交換処理を構成する各動作に関する開始時刻、期間等も示されている。図 7 に記載の圧力のグラフは、実測に基づいて記載されている。図 7 は、図 6 の期間の少し前から図 6 の中程までの期間に対応している。図 8 ~ 図 1 0 は、基板処理装置 1 0 0 が複数の基板処理ユニット 1 のうち指定した基板処理ユニット 1 を対象として基板 W の交換処理を行う際の基板処理装置 1 0 0 の動作の一例を示すフローチャートである。

40

【 0 0 9 8 】

以下に、図 6、図 7 を適宜参照しつつ、図 8 ~ 図 1 0 のフローチャートに基づいて基板処理装置 1 0 0 の動作について説明する。

【 0 0 9 9 】

50

図8～図10に記載の動作の開始に先立って、処理部5がスピンチャック21に保持されている基板Wに対して行う処理が終了し、主制御部130は、処理部5に処理を停止させるとともに、回転機構231にスピンチャック21の回転を停止させている。また、表面保護部4、処理部5のノズルヘッド49、50はそれらの退避位置に移動され、スブラッシュガード31もその退避位置に移動されている。また、搬送ロボットCRは、上側のハンド156と下側のハンド157とをそれぞれの退避位置に配置し、基板Wの交換処理の対象である基板処理ユニット1の処理位置PSに正対させている。ハンド156は、処理済みの基板Wを受け取るために、空であり、ハンド157は、移載ロボットIRから受け取った交換用の未処理の基板Wを支持している。

【0100】

また、搬送制御部160が制御信号SG1として"0"を出力しているとともに、主制御部130が制御信号SG2として"1"を出力していることによって、バルブ制御回路77から制御信号SG3、SG4として"1"、"0"が出力されている。これにより、減圧機構7による吸引口26の減圧処理が継続して行われている。すなわち、開閉弁71、73は開かれ、開閉弁72は閉じられている。また、吸引口26(配管711)内の圧力は、閾値Th1以下となって安定している。この状況で、図8の動作フローの動作が開始される。

【0101】

まず、主制御部130は、制御信号SG2として"0"を出力することによってバルブ制御回路77から制御信号SG3、SG4として"0"、"1"を出力させる。これにより、主制御部130は、減圧機構7に開閉弁71を閉じさせるとともに、開閉弁72を開かせる。減圧機構7は、吸引口26内を大気に開放することにより吸引口26内の復圧を開始する(図8のステップS10)。図7の例では、減圧機構7は、時刻t1に吸引口26内の復圧を開始している。減圧機構7による復圧の開始に応じて、吸引口26内(配管711内)の圧力が上昇し始める。

【0102】

主制御部130は、図示省略の開閉機構に基板処理ユニット1のシャッター123を開放させる。主制御部130は、スピンチャック21に保持されている基板Wの下方の待機位置に搬送ロボットCRの上側のハンド156を移動させるべき旨の指示を搬送制御部160に送る。当該指示を受けた搬送制御部160は、空の上側のハンド156を基板Wの下方の待機位置に移動(「進出」)させる(図8のステップS20)。具体的には、搬送制御部160は、搬送ロボットCRを駆動してハンド156のアーム154を伸展させて、ハンド156をその退避位置から進出位置に水平移動させた後、上下方向に沿って若干の必要量の移動をハンド156に行わせる。これにより、ハンド156は、基板Wの下方の待機位置に配置される。

【0103】

搬送ロボットCRは、ハンド156をその退避位置から基板Wの下方の待機位置まで移動させる処理を期間T1(図7)に行う。ハンド156の退避位置から進出位置までの水平移動の距離は、例えば、560mmであり、上下方向の移動距離は、例えば、3mm～4mmである。ハンド156の当該水平移動速度は、例えば、1500mm/秒～1600mm/秒に設定され、当該上下方向の移動速度は、例えば、20mm/秒～30mm/秒に設定される。この場合、期間T1は、例えば、600ミリ秒～700ミリ秒となる。なお、ハンド157についてもハンド156と同様に移動速度、移動距離が設定される。

【0104】

主制御部130は、搬送制御部160に対してハンド156を待機位置に移動させるべき指示を行った後、圧力計74の出力をモニタして配管711内の圧力が、閾値Th2まで回復することを待つ(図8のステップS30)。閾値Th2は、スピンチャック21から基板Wを取り外すことができる圧力値である。図7の例では、時刻t2に配管711内の圧力が閾値Th2まで回復している。

【0105】

10

20

30

40

50

主制御部 130 は、時刻 t_2 に、搬送制御部 160 に対して、スピンチャック 21 に保持されている基板 W の交換処理の実行を指示する（図 8 のステップ S40）。

【0106】

搬送制御部 160 は、主制御部 130 がステップ S40 で送った指示を受信すると、搬送口ポット CR に上側目標位置へのハンド 156 の上昇を開始させる（図 8 のステップ S50）。上側目標位置は、ハンド 156 を支持するアーム 154 を、スピンチャック 21 に接触することなく屈折させることができる位置である。上側目標位置までのハンド 156 の上昇距離は、例えば、35 mm 程度に設定される。このときのハンド 156 の上昇速度は、例えば、70 mm/秒 ~ 80 mm/秒に設定される。この上昇に要する期間 T_2 （図 7）は、例えば、400 ミリ秒 ~ 500 ミリ秒となる。

10

【0107】

ハンド 156 は、上昇を開始した後、当該上昇の途中で、基板処理ユニット 1 の処理位置 PS においてスピンチャック 21 から処理済みの基板 W を受け取る（図 8 のステップ S60）。

【0108】

搬送制御部 160 は、ハンド 156 がさらに上昇して所定の高さに到達することを待つ（図 9 のステップ S70）。当該所定の高さは、例えば、吸引口 26 内の減圧が開始されたとしても、基板 W を保持するハンド 156 がスピンチャック 21 側に引き戻される等の影響を受けない高さに設定される。当該所定の高さは、予め、実験等によって求められて搬送制御部の記憶装置に記憶されている。搬送制御部 160 は、具体的には、搬送口ポット CR のドライバーの制御部から逐次に供給される各サーボモーターの回転数等に基づいて、ハンド 156 が当該所定の高さに到達したか否かを判定し、到達していなければ到達するまで待つ。図 6、図 7 の例では、搬送制御部 160 は、ハンド 156 が当該所定の高さに到達したことを時刻 t_3 に検出している。

