

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6792512号  
(P6792512)

(45) 発行日 令和2年11月25日(2020.11.25)

(24) 登録日 令和2年11月10日(2020.11.10)

(51) Int.Cl.

F 1

H01L 21/304 (2006.01)  
H01L 21/683 (2006.01)H01L 21/304 644C  
H01L 21/304 644B  
H01L 21/68 N

請求項の数 7 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2017-97621 (P2017-97621)  
 (22) 出願日 平成29年5月16日 (2017.5.16)  
 (65) 公開番号 特開2018-195680 (P2018-195680A)  
 (43) 公開日 平成30年12月6日 (2018.12.6)  
 審査請求日 令和1年10月29日 (2019.10.29)

(73) 特許権者 000000239  
 株式会社荏原製作所  
 東京都大田区羽田旭町11番1号  
 (74) 代理人 100106909  
 弁理士 棚井 澄雄  
 (74) 代理人 100149548  
 弁理士 松沼 泰史  
 (74) 代理人 100169764  
 弁理士 清水 雄一郎  
 (74) 代理人 100167553  
 弁理士 高橋 久典  
 (72) 発明者 中野 央二郎  
 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社荏原製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】基板洗浄装置および基板処理装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

基板を回転させる第1駆動ローラを有する第1駆動スピンドルと、前記基板によって回転させられる従動ローラを有するアイドラスピンドルと、を含む第1スピンドル群と、

前記基板を回転させる第2駆動ローラをそれぞれ有する複数の第2駆動スピンドルを含む第2スピンドル群と、

前記第1駆動ローラおよび複数の前記第2駆動ローラによって回転させられる前記基板に洗浄部材を接触させて前記基板を洗浄する洗浄機構と、

前記従動ローラの回転数を検出する回転検出部と、

前記第1スピンドル群をスライド移動可能かつ回転移動可能に保持する第1移動機構と

前記第2スピンドル群をスライド移動可能かつ回転移動不能に保持する第2移動機構と、を備え、

前記洗浄部材は、前記基板と接触している間において回転または揺動することで、前記基板を押し込む押し込み力を発生させ、

前記押し込み力は、前記基板を前記第1スピンドル群から前記第2スピンドル群に向けて押し込む方向に成分を有する、基板洗浄装置。

## 【請求項2】

前記従動ローラを回転させる際の慣性モーメントが、前記第1駆動ローラを回転させる際の慣性モーメントよりも小さい、請求項1に記載の基板洗浄装置。

## 【請求項 3】

基板を回転させる第1駆動ローラおよび複数の第2駆動ローラと、  
 回転する前記基板に接触することで回転する従動ローラと、  
 回転する前記基板に洗浄部材を接触させて前記基板を洗浄する洗浄機構と、  
 前記従動ローラの回転数を検出する回転検出部と、  
前記第1駆動ローラおよび前記従動ローラをスライド移動可能かつ回転移動可能に保持する第1移動機構と、  
複数の前記第2駆動ローラをスライド移動可能かつ回転移動不能に保持する第2移動機構と、を備え、

前記洗浄部材は、前記基板と接触している間において回転または揺動することで、前記基板を押し込む押し込み力を発生させ、

前記押し込み力は、前記基板を、前記第1駆動ローラおよび前記従動ローラから前記複数の第2駆動ローラに向けて押し込む方向に成分を有し、

前記回転検出部は、前記従動ローラとともに回転するドグと、投光部および受光部を有するセンサと、を備え、前記投光部と前記受光部との間に前記ドグが位置するか否かによって変化する前記センサの出力信号に基づいて、前記ドグの回転数を検出するように構成されている、基板洗浄装置。

## 【請求項 4】

前記洗浄部材は、回転する前記基板と接触するロール洗浄部材であり、  
 前記ロール洗浄部材は前記基板との接触部において前記基板を複数の前記第2駆動ローラに向けて押し込む方向に回転するように構成されている、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の基板洗浄装置。

## 【請求項 5】

前記洗浄部材は、回転する前記基板と接触するペンシル洗浄部材であり、  
 前記洗浄機構は、該ペンシル洗浄部材が前記基板の中心と外周とを結ぶ所定の軌跡を揺動するように該ペンシル洗浄部材が取り付けられた揺動アームを有し、  
 前記揺動アームは、前記ペンシル洗浄部材が前記基板と接触している間において、前記第1駆動ローラおよび前記従動ローラから複数の前記第2駆動ローラに向かう方向に揺動する、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の基板洗浄装置。

## 【請求項 6】

第1洗浄室、第1搬送室、第2洗浄室、第2搬送室及び乾燥室を有する洗浄部を備えた基板処理装置であって、

前記第1洗浄室及び前記第2洗浄室はそれぞれ、請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の基板洗浄装置を含む、基板処理装置。

## 【請求項 7】

前記基板を研磨する研磨部と、  
 請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の基板洗浄装置を有する洗浄部と、を備える基板処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、基板洗浄装置および基板処理装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来から、下記特許文献1に示されるような、基板処理装置に用いられる基板洗浄装置が知られている。この基板洗浄装置は、第1スピンドル群と第2スピンドル群との間で基板を保持しながら回転させる基板保持回転機構と、基板を洗浄する洗浄機構と、を備えている。第1スピンドル群および第2スピンドル群は、基板を回転させる駆動スピンドルをそれぞれ2本ずつ備えている。これら計4本の駆動スピンドルで基板を保持しながら回転させつつ、洗浄機構によって基板を洗浄する。

10

20

30

40

50

**【0003】**

また、この種の基板洗浄装置では、洗浄された基板の品質を安定させるため、基板の回転数を精度よく測定することが求められている。基板の回転数を測定する方法として、下記特許文献2では、基板の外周縁に従動ローラを当接し、この従動ローラとスリット板とを一体に回転させて、このスリット板の回転状態を検出する構成を開示している。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0004】**

【特許文献1】特許第4937807号公報

【特許文献2】特開平10-289889号公報

10

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

ところで、上記特許文献2のように、従動ローラの回転数を検出することで基板の回転数を間接的に検出する構成においては、従動ローラと基板との間で生じるスリップが、基板の回転数の検出精度を低下させる要因となる。このようなスリップの発生を抑えるためには、従動ローラの基板に対する押し付け力を大きくすることが有効である。

一方、例えば上記特許文献1に示されるような4本の駆動ローラに加えて、基板の回転数を測定するための従動ローラを強い押し付け力で基板に当接させると、基板に加えられる力のバランスが崩れ、基板の変形などを招いてしまう場合がある。さらに、基板に接触するローラの数が増加すると、洗浄に伴ってローラに付着した汚れが再び基板に付着し、基板が汚染されてしまう現象が生じやすくなる。

20

以上のような理由から、基板の洗浄の品質を安定させながら、従動ローラを用いて基板の回転数を精度よく測定することは容易ではなかった。

**【0006】**

本発明はこのような事情を考慮してなされたもので、基板の洗浄の品質を安定させながら、従動ローラを用いて基板の回転数を精度よく測定できる基板洗浄装置を提供することを目的とする。

**【課題を解決するための手段】****【0007】**

30

上記課題を解決するために、本発明の第1態様に係る基板洗浄装置は、基板を回転させる第1駆動ローラを有する第1駆動スピンドルと、前記基板によって回転させられる従動ローラを有するアイドラスピンドルと、を含む第1スピンドル群と、基板を回転させる第2駆動ローラをそれぞれ有する複数の第2駆動スピンドルを含む第2スピンドル群と、前記第1駆動ローラおよび複数の前記第2駆動ローラによって回転させられる前記基板を洗浄する洗浄機構と、前記従動ローラの回転数を検出する回転検出部と、を備え、前記従動ローラは、前記洗浄機構によって前記基板が力を受ける方向の反対側に位置している。

