

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-152475
(P2015-152475A)

(43) 公開日 平成27年8月24日(2015.8.24)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
G O 1 B 11/00 (2006.01) G O 1 B 11/00 H 2 F O 6 5

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2014-27456 (P2014-27456)
(22) 出願日 平成26年2月17日(2014.2.17)

(71) 出願人 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 100105935
弁理士 振角 正一
(74) 代理人 100105980
弁理士 梁瀬 右司
(74) 代理人 100136836
弁理士 大西 一正
(72) 発明者 角間 央章
京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 大日本スクリーン製造株式会社内

最終頁に続く

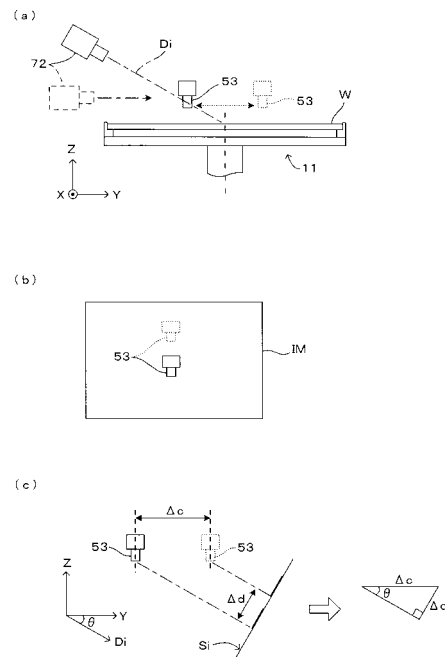
(54) 【発明の名称】 変位検出装置、基板処理装置、変位検出方法および基板処理方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 位置決め対象物を撮像して基準位置からの変位を検出する際、単一の撮像方向からの撮像で位置決め対象物の変位を検出することができ、また撮像手段の配置の自由度の高い変位検出装置、基板処理装置、変位検出方法および基板処理方法を提供する。

【解決手段】 カメラ72に対し接近・離間方向に移動するノズル53の変位を検出するために、カメラ72の撮像方向Diをノズル53の移動平面に交わるように斜め方向とする。撮像された画像IMでは、ノズル53の変位が上下方向の動きとなって反映され、パターンマッチング処理により画像内でノズル53の位置検出を行うことで、画像の奥行き方向の成分を有するノズル53の変位を検出する。

【選択図】 図10



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

位置決め対象物の基準位置からの変位を検出する変位検出装置において、

前記位置決め対象物を撮像対象物として、または前記位置決め対象物の変位に伴い前記位置決め対象物と一体的に変位する物体を撮像対象物として、該撮像対象物を撮像する撮像手段と、

前記撮像手段が前記撮像対象物を撮像した検出用画像に基づき、前記位置決め対象物の変位を検出する検出手段とを備え、

前記撮像手段は、前記撮像対象物の変位方向に平行な成分と前記変位方向に非平行な成分とを含む方向を撮像方向として前記撮像対象物を撮像し、

前記検出手段は、前記基準位置からの前記位置決め対象物の変位のうち前記撮像方向と非平行な成分を、前記位置決め対象物が前記基準位置に位置する時に前記撮像手段が前記撮像対象物を撮像した基準画像と前記検出用画像とのパターンマッチング結果に基づき検出する

ことを特徴とする変位検出装置。

【請求項 2】

前記検出手段は、前記基準位置に対する前記撮像手段の配置を互いに同一として撮像された前記基準画像と前記検出用画像との間における前記撮像対象物の位置の差に基づき前記位置決め対象物の変位を検出する請求項 1 に記載の変位検出装置。

【請求項 3】

前記検出手段は、前記基準画像から切り出した前記撮像対象物を含む部分画像を基準パターンとしてパターンマッチングを行って、前記検出用画像における前記撮像対象物の位置を求める請求項 2 に記載の変位検出装置。

【請求項 4】

基板を保持する基板保持手段と、

前記基板に対向配置された状態で前記基板に対し所定の処理を施す処理手段と、

前記処理手段を前記基板に対向する位置に位置決めする位置決め手段と、

請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の変位検出装置と同一の構成を有する変位検出手段とを備え、

前記位置決め対象物が前記処理手段であり、前記基準位置が前記基板に対する前記処理を開始する時の前記処理手段の位置である基板処理装置。

【請求項 5】

前記位置決め手段が、前記基準位置を含む移動平面に沿って前記処理手段を移動可能に構成され、

前記撮像手段は、光軸が前記移動平面と交わるように配置される請求項 4 に記載の基板処理装置。

【請求項 6】

前記位置決め手段は、前記移動平面に投影した前記光軸の方向と平行な成分を含む移動を前記処理手段に行わせる請求項 5 に記載の基板処理装置。

【請求項 7】

前記位置決め手段により互いに独立して移動される複数の前記処理手段を備え、該複数の処理手段を単一の前記撮像手段で撮像する請求項 4 ないし 6 のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項 8】

前記基板保持手段が前記基板を水平姿勢に保持し、前記位置決め手段が前記処理手段を水平移動させる請求項 4 ないし 7 のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項 9】

前記基準位置からの前記処理手段の変位の大きさが予め定められた閾値を超えると前記

10

20

30

40

50

処理手段の位置が不適切であると判定する位置決め判定手段を備える請求項 4 ないし 8 のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項 10】