20

【0109】

搬送制御部 160 は、ハンド 156 が当該所定の高さに到達したことを検出すると、減圧機構 7 に吸引口 26 内の減圧を開始させる。具体的には、搬送制御部 160 は、制御信号 SG1 を "0"（Low レベル）から "1"（High レベル）に切り替える。これにより、バルブ制御回路 77 が出力する制御信号 SG3、SG4 は、"1"、"0" になり、開閉弁 71、73 が開かれるとともに、開閉弁 72 が閉じられる。これにより、減圧機構 7 が吸引口 26 内の減圧動作を開始する（図 9 のステップ S80）。

30

【0110】

搬送口ポット CR のハンド 156、157 が、基板 W が載置されているか否かを検出できるセンサーを備えている場合には、搬送制御部 160 は、ハンド 156 の当該センサーの出力に基づいて、スピンチャック 21 から処理済みの基板 W が取り外されたことを検出して、その直後に吸引口 26 内の減圧動作を開始してもよい。

【0111】

基板処理装置 100 では、搬送制御部 160 が減圧機構 7 に吸引口 26 内の減圧を開始させているが、仮に、搬送制御部 160 が減圧機構 7 を制御せずに主制御部 130 が減圧機構 7 に吸引口 26 内の減圧を開始させるとすると、基板 W がハンド 156 とともに所定の高さに到達したことを搬送制御部 160 が主制御部 130 に通知し、主制御部 130 が制御信号 SG2 を "0" から "1" に切り替えて減圧機構 7 に減圧動作を行わせる必要が有る。この場合において、基板処理装置 100 が、例えば、12 個の基板処理ユニット 1 を備える場合には、主制御部 130 は、他の 11 個の基板処理ユニット 1 の処理も並行して制御する必要が有る。このため、搬送制御部 160 と主制御部 130 との通信に時間がかかり、時刻 t_3 、すなわち基板 W が所定の高さに到達してから 350 ミリ秒 ~ 500 ミリ秒程度経過した後でなければ、主制御部 130 は、制御信号 SG2 を "1" に切り替えることができない。これに対して、実際の基板処理装置 100 では、時刻 t_3 の直後に搬送制御部 160 が減圧動作を開始させる制御信号 SG2 を減圧機構 7 に出力するので、吸引口 26 内の減圧をより早く開始できる。

40

50

【0112】

搬送制御部160は、ハンド156が上側目標位置まで上昇するまで待つ(図9のステップS90)。ハンド156が上側目標位置に到達すると、搬送制御部160は、ハンド156を進出位置から退避位置に移動(「後退」、「退避」)させるとともに、並行して、ハンド157を退避位置から進出位置に移動(「進出」)させる(図9のステップS100)。すなわち、搬送制御部160は、水平移動によってハンド156、157の位置を交替させる。具体的には、搬送制御部160は、アーム154を屈折させてハンド156を筐体121内から退出させる動作と、アーム155を伸展させてハンド157をスピチャック21の上方の進出位置に配置する動作とを並行して搬送ロボットCRに行わせる。これにより、スピチャック21から取り外された処理済みの基板Wはハンド156によって基板処理ユニット1から搬出され、ハンド157に保持された未処理の基板Wは、スピチャック21の上方に配置される。ハンド156、157の位置の交替に要する期間T3(図7)は、例えば、300ミリ秒~400ミリ秒となる。

10

【0113】

搬送制御部160は、進出位置に到達したハンド157の降下を搬送ロボットCRに開始させる(図9のステップS110)。ハンド157は、例えば、35mm程度降下する。

【0114】

ハンド157は、当該降下の途中で処理位置PSにおいて基板Wをスピチャック21に載置する(図9のステップS120)。図7の例では、時刻t4に基板Wがスピチャック21に載置されている。基板Wが載置されたことにより、吸引口26の開口部が閉塞されて時刻t4以降の吸引口26内の減圧が加速されている。ハンド157の降下の開始から時刻t4まで、すなわち基板Wがスピチャック21に載置されるまでの期間T4(図7)は、例えば、400ミリ秒~500ミリ秒となる。

20

【0115】

搬送制御部160が、図8のステップS50において、処理済みの基板Wをスピチャック21から取り外すために、搬送ロボットCRにハンド156の上昇を開始させてから、ハンド157が降下して未処理の基板Wをスピチャック21に載置するまでの期間T6(図7)は、例えば、1100ミリ秒~1400ミリ秒となる。

【0116】

搬送制御部160は、スピチャック21に載置された基板Wの下方に位置する下側目標位置にハンド157が到達するまで、搬送ロボットCRにハンド157をさらに若干降下させる(図10のステップS130)。これにより基板Wの下面とハンド157との間に隙間ができ、ハンド157を支持するアーム155を屈折させることが可能となる。

30

【0117】

その後、搬送制御部160は、搬送ロボットCRにアーム155を屈折させて、ハンド157を、その進出位置から筐体121外部の退避位置に移動させる(図10のステップS140)。これにより、搬送ロボットCRによる基板Wの交換処理が終了する。搬送制御部160は、基板Wの交換処理が終了したことを主制御部130に通知する。ステップS130~S140に要する期間、すなわちハンド157が基板Wをスピチャック21に載置してからその退避位置に移動するまでの期間T5(図7)は、例えば、450ミリ秒~550ミリ秒である。

40

【0118】

主制御部130は、搬送制御部160が減圧機構7に減圧動作を開始させたことを検出する。この検出は、例えば、搬送制御部160から主制御部130に伝送される制御信号SG1a(図6)を主制御部130がモニタすることなどによって行われる。制御信号SG1は、搬送制御部160から減圧機構7に出力されるとともに、制御信号SG1aとして主制御部130に伝送される。制御信号SG1aは、伝送遅れによって、制御信号SG1に対して遅れた信号として主制御部130に伝送される。また、例えば、搬送制御部160が基板Wの交換処理が終了した旨を主制御部130に通知し、この通知に基づいて主