**【0008】**

上記態様に係る基板洗浄装置では、洗浄機構によって基板が力を受ける方向の反対側に従動ローラが位置している。これにより、例えば洗浄機構によって基板が力を受ける方向に従動ローラが位置する場合と比較して、洗浄機構による押し付け力を、基板が駆動ローラに押し付けられる力として有効に利用することができる。従って、前記特許文献1の構成における1つの駆動ローラを、従動ローラに置き換えたとしても、各駆動ローラによって基板を確実に回転させることができる。

40

また、例えば前記特許文献1の構成に従動ローラを追加する場合と比較して、基板に接触するローラの数を少なくして、これらのローラに付着した汚れによって基板が汚染されてしまう現象の発生を抑えることができる。

さらに、従動ローラの基板への押し付け力を、駆動ローラの基板への押し付け力と同等にしたとしても、基板に加えられる力のバランスが上記特許文献1の構成と比較して悪化しないため、基板の変形などを抑えながら、強い力で従動ローラを基板に押し付けて、従

50

動ローラと基板との間で生じるスリップを抑止することができる。

以上のことから、上記態様に係る基板洗浄装置によれば、回転検出部が従動ローラの回転数を検出することで基板の回転数を精度よく測定しつつ、基板の洗浄の品質を安定させることが可能となる。

【0009】

ここで、前記従動ローラを回転させる際の慣性モーメントが、前記第1駆動ローラを回転させる際の慣性モーメントよりも小さくてもよい。

【0010】

この場合、従動ローラの慣性モーメントを小さくすることで、従動ローラが基板とともに回転しやすくなる。すなわち、従動ローラと基板との間で生じるスリップを抑制することができる、回転検出部による基板の回転数の検出精度を向上させることができる。

【0011】

また、上記態様に係る基板洗浄装置は、前記第1スピンドル群をスライド移動可能かつ回転移動可能に保持する第1移動機構と、前記第2スピンドル群をスライド移動可能かつ回転移動不能に保持する第2移動機構と、を備えていてよい。

【0012】

この場合、第1スピンドル群と第2スピンドル群との間で基板を挟持した際に、第1スピンドル群が回転移動することで、各スピンドルによる基板の保持力のバランスを均一化することができる。

【0013】

また、上記課題を解決するために、本発明の第2態様に係る基板処理装置は、前記基板洗浄装置と、前記基板を研磨する研磨部と、を備えている。

【0014】

上記態様の基板処理装置によれば、研磨部で研磨された基板を洗浄する際に、基板の回転数を精度よく測定しつつ、ローラの汚れが基板に再度付着することなどを抑えて、処理された基板の品質を安定させることができる。

【発明の効果】

【0015】

本発明の上記態様によれば、基板の洗浄の品質を安定させながら、従動ローラを用いて基板の回転数を精度よく測定できる基板洗浄装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本実施形態に係る基板処理装置の構成を示す概略平面図である。

【図2】(a)は洗浄部を示す平面図であり、(b)は洗浄部を示す側面図である。

【図3】図1の基板洗浄装置が備える基板保持回転機構を示す斜視図である。

【図4】図3の基板保持回転機構のA-A断面矢視図である。

【図5】図3の基板保持回転機構のB-B断面矢視図である。

【図6】図3の第1移動機構の平面図である。

【図7】ロールタイプの洗浄機構を示す斜視図である。

【図8】ペンシルタイプの洗浄機構を示す斜視図である。

【図9】基板洗浄装置の動作を説明する模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本実施形態に係る基板洗浄装置および基板処理装置の構成を図1～図9を用いて詳細に説明する。なお、以下の説明で用いる各図面は、各部を認識可能な大きさとするため、縮尺を適宜変更している。また、各部の構成の理解を容易にするため、各部の図示を部分的に省略している場合がある。

【0018】

(基板処理装置)

まず、基板処理装置の実施形態について説明する。図1は本実施形態に係る基板処理裝

10

20

30

40

50

置の全体構成を示す平面図である。図1に示すように、この基板処理装置は、略矩形状のハウジング101を備えており、ハウジング101の内部は隔壁101a, 101bによってロード／アンロード部102と研磨部103と洗浄部104とに区画されている。これらのロード／アンロード部102、研磨部103、および洗浄部104は、それぞれ独立に組み立てられ、独立に排気される。また、基板処理装置は、基板処理動作を制御する制御部105を有している。

#### 【0019】

ロード／アンロード部102は、多数の基板（ウェハ）をストックするウェハカセットが載置される2つ以上（本実施形態では4つ）のフロントロード部120を備えている。これらのフロントロード部120はハウジング101に隣接して配置され、基板処理装置の幅方向（長手方向と垂直な方向）に沿って配列されている。フロントロード部120には、オーブンカセット、SMIF（Standard Manufacturing Interface）パッド、またはFOUP（Front Opening Unified Pod）を搭載することができるようになっている。ここで、SMIF、FOUPは、内部にウェハカセットを収納し、隔壁で覆うことにより、外部空間とは独立した環境を保つことができる密閉容器である。

#### 【0020】

また、ロード／アンロード部102には、フロントロード部120の並びに沿って走行機構121が敷設されており、この走行機構121上にウェハカセットの配列方向に沿って移動可能な2台の搬送ロボット（ローダー）122が設置されている。搬送ロボット122は走行機構121上を移動することによってフロントロード部120に搭載されたウェハカセットにアクセスできるようになっている。各搬送ロボット122は上下に2つのハンドを備えており、上側のハンドを処理された基板をウェハカセットに戻すときに使用し、下側のハンドを処理前の基板をウェハカセットから取り出すときに使用して、上下のハンドを使い分けることができるようになっている。さらに、搬送ロボット122の下側のハンドは、その軸心周りに回転することで、基板を反転させることができるよう構成されている。

#### 【0021】

ロード／アンロード部102は最もクリーンな状態を保つ必要がある領域であるため、ロード／アンロード部102の内部は、基板処理装置外部、研磨部103、および洗浄部104のいずれよりも高い圧力に常時維持されている。研磨部103は研磨液としてスラリーを用いるため最もダーティな領域である。したがって、研磨部103の内部には負圧が形成され、その圧力は洗浄部104の内部圧力よりも低く維持されている。ロード／アンロード部102には、HEPAフィルタ、ULPAフィルタ、またはケミカルフィルタなどのクリーンエアフィルタを有するフィルタファンユニット（図示せず）が設けられており、このフィルタファンユニットからはパーティクルや有毒蒸気、有毒ガスが除去されたクリーンエアが常時吹き出している。

#### 【0022】

研磨部103は、基板の研磨（平坦化）が行われる領域であり、第1研磨ユニット103A、第2研磨ユニット103B、第3研磨ユニット103C、第4研磨ユニット103Dを備えている。これらの第1研磨ユニット103A、第2研磨ユニット103B、第3研磨ユニット103C、および第4研磨ユニット103Dは、図1に示すように、基板処理装置の長手方向に沿って配列されている。

#### 【0023】

図1に示すように、第1研磨ユニット103Aは、研磨面を有する研磨パッド110が取り付けられた研磨テーブル130Aと、基板を保持しつつ基板を研磨テーブル130A上の研磨パッド110に押圧しながら研磨するためのトップリング131Aと、研磨パッド110に研磨液やドレッシング液（例えば、純水）を供給するための研磨液供給ノズル132Aと、研磨パッド110の研磨面のドレッシングを行うためのドレッサ133Aと、液体（例えば純水）と気体（例えば窒素ガス）の混合流体または液体（例えば純水）を霧状にして研磨面に噴射するアトマイザ134Aと、を備えている。