前記撮像手段は、前記基板保持手段に保持された前記基板の少なくとも一部を撮像し、前記基板の撮像結果に基づき、前記基板保持手段による前記基板の保持状態を判定する保持状態判定手段を備える請求項 4 ないし 9 のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項 11】

前記処理手段は、前記基板に所定の処理流体を供給する流体供給手段である請求項 4 ないし 10 のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項 12】

前記処理手段は、前記基板の表面に当接して前記基板を処理する当接手段である請求項 4 ないし 10 のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項 13】

位置決め対象物の基準位置からの変位を検出する変位検出方法において、前記位置決め対象物を撮像対象物として、または前記位置決め対象物の変位に伴い前記位置決め対象物と一体的に変位する物体を撮像対象物として、該撮像対象物を撮像して検出用画像を取得する撮像工程と、

前記検出用画像に基づき、前記位置決め対象物の変位を検出する検出工程とを備え、

前記撮像工程では、前記撮像対象物の変位方向に平行な成分と前記変位方向に非平行な成分とを含む方向を撮像方向として前記撮像対象物を撮像し、

前記検出工程では、前記基準位置からの前記位置決め対象物の変位のうち前記撮像方向に非平行な成分を、前記位置決め対象物が前記基準位置に位置した状態で前記撮像対象物を撮像した基準画像と前記検出用画像とのパターンマッチング結果に基づき検出することを特徴とする変位検出方法。

【請求項 14】

前記検出工程に先立って、前記基準位置に位置決めされた前記位置決め対象物を前記検出用画像と同一の視野で撮像して前記基準画像を取得し、

前記検出工程では、前記基準画像と前記検出用画像との間における前記撮像対象物の位置の差に基づき前記位置決め対象物の変位を検出する請求項 13 に記載の変位検出方法。

【請求項 15】

前記基準画像内において前記撮像対象物に対応する部分画像が占める位置の情報を基準情報として予め求めておき、

前記検出工程では、前記検出用画像において前記撮像対象物に対応する部分画像が占める位置を特定し、その位置の情報と前記基準情報とを比較して前記位置決め対象物の変位を検出する請求項 13 または 14 に記載の変位検出方法。

【請求項 16】

基板を保持する基板保持工程と、

前記基板に対し所定の処理を施す処理手段を、予め定められた基準位置へ移動させて前記基板に対向配置する処理手段配置工程と、

前記処理手段により前記基板に前記処理を施す処理工程とを備え、

前記処理工程よりも前に、前記処理手段を前記位置決め対象物とする請求項 13 ないし 15 のいずれかに記載の変位検出方法により、前記処理手段が前記基準位置に位置決めされているか否かを判定することを特徴とする基板処理方法。

【請求項 17】

前記基準位置からの前記処理手段の変位の大きさが予め定められた閾値を超えると、前記処理手段の位置が不適切であると判定する請求項 16 に記載の基板処理方法。

【請求項 18】

前記処理手段配置工程よりも前に、ユーザによる前記処理手段の位置決め作業を受け付

10

20

30

40

50

け、その位置を前記基準位置として記憶するティーチング工程を備え、

前記処理手段の位置が不適切であるとき、前記ティーチング工程を再実行する請求項 17 に記載の基板処理方法。

【請求項 19】

前記基板保持工程で保持された前記基板の少なくとも一部を撮像し、その撮像結果に基づき、前記基板の保持状態を判定する保持状態判定工程を、前記処理工程の前に実行する請求項 16 ないし 18 のいずれかに記載の基板処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、位置決め対象物を撮像して基準位置からの変位を検出する変位検出装置および変位検出方法、ならびにこの技術を利用した基板処理装置および基板処理方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 に記載の技術は、基板に塗布液を塗布する技術であり、スピンチャックに保持され回転する基板の回転中心と対向する位置にノズルが位置決めされ、該ノズルから基板の回転中心に向けて塗布液が吐出されることで、基板の表面に塗布液が塗布される。この技術では、スピンチャックの中心に設けられた吸引口とノズルとを水平面（XY 面）内において直交する 2 つの方向（X 方向および Y 方向）から CCD カメラが撮像し、得られた画像に基づいてノズルの変位の有無が検出されて、その X 方向位置および Y 方向位置が調整される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2012 - 104732 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記従来技術では、光軸を水平方向に直交させた 2 台の CCD カメラにより位置決め動作の対象物であるノズルを撮像している。このため、ノズルの X 方向への変位は Y 方向を撮像方向とするカメラによってのみ検出可能である一方、ノズルの Y 方向への変位は X 方向を撮像方向とするカメラによってのみ検出可能となっている。そのため、2 台の CCD カメラが必須となる。そして、これらの CCD カメラはノズルの位置決めのためのみに特化された配置となっている。しかしながら、このような変位検出技術においては、省スペースおよび低コスト化の観点から、より少ない数のカメラ（撮像手段）で、また撮像手段の配置に関してもより自由度の高い技術の確立が望まれる。上記従来技術は、このような要求に応えるには至っていなかった。

【0005】

この発明は上記課題に鑑みなされたものであり、位置決め対象物を撮像して基準位置からの変位を検出する技術において、単一の撮像方向からの撮像で位置決め対象物の変位を検出することができ、また撮像手段の配置の自由度の高い技術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】