50

制御部 130 が当該検出を行ってもよい。また、搬送制御部 160 は、圧力計 74 の出力に基づいて配管 711 内の圧力が低下し始めたことを検出することなどによって、減圧機構 7 による減圧動作の開始を検出してよい。主制御部 130 は、図 8 のステップ S40 において基板 W の交換処理の開始を搬送制御部 160 に指示した後、制御信号 SG1a の "1" への変化、若しくは基板 W の交換処理が終了した旨の通知等を待っている。搬送制御部 160 が基板 W の交換処理の終了を主制御部 130 に通知する場合には、制御信号 SG1 は、制御信号 SG1a として主制御部 130 に伝送されなくてもよい。

【0119】

主制御部 130 は、搬送制御部 160 が減圧機構 7 に減圧動作を開始させたことを検出すると、減圧機構 7 に出力する制御信号 SG2 を "0" (Low レベル) から "1" (High レベル) に切り替える。これにより、主制御部 130 は、減圧機構 7 が行う減圧動作の制御を開始する (図 10 のステップ S150)。図 6、図 7 の例では、主制御部 130 は、減圧機構 7 が減圧動作を開始したことを時刻 t5 に検出し、制御信号 SG2 を "1" に切り替えている。この動作によって、以降に、搬送制御部 160 が制御信号 SG1 を "1" から "0" に切り替えたとしても、減圧機構 7 による減圧動作が継続される。また、主制御部 130 は、基板 W の交換処理が終了した旨の通知を受け取ると、シャッター 123 の開閉機構にシャッター 123 を閉鎖させる。

10

【0120】

主制御部 130 は、減圧機構 7 による減圧動作の制御を開始したことを搬送制御部 160 に通知する。搬送制御部 160 は、当該通知を受け取って、減圧機構 7 による減圧動作の制御を主制御部 130 が開始したことを検出する。搬送制御部 160 は、制御信号 SG2 の変化を検出することによって、主制御部 130 が減圧動作の制御を開始したことを検出してもよい。

20

【0121】

搬送制御部 160 は、減圧動作の制御を主制御部 130 が開始したことを検出すると、減圧機構 7 に供給している制御信号 SG1 を "1" (High レベル) から "0" (Low レベル) に切り替えて、減圧動作の制御を終了する (図 10 のステップ S160)。図 6、図 7 の例では、搬送制御部 160 は、減圧動作の制御を主制御部 130 が開始したことを時刻 t6 に検出し、制御信号 SG1 を "0" に切り替えている。搬送制御部 160 が、減圧機構 7 による減圧動作の制御を終了した後は、主制御部 130 が出力する制御信号 SG2 によって、減圧機構 7 が吸引口 26 内を減圧するか、大気に開放するか (復圧させるか) が決定される。主制御部 130 は、減圧機構 7 が吸引口 26 内の減圧動作を継続して行うように制御信号 SG2 を "1" に維持して、搬送制御部 160 に代って減圧機構 7 による減圧動作を制御する。従って、時刻 t6 以降は、主制御部 130 が搬送制御部 160 に代って単独で減圧機構 7 による吸引口 26 内の減圧動作の制御を行うことになる。

30

【0122】

主制御部 130 は、圧力計 74 の出力をモニタして配管 711 内の圧力が閾値 Th2 以下になるまで、すなわち吸引口 26 内の減圧が完了するまで待つ (図 10 のステップ S170)。図 7 の例では、主制御部 130 は、時刻 t7 に当該圧力が閾値 Th2 以下になったことを検出している。

40

【0123】

配管 711 内の圧力が閾値 Th2 になると、スピンチャック 21 によって基板 W が確実に保持される。そこで、主制御部 130 は、回転機構 231 にスピンチャック 21 の回転を開始させるとともに、ノズルヘッド 49、50、およびスプラッシュガード 31 等をそれらの処理位置に配置する制御を行い、交換された基板 W に対する定められた処理を処理部 5 に行わせる (図 10 のステップ S180)。主制御部 130 は、配管 711 内の圧力をモニタして圧力が閾値 Th2 以下に維持されていることを確認しつつ、処理部 5 に所定の期間、基板 W の処理を行わせる。

【0124】

処理部 5 による基板 W の処理が完了すると、主制御部 130 が、スピンチャック 21 の

50

回転を停止させる。主制御部 130 は、ノズルヘッド 49、50、およびスプラッシュガード 31 等をそれらの退避位置に配置させる。その後、処理は図 8 のステップ S10 に戻されて、主制御部 130 は、再び吸引口 26 内の復圧を開始する。具体的には、主制御部 130 は、制御信号 SG2 を "1" (High レベル) から "0" (Low レベル) に切り替える。図 6 の例では、主制御部 130 は、時刻 t8 に、制御信号 SG2 を "0" に切り替えている。これにより、バルブ制御回路 77 が出力する制御信号 SG3 が "1" から "0" に変化し、制御信号 SG4 が "0" から "1" に変化する。そして、開閉弁 71、開閉弁 73 が閉じられて減圧機構 7 による吸引口 26 内の減圧動作が終了するとともに、開閉弁 72 が開かれて吸引口 26 内が大気に開放され、吸引口 26 内の復圧動作が開始される。その後、ステップ S10 の残りの処理と、ステップ S20 以下の処理が繰り返される。

10

【0125】

図 6、図 7 に示されるように、時刻 t3 ~ 時刻 t6 まで期間 Tc (図 6、図 7) においては、搬送制御部 160 は、制御信号 SG1 を "1" に維持して減圧機構 7 が吸引口 26 内の減圧動作を行うように減圧機構 7 を制御している。時刻 t5 ~ 時刻 t8 までの期間 Td においては、主制御部 130 が制御信号 SG2 を "1" に維持して減圧機構 7 が吸引口 26 内の減圧動作を行うように減圧機構 7 を制御している。従って、時刻 t3 において搬送制御部 160 が制御信号 SG1 を "1" に設定してから、時刻 t8 において主制御部 130 が制御信号 SG2 を "0" に設定するまでの期間 Ta (図 6) では、減圧機構 7 に吸引口 26 内の減圧動作をさせる制御が主制御部 130 と搬送制御部 160 との少なくとも