10

20

30

40

50

## 【0024】

同様に、第2研磨ユニット103Bは、研磨パッド110が取り付けられた研磨テーブル130Bと、トップリング131Bと、研磨液供給ノズル132Bと、ドレッサ133Bと、アトマイザ134Bとを備えており、第3研磨ユニット103Cは、研磨パッド110が取り付けられた研磨テーブル130Cと、トップリング131Cと、研磨液供給ノズル132Cと、ドレッサ133Cと、アトマイザ134Cとを備えており、第4研磨ユニット103Dは、研磨パッド110が取り付けられた研磨テーブル130Dと、トップリング131Dと、研磨液供給ノズル132Dと、ドレッサ133Dと、アトマイザ134Dと、を備えている。

## 【0025】

10

第1研磨ユニット103A、第2研磨ユニット103B、第3研磨ユニット103C、および第4研磨ユニット103Dは、互いに同一の構成を有しているので、以下、第1研磨ユニット103Aを代表させて説明する。

## 【0026】

次に、基板を搬送するための搬送機構について説明する。図1に示すように、第1研磨ユニット103Aおよび第2研磨ユニット103Bに隣接して、第1リニアトランスポータ106が配置されている。この第1リニアトランスポータ106は、研磨ユニット103A、103Bが配列する方向に沿った4つの搬送位置（ロード／アンロード部側から順番に第1搬送位置TP1、第2搬送位置TP2、第3搬送位置TP3、第4搬送位置TP4とする）の間で基板を搬送する機構である。

20

## 【0027】

また、第3研磨ユニット103Cおよび第4研磨ユニット103Dに隣接して、第2リニアトランスポータ107が配置されている。この第2リニアトランスポータ107は、研磨ユニット103C、103Dが配列する方向に沿った3つの搬送位置（ロード／アンロード部側から順番に第5搬送位置TP5、第6搬送位置TP6、第7搬送位置TP7とする）の間で基板を搬送する機構である。

## 【0028】

基板は、第1リニアトランスポータ106によって研磨ユニット103A、103Bに搬送される。上述したように、第1研磨ユニット103Aのトップリング131Aは、不図示のトップリングヘッドのスイング動作により研磨位置と第2搬送位置TP2との間を移動する。したがって、トップリング131Aへの基板の受け渡しは第2搬送位置TP2で行われる。同様に、第2研磨ユニット103Bのトップリング131Bは研磨位置と第3搬送位置TP3との間を移動し、トップリング131Bへの基板の受け渡しは第3搬送位置TP3で行われる。第3研磨ユニット103Cのトップリング131Cは研磨位置と第6搬送位置TP6との間を移動し、トップリング131Cへの基板の受け渡しは第6搬送位置TP6で行われる。第4研磨ユニット103Dのトップリング131Dは研磨位置と第7搬送位置TP7との間を移動し、トップリング131Dへの基板の受け渡しは第7搬送位置TP7で行われる。

30

## 【0029】

第1搬送位置TP1には、搬送口ボット122から基板を受け取るためのリフタ111が配置されている。基板はこのリフタ111を介して搬送口ボット122から第1リニアトランスポータ106に渡される。リフタ111と搬送口ボット122との間に位置して、シャッタ（図示せず）が隔壁101aに設けられており、基板の搬送時にはシャッタが開かれて搬送口ボット122からリフタ111に基板が渡されるようになっている。また、第1リニアトランスポータ106と、第2リニアトランスポータ107と、洗浄部104との間には不図示のスイングトランスポータが配置されている。このスイングトランスポータは、第4搬送位置TP4と第5搬送位置TP5との間を移動可能なハンドを有しており、第1リニアトランスポータ106から第2リニアトランスポータ107への基板の受け渡しは、スイングトランスポータによって行われる。基板は、第2リニアトランスポータ107によって第3研磨ユニット103Cおよび/または第4研磨ユニット103D

40

50

に搬送される。また、研磨部 103 で研磨された基板はスイングトランスポータを経由して洗浄部 104 に搬送される。

【0030】

図 2 (a) は洗浄部 104 を示す平面図であり、図 2 (b) は洗浄部 104 を示す側面図である。図 2 (a) および図 2 (b) に示すように、洗浄部 104 は、第 1 洗浄室 190 と、第 1 搬送室 191 と、第 2 洗浄室 192 と、第 2 搬送室 193 と、乾燥室 194 とに区画されている。第 1 洗浄室 190 内には、縦方向に沿って配列された上側一次基板洗浄装置 201A および下側一次基板洗浄装置 201B が配置されている。上側一次基板洗浄装置 201A は下側一次基板洗浄装置 201B の上方に配置されている。同様に、第 2 洗浄室 192 内には、縦方向に沿って配列された上側二次基板洗浄装置 202A および下側二次基板洗浄装置 202B が配置されている。上側二次基板洗浄装置 202A は下側二次基板洗浄装置 202B の上方に配置されている。これらの基板洗浄装置 201A, 201B, 202A, 202B は、洗浄液を用いて基板を洗浄する洗浄機である。これらの基板洗浄装置 201A, 201B, 202A, 202B は垂直方向に沿って配列されているので、フットプリント面積が小さいという利点が得られる。

【0031】

上側二次基板洗浄装置 202A と下側二次基板洗浄装置 202B との間には、基板の仮置き台 203 が設けられている。乾燥室 194 内には、縦方向に沿って配列された上側乾燥モジュール 205A および下側乾燥モジュール 205B が配置されている。これら上側乾燥モジュール 205A および下側乾燥モジュール 205B は互いに隔離されている。上側乾燥モジュール 205A および下側乾燥モジュール 205B の上部には、清浄な空気を乾燥モジュール 205A, 205B 内にそれぞれ供給するフィルタファンユニット 207, 207 が設けられている。上側一次基板洗浄装置 201A、下側一次基板洗浄装置 201B、上側二次基板洗浄装置 202A、下側二次基板洗浄装置 202B、仮置き台 203、上側乾燥モジュール 205A、および下側乾燥モジュール 205B は、図示しないフレームにボルトなどを介して固定されている。

【0032】

第 1 搬送室 191 には、上下動可能な第 1 搬送口ボット 209 が配置され、第 2 搬送室 193 には、上下動可能な第 2 搬送口ボット 210 が配置されている。第 1 搬送口ボット 209 および第 2 搬送口ボット 210 は、縦方向に延びる支持軸 211, 212 にそれぞれ移動自在に支持されている。第 1 搬送口ボット 209 および第 2 搬送口ボット 210 は、その内部にモータなどの駆動機構を有しており、支持軸 211, 212 に沿って上下に移動自在となっている。第 1 搬送口ボット 209 は、搬送口ボット 122 と同様に、上下二段のハンドを有している。第 1 搬送口ボット 209 は、図 2 (a) の点線が示すように、その下側のハンドが上述した仮置き台 180 にアクセス可能な位置に配置されている。第 1 搬送口ボット 209 の下側のハンドが仮置き台 180 にアクセスするときには、隔壁 101b に設けられているシャッタ (図示せず) が開くようになっている。