【0006】

この発明の一の様態は、位置決め対象物の基準位置からの変位を検出する変位検出装置であって、上記目的を達成するため、前記位置決め対象物を撮像対象物として、または前記位置決め対象物の変位に伴い前記位置決め対象物と一体的に変位する物体を撮像対象物として、該撮像対象物を撮像する撮像手段と、前記撮像手段が前記撮像対象物を撮像した検出用画像に基づき、前記位置決め対象物の変位を検出する検出手段とを備え、前記撮像

10

20

30

40

50

手段は、前記撮像対象物の変位方向に平行な成分と前記変位方向に非平行な成分とを含む方向を撮像方向として前記撮像対象物を撮像し、前記検出手段は、前記基準位置からの前記位置決め対象物の変位のうち前記撮像方向と非平行な成分を、前記位置決め対象物が前記基準位置に位置する時に前記撮像手段が前記撮像対象物を撮像した基準画像と前記検出用画像とのパターンマッチング結果に基づき検出する。

【0007】

また、この発明の他の一の態様は、位置決め対象物の基準位置からの変位を検出する変位検出方法であって、上記目的を達成するため、前記位置決め対象物を撮像対象物として、または前記位置決め対象物の変位に伴い前記位置決め対象物と一体的に変位する物体を撮像対象物として、該撮像対象物を撮像して検出用画像を取得する撮像工程と、前記検出用画像に基づき、前記位置決め対象物の変位を検出する検出工程とを備え、前記撮像工程では、前記撮像対象物の変位方向に平行な成分と前記変位方向に非平行な成分とを含む方向を撮像方向として前記撮像対象物を撮像し、前記検出工程では、前記基準位置からの前記位置決め対象物の変位のうち前記撮像方向に非平行な成分を、前記位置決め対象物が前記基準位置に位置した状態で前記撮像対象物を撮像した基準画像と前記検出用画像とのパターンマッチング結果に基づき検出する。

10

【0008】

これらの発明では、撮像対象物の変位方向に平行な成分と該変位方向に非平行な成分とを含む方向を撮像方向（撮像光学系を有する撮像手段においては撮像光学系の光軸の方向）として撮像対象物が撮像される。したがって、撮像対象物の変位のうち撮像方向に非平行な成分については、撮像された画像における撮像対象物の変位として現れる。このことから、位置決め対象物の基準位置からの変位に伴う撮像対象物の変位が含まれる可能性のある検出用画像について、位置決め対象物が基準位置に位置した状態で撮像対象物を撮像した基準画像との間でパターンマッチングを行うことにより、その変位を検出することが可能となる。

20

【0009】

このように、本発明では、撮像対象物の変位方向に平行な成分と該変位方向に非平行な成分とを含む方向を撮像方向として撮像を行うとともに、検出用画像と基準画像との間でパターンマッチングを行うことにより、単一の撮像方向からの撮像で位置決め対象物の変位を検出することが可能である。また、撮像対象物の変位方向に平行な成分と該変位方向に非平行な成分とを含む種々の撮像方向からの撮像が適用可能であるため、撮像を実行する撮像手段の配置についても高い自由度を確保することができる。

30

【0010】

なお、この発明にかかる変位検出装置では、検出手段は、例えば、基準位置に対する撮像手段の配置を互いに同一として撮像された基準画像と検出用画像との間における撮像対象物の位置の差に基づき位置決め対象物の変位を検出するように構成されてもよい。こうすることで、画像内での撮像対象物の変位を容易に導出することができる。

【0011】

同様の理由で、この発明にかかる変位検出方法は、例えば、検出工程に先立って、基準位置に位置決めされた位置決め対象物を検出用画像と同一の視野で撮像して基準画像を取得し、検出工程では、基準画像と検出用画像との間における撮像対象物の位置の差に基づき位置決め対象物の変位を検出するように構成されてもよい。

40

【0012】

この場合、例えば、基準画像から切り出した撮像対象物を含む部分画像を基準パターンとしてパターンマッチングを行って、検出用画像における撮像対象物の位置を求める構成であってもよい。このような構成によれば、基準画像から切り出された撮像対象物に対応する画像内容が検出用画像において占める位置をパターンマッチングにより求めることができ、また基準画像に占める部分画像の位置は既知であるので、これらの位置に関する情報から検出用画像内における撮像対象物の変位を求めることができる。

【0013】

50

同様の理由で、この発明にかかる変位検出方法は、例えば、基準画像内において撮像対象物に対応する部分画像が占める位置の情報を基準情報として予め求めておき、検出工程では、検出用画像において撮像対象物に対応する部分画像が占める位置を特定し、その位置の情報と基準情報とを比較して位置決め対象物の変位を検出するように構成されてもよい。

【0014】

また、この発明の他の一の態様は、基板を保持する基板保持手段と、前記基板に対向配置された状態で前記基板に対し所定の処理を施す処理手段と、前記処理手段を前記基板に対向する位置に位置決めする位置決め手段と、上記したいずれかの変位検出装置と同一の構成を有する変位検出手段とを備え、前記位置決め対象物が前記処理手段であり、前記基準位置が前記基板に対する前記処理を開始する時の前記処理手段の位置である基板処理装置である。

