

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6311639号
(P6311639)

(45) 発行日 平成30年4月18日 (2018. 4. 18)

(24) 登録日 平成30年3月30日 (2018. 3. 30)

(51) Int. Cl.		F I			
HO 1 L	21/68	(2006. 01)	HO 1 L	21/68	F
HO 1 L	21/677	(2006. 01)	HO 1 L	21/68	A
GO 3 F	7/20	(2006. 01)	GO 3 F	7/20	5 2 1
HO 1 L	21/027	(2006. 01)	HO 1 L	21/30	5 6 2
			HO 1 L	21/30	5 0 2 J

請求項の数 11 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2015-81851 (P2015-81851)
 (22) 出願日 平成27年4月13日 (2015. 4. 13)
 (65) 公開番号 特開2016-201494 (P2016-201494A)
 (43) 公開日 平成28年12月1日 (2016. 12. 1)
 審査請求日 平成29年5月9日 (2017. 5. 9)

(73) 特許権者 000219967
 東京エレクトロン株式会社
 東京都港区赤坂五丁目3番1号
 (74) 代理人 110002756
 特許業務法人弥生特許事務所
 (74) 代理人 100091513
 弁理士 井上 俊夫
 (74) 代理人 100133776
 弁理士 三井田 友昭
 (72) 発明者 牧 準之輔
 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i
 zタワー 東京エレクトロン株式会社内

審査官 中田 剛史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板処理装置、基板処理装置の運転方法及び記憶媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

前段の基板搬送機構から基板が受け渡される第1の載置部と、
 前記第1の載置部上の基板を受け取り、基板を受け取った後の基板の位置ずれ量に基づいて、第2の載置部に基板の位置が合うように受け渡す第1の基板搬送機構と、
 前記第2の載置部上の基板を受け取る第2の基板搬送機構と、
 前記第1の基板搬送機構及び第2の基板搬送機構の少なくとも一方の搬送経路中において基板の受け渡しが行われ、基板を処理するための処理モジュールと、
 前記第1の基板搬送機構及び第2の基板搬送機構に各々設けられ、基板を受け取ったときの基板の位置ずれ量を検出するための位置検出部と、
 前記第1の基板搬送機構が第1の載置部から基板を受け取ったときの第1の基板の位置ずれ量が閾値を越えているか否かを判断するステップと、前記第1の基板の位置ずれ量の時系列データと前記第2の基板搬送機構が第2の載置部から基板を受け取ったときの第2の基板の位置ずれ量の時系列データとを取得するステップと、前記第1の基板の位置ずれ量が閾値を越えていると判断した時に、前記第1の基板の位置ずれ量の時系列データと前記第2の基板の位置ずれ量の時系列データとの間に相関関係があるか否かを判断し、相関関係の有無の判断結果を報知するステップと、を実行するように制御信号を出力する制御部と、を備えたことを特徴とする基板処理装置。

【請求項2】

前記閾値と比較される第1の基板の位置ずれ量は、予め設定した期間における位置ずれ

量の平均値に基づいて算出される値であることを特徴とする請求項 1 記載の基板処理装置。

【請求項 3】

前記第 1 の基板の位置ずれ量の時系列データ及び第 2 の基板の位置ずれ量の時系列データは、予め設定した期間における位置ずれ量の平均値を時系列で並べたデータであることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の基板処理装置。

【請求項 4】

前記相関関係があるか否かの判断は、前記第 1 の基板の位置ずれ量と第 2 の基板の位置ずれ量とを夫々 X 軸、Y 軸にとり、前記第 1 の基板の位置ずれ量の時系列データと前記第 2 の基板の位置ずれ量の時系列データとの間に対応するデータをプロットして得られたプロット群を一次関数として近似したときに、一次関数の傾きの大きさに基づいて行われることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか一項に記載の基板処理装置。

10

【請求項 5】

前記第 2 の基板搬送機構から基板が受け渡される第 3 の載置部と、
前記第 3 の載置部上の基板を受け取る第 3 の基板搬送機構と、
前記第 3 の基板搬送機構に設けられ、基板を受け取ったときの基板の位置ずれ量を検出するための位置検出部と、を備え、

前記第 2 の基板搬送機構は、基板の受け取った後の基板の位置ずれ量に基づいて、前記第 3 の載置部に当該基板の位置が合うように受け渡すように制御され、

前記制御部により実行されるステップ群は、前記相関関係の有無の判断結果により相関関係が無いと判断された時に、前記第 2 の基板の位置ずれ量の時系列データと、前記第 3 の基板搬送機構が第 3 の載置部から基板を受け取った後の第 3 の基板の位置ずれ量の時系列データと、の間に相関関係があるか否かを判断し、相関関係の有無の判断結果を報知するステップを含むことを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか一項に記載の基板処理装置。

20

【請求項 6】

前記第 2 の基板の位置ずれ量の時系列データ及び第 3 の基板の位置ずれ量の時系列データは、予め設定した期間における位置ずれ量の平均値を時系列で並べたデータであることを特徴とする請求項 5 記載の基板処理装置。

【請求項 7】

前記相関関係があるか否かの判断は、前記第 2 の基板の位置ずれ量と第 3 の基板の位置ずれ量とを夫々 X 軸、Y 軸にとり、前記第 2 の基板の位置ずれ量の時系列データと前記第 3 の基板の位置ずれ量の時系列データとの間に対応するデータをプロットして得られたプロット群を一次関数として近似したときに、一次関数の傾きの大きさに基づいて行われることを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の基板処理装置。

30

【請求項 8】

前記基板は円形であり、

前記第 1 の基板搬送機構及び第 2 の基板搬送機構の各々は、基台と、前記基台に対して進退自在に設けられ、基板の裏面を保持する保持部と、を備え、

前記位置検出部は、前記保持部が後退し基板を保持した状態にいるときに、前記保持部が保持している前記基板の周縁部の位置を、それぞれ異なる位置で検出する第 1 の検出部、第 2 の検出部及び第 3 の検出部を備え、

40

前記第 1 ~ 第 3 の検出部の検出結果は、基板の中心位置の位置ずれ量を求めるために用いられることを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれか一項に記載の基板処理装置。

【請求項 9】

前段の基板搬送機構から基板を第 1 の載置部に受け渡す工程と、

第 1 の基板搬送機構が前記第 1 の載置部上の基板を受け取り、基板の位置ずれ量を検出すると共に、基板の位置ずれ量に基づいて第 1 の基板搬送機構が第 2 の載置部に基板の位置が合うように受け渡す工程と、

第 2 の基板搬送機構が前記第 2 の載置部上の基板を受け取る工程と、

50

前記第 1 の基板搬送機構及び第 2 の基板搬送機構の少なくとも一方により、基板を処理するための処理モジュールに対して基板の受け渡しを行う工程と、
前記第 1 の基板搬送機構が第 1 の載置部から基板を受け取ったときの第 1 の基板の位置ずれ量が閾値を越えているか否かを判断する工程と、

前記第 1 の基板の位置ずれ量の時系列データと前記第 2 の基板搬送機構が第 2 の載置部から基板を受け取ったときの第 2 の基板の位置ずれ量の時系列データとを取得する工程と、

前記第 1 の基板の位置ずれ量が閾値を越えていると判断した時に、前記第 1 の基板の位置ずれ量の時系列データと前記第 2 の基板の位置ずれ量の時系列データとの間に相関関係があるか否かを判断し、相関関係の有無の判断結果を報知する工程と、を含むことを特徴とする基板処理装置の運転方法。

10

【請求項 10】

前記第 2 の基板搬送機構が、前記第 2 の載置部上の基板を受け取った後の基板の位置ずれ量に基づいて、当該基板を第 3 の載置部に基板の位置が合うように受け渡す工程と、

第 3 の基板搬送機構が第 3 の載置部上の基板を受け取る工程と、

前記相関関係の有無の判断結果により相関関係が無いと判断された時に、前記第 2 の基板の位置ずれ量の時系列データと、前記第 3 の基板搬送機構が第 3 の載置部から基板を受け取った後の第 3 の基板の位置ずれ量の時系列データと、の間に相関関係があるか否かを判断し、相関関係の有無の判断結果を報知する工程と、を含むことを特徴とする請求項 9 記載の基板処理装置の運転方法。

20

【請求項 11】

基板の載置部と、当該基板に処理を行う処理モジュールと、前記載置部と前記処理モジュールとの間で基板を搬送する基板搬送機構と、を備えた基板処理装置に用いられるコンピュータプログラムを記憶する記憶媒体において、

前記コンピュータプログラムは、請求項 9 または 10 記載の基板処理装置の運転方法を実行するようにステップ群が組み立てられていることを特徴とする記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、処理する処理モジュールと基板の搬送機構と基板の載置部とを備えた基板処理装置、基板処理装置の運転方法及び当該基板搬送方法を実行するコンピュータプログラムを格納した記憶媒体に関する。

30

【背景技術】

【0002】

半導体ウエハ（以下、ウエハと記載する）などの基板にレジストの塗布及び露光済みのレジストの現像を行う塗布、現像装置などの半導体製品を製造するための基板処理装置においては、複数のモジュールと、基板搬送機構と、が設けられる。基板搬送機構は、基板処理装置に複数設けられる場合があり、その場合、基板搬送機構に設けられる基板の保持部が、モジュール間で基板を所定の順番で受け渡すことにより、当該基板に順次処理が行われる。基板の保持部には特許文献 1 に記載されるように、保持された基板の位置を検出する位置検出部が設けられる場合がある。