20

【0126】

時刻 t3 ~ 時刻 t5 の期間 Te (図 6、図 7) においては、搬送制御部 160 が単独で、減圧機構 7 による吸引口 26 内の減圧動作を制御している。時刻 t5 ~ 時刻 t6 までの期間 Tf (図 6、図 7) では、搬送制御部 160 と主制御部 130 の双方が、当該減圧動作を制御している。時刻 t6 ~ 時刻 t8 までの期間は、主制御部 130 が単独で、減圧機構 7 による吸引口 26 内の減圧動作を制御している。

【0127】

また、時刻 t1 において主制御部 130 が制御信号 SG2 を "0" に設定してから、時刻 t3 において搬送制御部 160 が制御信号 SG1 を "1" に設定するまでの期間 Tb (図 7) では、減圧機構 7 に吸引口 26 内の復圧動作をさせる制御が行われている。

30

【0128】

基板 W の交換処理に要する期間 T6 (例えば、1300 ミリ秒) は、通常、基板 W の処理時間 (例えば、10 秒) に比べて十分に短いので、減圧機構 7 による吸引口 26 の減圧動作の制御を搬送制御部 160 が行う期間 Tc は、当該制御を主制御部 130 が行う期間 Td に比べて短くなる。

【0129】

なお、搬送ロボット CR による基板 W の交換処理が終了し、基板処理ユニット 1 が基板 W の処理を行っているときには、通常、基板 W を保持しているスピンチャック 21 が回転している。仮に、基板 W の処理中に吸引口 26 内の圧力が上昇してスピンチャック 21 の吸引力が低下すると、基板 W が破損したり、スピンチャック 21 から外れたりする可能性がある。このため、主制御部 130 は、基板 W の処理中も配管 711 内の圧力を監視する。主制御部 130 は、当該圧力の異常を検出すると、スピンチャック 21 の吸引動作を停止したり、再開したりする必要がある。このため、基板 W の交換処理以外の期間においては、主制御部 130 が、減圧機構 7 を制御する。

40

【0130】

< 4 . 基板処理装置 100A の構成について >

図 1 は、他の実施形態に係る基板処理装置 100A を模式的に示す概略平面図である。図 3 は、基板処理装置 100A が備える基板処理ユニットの一例として基板処理ユニット 1A を示す概略斜視図である。図 4 は、基板処理ユニット 1A が備える減圧機構 7A を模

50

式的に示すブロック図である。図 11 は、搬送制御部 160 と主制御部 130 とが出力する制御信号 S G 1 A、S G 2 A と、スピンチャックの吸引動作との関係をグラフ形式で示す図である。図 11 は、基板処理ユニット 1 に係る図 6 に対応する図である。

【 0 1 3 1 】

基板処理装置 100 A と基板処理装置 100 との違いは、基板処理装置 100 の基板処理ユニット 1 に代えて基板処理装置 100 A が基板処理ユニット 1 A を備えるとともに、基板処理ユニット 1 の搬送制御部 160、主制御部 130 が制御信号 S G 1、S G 2 を出力することに対して、基板処理ユニット 1 A の搬送制御部 160、主制御部 130 が制御信号 S G 1 A、制御信号 S G 2 A を出力することである。

【 0 1 3 2 】

基板処理ユニット 1 A と基板処理ユニット 1 との違いは、基板処理ユニット 1 の減圧機構 7 に代えて、基板処理ユニット 1 A が減圧機構 7 A を備えることである。減圧機構 7 A と減圧機構 7 との違いは、減圧機構 7 のバルブ制御回路 77 に代えて、減圧機構 7 A がバルブ制御回路 77 A を備えることである。

【 0 1 3 3 】

以下では、基板処理装置 100 と基板処理装置 100 A との異なる要素について説明する。すなわち、以下では、バルブ制御回路 77 A と、搬送制御部 160、主制御部 130 がそれぞれ出力する制御信号 S G 1 A、S G 2 A を中心に説明する。

【 0 1 3 4 】

基板処理ユニット 1 のバルブ制御回路 77 が、例えば、論理和ゲート（図示省略）とインバータ（図示省略）を備えて構成されていたことに対して、基板処理ユニット 1 A のバルブ制御回路 77 A は、例えば、ラッチ回路（図示省略）を備えて構成される。当該ラッチ回路としては、例えば、セット端子とリセット端子を備える R S ラッチなどが採用される。

【 0 1 3 5 】

当該ラッチ回路のセット端子には、搬送制御部 160 が出力する制御信号 S G 1 A（図 4）が入力され、リセット端子には主制御部 130 が出力する制御信号 S G 2 A（図 4）が入力される。制御信号 S G 1 A、S G 2 A がともに " 0 "（L o w レベル）である状態から、制御信号 S G 1 A が " 1 "（H i g h レベル）に立ち上がると、当該ラッチ回路は、その非反転出力端子から " 1 " を出力し、制御信号 S G 1 A が " 0 " に立ち下がった後も非反転出力端子は " 1 " を出力する。この状態で、制御信号 S G 2 A が " 0 " から " 1 " に立ち上がると、非反転出力端子からは、" 0 " が出力され、制御信号 S G 2 A が " 0 " に立ち下がった後も非反転出力端子は " 0 " を出力する。また、当該ラッチ回路は、反転出力端子を備え、当該反転出力端子からは、非反転出力端子の出力を反転させた信号を出力する。

【 0 1 3 6 】

非反転出力端子の出力する信号は、制御信号 S G 3 としてバルブ制御回路 77 A から開閉弁 71、73 に供給され、反転出力端子の出力する信号は、制御信号 S G 4 としてバルブ制御回路 77 A から開閉弁 72 に供給される。

【 0 1 3 7 】

図 11 に示される時刻 t3 以前においては、搬送制御部 160、主制御部 130 がそれぞれ出力する制御信号 S G 1 A、S G 2 A がともに " 0 "（L o w レベル）である。このため、制御信号 S G 3 は、" 0 " であり、制御信号 S G 4 は、" 1 " である。従って、開閉弁 71、73 が閉じられているとともに、開閉弁 72 が開かれている。減圧機構 7 は、吸引口 26 内を大気に開放して、復圧動作を行っている。主制御部 130 は、圧力計 74 の出力に基づいて吸引口 26 内の圧力が閾値 T h 2 以上となったときに、主制御部 130 に対して基板処理ユニット 1 A のスピンチャック 21 に保持された処理済みの基板 W の交換処理を行うべき旨の指示を出している。主制御部 130 は、搬送制御部 160 の指示を受けて搬送ロボット C R を制御して基板 W の交換処理を開始している。