10

【0015】

このように構成された発明では、基板に処理を施す処理手段が適切な位置に位置決めされているか否かを、上記した特徴を有する変位検出手段によって検出される処理手段の変位の有無に基づいて判断することが可能となり、不適切な位置決め状態で処理が行われることに起因する処理結果の不良を未然に防止することが可能である。また、そのために必要な撮像手段は単一であってよく、装置の設置スペースおよびコストの増大を抑えることが可能である。

【0016】

さらに、この発明の他の一の態様は、基板を保持する基板保持工程と、前記基板に対し所定の処理を施す処理手段を、予め定められた基準位置へ移動させて前記基板に対向配置する処理手段配置工程と、前記処理手段により前記基板に前記処理を施す処理工程とを備え、前記処理工程よりも前に、前記処理手段を前記位置決め対象物とする上記したいずれかの変位検出方法により、前記処理手段が前記基準位置に位置決めされているか否かを判定する基板処理方法である。

20

【0017】

このように構成された発明では、上記した基板処理装置と同様に、処理手段が不適切な位置決め状態で処理が行われることに起因する処理結果の不良を未然に防止することが可能である。

30

【0018】

本発明にかかる基板処理装置では、例えば、位置決め手段が、基準位置を含む移動平面に沿って処理手段を移動可能に構成され、撮像手段は、光軸が移動平面と交わるように配置されてもよい。このような構成では、処理手段の移動平面に交わる方向を撮像方向として撮像が行われるので、移動平面内における処理手段の変位を確実に画像に反映させることができ、その基準位置から変位を確実に検出することができる。

【0019】

例えば、位置決め手段が、移動平面に投影した光軸の方向と平行な成分を含む移動を処理手段に行わせる構成であっても、処理手段の変位のうち光軸の方向と非平行な成分を検出することで、処理手段の変位の有無を判断することが可能である。

40

【0020】

また、本発明にかかる基板処理装置は、例えば、位置決め手段により互いに独立して移動される複数の処理手段を備え、該複数の処理手段を単一の撮像手段で撮像するように構成されてもよい。このように独立して移動可能な複数の処理手段を有する構成において、単一の撮像手段による単一の撮像方向からの撮像では、処理手段のいずれかが撮像方向に平行な成分を有する方向に変位する場合がある。このような場合であっても、撮像方向が変位方向に対し非平行な成分を有していれば、本発明の変位検出技術によりその変位を検出することが可能である。

【0021】

また例えば、基板保持手段が基板を水平姿勢に保持し、位置決め手段が処理手段を水平

50

移動させる構成であってもよい。このような構成に本発明を適用すると、撮像手段の撮像方向が、水平方向に対して斜め方向、すなわち上下方向の成分を有する方向となるので、水平面に沿って移動する処理手段の変位を撮像結果に反映させて確実に検出することができる。

【0022】

また、本発明にかかる基板処理装置は、例えば、基準位置からの処理手段の変位の大きさが予め定められた閾値を超えると処理手段の位置が不適切であると判定する位置決め判定手段をさらに備えてもよい。このような構成によれば、処理手段の位置決め精度を適切に管理して処理を行うことができる。

【0023】

また本発明にかかる基板処理装置は、例えば、撮像手段が基板保持手段に保持された基板の少なくとも一部を撮像し、基板の撮像結果に基づき、基板保持手段による基板の保持状態を判定する保持状態判定手段をさらに備えてもよい。このような構成によれば、単に処理手段の位置決めのためのみならず基板の保持状態を判定するために撮像手段を機能させることができるので、装置の省スペース化および低コスト化を図りつつ、より高機能とすることができる。本発明にかかる変位検出技術においては撮像手段の配置に関して自由度が高く、撮像手段をこのように他の目的と兼用することも可能となる。

【0024】

本発明の基板処理装置において、処理手段は、例えば基板に所定の処理流体を供給する流体供給手段であってもよい。例えば基板に薬液を供給して基板の表面処理を行うケースや基板表面を洗浄液で洗浄するケースがこれに該当する。また例えば、処理手段は、基板の表面に当接して基板を処理する当接手段であってもよい。例えば基板の表面を摺擦して洗浄または研磨するケースがこれに該当する。このような構成においては、基板表面に対し処理手段が適切な位置に位置決めできなければ、処理の目的が達成されない場合があり得る。このような構成に本発明を適用することで、そのような問題を解消することが可能である。

【0025】

また、本発明にかかる基板処理方法においては、例えば、基準位置からの処理手段の変位の大きさが予め定められた閾値を超えると、処理手段の位置が不適切であると判定するように構成されてもよい。このような構成によれば、上記した基板処理装置の場合と同様に、処理手段の位置決め精度を適切に管理しつつ処理を行うことが可能である。

【0026】

また、処理手段配置工程よりも前に、ユーザによる処理手段の位置決め作業を受け付け、その位置を基準位置として記憶するティーチング工程を備える構成においては、例えば、処理手段の位置が不適切であるとき、ティーチング工程を再実行するように構成されてもよい。こうすることで、以後の基板処理においては処理手段を適切な位置に位置決めすることができるようになる。

【0027】

また例えば、基板保持工程で保持された基板の少なくとも一部を撮像し、その撮像結果に基づき、基板の保持状態を判定する保持状態判定工程を、処理工程の前に実行するように構成されてもよい。このような構成によれば、上記した基板処理装置と同様に、単に処理手段の位置決めのためのみならず基板の保持状態を判定するために撮像手段を機能させることができる。