【0033】

第 1 搬送口ボット 209 は、仮置き台 180、上側一次基板洗浄装置 201A、下側一次基板洗浄装置 201B、仮置き台 203、上側二次基板洗浄装置 202A、下側二次基板洗浄装置 202B の間で基板 W を搬送するように動作する。洗浄前の基板 (スラリーが付着している基板) を搬送するときは、第 1 搬送口ボット 209 は、下側のハンドを用い、洗浄後の基板を搬送するときは上側のハンドを用いる。第 2 搬送口ボット 210 は、上側二次基板洗浄装置 202A、下側二次基板洗浄装置 202B、仮置き台 203、上側乾燥モジュール 205A、下側乾燥モジュール 205B の間で基板 W を搬送するように動作する。第 2 搬送口ボット 210 は、洗浄された基板のみを搬送するので、1 つのハンドのみを備えている。図 1 に示す搬送口ボット 122 は、その上側のハンドを用いて上側乾燥モジュール 205A または下側乾燥モジュール 205B から基板を取り出し、その基板をウェハカセットに戻す。搬送口ボット 122 の上側ハンドが乾燥モジュール 205A, 205B にアクセスするときには、隔壁 101a に設けられているシャッタ (図示せず) が

10

20

30

40

50

開くようになっている。

【0034】

洗浄部104は、2台の一次基板洗浄装置および2台の二次基板洗浄装置を備えているので、複数の基板を並列して洗浄する複数の洗浄ラインを構成することができる。

本実施形態では、一次基板洗浄装置201A, 201Bおよび二次基板洗浄装置202A, 202Bは、ロールスポンジ型の洗浄機である。

【0035】

上側一次基板洗浄装置201A、下側一次基板洗浄装置201B、上側二次基板洗浄装置202A、下側二次基板洗浄装置202Bは、同一のタイプの基板洗浄装置でもよく、または異なるタイプの基板洗浄装置でもよい。例えば、一次基板洗浄装置201A, 201Bを一対のロールスpongで基板の上下面をスクラブ洗浄するロールタイプの基板洗浄装置(図7参照)とし、二次基板洗浄装置202A, 202Bをペンシルタイプの基板洗浄装置(図8参照)とすることもできる。

【0036】

(基板洗浄装置)

次に、上記基板洗浄装置201A, 201B, 202A, 202Bとして用いられる、ロールタイプ若しくはペンシルタイプの基板洗浄装置の詳細な構成について説明する。これらの基板洗浄装置は、図3～図6に示す基板保持回転機構1を共通して備えている。この基板保持回転機構1の上部に、ロールタイプの洗浄機構2A(図7参照)若しくはペンシルタイプの洗浄機構2B(図8参照)が設置されることで、各基板洗浄装置201A, 201B, 202A, 202Bが構成される。

【0037】

(基板保持回転機構)

まず、基板保持回転機構1について説明する。図3に示すように、基板保持回転機構1の中央部には、洗浄機構2A若しくは洗浄機構2Bを駆動させる洗浄部材駆動機構30が設置されている。洗浄部材駆動機構30を挟む両側には、第1移動機構10および第2移動機構20が配置されている。第1移動機構10は第1スピンドル群G1を移動させ、第2移動機構20は第2スピンドル群G2を移動させる。第1スピンドル群G1は第1駆動スピンドル50Aおよびアイドラスピンドル50Bを含み、第2スピンドル群G2は複数の第2駆動スピンドル50Cを含む。

【0038】

図7、図8に示すように、第1駆動スピンドル50Aは駆動ローラ52(第1駆動ローラ)を有し、アイドラスピンドル50Bは従動ローラ54を有し、各第2駆動スピンドル50Cはそれぞれ駆動ローラ52(第2駆動ローラ)を有する。

基板保持回転機構1は、各駆動ローラ52および従動ローラ54の保持溝52a, 54aによって基板Wを保持しながら、駆動ローラ52の回転力によって、基板Wを回転させる。

【0039】

洗浄部材駆動機構30は、図4に示すケース31の内側に設置されたシリンダ32(図4には図示せず)と、該シリンダ32により駆動される棒状の支柱部材33と、を備えている。支柱部材33は、シリンダ32の上方に突出しており、シリンダ32の駆動により上下動可能する。

図3に示すように、支柱部材33の上端には、後述する洗浄機構が取り付けられる取付部34が設けられている。一方、ケース31の両側には、該ケース31を挟んで互いに平行に配置された一対の直線状のスライドレール36が配設されている。この一対のスライドレール36の両端部に、第1移動機構10および第2移動機構20がスライド移動可能に取り付けられている。

【0040】

(第1移動機構)

ここで、第1移動機構10の構成を説明する。図3、4に示すように、各スライドレー

10

20

30

40

50

ル36には、断面視で略L字状のスライダー12が係合されている。スライダー12は、スライドレール36が延びる方向に、このスライドレール36に対してスライド移動する。各スライダー12の下面には、略矩形の平板状に形成された連結部材13が取り付けられている。連結部材13の中央部には上下に貫通する開口部13aが設けられ、該開口部13aの内周にペアリング14が嵌合されている。ペアリング14の内輪14aには、略円柱状の軸部材15が取り付けられている。軸部材15は、開口部13a内で、ペアリング14によって連結部材13に対して回転可能に保持されている。開口部13aの上部には、開口部13a内に設置された軸部材15の上面を覆うカバー16が取り付けられている。

## 【0041】

10

連結部材13の下面側には、略矩形の平板状に形成されたベース部材17が設置されている。ベース部材17は、その外形が連結部材13よりも大きく、その上面中央部が軸部材15の下端面にボルトで固定されている。これにより、ベース部材17は、図6に示すように軸部材15を中心として該軸部材15と一緒に水平面内で回動するように構成されている。

## 【0042】

図4に示すように、ベース部材17の上面には、連結部材13の下部を収納する略矩形状の凹部17aが形成されている。凹部17aの内周面と連結部材13の外周面との間には、僅かな寸法のクリアランスD(図6参照)が設けられている。そのため、ベース部材17は連結部材13に対して、クリアランスDで連結部材13とベース部材17とが接触しない範囲内で回動することができる。なおクリアランスDの幅寸法は、本実施形態では約2mm程度に形成されている。

20

## 【0043】

図5に示すように、ベース部材17の外側(スライドレール36の延伸方向の外側)には、略L字状でその一端が下方に向かうガイド部材18が取り付けられている。ガイド部材18の内側には、下記する仕切部材3にその上端が固定された板状の係止部材19が設置されている。係止部材19の内側にはシリンダ22が取り付けられ、このシリンダ22によって進退駆動されるロッド24の先端が、フローティングジョイント21を介してガイド部材18の内側に連結されている。

## 【0044】

30

フローティングジョイント21は、詳細な図示は省略するが、それぞれがロッド24側とガイド部材18側に取り付けられる一対の連結具からなる。一方の連結具が備える球形状の突起部21aは、他方の連結具が備える球面状の凹部21b内に回転自在に係合して構成されている。これにより、ガイド部材18がロッド24に対して略全方向に揺動(回動)自在な状態で連結されているので、シリンダ22の駆動によりベース部材17と連結部材13を一体にスライドレール36に沿って往復移動させることができると共に、これらベース部材17およびガイド部材18が、係止部材19やシリンダ22とは独立して水平面内で自在に回動できるようになっている。

## 【0045】

また、図5に示すように、ガイド部材18の内面には、その先端部が係止部材19の外側に当接し、ベース部材17および連結部材13の移動を所定位置で規制する突起状のストッパー部材23が取り付けられている。なお、37はシリンダ22に取り付けられたレギュレータである。このように、第1移動機構10は、ベース部材17および連結部材13を一体にスライドレール36に沿う直線方向に往復移動させる往復移動機構と、ベース部材17を連結部材13に対して軸部材15を中心に水平面内で回動自在に設置してなる回動機構とを備えている。