【 0 1 3 8 】

10

20

30

40

50

時刻 t 3 は、既述したように、主制御部 1 3 0 の指示に従って搬送制御部 1 6 0 が搬送口ポット C R によって基板 W の交換処理を開始して、ハンド 1 5 6 がスピンチャック 2 1 から基板 W を受け取って所定の高さまで持ち上げたタイミングである。

【 0 1 3 9 】

搬送制御部 1 6 0 は、時刻 t 3 において、制御信号 S G 1 A をパルス状に変化させる。すなわち、搬送制御部 1 6 0 は、制御信号 S G 1 A を " 1 " に立ち上げて、直ぐに " 0 " に立ち下げる。

【 0 1 4 0 】

このように、制御信号 S G 1 A が変化すると、制御信号 S G 1 A の立ち上がりのタイミング (時刻 t 3) に制御信号 S G 3 が " 1 " に変化して維持されるとともに、制御信号 S G 4 が " 0 " に変化して維持される。これにより、減圧機構 7 は、時刻 t 3 において、搬送制御部 1 6 0 の制御下で吸引口 2 6 内の減圧動作を開始し、その後、減圧動作を続行する。搬送制御部 1 6 0 は、制御信号 S G 1 A をパルス状に変化させて、減圧機構 7 に減圧動作を開始させた後は、減圧機構 7 による減圧動作の制御を行わない。

10

【 0 1 4 1 】

搬送制御部 1 6 0 は、制御信号 S G 1 A を立ち下げた後は、搬送口ポット C R を制御して基板 W の交換処理を続行し、交換処理を完了させる。搬送制御部 1 6 0 は、再び、主制御部 1 3 0 の指示によって、基板 W の交換処理を行うまで制御信号 S G 1 A を " 0 " に維持する。

【 0 1 4 2 】

20

このように、搬送制御部 1 6 0 は、搬送口ポット C R を制御して搬送口ポット C R に基板 W の交換処理をさせる際に、スピンチャック 2 1 の吸引口 2 6 内を減圧する減圧動作を減圧機構 7 A に開始させる。また、搬送制御部 1 6 0 は、搬送口ポット C R がスピンチャック 2 1 から処理済みの基板 W を取り外した後、未処理の基板 W をスピンチャック 2 1 に載せる前に、減圧機構 7 A に減圧動作を開始させる。

【 0 1 4 3 】

主制御部 1 3 0 は、搬送制御部 1 6 0 から基板の交換処理が完了した旨の通知を受けると、回転機構 2 3 1 にスピンチャック 2 1 の回転を開始させて、処理部 5 に基板 W に対する処理を行わせる。

【 0 1 4 4 】

30

制御信号 S G 1 A は、主制御部 1 3 0 にも制御信号 S G 1 A a として伝送されている。伝送遅れによって、制御信号 S G 1 A a は、制御信号 S G 1 A に対して遅れた信号として主制御部 1 3 0 に伝送されている。主制御部 1 3 0 は、制御信号 S G 1 A a の上記のパルス状の変化を時刻 t 5 に検出すると、減圧機構 7 が吸引口 2 6 内を減圧する減圧動作を継続して行うように、制御信号 S G 2 A を " 0 " に維持する。すなわち、主制御部 1 3 0 は、時刻 t 5 以降においては、減圧機構 7 に減圧動作を開始させて直後に制御を終了した搬送制御部 1 6 0 に代って、減圧機構 7 による吸引口 2 6 内の減圧動作を制御 (管理) する。

【 0 1 4 5 】

従って、主制御部 1 3 0 が、減圧機構 7 A にスピンチャック 2 1 の吸引口 2 6 内を減圧させる制御には、予め、搬送制御部 1 6 0 が開始させた減圧機構による吸引口 2 6 内の減圧動作が維持されるように、主制御部 1 3 0 が、処理部 5 による基板 W の処理の進捗をモニタしつつ、減圧機構 7 A を制御することも含まれる。基板 W の交換処理が終了したことを搬送制御部 1 6 0 が主制御部 1 3 0 に通知し、当該通知に基づいて主制御部 1 3 0 が制御信号 S G 2 A を " 0 " に維持する制御を行ってもよい。この場合には、制御信号 S G 1 A は、制御信号 S G 1 A a として主制御部 1 3 0 に伝送されなくてもよい。

40

【 0 1 4 6 】

交換された未処理の基板 W の処理が終了すると、主制御部 1 3 0 は、回転機構 2 3 1 にスピンチャック 2 1 の回転を停止させて、制御信号 S G 2 A をパルス状に変化させる。すなわち、主制御部 1 3 0 は、制御信号 S G 2 A を " 1 " に立ち上げて、直ぐに " 0 " に立ち

50

下げる。

【0147】

このように、制御信号SG2Aが変化すると、制御信号SG2Aの立ち上がりのタイミング(時刻t8)に制御信号SG3が"0"に変化して維持されるとともに、制御信号SG4が"1"に変化して維持される。これにより、減圧機構7は、時刻t8において、主制御部130の制御下で吸引口26内の減圧動作を終了して復圧動作を開始し、その後、復圧動作を続行する。主制御部130は、制御信号SG2Aをパルス状に変化させて、減圧機構7に復圧動作を開始させた後は、制御信号SG2Aを"0"に維持する。主制御部130は、吸引口26内が大気圧近くまで十分に復圧されれば、再び、搬送制御部160に基板Wの交換処理を指示する。

10

【0148】

なお、減圧機構7Aが減圧動作を行うように搬送制御部160が減圧機構7Aを制御する期間は、減圧機構7Aが減圧動作を行うように主制御部130が減圧機構7Aを制御する期間よりも短い。このことは、基板処理装置100の減圧機構7と同様である。

【0149】

また、基板処理ユニット1(1A)は、基板Wを回転させつつ、基板Wに処理を行う装置に限定されない。例えば、基板処理ユニット1(1A)は、スピンチャック21を回転させる回転機構231を備えておらず、ノズルヘッド50を基板Wに対して移動させて基板Wに処理を行う装置であってもよい。また、処理部5は、処理液を用いて処理を行うものに限られず、例えば、回転するブラシや、洗浄液によって基板Wの周縁部の洗浄を行うもの等でもよい。