【発明の効果】

【0028】

本発明によれば、撮像対象物の変位方向に平行な成分と該変位方向に非平行な成分とを含む方向を撮像方向として撮像を行うとともに、検出用画像と基準画像との間でパターンマッチングを行うことにより、単一の撮像方向からの撮像で位置決め対象物の変位を検出することができる。また、撮像対象物の変位方向に平行な成分と該変位方向に非平行な成分とを含む種々の撮像方向からの撮像が適用可能であるため、撮像を実行する撮像手段の

10

20

30

40

50

配置についても高い自由度を確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明の一実施形態である基板処理システムの概略構成を示す図である。

【図2】一の基板処理ユニットの構造を示す平面図である。

【図3】図2のA-A矢視断面および基板処理ユニットの制御部の構成を示す図である。

【図4】基板処理ユニットの動作を示すフローチャートである。

【図5】基板が偏心している場合の画像の変化を例示する図である。

【図6】画像に基づく変動検出の原理を示す図である。

【図7】湿式処理を示すフローチャートである。

【図8】ティーチング処理を示すフローチャートである。

【図9】ノズルの変位が画像に現れる態様を示す第1の図である。

【図10】ノズルの変位が画像に現れる態様を示す第2の図である。

【図11】位置ずれ検査を示すフローチャートである。

【図12】本発明の他の実施形態の要部を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、本発明を適用可能な基板処理装置を具備する基板処理システムの概要について説明する。以下において、基板とは、半導体基板、フォトマスク用ガラス基板、液晶表示用ガラス基板、プラズマ表示用ガラス基板、FED (Field Emission Display) 用基板、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などの各種基板をいう。以下では主として半導体基板の処理に用いられる基板処理システムを例に採って図面を参照して説明するが、上に例示した各種の基板の処理にも本発明を適用可能である。

【0031】

図1は、本発明の一実施形態である基板処理システムの概略構成を示す図である。より詳しくは、図1は本発明を好適に適用可能な基板処理装置を含む基板処理システムの一態様の平面図である。この基板処理システム1は、それぞれが互いに独立して基板に対し所定の処理を実行可能な基板処理ユニット1A、1B、1C、1Dと、これらの基板処理ユニット1A~1Dと外部との間で基板の受け渡しを行うためのインデクサロボット(図示省略)が配置されたインデクサ部1Eと、システム全体の動作を制御する制御部80(図3)とを備えている。なお、基板処理ユニットの配設数は任意であり、またこのように水平方向配置された4つの基板処理ユニットを1段分として、これが上下方向に複数段積み重ねられた構成であってもよい。

【0032】

基板処理ユニット1A~1Dは、基板処理システム1における配設位置に応じて各部のレイアウトが一部異なっているものの、各ユニットが備える構成部品およびその動作は互いに同一である。そこで、以下ではこれらのうち1つの基板処理ユニット1Aについてその構成および動作を説明し、他の基板処理ユニット1B~1Dについては詳しい説明を省略する。

【0033】

図2は一の基板処理ユニットの構造を示す平面図である。また、図3は図2のA-A矢視断面および基板処理ユニットの制御部の構成を示す図である。基板処理ユニット1Aは、半導体ウエハ等の円盤状の基板Wに対して処理液による洗浄やエッチング処理などの湿式処理を施すための枚葉式の湿式処理ユニットである。この基板処理ユニット1Aでは、チャンパー90の天井部分にファンフィルタユニット(FFU)91が配設されている。このファンフィルタユニット91は、ファン911およびフィルタ912を有している。したがって、ファン911の作動により取り込まれた外部雰囲気がフィルタ912を介してチャンパー90内の処理空間SPに供給される。基板処理システム1はクリーンルーム内に設置された状態で使用され、処理空間SPには常時クリーンエアが送り込まれる。

【0034】

10

20

30

40

50

チャンパー 90 の処理空間 S P には基板保持部 10 が設けられている。この基板保持部 10 は、基板表面を上方に向けた状態で基板 W を略水平姿勢に保持して回転させるものである。この基板保持部 10 は、基板 W よりも若干大きな外径を有する円盤状のスピンベース 111 と、略鉛直方向に延びる回転支軸 112 とが一体的に結合されたスピチャック 11 を有している。回転支軸 112 はモータを含むチャック回転機構 113 の回転軸に連結されており、制御部 80 のチャック駆動部 85 からの駆動によりスピチャック 11 が回転軸（鉛直軸）回りに回転可能となっている。これら回転支軸 112 およびチャック回転機構 113 は、円筒状のケーシング 12 内に収容されている。また、回転支軸 112 の上端部には、スピンベース 111 が一体的にネジなどの締結部品によって連結され、スピンベース 111 は回転支軸 112 により略水平姿勢に支持されている。したがって、チャック回転機構 113 が作動することで、スピンベース 111 が鉛直軸回りに回転する。制御部 80 は、チャック駆動部 85 を介してチャック回転機構 113 を制御して、スピンベース 111 の回転速度を調整することが可能である。

10

【0035】

スピンベース 111 の周縁部付近には、基板 W の周端部を把持するための複数個のチャックピン 114 が立設されている。チャックピン 114 は、円形の基板 W を確実に保持するために 3 つ以上設けてあればよく（この例では 6 つ）、スピンベース 111 の周縁部に沿って等角度間隔で配置されている。チャックピン 114 のそれぞれは、基板 W の外周端面を押圧する押圧状態と、基板 W の外周端面から離れる解放状態との間を切り替え可能に構成されている。