40

すなわち、第1移動機構10は、第1スピンドル群G1を、スライドレール36に沿ってスライド移動可能かつ、軸部材15回りに回転移動可能に保持している。

## 【0046】

図4に示すように、各スピンドル50A、50Bはそれぞれ、円筒状の本体部51と、

50

この本体部 5 1 内に挿通されたシャフト 2 6 と、を有している。なお、図示は省略するが、第 2 駆動スピンドル 5 0 C の構成は第 1 駆動スピンドル 5 0 A の構成と同様である。

図 3 に示すように、各スピンドル 5 0 A、5 0 B における本体部 5 1 の上端部には、駆動ローラ 5 2 若しくは従動ローラ 5 4 (図 7 参照) を取り付ける取付部 5 1 a が設けられている。この取付部 5 1 a から突出するシャフト 2 6 の上端部 2 6 a が、駆動ローラ 5 2 若しくは従動ローラ 5 4 に接続されることで、シャフト 2 6 と駆動ローラ 5 2 若しくは従動ローラ 5 4 とが一体に回転する。なお図 3 では、駆動ローラ 5 2 および従動ローラ 5 4 を取付部 5 1 a から取り外した状態を示している。

#### 【 0 0 4 7 】

またベース部材 1 7 は、図 4 および図 6 に示すように、その両側が各ライドレール 3 6 の両外側 (ライドレール 3 6 の延伸方向に直交する両外側) に突出しており、この突出した部分の上面に第 1 駆動スピンドル 5 0 A およびアイドラスピンドル 5 0 B が立設されている。そして、図 4 に示すように各スピンドル 5 0 A、5 0 B の本体部 5 1 内に回転自在に設置されたシャフト 2 6 が、ベース部材 1 7 を貫通してその下面側に突出している。ベース部材 1 7 の下方にはモータ 2 8 が設けられており、モータ 2 8 の回転軸 2 8 a と第 1 駆動スピンドル 5 0 A 内のシャフト 2 6との間には、伝達ベルト 2 9 が掛け渡されている。モータ 2 8 は、伝達ベルト 2 9 を介して第 1 駆動スピンドル 5 0 A のシャフト 2 6 に駆動力を入力し、このシャフト 2 6 および駆動ローラ 5 2 を一体に回転させる。

#### 【 0 0 4 8 】

図 7 に示すように、駆動ローラ 5 2 および従動ローラ 5 4 の外周面には、基板 W の外周縁に当接する保持溝 5 2 a、5 4 a が形成されている。保持溝 5 2 a 内で基板 W の周縁部を保持した状態で、各駆動ローラ 5 2 が回転することで、基板 W が回転させられる。また、従動ローラ 5 4 における保持溝 5 4 a 内で、基板 W が保持された状態で、この基板 W が回転することにより、従動ローラ 5 4 とともにアイドラスピンドル 5 0 B のシャフト 2 6 が従動して回転する。

#### 【 0 0 4 9 】

図 4 に示すように、アイドラスピンドル 5 0 B のシャフト 2 6 における下端部には、一対のドグ 5 3 a と、ドグ 5 3 a の回転を検知するセンサ 5 3 b と、からなる回転検出部 5 3 が設けられている。一対のドグ 5 3 a は、アイドラスピンドル 5 0 B のシャフト 2 6 の中心軸から、その外側に向けて延びている。センサ 5 3 b としては、投光部と受光部とを有する光学式のセンサなどを用いることができる。

#### 【 0 0 5 0 】

回転検出部 5 3 では、センサ 5 3 b の投光部と受光部との間にドグ 5 3 a が位置するか否かによって、センサ 5 3 b の出力信号が変わり、この出力信号が変化する時間間隔などから、ドグ 5 3 a の回転数、すなわち従動ローラ 5 4 の回転数を検出することができる。基板 W の回転数は、従動ローラ 5 4 の回転数と比例関係にあるため、従動ローラ 5 4 の回転数から基板 W の回転数を算出することができる。

以上のようにして、回転検出部 5 3 は、従動ローラ 5 4 の回転数を検出することで、基板 W の回転数を間接的に検出する。

#### 【 0 0 5 1 】

##### ( 第 2 移動機構 )

第 2 移動機構 2 0 は、上記第 1 移動機構 1 0 が備えるベース部材 1 7 および連結部材 1 3 に代えて、これらの部材 1 3、1 7 を一体に構成したものに相当する一枚のベース部材 2 5 を備えている。また、第 2 移動機構 2 0 では、図示は省略するが、モータによって 2 本の第 2 駆動スピンドル 5 0 C のシャフト 2 6 が同期して回転するように構成されている。第 2 移動機構 2 0 の、その他の部分の構成は、第 1 移動機構 1 0 と共通である。従って、第 2 移動機構 2 0 の図示およびその説明では、第 1 移動機構 1 0 と共通する部分には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

#### 【 0 0 5 2 】

図 3 に示すように第 2 移動機構 2 0 では、連結部材 1 3 および軸部材 1 5 に相当する部

10

20

30

40

50

材を設けずに、スライダー 12 の下面をベース部材 25 の上面に直接取り付けており、ベース部材 25 をスライドレール 36 に沿う直線方向に往復移動させる往復移動機構のみを備えている。

すなわち、第 2 移動機構 20 は、第 2 スピンドル群 G2 をスライドレール 36 に沿う直線方向にスライド移動可能かつ回転移動不能に保持している。

#### 【0053】

##### (ロールタイプの洗浄機構)

次に、基板保持回転機構 1 の上部に取り付けられる、ロールタイプの洗浄機構 2A について説明する。図 7 に示す洗浄機構 2A は、基板 W を洗浄するロール洗浄部材 60 と、基板 W の上面に向けて洗浄液を供給する上部ノズル 71 と、基板 W の下面に向けて洗浄液を供給する下部ノズル 72 と、を備えている。

10

#### 【0054】

ロール洗浄部材 60 は、基板 W の上面を洗浄する上部洗浄部材 61 と、基板 W の下面を洗浄する下部洗浄部材 62 と、によって構成されている。各洗浄部材 61, 62 は、基板 W の上面若しくは下面に摺接する円柱状のロールスponジ 63, 64 と、該ロールスponジ 63, 64 を回転可能に取り付けているロールスponジ取付部材 65, 66 と、を備えている。ロールスponジ 63, 64 の材質としては、多孔質の PVA 製スponジ、発泡ウレタンなどを用いることができる。これら洗浄部材 61, 62 は、その長手方向が各スピンドル群 G1, G2 の間に延伸するように配置されている。

#### 【0055】

20

各ロールスponジ 63, 64 は、基板 W の上下面の全面に摺接可能なように、その長さが基板 W の径と同等若しくはそれ以上の寸法に形成されている。また、上部洗浄部材 61 は、ロールスponジ 63 を上下動させ、かつ回転させる図示しない駆動機構に取り付けられている。一方、下部洗浄部材 62 は、詳細な図示は省略するが、支柱部材 33 の取付部 34 に取り付けられている。

#### 【0056】

上部ノズル 71 および下部ノズル 72 は、図示しない洗浄液供給源に接続されており、基板 W の上面若しくは下面に向けて洗浄液を噴射する。洗浄液としては、超純水、アンモニア水、フッ化水素酸（フッ酸）などを用いることができる。

#### 【0057】

30

図 7 に示すように、ロールスponジ 63 は、基板 W との接触部において、基板 W を第 2 スピンドル群 G2 に向けて押しこむ方向に回転している。同様に、ロールスponジ 64 は、基板 W との接触部において、基板 W を第 2 スピンドル群 G2 に向けて押しこむ方向に回転している。これにより、基板 W は、ロール洗浄部材 60 から、第 2 スピンドル群 G2 に向けた押しこみ力（矢印 F 参照）を受ける。このようにして、洗浄機構 2A によって基板 W が力を受ける方向を、以下では単に押圧方向 F という。