40

【0003】

ところで、基板搬送機構を構成する部品の経時変化が起こり、モジュールから基板を受け取る保持部の位置が予め設定した位置からずれてしまう場合がある。その場合、保持部における本来の位置とは異なる位置に基板が保持されることになり、後段のモジュールに基板を受け渡すにあたり、当該後段のモジュールにおける基板が受け渡される位置が所定の位置からずれてしまい、処理が異常に行われてしまうことで、歩留りが低下してしまうおそれがある。

【0004】

この異常な処理の具体的な一例としては、レジストが塗布されたウエハを回転させながら

50

当該ウエハの周縁部に溶剤を供給して当該周縁部のレジストを除去する膜除去モジュールにて処理を行うにあたり、溶剤が供給される位置が所定の位置からずれて、所望の位置のレジストが除去されなかったり、所望の位置とは異なる位置のレジストが除去されてしまうことが挙げられる。

【0005】

また、例えば位置検出部により検出される基板の位置に応じてアラームが出力されるように設定されている場合、上記の部品の経時変化によらず、突発的に基板が本来の位置とは大きく外れた位置に保持された場合にもアラームが出力されることになる。その場合、本来は不必要な部品の経時変化についての確認を行うことになるため手間がかかる。

【0006】

このような問題に対処するために、特許文献1には基板処理装置において、受け渡された基板の位置を所定の位置へ補正することができる位置補正用のモジュールを設けることが示されている。そして、この位置補正用のモジュールに基板を受け渡す前と、位置補正モジュールから基板を受け取った後との夫々における保持部に対する基板の位置を上記の位置検出部により検出することで、上記の基板搬送機構の不具合を検出することができる。しかし、このように半導体装置の生産に用いられない位置補正用のモジュールを設けること、及びこの位置補正用のモジュールに基板を搬送することは、装置の製造コストの上昇とスループットの低下とを招いてしまうおそれがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2013-162029号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明はこのような背景の下になされたものであり、その目的は、基板処理装置において、スループットの低下及び製造コストの上昇を防ぐことができるように基板搬送機構の不具合を検出することができる技術を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の基板処理装置は、
前段の基板搬送機構から基板を受け渡される第1の載置部と、
前記第1の載置部上の基板を受け取り、基板を受け取った後の基板の位置ずれ量に基づいて、第2の載置部に基板の位置が合うように受け渡す第1の基板搬送機構と、
前記第2の載置部上の基板を受け取る第2の基板搬送機構と、
前記第1の基板搬送機構及び第2の基板搬送機構の少なくとも一方の搬送経路中において基板の受け渡しが行われ、基板を処理するための処理モジュールと、
前記第1の基板搬送機構及び第2の基板搬送機構に各々設けられ、基板を受け取ったときの基板の位置ずれ量を検出するための位置検出部と、

前記第1の基板搬送機構が第1の載置部から基板を受け取ったときの第1の基板の位置ずれ量が閾値を越えているか否かを判断するステップと、前記第1の基板の位置ずれ量の時系列データと前記第2の基板搬送機構が第2の載置部から基板を受け取ったときの第2の基板の位置ずれ量の時系列データとを取得するステップと、前記第1の基板の位置ずれ量が閾値を越えていると判断した時に、前記第1の基板の位置ずれ量の時系列データと前記第2の基板の位置ずれ量の時系列データとの間に相関関係があるか否かを判断し、相関関係の有無の判断結果を報知するステップと、を実行するように制御信号を出力する制御部と、を備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、第1の載置部上の基板を受け取り、基板を受け取った後の基板の位置

10

20

30

40

50

ずれ量に基づいて、第2の載置部に基板の位置が合うように受け渡す第1の基板搬送機構と、第2の載置部上の基板を受け取る第2の基板搬送機構と、が設けられ、第1の基板搬送機構が第1の載置部から基板を受け取ったときの第1の基板の位置ずれ量の時系列データと、第2の基板搬送機構が第2の載置部から基板を受け取ったときの第2の基板の位置ずれ量の時系列データとに相関関係があるか否かが判断され、この判断結果が報知される。それによって、第1の基板搬送機構に不具合が起きていることが、基板処理装置のユーザーの知るところとなる。従って、背景技術の項目で述べた、このような不具合の有無を確認するための専用のモジュールに搬送する必要が無いし、当該専用のモジュールを設ける必要も無くなる。従って、基板処理装置のスループットの低下及び製造コストの上昇を抑えられるように、基板搬送機構の不具合を検出することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の基板処理装置の実施形態である塗布、現像装置を示す概観斜視図である。

【図2】塗布、現像装置を示す縦断面図である。

【図3】塗布現像装置の内部を示す平面図である。

【図4】搬送領域に設けられた搬送アームの構成を示す斜視図である。

【図5】第1の搬送アームを位置検出部と共に示す斜視図である。

【図6】第1の搬送アームを位置検出部と共に示す平面図及び側面図である。

【図7】第1の搬送アームのフォークを拡大して示す平面図である。

20

【図8】4個の検出部のいずれもウエハの切欠部を検出していないと判定される場合における、リニアイメージセンサ及びウエハを示す平面図である。

【図9】4個の検出部のいずれかがウエハの切欠部を検出したと判定される場合における、リニアイメージセンサ及びウエハを示す平面図である。

【図10】受け渡しモジュールの構成の一例を示す斜視図である。

【図11】塗布、現像装置に設けられる制御部の構成を示すブロック図である。

【図12】各基板搬送機構による搬送と、ウエハの基準位置からのずれと、を示す説明図である。

【図13】基板搬送機構のウエハの受け取り位置のずれの変化の一例を示すグラフ図、である。

30

【図14】基板搬送機構間でのウエハの受け取り位置のずれの相関関係を検出するために作成されるグラフ図である。

【図15】基板搬送機構間でのウエハの受け取り位置のずれの相関関係を検出するために作成されるグラフ図である。

【図16】基板搬送機構の不具合を検出するフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

[基板処理装置全体の説明]

本発明の基板処理装置を、塗布、現像装置に適用した実施形態について説明するが、まず塗布、現像装置の構成について図1～図3を参照して説明する。この塗布、現像装置は、キャリアブロックB1と、処理ブロックB2と、インターフェイスブロックB3と、を直線状に接続して構成されている。インターフェイスブロックB3には、更に露光ステーションB4が接続されている。

40

【0013】

キャリアブロックB1は、円形の基板である例えば直径300mmのウエハWを複数枚収納する搬送容器であるキャリアCから装置内に搬入出する役割を有し、キャリアCの載置ステージ91と、蓋部92と、蓋部92を介してキャリアCからウエハWを搬送するための搬送アーム93と、を備えている。

【0014】

処理ブロックB2はウエハWに液処理を行うための第1～第6の単位ブロックD1～D

50

6 が下から順に積層されて構成され、各単位ブロック D 1 ~ D 6 は、概ね同じ構成である。図 1 において各単位ブロック D 1 ~ D 6 に付したアルファベット文字は、処理種別を表示しており、B C T は反射防止膜形成処理、C O T はウエハ W にレジストを供給してレジスト膜を形成するレジスト膜形成処理、D E V は現像処理を表している。

【 0 0 1 5 】

図 3 では、代表して単位ブロック D 3 の構成を示すと、単位ブロック D 3 には、キャリアブロック B 1 側からインターフェイスブロック B 3 へ向かう直線状の搬送領域 R 3 を移動するメインアーム A 3 と、液処理モジュール 6 1 (6 1 a ~ 6 1 d) を備えた液処理ユニット 6 0 と、ウエハ W を加熱するための載置部である加熱プレートと、ウエハ W を冷却するための冷却プレートを備えた加熱 - 冷却モジュール 6 (6 a ~ 6 f) を積層した棚ユニット U 1 ~ U 6 と、を備えている。

10

【 0 0 1 6 】

搬送領域 R 3 のキャリアブロック B 1 側には、互いに積層された複数のモジュールにより構成されている棚ユニット U 7 が設けられている。搬送アーム 9 3 とメインアーム A 3 との間のウエハ W の受け渡しは、棚ユニット U 7 の受け渡しモジュール T R S と前段の基板搬送機構に相当する搬送アーム 9 4 とを介して行なわれる。

【 0 0 1 7 】

単位ブロック D 1、D 2 の液処理モジュール 6 1 は反射防止膜形成用の薬液を塗布するモジュール、単位ブロック D 3、D 4 の液処理モジュール 6 1 はレジストを塗布するモジュール、単位ブロック D 5、D 6 の液処理モジュール 6 1 は現像液を供給するモジュールであり、反射防止膜形成モジュール 6 1、レジスト塗布モジュール 6 1、現像モジュール 6 1 として夫々表記する場合がある。レジスト塗布モジュール 6 1 は、背景技術の項目で説明した、ウエハ W の周縁部に溶剤を供給して不要なレジスト膜を除去する膜除去モジュールを兼用している。

20

【 0 0 1 8 】

インターフェイスブロック B 3 は、処理ブロック B 2 と露光ステーション B 4 との間でウエハ W の受け渡しを行うためのものであり、複数のモジュールが互いに積層された棚ユニット U 8、U 9、U 1 0 を備えている。なお図中 9 5、9 6 は夫々棚ユニット U 8、U 9 間、棚ユニット U 9、U 1 0 間でウエハ W の受け渡しをするための第 2 の基板搬送機構に相当する搬送アームであり、図中 9 7 は、棚ユニット U 8 と露光ステーション B 4 との間でウエハ W の受け渡しをするための第 3 の基板搬送機構に相当する搬送アームである。メインアーム A 1 ~ A 6、搬送アーム 9 3 は基板搬送機構に相当するものであり、基板搬送機構を簡略化した表記としている。なお、モジュールとは、基板搬送機構を除いて、ウエハ W を載置することができる場所であり、処理モジュールは載置されたウエハ W を処理するモジュールである。