20

【0036】

スピンベース 111 に対して基板 W が受け渡しされる際には、複数のチャックピン 114 のそれぞれを解放状態とする一方、基板 W を回転させて所定の処理を行う際には、複数のチャックピン 114 のそれぞれを押圧状態とする。このように押圧状態とすることによって、チャックピン 114 は基板 W の周端部を把持してその基板 W をスピンベース 111 から所定間隔を隔てて略水平姿勢に保持することができる。これにより、基板 W はその表面を上方に向け、裏面を下方に向けた状態で支持される。なお、チャックピン 114 としては、公知の構成、例えば特開 2013 - 206983 号公報に記載されたものを用いることができる。また、基板を保持する機構としてはチャックピンに限らず、例えば基板裏面を吸引して基板 W を保持する真空チャックを用いてもよい。

30

【0037】

ケーシング 12 の周囲には、スピチャック 11 に水平姿勢で保持されている基板 W の周囲を包囲するようにスプラッシュガード 20 がスピチャック 11 の回転軸に沿って昇降自在に設けられている。このスプラッシュガード 20 は回転軸に対して略回転対称な形状を有しており、それぞれスピチャック 11 と同心円状に配置されて基板 W から飛散する処理液を受け止める複数段の（この例では 2 段の）ガード 21 と、ガード 21 から流下する処理液を受け止める液受け部 22 とを備えている。そして、制御部 80 に設けられた図示しないガード昇降機構がガード 21 を段階的に昇降させることで、回転する基板 W から飛散する薬液やリンス液などの処理液を分別して回収することが可能となっている。

40

【0038】

スプラッシュガード 20 の周囲には、エッチング液等の薬液、リンス液、溶剤、純水、DIW（脱イオン水）など各種の処理液を基板 W に供給するための液供給部が少なくとも 1 つ設けられる。この例では、図 2 に示すように、3 組の処理液吐出部 30, 40, 50 が設けられている。処理液吐出部 30 は、制御部 80 のアーム駆動部 83 により駆動されて鉛直軸回りに回動可能に構成された回動軸 31 と、該回動軸 31 から水平方向に延設されたアーム 32 と、アーム 32 の先端に下向きに取り付けられたノズル 33 とを備えている。アーム駆動部 83 により回動軸 31 が回動駆動されることで、アーム 32 が鉛直軸回りに揺動し、これによりノズル 33 は、図 2 において二点鎖線で示すように、スプラッシュガード 20 よりも外側の退避位置（図 3 に実線で示す位置）と基板 W の回転中心の上方位置（図 3 に点線で示す位置）との間を往復移動する。ノズル 33 は、基板 W の上方に位

50

置決めされた状態で、制御部 80 の処理液供給部 84 から供給される所定の処理液を吐出し、基板 W に処理液を供給する。

【0039】

同様に、処理液吐出部 40 は、アーム駆動部 83 により回動駆動される回動軸 41 と、これに連結されたアーム 42 と、アーム 42 の先端に設けられて処理液供給部 84 から供給される処理液を吐出するノズル 43 とを備えている。また、処理液吐出部 50 は、アーム駆動部 83 により回動駆動される回動軸 51 と、これに連結されたアーム 52 と、アーム 52 の先端に設けられて処理液供給部 84 から供給される処理液を吐出するノズル 53 とを備えている。なお、処理液吐出部の数はこれに限定されず、必要に応じて増減されてもよい。

10

【0040】

スピンチャック 11 の回転により基板 W が所定の回転速度で回転した状態で、これらの処理液吐出部 30, 40, 50 がノズル 33, 43, 53 を順次基板 W の上方に位置させて処理液を基板 W に供給することにより、基板 W に対する湿式処理が実行される。処理の目的に応じて、各ノズル 33, 43, 53 からは互いに異なる処理液が吐出されてもよく、同じ処理液が吐出されてもよい。また、1つのノズルから2種類以上の処理液が吐出されてもよい。基板 W の回転中心付近に供給された処理液は、基板 W の回転に伴う遠心力により外側へ広がり、最終的には基板 W の周縁部から側方へ振り切られる。基板 W から飛散した処理液はスプラッシュガード 20 のガード 21 によって受け止められて液受け部 22 により回収される。

20

【0041】

さらに、基板処理装置 1A には、処理空間 SP 内を照明する照明部 71 と、スピンチャック 11 により保持された基板 W の表面を撮像するカメラ 72 とが設けられている。照明部 71 は例えば LED ランプを光源とするものであり、カメラ 72 による撮像を可能とするために必要な照明光を処理空間 SP 内に供給する。カメラ 72 は鉛直方向において基板 W よりも高い位置に設けられており、その撮像方向 Di (すなわち撮像光学系の光軸方向) は、基板 W の上面を撮像するべく、基板 W 表面の略回転中心に向かって斜め下向きに設定されている。これにより、カメラ 72 はスピンチャック 11 により保持された基板 W の表面全体をその視野に包含する。

【0042】

なお、照明部 71 およびカメラ 72 は、チャンパー 90 内に設けられてもよく、またチャンパー 90 の外側に設けられて、チャンパー 90 に設けられた透明窓を介して基板 W に対し照明または撮像を行うように構成されてもよい。