#### 【0058】

##### (ペンシルタイプの洗浄機構)

次に、ペンシルタイプの洗浄機構 2B について説明する。図 8 に示す洗浄機構 2B は、回転軸 67 と、揺動アーム 68 と、ペンシル型の洗浄部材 69 と、を備えている。揺動アーム 68 は、回転軸 67 回りに回転させられる。洗浄部材 69 は、揺動アーム 68 の先端部における下面に取り付けられている。洗浄部材 69 は、上下方向に延びる円柱状に形成されている。洗浄部材 69 の材質としては、発泡ポリウレタン、PVA などを用いることができる。

40

#### 【0059】

揺動アーム 68 が回転軸 67 周りに回転すると、揺動アーム 68 の先端に取り付けられたペンシル洗浄部材 69 は、円弧状の軌跡を描いて基板 W の上を移動する。揺動アーム 68 の先端は基板 W の中心まで延びているので、ペンシル洗浄部材 69 の移動軌跡は、基板 W の中心を通過する。また、ペンシル洗浄部材 69 は、基板 W の外周まで移動させられる。基板 W が回転する状態で、ペンシル洗浄部材 69 が上記のような軌跡で移動することで

50

、基板Wの上面の全面が、ペンシル洗浄部材69によって洗浄される。

【0060】

ここで、ペンシル洗浄部材69が基板Wに接触している間における、揺動アーム68の揺動方向は、図8の矢印Rに示すように、第1スピンドル群G1から第2スピンドル群G2に向かう方向である。このように揺動アーム68が揺動することで、基板Wは、ペンシル洗浄部材69から、第2スピンドル群G2に向けた押し込み力(矢印F参照)を受ける。なお、この矢印Fの方向は、図7に示すロール洗浄部材60による押し込み力の方向と同じ方向である。すなわち、ペンシルタイプの洗浄機構2Bにおける押圧方向Fは、ロールタイプの洗浄機構2Aにおける押圧方向Fと同様の方向である。

【0061】

以上のように構成された基板洗浄装置は、全体が箱型のケーシング内に収納配置されており、図4および図5に示すように、スライドレール36の上面とケース31の上面が、ケーシング内に設置された板状の仕切部材3の下面側に固定されている。この仕切部材3によって、ケーシング内が下部空間と上部空間とに仕切られており、下部空間には基板保持回転機構1が収容され、上部空間には洗浄機構2A若しくは2Bが収容されている。仕切部材3により、洗浄機構2A若しくは2Bで基板を洗浄する際の洗浄液等が、下部空間内の基板保持回転機構1に達するのが防止される。なお、各スピンドル50A～50Cや支柱部材33は、仕切部材3に設けられた開口部3a等から、仕切部材3の上方に突出している。

【0062】

次に、以上のように構成された基板洗浄装置の作用について、図9(a)～(d)を用いて説明する。

【0063】

図9(a)～(d)は、基板洗浄装置を上方から見た模式図である。また、図9(a)～(d)に示す直線Lは、一対のスライドレール36が延在する位置を示している。以下、スライドレール36が伸びる方向を単にスライド方向Lという。

基板Wを保持する際、図9(a)に示すように、スライド方向Lで基板Wを挟む両側に配置された第1スピンドル群G1および第2スピンドル群G2を、第1移動機構10および第2移動機構20によって、基板Wに向けて移動させる。このとき、第2スピンドル群G2が、第1スピンドル群G1よりも早く基板Wに接触する。第1スピンドル群G1および第2スピンドル群G2の両者が基板Wの周縁部に当接することで、基板Wが保持される。

【0064】

ところで、このようにして基板Wを保持する際に、第1駆動スピンドル50Aの駆動ローラ52およびアイドラスピンドル50Bの従動ローラ54が、基板Wの周縁部に互いに均等な圧力で当接しないことも考えられる。しかしながら、本実施形態では、図9(b)に示すように、駆動ローラ52若しくは従動ローラ54のうちの一方が基板Wの周縁部に当接することで、軸部材15を中心にベース部材17が回動し、他方が基板Wの周縁部に当接する。この動作により、駆動ローラ52および従動ローラ54が基板Wを保持する保持力の不均衡が是正され、各ローラが互いに均等な圧力で基板Wの周縁部に当接する。

【0065】

次に、モータ28を駆動して各駆動スピンドル50A、50Cの駆動ローラ52を回転させ、図9(c)に示すように、基板Wを回転させる。このとき、基板Wの回転に伴って、従動ローラ54も従動して回転させられる。従動ローラ54が回転すると、アイドラスピンドル50Bのシャフト26に取り付けられたドグ53aも回転し、この回転数に応じた間隔で、センサ53bが出力するON/OFF信号が切り替わる。従って、このON/OFF信号が切り替わる時間間隔から、従動ローラ54の回転数を検出することができる。さらに、従動ローラ54は基板Wの回転に従動しているため、基板Wの回転数を間接的に算出することができる。

【0066】

10

20

30

40

50

基板Wが回転を開始すると、ノズル71、72が基板Wに向けて洗浄液を噴射しながら、ロール洗浄部材60若しくはペンシル洗浄部材69が基板Wに押し付けられ、基板Wが洗浄される。このとき、図9(d)に示すように、基板Wには、ロール洗浄部材60若しくはペンシル洗浄部材69から受ける第2スピンドル群G2に向けた押圧方向Fの押し込み力が作用する。そして、第2スピンドル群G2が有する複数の駆動ローラ52は、いずれも基板Wに回転力を与えるものである。従って、例えば第2スピンドル群G2にアイドラスピンドル50Bが含まれている場合と比較して、基板Wに、確実に回転力を付与することができる。

#### 【0067】

また、基板Wに回転させられる従動ローラ54が、押圧方向Fの反対側に位置している。これにより、例えば洗浄部材60、69によって基板Wが力を受けける方向に従動ローラ54が位置する場合と比較して、洗浄部材60、69による押し付け力を、基板Wが駆動ローラ52に押し付けられる力として有効に利用することができる。従って、駆動ローラ52によって基板Wをより確実に回転させることができる。

10

#### 【0068】

また、例えば前記特許文献1の構成に対して従動ローラ54を追加する場合と比較して、基板Wに接触するローラの数を少なくして、これらのローラに付着した汚れによって基板Wが汚染されてしまう現象の発生を抑えることができる。

さらに、従動ローラ54の基板Wへの押し付け力を、駆動ローラ52の基板への押し付け力と同等にしたとしても、基板Wに加えられる力のバランスが上記特許文献1の構成と比較して悪化しないため、基板Wの変形などを抑えながら、強い力で従動ローラ54を基板Wに押し付けて、従動ローラ54と基板Wとの間で生じるスリップを抑止することができる。

20

#### 【0069】

また、第1移動機構10が第1スピンドル群G1をスライド移動可能かつ回転移動可能に保持し、第2移動機構20が第2スピンドル群G2をスライド移動可能かつ回転移動不能に保持している。この構成により、第1スピンドル群G1と第2スピンドル群G2との間で基板Wを挟持した際に、第1スピンドル群G1が回転移動することで、各スピンドル50A～50Cによる基板Wの保持力のバランスを均一化することができる。

#### 【0070】

30

以上説明したように、本実施形態の基板洗浄装置によれば、回転検出部53が従動ローラ54の回転数を検出することで基板Wの回転数を精度よく測定しつつ、基板Wの洗浄の品質を安定させることができる。

さらに、本実施形態の基板処理装置200によれば、研磨部103で研磨された基板Wを基板洗浄装置201A、201B、202A、202Bで洗浄する際に、基板Wの回転数を精度よく測定しつつ、駆動ローラ52や従動ローラ54の汚れが基板Wに再度付着することなどを抑えて、処理された基板Wの品質を安定させることができる。