30

【 0 0 1 9 】

棚ユニット U 7、U 8、U 9、U 1 0 に設けられているモジュールの具体例を挙げると、単位ブロック D 1 ~ D 6 との間でのウエハ W を受け渡す際に用いられる受け渡しモジュール T R S、複数枚のウエハ W を一時的に保管するバッファモジュール B U、ウエハ W の表面を疎水化する疎水化処理モジュール A D H などがある。説明を簡単にするため、前記疎水化処理モジュール A D H、バッファモジュール B U についての図示は省略してある。

40

【 0 0 2 0 】

[塗布、現像装置の搬送フロー]

上記の塗布、現像装置におけるウエハ W の搬送フローについて図 3 を参照しながら説明すると、ウエハ W は、キャリア C から、搬送アーム 9 3 棚ユニット U 7 の受け渡しモジュール T R S 0 の順で搬送され、単位ブロック D 1、D 2 に振り分けられて搬送される。例えばウエハ W を単位ブロック D 1 に受け渡す場合には、棚ユニット U 7 の受け渡しモジュール T R S のうち、単位ブロック D 1 に対応する受け渡しモジュール T R S 1 (メインアーム A 1 によりウエハ W の受け渡しが可能な受け渡しモジュール) に対して、T R S 0 からウエハ W が受け渡される。またウエハ W を単位ブロック D 2 に受け渡す場合には、棚

50

ユニットU7の受け渡しモジュールTRSのうち、単位ブロックD2に対応する受け渡しモジュールTRS2に対して、TRS0からウエハWが受け渡される。これらのウエハWの受け渡しは、搬送アーム94により行われる。

【0021】

このように振り分けられたウエハWは、メインアームA1（メインアームA2）により、TRS1（TRS2）反射防止膜形成モジュール61加熱-冷却モジュール6 TRS1（TRS2）の順に搬送され、続いて搬送アーム94により単位ブロックD3に対応する受け渡しモジュールTRS3と、単位ブロックD4に対応する受け渡しモジュールTRS4とに振り分けられる。

【0022】

受け渡しモジュールTRS3、TRS4に振り分けられたウエハWは、メインアームA3（メインアームA4）により、TRS3（TRS4）からレジスト塗布モジュール61に搬送されて、前記反射防止膜上にレジストが塗布され、ウエハW表面にレジスト膜が形成される。その後、ウエハWは、メインアームA3（メインアームA4）により、加熱-冷却モジュール6 棚ユニットU8の受け渡しモジュールTRS13（TRS14）の順で搬送される。当該受け渡しモジュールTRS13（TRS14）に搬送されたウエハWは、搬送アーム95により、棚ユニットU8の受け渡しモジュールTRS20に搬送された後、搬送アーム97により露光装置D4へ搬入され、前記レジスト膜が露光され、レジストパターンの潜像が形成される。

【0023】

露光後のウエハWは、搬送アーム97 棚ユニットU8の受け渡しモジュールTRS21の順で搬送された後、搬送アーム96により、棚ユニットU8において単位ブロックD5に対応する受け渡しモジュールTRS15と、単位ブロックD6に対応する受け渡しモジュールTRS16とに振り分けられる。このように受け渡しモジュールTRS15、TRS16に振り分けられたウエハWは、メインアームA5（メインアームA6）により、TRS15（TRS16）から加熱-冷却モジュール6 現像モジュール61の順に搬送され、加熱処理（PEB）と現像処理とを順に受け、レジスト膜にレジストパターンが形成される。その後、ウエハWは、メインアームA5（メインアームA6）により、棚ユニットU7の受け渡しモジュールTRS5（TRS6）に搬送され、搬送アーム94 棚ユニットの受け渡しモジュールTRS 搬送アーム93の順で搬送され、搬送アーム93によりキャリアCに戻される。

【0024】

[基板搬送機構（搬送アーム）の説明]

本実施形態の主要技術は、図11以下を用いて述べるように、搬送アームがウエハWを受け取った後において、搬送アーム上で検出したウエハWの位置ずれ量に基づいて、搬送アームの不具合を調べるものである。その説明の前に搬送アームがどのようにしてウエハWの位置ずれを検出し、ウエハWの位置ずれを補正するかについて述べておく。ウエハWの位置ずれ検出は、特開2012-64918に詳述されているが、本明細書においても、位置ずれ検出の手法の概略について述べておく。

【0025】

まず、搬送アームの構成について図3中に示した搬送領域R3に設けられたメインアームA3を例に説明する。図4はメインアームA3と、メインアームA3によりウエハWが受け渡される処理モジュール群の斜視図を示しており、図5は、メインアームA3を示す。図4から図6に示すように、メインアームA3は、2枚のフォーク3（3A、3B）、基台31、回転機構32、進退機構33A、33B、昇降台34、基板位置検出部5（5A～5D）を有する。なお、図3、図4では基板位置検出部5の表示を省略している。

【0026】

2枚のフォーク3A、3Bは、上下に重なるように設けられている。基台31は、回転機構32により、鉛直軸周りに回転自在に設けられている。また、フォーク3A、3Bは、各々、その基端側がそれぞれ進退機構33A、33Bに支持されており、進退機構33

10

20

30

40

50

A、33Bにより、基台31から進退自在に設けられている。

【0027】

なお、フォーク3(3A、3B)は、本発明における保持部に相当する。また、2枚のフォーク3A、3Bは、上下に重なるように設けられている例に限定されるものではなく、2枚のフォーク3A、3Bが水平方向に並んで設けられていてもよい。また、フォーク3は、1枚のみであってもよく、あるいは、3枚以上が上下に重なるように、又は水平方向に並んで設けられていてもよい。

【0028】

進退機構33A、33Bは、基台31内部に設けられた駆動機構であるモータにタイミングベルト等の伝達機構を用いて連結されており、基台31から進退自在に設けられたフォーク3A、3Bを進退駆動する。伝達機構としては、ボールネジ機構やタイミングベルトを用いた機構等、周知の構成を用いることができる。モータは、エンコーダに接続され、エンコーダのパルス数に応じて、後述の制御部90によりフォーク3A、3Bの位置が制御される。

【0029】

昇降台34は、図4に示すように、回転機構32の下方側に設けられ、上下方向(図4中Z軸方向)に直線状に延びる図示しないZ軸ガイドレールに沿って、昇降機構により昇降自在に設けられている。昇降機構としては、ボールネジ機構やタイミングベルトを用いた機構等、周知の構成を用いることができる。この例ではZ軸ガイドレール及び昇降機構は夫々カバー体35により覆われており、カバー体35は、搬送領域R3の伸長方向であるY軸方向に直線状に伸びるY軸ガイドレール36に沿って摺動移動する。このカバー体35を移動させる移動機構については、例えばモータと、当該モータの動力をカバー体に伝達するタイミングベルトと、により構成されている。当該モータについても、エンコーダに接続されており、エンコーダのパルス数に基づいて、後述の制御部90によりフォーク3A、3BのY方向における位置が特定される。

【0030】

次に、図5から図7を参照し、フォーク3についてさらに説明すると共に、基板位置検出部5についても説明する。図7は、フォーク3Aを拡大して示す平面図である。図7では、図示を容易にするため、フォーク3Aに対し、保持爪4(4A~4D)を少し拡大して示している。図5から図7に示すように、フォーク3A、3Bは、基部から2又に分かれた先端部が円弧状に延出されるように構成され、搬送するウエハWの周囲を囲む。また、フォーク3A、3Bには、各々保持爪4が形成されている。保持爪4は、フォーク3A、3Bの内縁から各々内側に突出するとともに、内縁に沿って互いに間隔を隔てて設けられており、ウエハWの周縁部が載置されることによって当該ウエハWを保持する。保持爪4は3個以上が設けられ、図5~図7の例では、4個の保持爪4A、4B、4C、4Dが設けられている。

【0031】

保持爪4A~4Dの各々には、真空吸着部41A~41Dが設けられている。真空吸着部41A~41Dは、保持爪4A~4Dに設けられた吸着孔42A~42Dを有している。図6(a)中43A、43Bは、フォーク3A、3Bに設けられた真空配管43A、43Bであり、当該真空配管43A、43Bを介して吸着孔42A~42Dは、図示しない真空排気部に接続されている。このような構成により、真空吸着部41A~41Dは、ウエハWの周縁部を真空吸着することができる。なお、後述の基板搬送機構の不具合の検出を行うためには、フォーク3に保持されたウエハWの位置のずれ量を検出できればよいため、当該フォーク3は、単にウエハWを載置する構造であってもよく、必ずしも真空吸着部を有する必要はない。

【0032】

また、基板位置検出部5(5A~5D)は、図5から図7に示すように4個設けられている。基板位置検出部5(5A~5D)は、フォーク3A、3Bが後退したときにフォーク3A、3Bに保持されているウエハWの周縁部と平面視において重なり、且つ当該ウエ

10

20

30

40

50

ハWの外周に沿って互いに間隔を隔てて設けられている。基板位置検出部5(5A~5D)は、互いに対となる光源51(51A~51D)と、例えば複数の受光素子が配列してなる受光部52と、により構成されている。光源51は例えばLED(Light Emitting Diode)により構成される。受光部52は、例えば上記の受光素子としてCCDを備え、リニアイメージセンサとして構成される。

【0033】

光源51はフォーク3A、3Bの下方に位置するように基台31に取り付けられ、受光部52が、支持部材53を介してフォーク3A、3Bの上方に位置するように基台31に取り付けられている。このように取り付けられることで、光源51(51A~51D)と受光部52(52A~52D)とは、後退しているフォーク3A、3Bが保持している各ウエハWを上下に挟む。