20

【0150】

上記のように構成された本実施形態に係る基板処理装置によれば、搬送制御部160は、搬送ロボットCRに基板Wの交換をさせる際に、スピンチャック21の吸引口26内を減圧する減圧動作を減圧機構7(7A)に開始させる。これにより、搬送制御部160は、自ら検知した基板Wの交換のタイミングに基づいて減圧機構7(7A)に減圧動作を開始させることができる。従って、減圧機構7(7A)が減圧動作を開始する際の待ち時間を短縮できるので、基板交換の所要時間を短縮できる。

【0151】

また、上記のように構成された本実施形態に係る基板処理装置によれば、搬送制御部160が減圧機構7(7A)に減圧動作を開始させた後に、主制御部130が、搬送制御部160に代って減圧機構7(7A)の減圧動作を制御する。従って、減圧機構7(7A)の制御に関する搬送制御部160の負担を軽減できる。

30

【0152】

また、上記のように構成された本実施形態に係る基板処理装置によれば、減圧機構7が減圧動作を行うように搬送制御部160が減圧機構7を制御する期間の一部と、減圧機構7が減圧動作を行うように主制御部130が減圧機構7を制御する期間の一部とが互いに重なっているので、搬送制御部160による制御から主制御部130による制御に切り替わる過程で、減圧機構7が途切れることなく継続して減圧動作を行うことが容易になる。

【0153】

また、上記のように構成された本実施形態に係る基板処理装置によれば、減圧機構7(7A)が減圧動作を行うように搬送制御部160が減圧機構7(7A)を制御する期間は、減圧機構7(7A)が減圧動作を行うように主制御部130が減圧機構7(7A)を制御する期間よりも短い。従って、搬送制御部160が減圧機構7(7A)を制御する期間を短縮できるので減圧機構7(7A)の制御に関する搬送制御部160の負担をさらに軽減できる。

40

【0154】

また、上記のように構成された本実施形態に係る基板処理装置によれば、搬送ロボットCRがスピンチャック21から処理済みの基板Wを取り外してスピンチャック21の表面から定められた高さまで処理済みの基板Wを移動した直後に、搬送制御部160が減圧機

50

構 7 (7 A) に減圧動作を開始させる。従って、搬送ロボット C R による基板 W の交換処理の動作速度にかかわらず、取り外された処理済みの基板 W が定められた高さに到達した直後に減圧機構 7 (7 A) が減圧動作を開始することができる。

【 0 1 5 5 】

また、上記のように構成された本実施形態に係る基板処理装置によれば、搬送ロボット C R がスピンチャック 2 1 から処理済みの基板 W を取り外した後、未処理の基板 W をスピンチャック 2 1 に載せる前に、搬送制御部 1 6 0 が減圧機構 7 (7 A) に減圧動作を開始させるので、スピンチャック 2 1 が未処理の基板 W を安定して保持することができる。

【 0 1 5 6 】

本発明は詳細に示され記述されたが、上記の記述は全ての態様において例示であって限定的ではない。したがって、本発明は、その発明の範囲内において、実施の形態を適宜、変形、省略することが可能である。

10

【符号の説明】

【 0 1 5 7 】

1 0 0 , 1 0 0 A 基板処理装置

1 , 1 A 基板処理ユニット

1 3 0 主制御部 (処理制御部)

1 6 0 搬送制御部

2 1 スピンチャック (保持部材)