30

【0043】

カメラ 72 により取得された画像データは制御部 80 の画像処理部 86 に与えられる。画像処理部 86 は、画像データに対し所定の画像処理を施す。詳しくは後述するが、この実施形態においては、カメラ 72 により撮像された画像に基づき、各ノズル 33, 43, 53 の位置決め状態および基板 W の保持状態が判定される。

【0044】

上記の他、この基板処理システム 1 の制御部 80 には、予め定められた処理プログラムを実行して各部の動作を制御する CPU 81 と、CPU 81 により実行される処理プログラムや処理中に生成されるデータ等を記憶保存するためのメモリ 82 と、処理の進行状況や異常の発生などを必要に応じてユーザに報知するための表示部 87 とが設けられている。なお、制御部 80 は各基板処理ユニット 1A ~ 1D ごとに個別に設けられてもよく、また基板処理システム 1 に 1 組だけ設けられて各基板処理ユニット 1A ~ 1D を統括的に制御するように構成されてもよい。また、CPU 81 が画像処理部としての機能を兼ね備えていてもよい。

40

【0045】

後の説明のために、図 2 に示すように XYZ 直交座標軸を設定する。ここで、XY 平面が水平面であり、Z 方向が鉛直上向き方向である。水平方向の座標軸 (X 軸、Y 軸) のう

50

ちでは、カメラ72の撮像方向Diを水平面に投影した方向と平行にY軸を、これと直交する方向にX軸を取るものとする。

【0046】

次に、以上のように構成された基板処理ユニット1Aの動作について説明する。なお、説明を省略するが、他の基板処理ユニット1B～1Dも同じように動作する。基板処理ユニット1Aは、インデクサ部1Eを介して外部から搬入される基板Wを受け入れて、基板Wを回転させながら各種の処理液を供給して湿式処理を実行する。湿式処理としては各種の処理液を用いた多くの公知技術があり、それらの任意のものを適用可能である。

【0047】

この基板処理ユニット1Aでは、基板Wがスピンチャック11に載置されて回転され、所定の回転速度で湿式処理に供されるまでの間に、スピンチャック11による基板Wの保持状態が判定される。すなわち、基板Wの回転が開始されてから処理速度に達するまでの間に、カメラ72により撮像される画像を用いて基板Wの保持状態が判定され、正常な保持状態であると判定されれば予定された湿式処理が実行される一方で、保持状態が異常であると判定されたときには直ちに基板Wの回転が停止される。以下、その処理内容について説明する。

【0048】

図4は基板処理ユニットの動作を示すフローチャートである。この動作は、CPU81が予め定められた処理プログラムを実行することにより実現される。基板Wが基板処理ユニット1Aに搬入されると、スピンチャック11、より具体的にはスピンベース111の周縁部に設けられた複数のチャックピン114に載置される(ステップS101)。基板Wが搬入される際にはスピンベース111に設けられたチャックピン114は解放状態となっており、基板Wが載置された後、チャックピン114が押圧状態に切り替わって基板Wがチャックピン114により保持される(ステップS102)。

【0049】

このとき、例えば基板Wの載置位置が不適切であった等の理由で、チャックピン114による基板Wの保持が不完全となることがあり得る。例えば基板Wがいずれかのチャックピン114に乗り上げた状態で載置され、これにより基板Wが水平姿勢から傾いた状態で保持されることがある。また例えば、チャックピン114が薬液による腐食で形状が次第に変化し、これにより基板Wを保持することができなくなったり、基板Wが偏心した状態で保持されてしまったりすることがある。

【0050】

このような状態で基板Wが回転されると、基板Wがスピンチャック11から脱落して破損したり、チャンパー90内の構成部品に衝突して装置が損傷するおそれがある。また、脱落には至らなくても、傾いたり偏心した状態で基板Wが回転することで、装置に異常振動が発生するおそれがある。このような問題を未然に防止するために、この基板処理ユニット1Aでは、カメラ72により撮像される画像を用いて基板Wの挙動を観察することで、チャックピン11による基板Wの保持状態を判定する。

【0051】

具体的には、チャック駆動部85を作動させてスピンチャック11を低速で回転させながら(ステップS103)、カメラ72により基板Wを連続的にもしくは断続的に撮像する(ステップS104)。これにより、基板Wの回転位相角が互いに異なる複数の画像が取得される。そして、画像処理部86が、得られた各画像に対しエッジ抽出処理を行って、画像内における基板Wのエッジ(周端部)位置を検出する(ステップS105)。検出されたエッジ位置の変動量に基づき、CPU81はスピンチャック11による基板Wの保持状態を判定する。

【0052】

図5は基板が偏心している場合の画像の変化を例示する図である。また図6は画像に基づく変動検出の原理を示す図である。スピンチャック11とともに回転する基板Wの鉛直軸周りの回転位相角が互いに異なる状態で撮像された複数の画像を比較すると、図5に

10

20

30

40

50

示すように、基板Wの像は、点線で示す偏心のない場合の位置からずれた位置に現れ、しかも、そのずれの方向が回転位相角の値に伴って変化する。このことから、画像における基板Wのエッジ位置を検出し、回転に伴うエッジ位置の変動量を求めることで、偏心の有無を判定することが可能である。