10

【0034】

フォーク3A、3Bのうち、例えばフォーク3BはモジュールへのウエハWの搬送用のフォーク、フォーク3AはモジュールからのウエハWの受け取り用のフォークとして夫々用いられる。そして、フォーク3Aが受け取ったウエハWを保持し、且つ基台31を後退した状態で、光源51により下方から上方に向けて光が発光され、発光した光がフォーク3Aの上方に設けられている受光部52により受光される。この受光によって、受光部52を構成する各画素である各CCDから後述の制御部90に出力信号(位置検出データとする)が送信される。この位置検出データに基づいて、後述の制御部90は、受光した画素と受光しない画素との境界の位置を決定し、決定した境界の位置に基づいて、ウエハWの周縁部の位置を計測する。

20

【0035】

制御部90は、計測したウエハWの周縁部の位置から、フォーク3Aにおける本来のウエハWの保持位置(基準保持位置とする)に対する実際にウエハWが保持された位置のずれ量を算出することができる。以下、このずれ量の算出方法について述べる。図8に示すように、4個の受光部52A~52Dの延在する方向とY軸とのなす角を1、2、3、4とする。図8に示すように、基準保持位置における受光部52上のウエハWの周縁部の位置を、それぞれa点、b点、c点、d点とする。また、フォーク3Aに保持されているウエハWがずれているときの位置をずれ位置とし、ずれ位置における受光部52上のウエハWの周縁部の位置を、それぞれa'点、b'点、c'点、d'点とする。

30

【0036】

各受光部52における、a点、b点、c点、d点とa'点、b'点、c'点、d'点との距離をa、b、c、dとする。このとき、a、b、c、dは、

$$a[\text{mm}] = \{(a' \text{点の画素数}) - (a \text{点の画素数})\} \times \text{画素間隔}[\text{mm}] \quad (1)$$

$$b[\text{mm}] = \{(b' \text{点の画素数}) - (b \text{点の画素数})\} \times \text{画素間隔}[\text{mm}] \quad (2)$$

$$c[\text{mm}] = \{(c' \text{点の画素数}) - (c \text{点の画素数})\} \times \text{画素間隔}[\text{mm}] \quad (3)$$

$$d[\text{mm}] = \{(d' \text{点の画素数}) - (d \text{点の画素数})\} \times \text{画素間隔}[\text{mm}] \quad (4)$$

なお、a点の画素数とは、受光部52のウエハWの中心側における始点からa点までにおける画素の数を意味する。

【0037】

すると、a点~d点、a'点~d'点の座標は、次のように表される。

$$a \text{点} (X_1, Y_1) = (X - R \sin \theta_1, Y - R \cos \theta_1) \quad (5)$$

$$\begin{aligned} a' \text{点} (X_1', Y_1') &= (X_1 - a \sin \theta_1, Y_1 - a \cos \theta_1) \\ &= (X - (R + a) \sin \theta_1, Y - (R + a) \cos \theta_1) \end{aligned} \quad (6)$$

$$b \text{点} (X_2, Y_2) = (X - R \sin \theta_2, Y + R \cos \theta_2) \quad (7)$$

$$\begin{aligned} b' \text{点} (X_2', Y_2') &= (X_2 - b \sin \theta_2, Y_2 + b \cos \theta_2) \\ &= (X - (R + b) \sin \theta_2, Y + (R + b) \cos \theta_2) \end{aligned} \quad (8)$$

$$c \text{点} (X_3, Y_3) = (X + R \sin \theta_3, Y + R \cos \theta_3) \quad (9)$$

$$\begin{aligned} c' \text{点} (X_3', Y_3') &= (X_3 + c \sin \theta_3, Y_3 + c \cos \theta_3) \\ &= (X + (R + c) \sin \theta_3, Y + (R + c) \cos \theta_3) \end{aligned} \quad (10)$$

50

$$d \text{ 点 } (X_4, Y_4) = (X + R \sin \theta, Y - R \cos \theta) \tag{11}$$

$$d' \text{ 点 } (X_4', Y_4') = (X_4 + d \sin \theta, Y_4 - d \cos \theta) \\ = (X + (R + d) \sin \theta, Y - (R + d) \cos \theta) \tag{12}$$

従って、式(6)、式(8)、式(10)、式(12)により、a'点(X1', Y1')、b'点(X2', Y2')、c'点(X3', Y3')、d'点(X4', Y4')の座標を求めることができる。

【0038】

次に、a'点、b'点、c'点、d'点のうちいずれか3点からずれ位置におけるウエハWの中心位置o'の座標(X', Y')を算出する。

例えば、a'点(X1', Y1')、b'点(X2', Y2')、c'点(X3', Y3')の3点からずれ位置における中心位置o'の座標(X', Y')を算出する式は、下記式(13)

$$X' = \frac{X_1'^2(Y_3' - Y_2') + X_2'^2(Y_1' - Y_3') + X_3'^2(Y_2' - Y_1') - (Y_1' - Y_3')(Y_3' - Y_2')(Y_2' - Y_1')}{2\{X_1'(Y_3' - Y_2') + X_2'(Y_1' - Y_3') + X_3'(Y_2' - Y_1')\}} \tag{13}$$

20

及び下記式(14)

【数2】

$$Y' = \frac{Y_1'^2(X_2' - X_3') + Y_2'^2(X_3' - X_1') + Y_3'^2(X_1' - X_2') - (X_2' - X_3')(X_3' - X_1')(X_1' - X_2')}{2\{Y_1'(X_2' - X_3') + Y_2'(X_3' - X_1') + Y_3'(X_1' - X_2')\}} \tag{14}$$

に示される。

また、半径R'は、中心位置o'の座標(X', Y')とa'点(X1', Y1')、b'点(X2', Y2')、c'点(X3', Y3')の各座標より、下記式(15)

【数3】

$$R' = \sqrt{\{(X' - X_1')^2 + (Y' - Y_1')^2\}} \tag{15}$$

40

により求められる。

【0039】

また、a'点、b'点、c'点、d'点のうち、前述した3点(a'点、b'点、c'点)と異なる3点の組み合わせ、例えば(a'点、b'点、d'点)、(a'点、c'点、d'点)、(b'点、c'点、d'点)を抽出し、その3点に対応して、中心位置o'の座標(X', Y')及び、半径R'を算出しておく。

【0040】

次に、4個の受光部52A~52DのいずれかがウエハWの周縁部における切欠きが設けられた部分(切欠部)WNを検出したか否かを判定する。そしてa'点、b'点、c'

50

点、 d' 点のうち、いずれかの3点の組み合わせに対応して算出した中心位置 o' の座標(X' 、 Y')及び、半径 R' について、判定を行う。

【0041】

まず、いずれかの3点の組み合わせに対応する半径 R' が、ウエハWの既知の半径である R と略等しいかを判定する。図8に示すように、ウエハWのノッチ(切欠部)WNが、平面視において、 a' 点、 b' 点、 c' 点、 d' 点のいずれの近傍にもないときは、 a' 点、 b' 点、 c' 点、 d' 点のうち、いずれの3点の組み合わせに対応して算出した半径 R' も半径 R と略等しくなる。このときは、4個の受光部52A~52DのいずれもウエハWの切欠部WNを検出していないと判定される。このときは、4個の受光部52A~52Dのうち、いずれの3個の受光部52の検出値を選択してもよい。

10

【0042】

一方、図9に示すように、ウエハWのノッチ(切欠部)WNが、平面視において、 a' 点、 b' 点、 c' 点、 d' 点のいずれかの近傍にあるときは、その近傍にある点を除いた3点の組み合わせに対応して算出した半径 R' は半径 R と略等しくなる。しかし、その近傍にある点を含む3点の組み合わせに対応して算出した半径 R' は、半径 R と異なる。このときは、4個の受光部52A~52DのいずれかがウエハWの切欠部を検出したと判定される。図9に示す例では、ウエハWのノッチ(切欠部)WNが平面視において b' 点の近傍にある。このときは4個の受光部52A~52Dのうち、ウエハWの切欠部WNを検出した受光部52以外の3個の受光部52の検出値を選択する。図9に示す例では、3個の受光部52A、52C、52Dの検出値を選択する。

20

【0043】

次に、算出した中心位置 o' の座標(X' 、 Y')と、基準保持位置 o におけるウエハWの座標 o (X 、 Y)との間のずれ量(X 、 Y)を求める。ウエハWの切欠部WNを検出した受光部(図9に示す例では、52B)以外のリニアイメージセンサ(図9に示す例では、52A、52C、52D)の検出値に基づいて、ずれ量(X 、 Y)を算出する。ずれ量(X 、 Y)は、

$$X [\text{mm}] = X' - X \quad (16)$$

$$Y [\text{mm}] = Y' - Y \quad (17)$$

により算出する。

【0044】

このようにずれ量(X 、 Y)が計算されると、メインアームA3が次のモジュールにウエハWを搬送するときには、このずれ量分、次のモジュールにウエハWを受け渡す際のフォーク3の位置が補正され、当該ウエハWが次のモジュールの予め設定された位置(基準載置位置)に載置されるように当該メインアームA3の動作が制御される。

30

【0045】

メインアームA3以外の基板搬送機構についても簡単に説明しておく、メインアームA1、A2、A4~A6は、メインアームA3と同様に構成されている。搬送アーム94~97は、カバー35がY軸方向に移動しないことを除いてメインアームA3と同様に構成されている。搬送アーム93は、Y軸方向の代わりにY軸と直交するようにカバー35が横方向に移動することを除いてメインアームA3と同様に構成されている。各搬送アームでもメインアームA3と同様、上記のようにずれ量(X 、 Y)に応じて、モジュールへのウエハWの搬送が制御される。また、前段の搬送アームでこのようなずれ量が計算されると、当該前段の搬送アームにより一のモジュールにウエハWを受け渡された後、後段の搬送アームが一のモジュールからウエハWを受け取る際には、このずれ量分、後段の搬送アームのフォーク3が受け取りを行う位置が補正され、当該フォーク3の基準保持位置にウエハWが保持されるように、後段の搬送アームの動作が制御される。この搬送の具体例については後述する。以上のずれ量の演算及びそれに基づいた各搬送アームの動作の制御は、制御部90により行われる