#### 【0071】

なお、本発明の技術的範囲は前記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

40

#### 【0072】

例えば、前記実施形態では、第1スピンドル群G1および第2スピンドル群G2が、それぞれ2本のスピンドルを有していたが、これらのスピンドル群G1、G2に含まれるスピンドルの本数は適宜変更してもよい。

#### 【0073】

また、前記実施形態では、ドグ53aおよびセンサ53bによって従動ローラ54の回転数を検出したが、他の形態の回転検出部によって、従動ローラ54の回転数を検出してもよい。例えば、非接触式速度計などによって、アイドラスピンドル50Bのシャフト26の周速を測定することで、従動ローラ54の回転数を検出してもよい。この場合、非接触式速度計が回転検出部に相当する。

50

**【 0 0 7 4 】**

また、従動ローラ 5 4 が回転する際の慣性モーメントを、駆動ローラ 5 2 が回転する際の慣性モーメントよりも小さくしてもよい。この場合、基板 W の回転に伴って従動ローラ 5 4 が回転しやすくなり、従動ローラ 5 4 と基板 W との間のスリップが生じにくくなる。これにより、より精度よく基板 W の回転数を検出することが可能となる。

**【 0 0 7 5 】**

なお、従動ローラ 5 4 が回転する際の慣性モーメントを小さくする方法としては、アイドラスピンドル 5 0 B におけるシャフト 2 6 の外径を、他のスピンドル 5 0 A、5 0 C におけるシャフト 2 6 の外径より小さくした構成が考えられる。あるいは、アイドラスピンドル 5 0 B のシャフト 2 6 の材質として、他のシャフト 2 6 の材質よりも密度の軽いものを採用することも考えられる。これらの形態によれば、消耗品である駆動ローラ 5 2 および従動ローラ 5 4 を同一の種類の部品としながら、従動ローラ 5 4 が回転する際の慣性モーメントを小さくすることができる。つまり、駆動ローラ 5 2 および従動ローラ 5 4 の部品を共通化して、コストダウンやメンテナンス性の向上などを図ることができる。

10

**【 0 0 7 6 】**

また、前記実施形態では、各スピンドル 5 0 A ~ 5 0 C が上下方向に延び、基板 W が水平に保持される基板保持回転機構 1 について説明したが、基板 W が垂直に保持される、いわゆる縦置き型の基板保持回転機構を採用してもよい。この場合、前記実施形態で説明した基板保持回転機構 1 の全体が、90° 倒されたような形態を採用することができる。

20

**【 0 0 7 7 】**

また、前記実施形態の基板処理装置 2 0 0 は、ロールタイプの基板洗浄装置およびペンシリタイプの基板洗浄装置の両者を備えていたが、どちらか一方のタイプの基板洗浄装置を備えた基板処理装置 2 0 0 を採用してもよい。また、基板処理装置 2 0 0 が備える基板洗浄装置の数および配置は、適宜変更することができる。

**【 0 0 7 8 】**

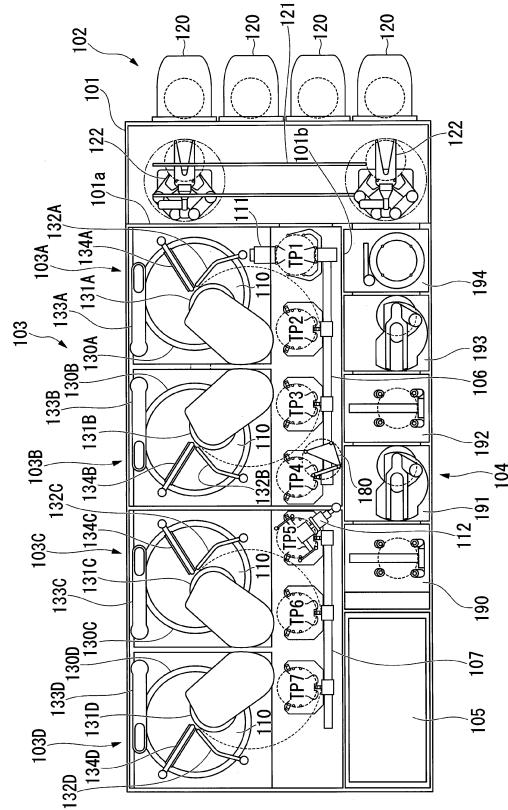
その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、上記した実施の形態における構成要素を周知の構成要素に置き換えることは適宜可能であり、また、上記した実施形態や変形例を適宜組み合わせてもよい。

**【 符号の説明 】****【 0 0 7 9 】**

30

1 ... 基板保持回転機構 2 A、2 B ... 洗浄機構 1 0 ... 第 1 移動機構 2 0 ... 第 2 移動機構 5 0 A ... 第 1 駆動スピンドル 5 0 B ... アイドラスピンドル 5 0 C ... 第 2 駆動スピンドル 5 2 ... 駆動ローラ 5 3 ... 回転検出部 5 4 ... 従動ローラ 1 0 3 ... 研磨部 2 0 0 ... 基板処理装置 2 0 1 A、2 0 1 B、2 0 2 A、2 0 2 B ... 基板洗浄装置 F ... 押圧方向 G 1 ... 第 1 スピンドル群 G 2 ... 第 2 スピンドル群