2 6 吸引口

20

5 処理部

7 , 7 A 減圧機構

7 0 減圧装置

7 1 ~ 7 3 開閉弁

7 1 1 ~ 7 1 3 配管

7 6 真空発生器

7 7 , 7 7 A バルブ制御回路

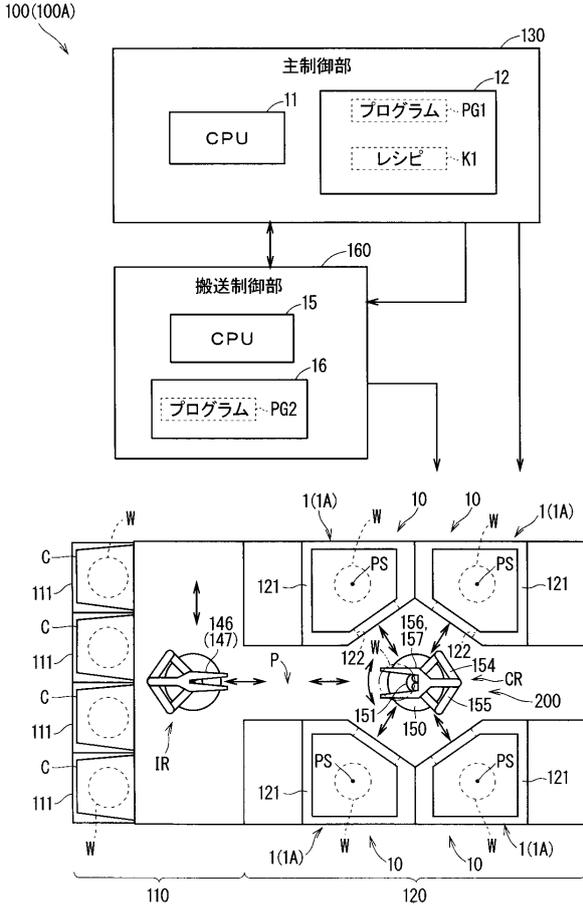
C R 搬送ロボット

S G 1 , S G 1 A , S G 2 , S G 2 A 制御信号

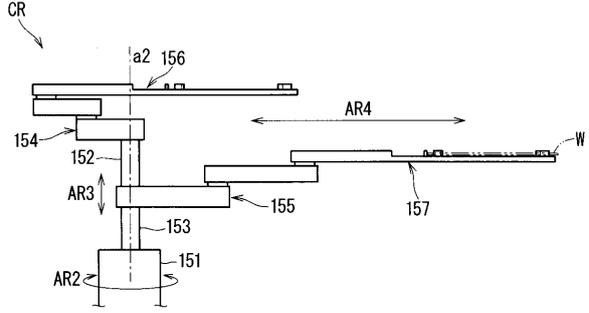
W 基板

30

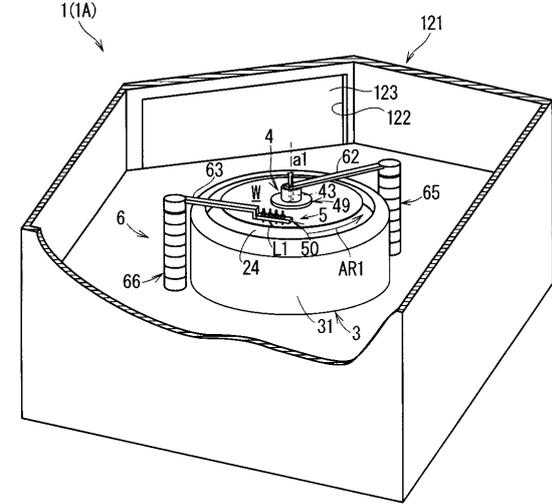
【図1】



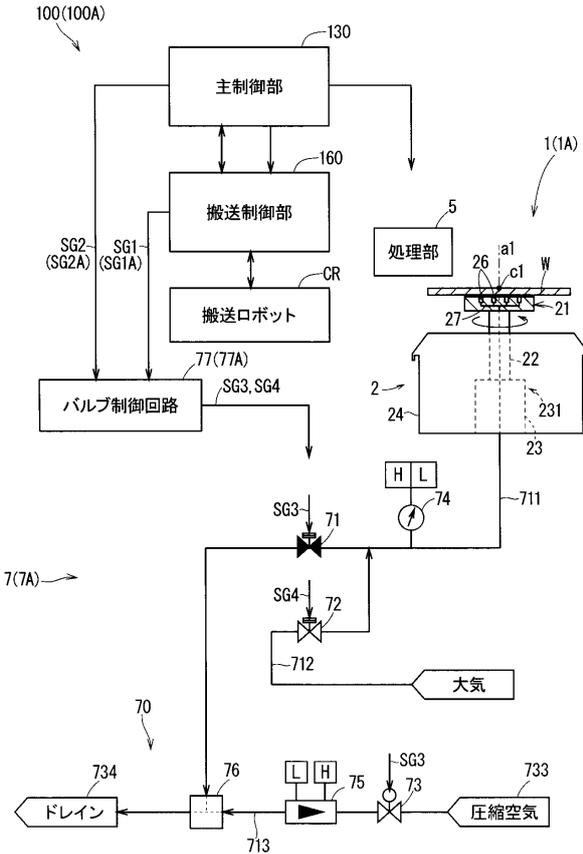
【図2】



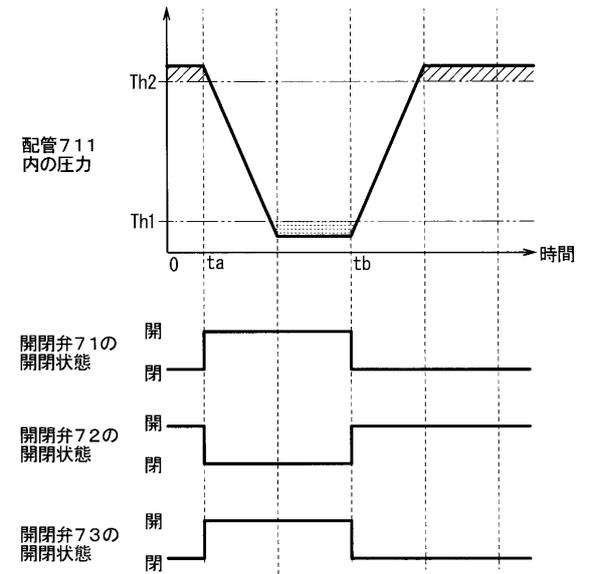
【図3】



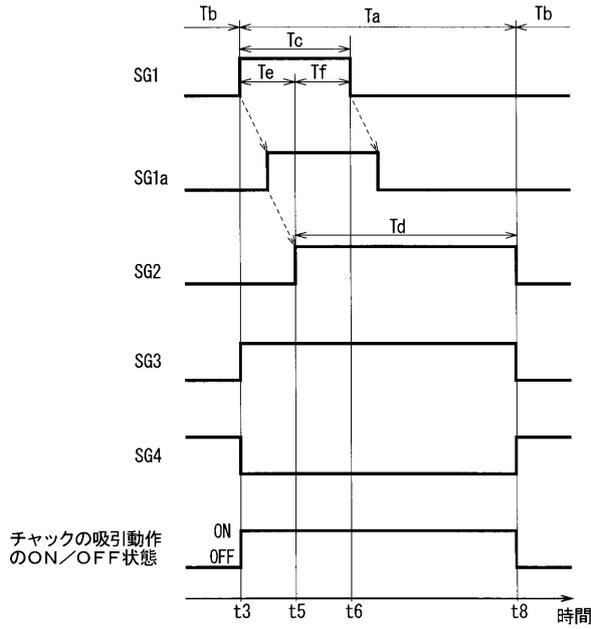
【図4】



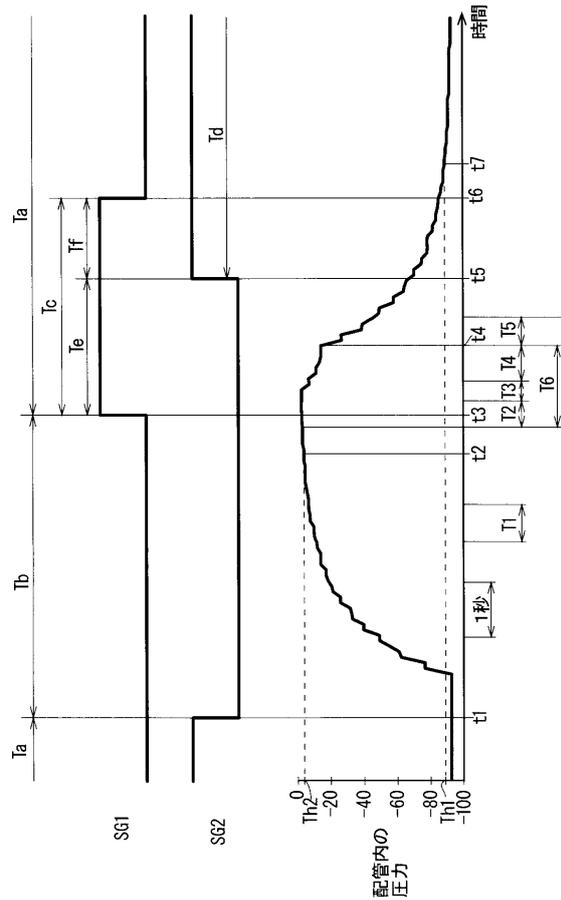