40

【0046】

ところで、既述のように、各搬送アームによりウエハWを受け渡される受け渡しモジュ

50

ールTRSの一例を図10に示しておく。受け渡しモジュールTRSは、ウエハWが載置される円形のプレート98を備え、このプレート98には、既述の各搬送アームのフォーク3の保持爪4に対応する切り欠き99が形成されている。フォーク3が基台31を前進した状態で昇降するとき、保持爪4は切り欠き99を通過することによって、プレート98とフォーク3との間でウエハWの受け渡しが行われる。なお、この受け渡しモジュールTRSは、載置されたウエハWを温度調整するための液体の流路がプレート98に形成されることで、温調モジュールSCPLとして構成される場合があるが、図1～図3では説明の複雑化を防ぐために、受け渡しモジュールTRSと温調モジュールSCPLとを区別せずに示している。また、受け渡しモジュールTRSはウエハWを一時的に載置できればよいため、プレート98の代わりに先端にウエハWが載置される垂直な3本のピンを備えるように構成されてもよい。

10

【0047】

[基板搬送機構(搬送アーム)の不具合の検出]

続いて、塗布、現像装置1に設けられる制御部90について説明する。制御部90はコンピュータであり、プログラムを備えている。プログラムは既述のウエハWの搬送及び各モジュールにおけるウエハWの処理と、後述する搬送アームの不具合の検出と、が行えるように塗布、現像装置1の各部に制御信号を送信する。このプログラムは、コンピュータの記憶媒体例えばフレキシブルディスク、コンパクトディスク、ハードディスク、MO(光磁気ディスク)及びメモリーカードなどの記憶媒体に格納されて制御部90にインストールされる。

20

【0048】

搬送アームの不具合の一例について示しておく。既述のメインアームA1～A6のカバー体35をY軸方向に移動させるためのベルトが伸びたり、当該ベルトの張力の低下が起きたりした場合に、実際のカバー体35の位置が、例えば設定上のカバー体35の位置に対してY軸方向の一方側に次第にずれていく。このカバー体35の位置ずれによって、メインアームA1～A6のフォーク3について、実際の位置が設定上の位置からY軸方向の一方側に次第にずれていくことになる。このようなY軸方向におけるフォーク3の位置ずれを、上記のプログラムは不具合として監視することができる。

【0049】

このメインアームA1～A6の不具合の検出は、当該メインアームA1～A6、既述の搬送フローにおいてメインアームA1～A6の次にウエハWの受け渡しを行う搬送アーム、及び当該搬送フローにおいてさらにその次にウエハWが受け渡しを行う搬送アームの各基板位置検出部5から制御部90に送信される基板位置検出データに基づいて行われる。具体的に、メインアームA3の不具合の検出については、当該メインアームA3、搬送アーム95、97の基板位置検出データに基づいて行われる。図11の模式図に示すように、上記のプログラムは、これらの基板位置検出データに基づいて位置ずれを監視するための位置ずれデータ収集部71、位置ずれ量演算部72、位置合わせ指示部73、相関データ作成部74、及び不具合判定部75を含んでいる。

30

【0050】

ここで、上記のプログラムを構成する各部の役割について説明するために、メインアームA3のフォーク3がY軸方向に位置ずれした場合において、メインアームA3及び搬送アーム95の受け渡し先の各モジュールにおけるウエハWの載置状態、及びメインアームA3、搬送アーム95、97におけるウエハWの保持状態を、図12の模式図を参照して説明する。各モジュール間でのウエハWの搬送は既述の搬送フローに従って行われるものとし、各モジュールにおいてウエハWが本来載置されるように設定された位置を基準載置位置として説明する。また、上記のY軸方向についてキャリアブロックB1側を-側、露光ステーションB4側を+側とし、ここではメインアームA3のフォーク3は+Y軸方向に位置ずれしているものとする。さらに、ここではメインアームA3以外の基板搬送機構について位置ずれは起きていないものとする。なお図示の便宜上、この図12と上記の図11とでは、搬送アーム95、97のフォーク3の形状を図3に示す形状とは異なる形状

40

50

に示している。

【 0 0 5 1 】

図 1 2 に示すように、搬送アーム 9 4 のフォーク 3 の基準保持位置に保持されたウエハ W が棚ユニット U 7 の受け渡しモジュール T R S 3 に搬送されて基準載置位置に載置される。上記のようにメインアーム A 3 のフォーク 3 が + Y 方向へ位置ずれしていることにより、このずれ分、本来ウエハ W を受け取る位置よりも + Y 方向寄りの位置で、当該メインアーム A 3 のフォーク 3 が受け渡しモジュール T R S 3 からウエハ W を受け取る。それによって図に示すように、当該メインアーム A 3 において基準保持位置よりもフォーク 3 の先端側にウエハ W が保持される。図中、メインアーム A 3 のフォーク 3 の基準保持位置に載置された場合のウエハ W の中心を O 1、位置ずれが起きていることで実際に保持されるウエハ W の中心を P 1 として示している。

10

【 0 0 5 2 】

図 8、図 9 で説明したように、実際のウエハ W の中心 P 1 が設定上のウエハ W の中心 O 1 に対してずれていることについては、メインアーム A 3 の基板位置検出部 5 により検出できるため、このずれが補償されるようにメインアーム A 3 のフォーク 3 がレジスト塗布モジュール 5 へ前進し、ウエハ W を受け渡す。ただし、上記のフォーク 3 の + Y 方向への位置ずれによって、このずれ量に対応する分、レジスト塗布モジュール 5 の基準載置位置よりも + Y 方向にずれた位置にウエハ W が載置される。図中、レジスト塗布モジュール 5 の基準載置位置に載置された場合のウエハ W の中心を O 2、位置ずれが起きていることで実際にレジスト塗布モジュール 5 に載置されるウエハ W の中心を P 2 として示している。

20

【 0 0 5 3 】

このレジスト塗布モジュール 5 からメインアーム A 3 がウエハ W を受け取る際には、レジスト塗布モジュール 5 の基準載置位置より + Y 方向にずれて載置されたウエハ W を、このずれ量に対応する分 + Y 方向に位置ずれしているフォーク 3 で受け取るため、当該フォーク 3 の基準保持位置にウエハ W が保持される。図中、第 3 の単位ブロック D 3 の加熱 - 冷却モジュール 6 へのウエハ W の受け渡しについては省略しているが、レジスト塗布モジュール 5 の受け渡しと同様である。即ち、メインアーム A 3 のフォーク 3 の + Y 方向への位置ずれ分、モジュールの基準載置位置より + Y 方向にずれてウエハ W が受け渡され、フォーク 3 がモジュールからウエハ W を受け取る際には、当該フォーク 3 の基準保持位置にウエハ W が保持される。

30

【 0 0 5 4 】

そして、棚ユニット U 8 の受け渡しモジュール T R S 1 3 へは、フォーク 3 が + Y 方向へ位置ずれしている分だけ、基準載置位置よりも + Y 方向側にずれるようにウエハ W が受け渡される。図中、受け渡しモジュール T R S 1 3 の基準載置位置に載置されたときのウエハ W の中心を O 3、実際に受け渡しモジュール T R S 1 3 に載置されるウエハ W の中心を P 3 として夫々示している。

【 0 0 5 5 】

そして、このように基準載置位置からずれて受け渡しモジュール T R S 1 3 に載置されたことで、当該受け渡しモジュール T R S 1 3 からウエハ W を受け取る搬送アーム 9 5 のフォーク 3 には、上記の中心 O 3 と中心 P 3 とのずれ量の分、基準保持位置よりも + Y 方向にずれてウエハ W が保持される。図中 O 4、P 4 は、搬送アーム 9 5 のフォーク 3 の基準保持位置に載置された場合のウエハ W の中心、実際に搬送アーム 9 5 のフォーク 3 に載置されたウエハ W の中心を夫々示している。この中心 O 4 に対する中心 P 4 のずれは、搬送アーム 9 5 の基板位置検出部 5 により検出されるので、搬送アーム 9 5 が受け渡しモジュール T R S 2 0 にウエハ W を受け渡すときには、このずれに対応する分、搬送アーム 9 5 の基台 3 1 上におけるフォーク 3 の前進量と搬送アーム 9 5 の回転機構 3 2 による当該フォーク 3 の前進する方向とが調整されることで、受け渡しモジュール T R S 2 0 の基準載置位置にウエハ W が受け渡される。

40

【 0 0 5 6 】

そして、この受け渡しモジュール T R S 2 0 からウエハ W を受け取る搬送アーム 9 7 の

50

フォーク 3 は、既述のように基準載置位置に載置されたウエハ W を受け取り、当該フォーク 3 の基準保持位置にウエハ W が保持される。従って、この搬送アーム 9 7 のフォーク 3 の基準保持位置に保持された場合のウエハ W の中心を O 5、実際に当該保持部に保持されたウエハ W の中心を P 5 とすると、これら中心 O 5、P 5 が互いに一致することになる。