【図1】



【図2】

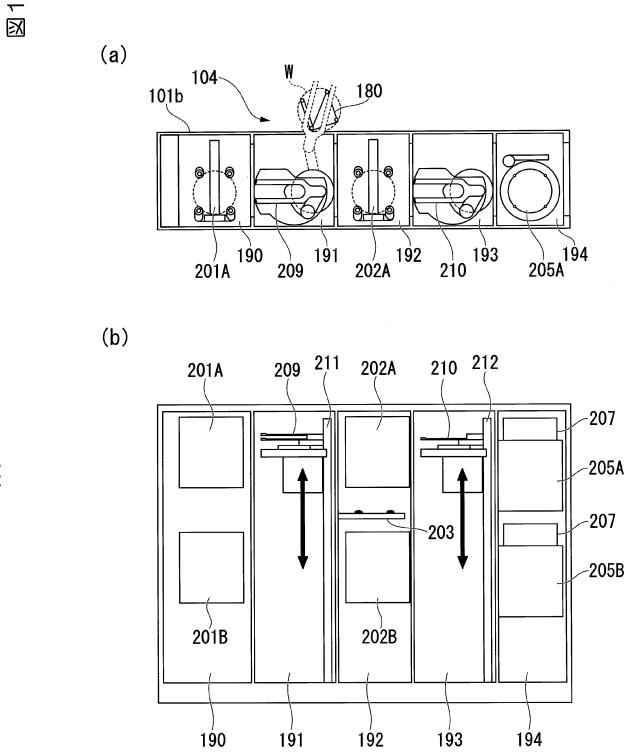


図2

【図3】

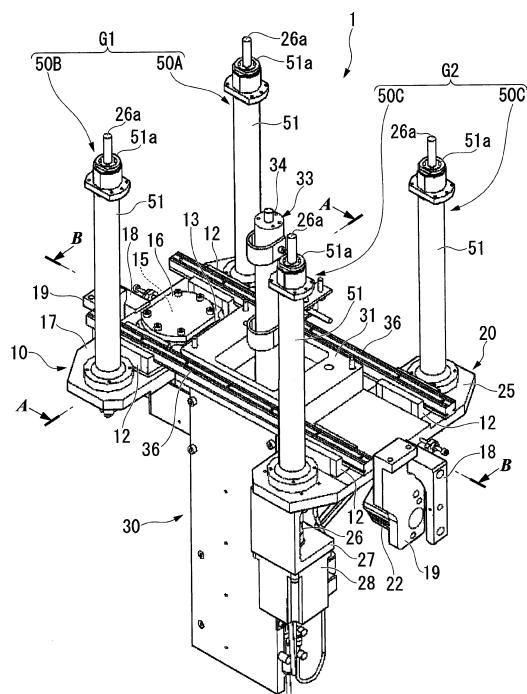


図3

【図4】

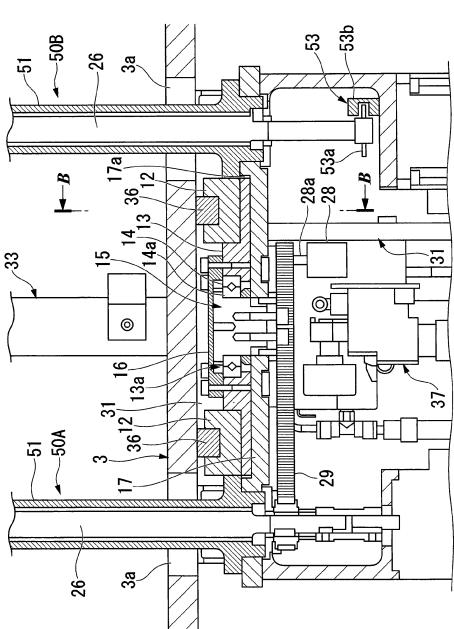
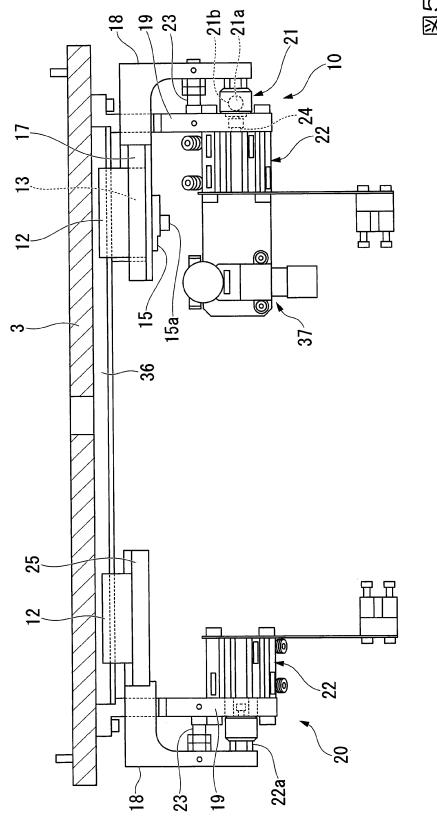
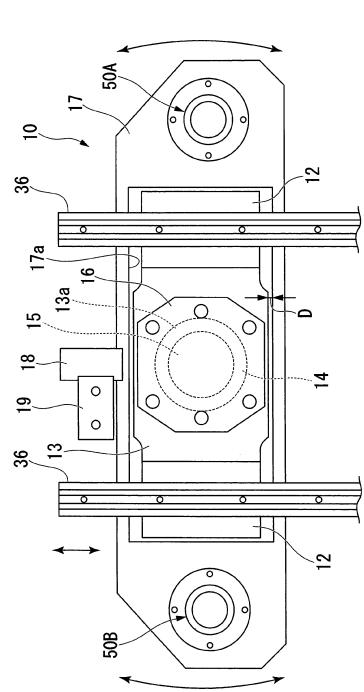


図4

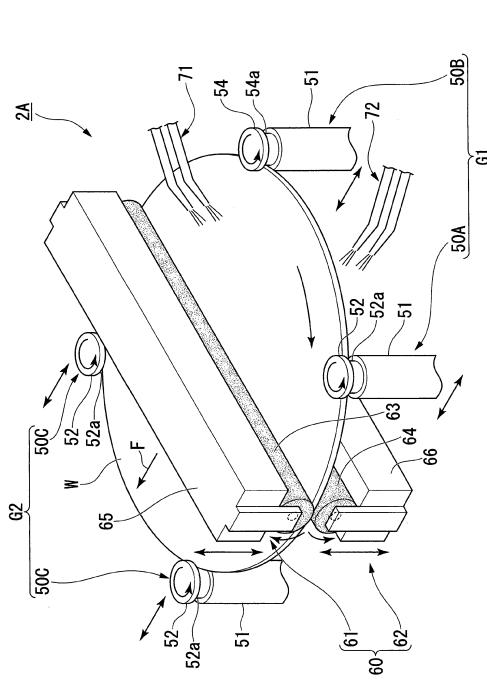
【図5】



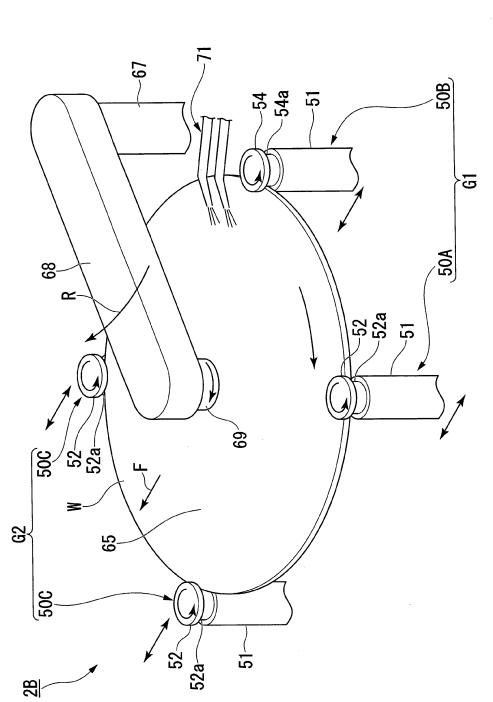
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

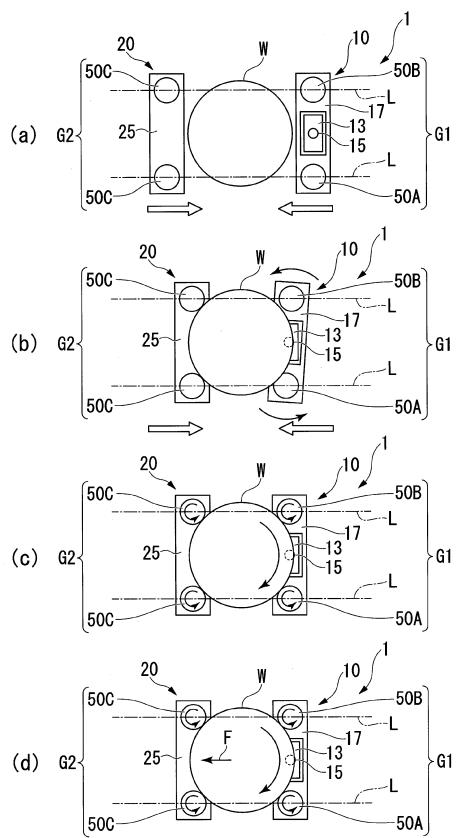


図9

---

フロントページの続き

(72)発明者 國澤 淳次  
東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社荏原製作所内

審査官 安田 雅彦

(56)参考文献 特開2016-152382 (JP, A)  
特開平11-176790 (JP, A)  
特開平11-135468 (JP, A)  
国際公開第2016/067562 (WO, A1)  
特開2016-167514 (JP, A)  
特開2010-169606 (JP, A)  
特開2007-294920 (JP, A)  
特開平05-175315 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/304  
H01L 21/683