【図5】



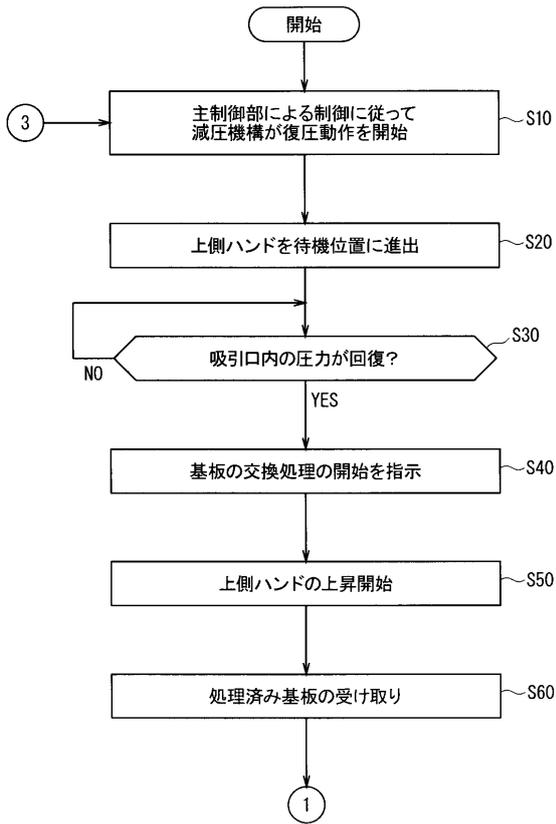
【図6】



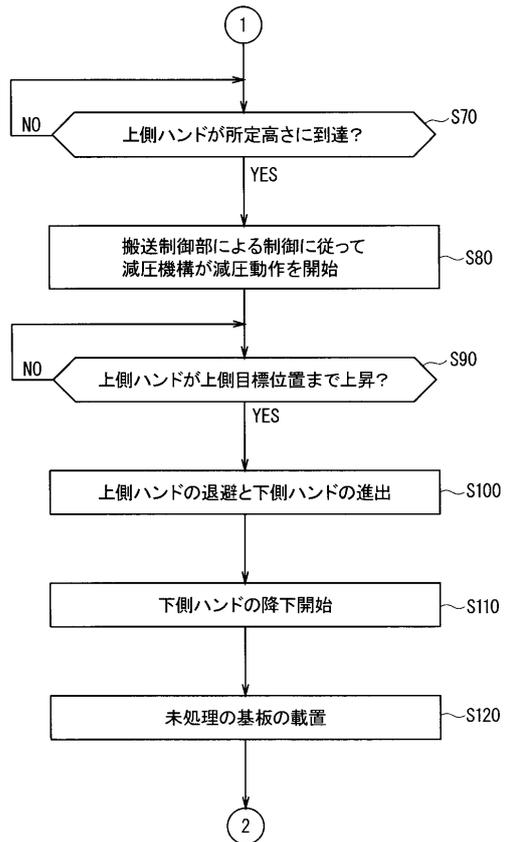
【図7】



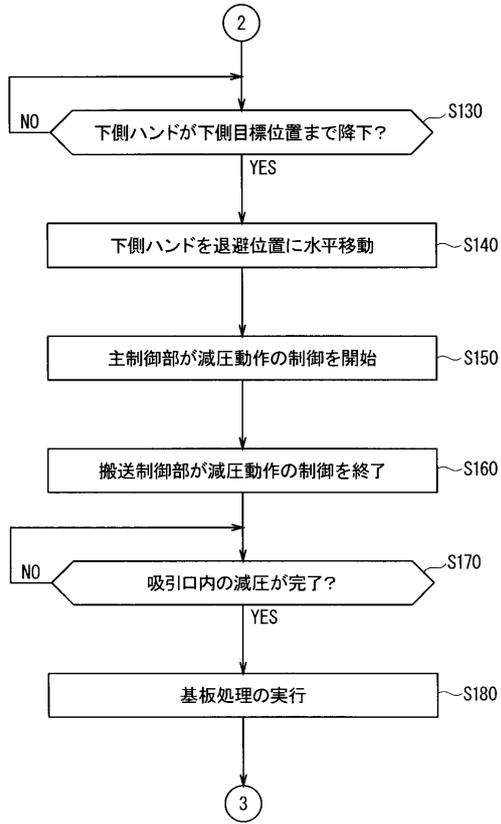
【図8】



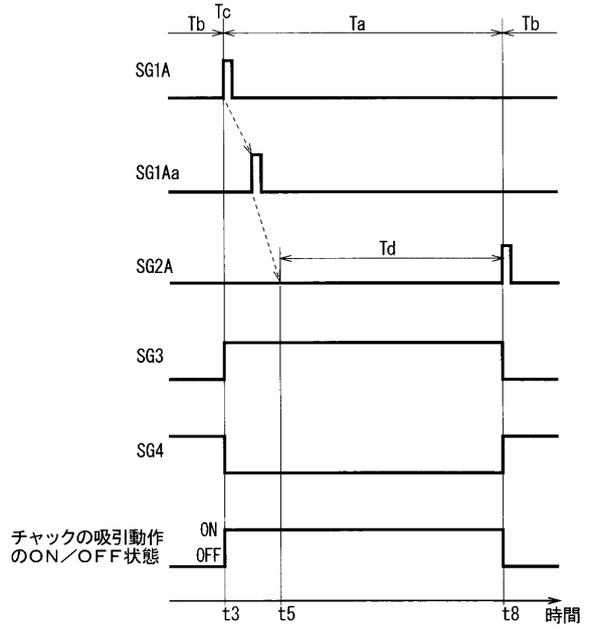
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 立石 浩平

京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1-1 株式会社SCREENセミコンダクターソ
リューションズ内

審査官 宮久保 博幸

(56)参考文献 特開平10-270535(JP,A)

特開2013-232630(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/677

H01L 21/304