【 0 0 5 7 】

メインアーム A 3 のフォーク 3 について、+ Y 方向に位置ずれが起きた例を説明したが、- Y 軸方向に位置ずれが起きた場合には上記の例で + Y 方向にずれて保持または載置されるものとして説明したウエハ W が、- Y 方向にずれて保持または載置されることになる。このようにメインアーム A 3 のフォーク 3 について Y 方向への位置ずれが起きると、このずれ量に応じて、メインアーム A 3 及び搬送アーム 9 5 による受け渡し先のモジュールで、ウエハ W は基準載置位置からずれて載置されると共に、搬送アーム 9 5 のフォーク 3 では基準保持位置からずれて保持される。そして、搬送アーム 9 7 のフォーク 3 に保持される際には、メインアーム A 3 のフォーク 3 の位置ずれの影響が解消され、当該搬送アーム 9 7 のフォーク 3 の基準保持位置にウエハ W が保持される。上記のプログラムは、このような各部でのウエハ W の位置ずれの関係を用いて、メインアーム A 3 のフォーク 3 の位置ずれを検出する。

【 0 0 5 8 】

図 1 1 に戻って、制御部 9 0 のプログラムを構成する各部について改めて説明する。位置ずれデータ収集部 7 1 は、メインアーム A 3、搬送アーム 9 5、9 7 の基板位置検出部 5 から夫々位置検出データを取得する。位置ずれ量演算部 7 2 は、位置ずれデータ収集部 7 1 によって、取得された位置検出データに基づいて、図 8、図 9 で説明したフォーク 3 上のウエハ W の位置ずれ (X、 Y) を算出する。

【 0 0 5 9 】

ところで、メインアーム A 3 が受け渡しモジュール T R S 3 からウエハ W を受け取ったときの位置ずれ X は、図 1 2 で説明した基準保持位置のウエハ W の中心 O 1 と実際のウエハ W の中心 P 1 とのずれ量 (メインアーム A 3 の受け取り位置ずれ量とする) である。搬送アーム 9 5 が受け渡しモジュール T R S 1 3 からウエハ W を受け取ったときの位置ずれ Y は、図 1 2 で説明した基準保持位置のウエハ W の中心 O 4 と実際のウエハ W の中心 P 4 とのずれ量 (搬送アーム 9 5 の受け取り位置ずれ量とする) である。搬送アーム 9 7 が、受け渡しモジュール T R S 2 0 からウエハ W を受け取ったときの位置ずれ Y は、図 1 2 で説明した基準保持位置のウエハ W の中心 O 5 と実際のウエハ W の中心 P 5 とのずれ量 (搬送アーム 9 5 の受け取り位置ずれ量とする) である。つまり、位置ずれ量演算部 7 2 は、これらの搬送アームの受け取り位置ずれ量を算出する。

【 0 0 6 0 】

位置合わせ指示部 7 3 は、位置ずれ演算部 7 2 によって算出されたフォーク 3 上のウエハ W の位置ずれ (X、 Y) に基づいて、既述したように、ウエハ W がフォーク 3 の基準保持位置、各モジュールの基準載置位置に夫々受け渡されるように、各搬送アームの動作を制御する。

【 0 0 6 1 】

関連データ作成部 7 4 は、位置ずれ演算部 7 2 によって算出されたメインアーム A 3、搬送アーム 9 5、搬送アーム 9 7 についての受け取り位置ずれ量について、夫々予め設定された期間、例えば 1 週間に取得された平均値を算出し、この平均値を時系列で並べて、当該平均値の推移を示す時系列データを作成する。図 1 3 のグラフは、メインアーム A 3 についての受け取り位置ずれ量の時系列データの一例を示している。グラフにおいて、縦軸はメインアーム A 3 の受け取り位置ずれ量の平均値 (単位: mm) を示しており、横軸はメインアーム A 3 のフォーク 3 の位置ずれの検出を開始した基準時刻から経過した週を示している。図示は省略するが、搬送アーム 9 5、9 7 についてもメインアーム A 3 と同様に、受け取り位置の平均値の推移についての時系列データが作成される。なお、メインアーム A 3 の受け取り位置ずれ量は、第 1 の基板の受け取り位置ずれ量、搬送アーム 9 5 の受け取り位置ずれ量は、第 2 の基板の受け取り位置ずれ量、搬送アーム 9 7 の受け取り

位置ずれ量は第3の基板の受け取り位置ずれ量に夫々相当する。

【0062】

また、相関データ作成部74は、そのように作成した時系列データを用いて、図14、図15に示すようなメインアームA3の受け取り位置ずれ量と搬送アーム95の受け取り位置ずれ量との相関データ、搬送アーム95の受け取り位置ずれ量と搬送アーム97の受け取り位置ずれ量との相関データを夫々作成する。

【0063】

図14のグラフの横軸(X軸)、縦軸(Y軸)は、夫々メインアームA3の受け取り位置ずれ量(単位:mm)、搬送アーム95の受け取り位置ずれ量(単位:mm)を夫々示している。グラフ中のプロットは、互いに同じ週に取得されたメインアームA3についての位置ずれ量の平均値及び搬送アーム95の位置ずれ量の平均値に従って付されている。相関データ作成部74は、このように付されたプロット群から、メインアームA3の受け取り位置ずれ量と搬送アーム95の受け取り位置ずれ量との相関係数を算出する。つまり、グラフ中のプロット群を一次関数として近似し、当該一次関数の傾きの大きさを算出する。

10

【0064】

また、図15のグラフの横軸(X軸)、縦軸(Y軸)は、夫々搬送アーム95の受け取り位置ずれ量(単位:mm)、搬送アーム97の受け取り位置ずれ量(単位:mm)である。グラフ中のプロットは、互いに同じ週に取得された搬送アーム95についての位置ずれ量の平均値及び搬送アーム97の位置ずれ量の平均値に従って付されている。相関データ作成部74は、このように付されたプロット群から、搬送アーム95の受け取り位置ずれ量と搬送アーム97の受け取り位置ずれ量との相関係数を算出する。つまり、図14のグラフと同じく、図15のプロット群を一次関数として近似したときの当該一次関数の傾きの大きさを算出する。また、不具合判定部75は、後述するメインアームA3の不具合の検出フロー中の各判定を行ったり、後述のタイマーのリセットやアラームの出力などを行う。

20

【0065】

続いて、図16に示すメインアームA3の不具合の検出フローについて説明する。先ず、制御部90に設けられる図示しないタイマーがリセットされると共に、当該タイマーによる時間計測が開始される(ステップS1)。その一方で、既述したように塗布、現像装置における各搬送アームが動作し、既述した搬送フローに沿ってウエハWが搬送され、処理が行われる(ステップS2)。このように各搬送アームが動作することに並行して、既述したメインアームA3、搬送アーム95、97について、ウエハWの受け取り位置ずれ量が取得される。

30

【0066】

このようなウエハWの搬送及び処理と、受け取り位置ずれ量の取得とに並行して、上記のタイマーがリセットされてから1週間経過したか否かが判定され(ステップS3)、1週間経過していないと判定された場合は、引き続きステップS2以降の動作が行われる。ステップS3でタイマーのリセットから1週間経過したと判定された場合は、この1週間取得されたメインアームA3の受け取り位置ずれ量の平均値、搬送アーム95の受け取り位置ずれ量の平均値、搬送アーム97の受け取り位置ずれ量の平均値、が夫々算出され、これらの新たに算出された各平均値によって図13で説明した各搬送アームのずれ量の時系列データが更新される(ステップS4)。そして、新たに算出されたメインアームA3の受け取り位置ずれ量の平均値と、検出フローを開始してから最初の一週間経過時に取得されたメインアームA3の受け取り位置ずれ量の平均値との差分が算出され、この差分値がしきい値を超えているか否かが判定される(ステップS5)。しきい値を超えていないと判定された場合は、ステップS1以降のステップが実行される。

40

【0067】

ステップS5でしきい値を超えたと判定された場合、メインアームA3の受け取り位置ずれ量の平均値の時系列データと、搬送アーム95の受け取り位置ずれ量の平均値の時系

50

列データとから、図14で説明した相関データが作成される。そして、この相関データから、メインアームA3の受け取り位置ずれ量と搬送アーム95の受け取り位置ずれ量との相関係数が算出され、この相関係数に基づいてメインアームA3の受け取り位置ずれ量と搬送アーム95の受け取り位置ずれ量との間に相関が有るか否かが判定される(ステップS6)。

【0068】

このステップS6では、例えば相関係数が0.7より小さい場合は相関が無いと判定され、そのように判定されると、ステップS1以降のステップが実行される。一方、このステップS6において、相関係数が0.7以上である場合は相関があると判定される。そのように判定されると、搬送アーム95の受け取り位置ずれ量の平均値の時系列データと、搬送アーム97の受け取り位置ずれ量の平均値の時系列データとから、図15で説明した相関データが作成される。そして、この相関データから、搬送アーム95の受け取り位置ずれ量と搬送アーム97の受け取り位置ずれ量との相関係数が算出され、この相関係数に基づいて搬送アーム95の受け取り位置ずれ量と搬送アーム97の受け取り位置ずれ量との間に相関が有るか否かが判定される(ステップS7)。

10

【0069】

このステップS7では、例えば相関係数が0.7以上である場合は相関があると判定され、ステップS1以降のステップが実行される。そして、ステップS7で相関係数が0.7より小さい場合は相関が無いと判定される。このように判定されるということは、図12で説明したように、メインアームA3のフォーク3の位置のずれが次第に大きくなっている可能性が高いため、当該メインアームA3のメンテナンスが必要である旨を示すアラームが、制御部90を構成する表示部に表示されたり、制御部90を構成するスピーカから音声出力され、塗布、現像装置1のユーザーに報知される(ステップS8)。

20

【0070】

この塗布、現像装置1によれば、受け渡しモジュールTRS3上のウエハWを受け取り、この受け取った後のウエハWのフォーク3の基準保持位置に対する位置ずれ量に基づいて、ウエハWが受け渡しモジュールTRS13の基準載置位置に受け渡されるように当該ウエハWの搬送を行うメインアームA3と、受け渡しモジュールTRS13上のウエハWを受け取る搬送アーム95と、メインアームA3が受け渡しモジュールTRS3上からウエハWを受け取ったときの位置ずれ量の時系列データと搬送アーム95が受け渡しモジュールTRS13からウエハWを受け取ったときの位置ずれ量の時系列データとに相関関係があるか否かを判断する制御部90と、が設けられ、この判断結果に基づいてメインアームA3の不具合があることを示すアラームが出力される。従って、このようなメインアームA3の不具合の有無を確認するために、背景技術の項目で述べた専用のモジュールにウエハWを搬送する必要が無いし、当該専用のモジュールを設ける必要も無くなる。従って、塗布、現像装置1におけるスループットの低下及び製造コストの上昇を抑えることができる。

30

【0071】

さらに、上記のメインアームA3の不具合の検出は、搬送アーム95が受け渡しモジュールTRS13からウエハWを受け取ったときの位置ずれ量の時系列データと、搬送アーム95から受け渡しモジュールTRS20に受け渡されたウエハWを基準保持位置に保持するように動作が制御される搬送アーム97がウエハWを受け取ったときの位置ずれ量の時系列データとの相関関係に基づいて行われる。このように検出を行うことで、より精度高く不具合の検出を行うことができる。

40

【0072】

ところで、上記の例では処理モジュールとは別体の受け渡しモジュールTRS13により第2の載置部が構成されているが、第2の載置部は処理モジュールの載置部を兼用していてもよい。即ち、処理モジュールから搬送アーム95がウエハWを受け取り、その受け取り時において検出される位置ずれから、既述のずれ量の平均値についての時系列データが取得される構成であってもよい。また、上記の説明では、各プログラムを構成する各部

50

は、メインアーム A 3 について位置ずれの検出を行うように説明しているが、他のメインアーム A についても当該メインアーム A、メインアーム A の次にウエハ W が受け渡される基板搬送機構、さらにその次にウエハ W が受け渡される基板搬送機構から取得される位置検出データに基づいて、メインアーム A 3 と同様に位置ずれの監視を行うようにすることができる。さらに、上記の例では、メインアーム A 3 について、Y 軸方向におけるフォーク 3 の位置ずれを検出しているが、そのように Y 軸方向のずれを検出することには限られず、水平方向において Y 軸と直交する方向におけるフォーク 3 の位置ずれを検出するようにしてもよい。また、メインアーム A 以外の他の基板搬送機構についてもメインアーム A と同様に位置ずれの監視を行ってもよい。

【 0 0 7 3 】

10

また、本発明の適用例としては、塗布、現像装置に限られない。例えば、基板に薬液を供給して絶縁膜の形成を行うモジュールを備えた処理装置や、基板にドライエッチング処理を行うモジュールを備えた処理装置や、処理ガスの供給によって基板に C V D や A L D などを行う成膜処理を行うモジュールを備えた処理装置や、複数の基板を互いに貼り合わせる接着剤を塗布するモジュールを備えた処理装置などにも適用することが可能である。

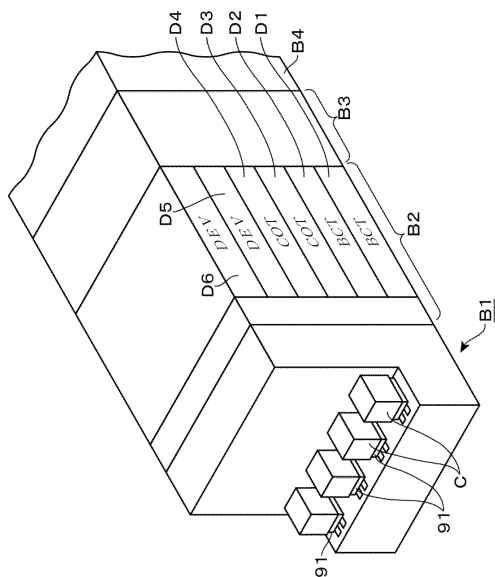
【符号の説明】

【 0 0 7 4 】

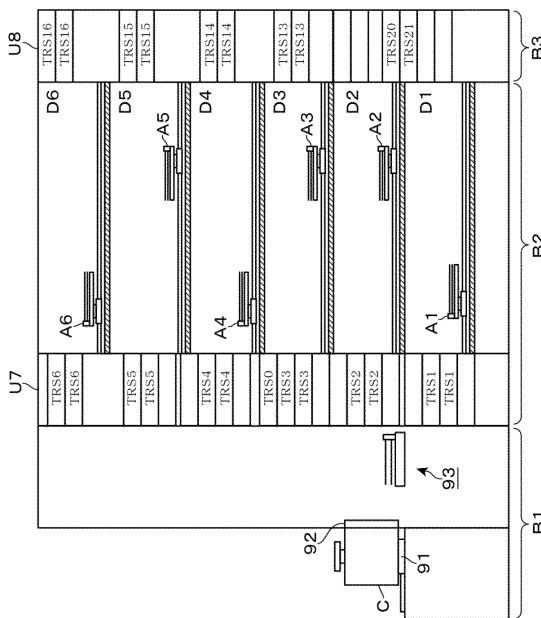
A 1 ~ A 6 メインアーム
 T R S 受け渡しモジュール
 W ウエハ
 1 塗布、現像装置
 3 フォーク
 5 位置検出部
 6 1 液処理モジュール
 9 0 制御部
 9 5、9 7 搬送アーム

20

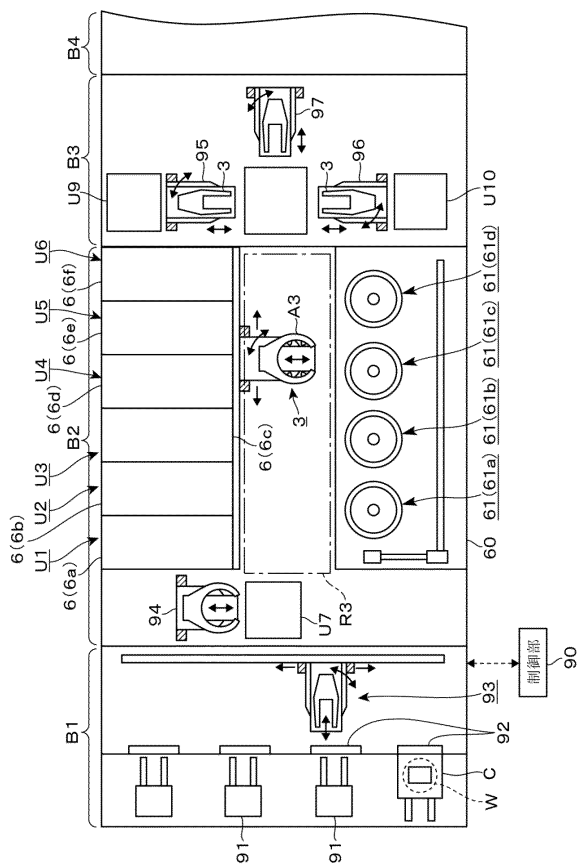
【 図 1 】



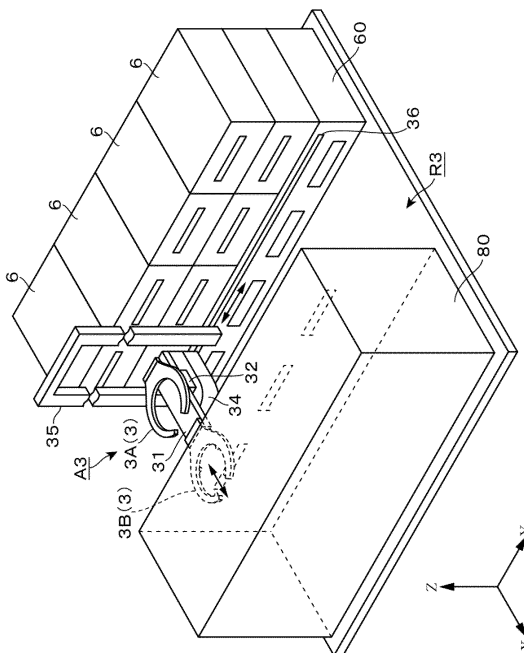
【 図 2 】



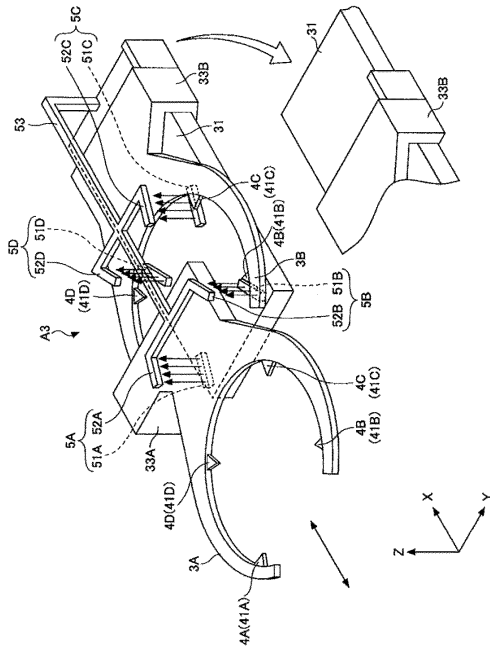
【 図 3 】



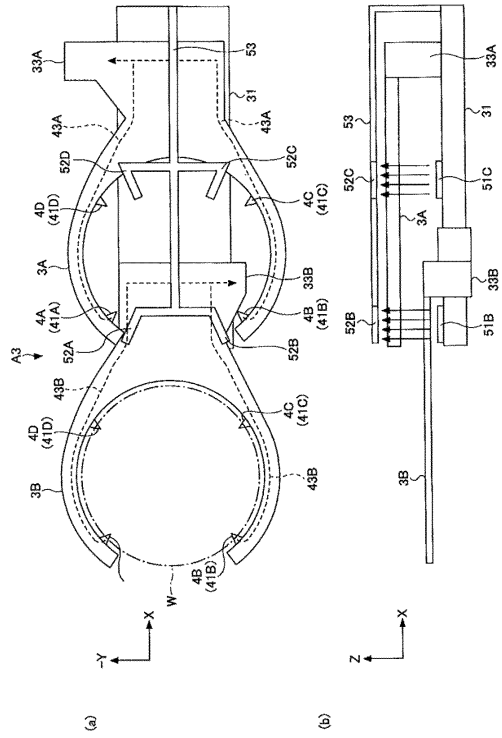
【 図 4 】



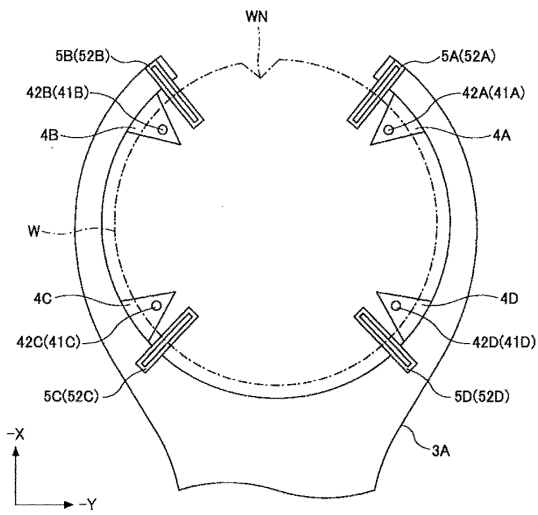
【図 5】



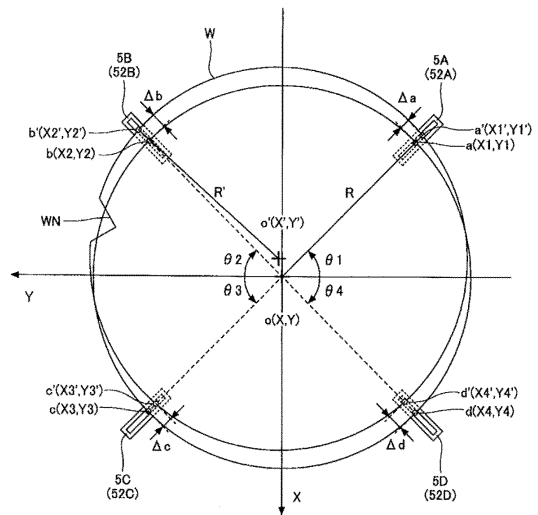
【図 6】



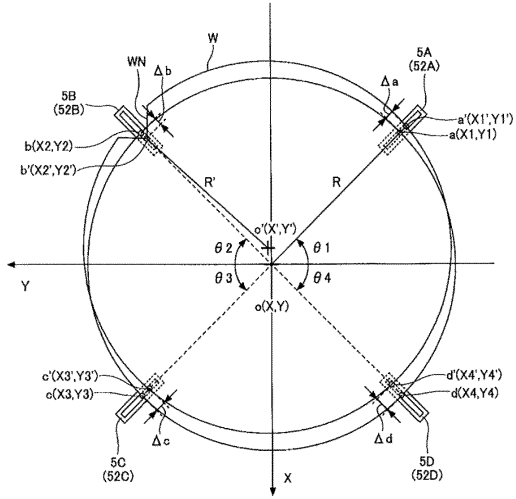
【図 7】



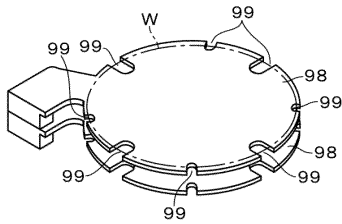
【図 8】



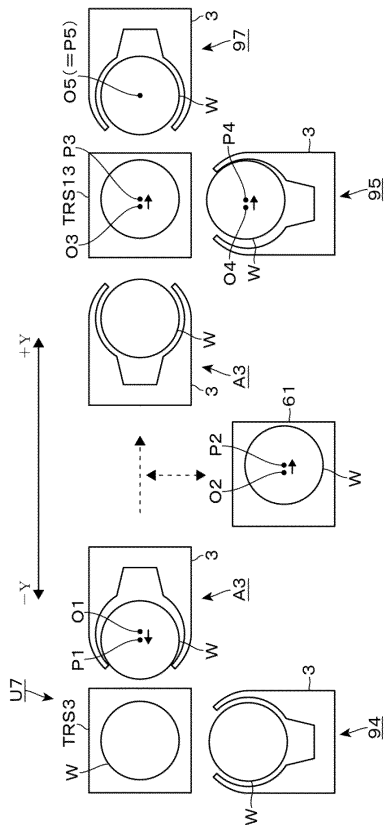
【図9】



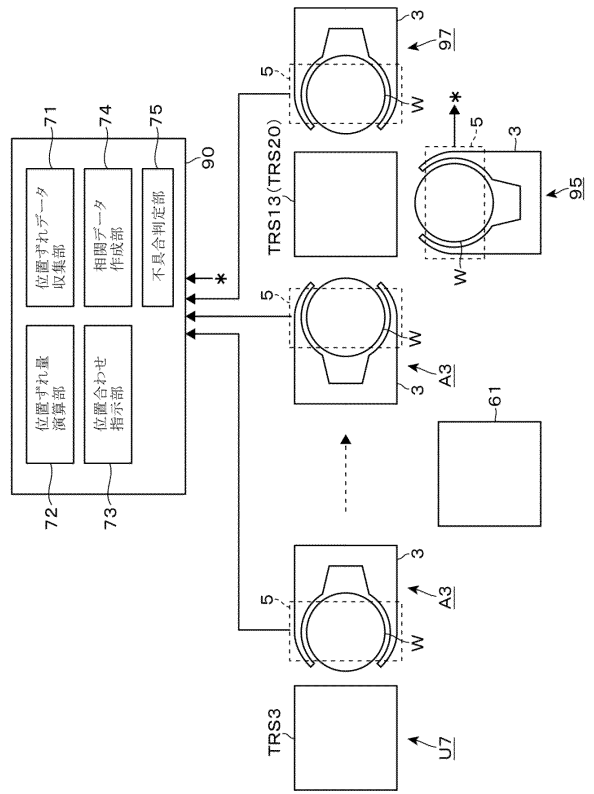
【図10】



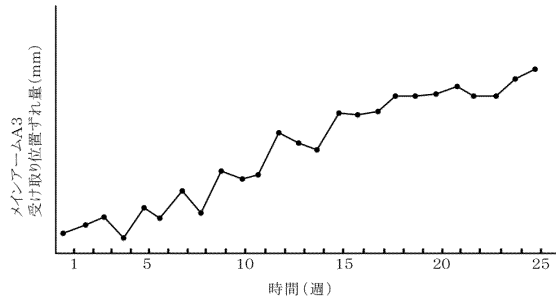
【図12】



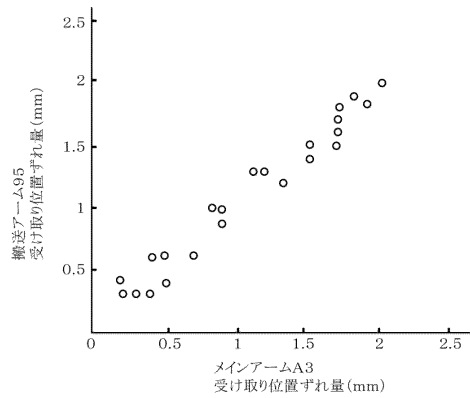
【図11】



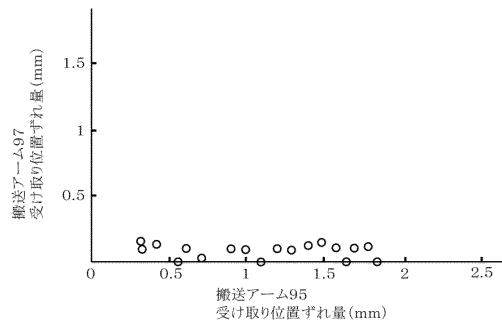
【図13】



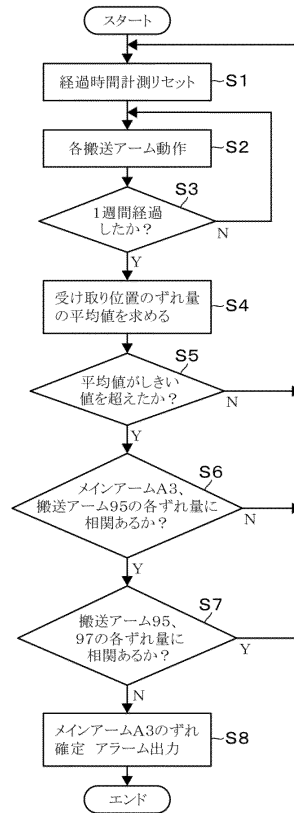
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2014-033226(JP,A)
特開2013-162029(JP,A)
特開2012-064918(JP,A)
特開平10-189686(JP,A)
特開2012-186213(JP,A)
特開平07-141005(JP,A)
特開2013-042112(JP,A)
米国特許第09136150(US,B1)
米国特許出願公開第2013/0180448(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/68
G03F 7/20
H01L 21/027
H01L 21/677