【0053】

具体的には、図6(a)に示すように、画像IMのうち基板WのエッジEを含むと想定される一部領域Rに着目する。当該領域Rにおいて、基板Wと背景部分との光学的特性の差異に起因して画像濃度が急激に変化する位置をエッジ抽出処理によって検出し、その位置を基板Wのエッジ位置とする。

【0054】

領域Rのサイズを基板Wの直径に対し十分に小さく取れば、当該領域Rにおいて基板WのエッジEをほぼ直線と見なすことができる。図6(a)に示すように、例えば基板WのエッジEが画像内でほぼ垂直方向に領域Rを横切るように領域Rを設定した場合、当該領域R内で水平方向において画素値が急激に変化する位置を求めることで、基板Wのエッジ位置を検出することができる。なお、ここでいう水平方向および垂直方向は、画像における横方向および縦方向を意味しており、装置の位置関係とは別の概念である。

【0055】

エッジ抽出処理としては、例えば公知のSobelフィルタを用いた処理により行うことができる。この処理では、画像(この場合は領域R)内のある画素を注目画素として、その注目画素とそれを取り囲む8画素との計9画素の画素値それぞれに対して、図6(b)に示す係数を乗じ、その積を合計する。画像の水平方向および垂直方向の2つの係数行列を用いてこの計算を行う。

【0056】

水平方向の合計値を g_{HS} 、垂直方向の合計値を g_{VS} としたとき、注目画素のフィルタ処理後の画素値 g は次式：

$$g = (g_{HS}^2 + g_{VS}^2)^{1/2}$$

により求めることができる。このような演算処理により、画像内において周囲とは性質の異なるエッジ部分が明るく強調された画像が得られる。

【0057】

こうして求めた領域R内の各画素の画素値 g を垂直方向に積算し、水平方向位置に対してプロットすると、図6(c)に示すように、基板WのエッジEに対応する位置にピークが現れる。そして、そのピーク位置は、基板Wに偏心がある場合、回転位相角に応じて周期的に変動する。基板Wの回転に伴いピーク位置が最も左側に振れた実線の状態と最も右側に振れた点線の状態との間でのピーク位置の差 p が、偏心に起因する基板Wのエッジ位置の振れ幅を表している。この値 p に対して予め閾値を設定しておき、値 p がこの閾値以内であれば基板Wの偏心が許容範囲内にあり、閾値を超えていれば許容範囲を超える偏心が生じていると判定することが可能である。

【0058】

図4に戻って、こうして検出された基板Wのエッジ位置の変動が許容範囲内にあるか否か、言い換えれば変動量が上記の閾値以下であるか否かを、CPU81が判定する(ステップS106)。変動量が許容範囲内であれば(YESの場合)、基板Wの保持状態が正常であると判定され、続いて予め定められた処理レシピに基づく湿式処理が行われる(ステップS107)。

【0059】

一方、回転位相角の変化に伴う基板Wのエッジ位置の変動量が許容範囲を超えている場合には(ステップS106において「NO」)、基板Wの保持状態が異常であると判定することができる。そこで、直ちにスピチャック11の回転駆動を中止して基板Wの回転を停止させ、スピチャック11による基板Wの保持において異常がある旨を示すメッセージを表示部87に表示してユーザに報知する(ステップS111)。メッセージの表示に代えて、あるいはこれに加えて、例えば警告音による異常報知を行ってもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 0 】

このように、基板Wを低速で回転させながらカメラ72による撮像を行い、基板Wの回転位相角が互いに異なる複数の画像間における基板Wのエッジ値の相対的な変動量によって保持状態を判定することで、不適切な保持状態のまま基板Wが高速回転されて基板Wや装置が損傷することが回避される。

【 0 0 6 1 】

なお、図5および図6に示すように基板Wの像が円形になるのは基板Wの真上からほぼ鉛直方向下向きに撮像が行われた場合である。この実施形態ではカメラ72による基板Wの撮像は斜め上方から行われるので、厳密には実際の画像において基板Wの像は略楕円形となる。しかしながら、この場合でも上記の検出原理をそのまま適用することが可能である。

10

【 0 0 6 2 】

図7は湿式処理を示すフローチャートである。湿式処理は、予め設定された処理レシピにしたがいCPU81が装置各部を制御することにより実行される。最初に、基板Wの保持状態を判定するために低速で回転されていたスピチャック11の回転速度が、処理に適した規定速度に変更される(ステップS201)。一般的には、この規定速度は基板Wの保持状態を判定する際の回転速度よりも高速である。

【 0 0 6 3 】

続いて、ノズル33, 43, 53のうち処理レシピにより指定された1つが処理開始位置に移動位置決めされる(ステップS202)。具体的には、CPU81がアーム駆動部83を制御して、アーム32, 42, 52のうち指定されたノズルを支持する1つを回動させ、当該アームに取り付けられたノズルを所定の処理開始位置に位置決めする。ここでは例として、基板Wの回転中心の上方位置が各ノズルの処理開始位置であるとする。

20

【 0 0 6 4 】

例えばノズル33による処理が実行されるときには、CPU81の制御指令に応じてアーム32が回動してノズル33を基板Wの回転中心上方に位置決めする。この状態で、ノズル33から所定の処理液が吐出されることで、回転する基板Wの中心に処理液が供給される(ステップS203)。これにより、基板Wが処理液により処理される。基板Wの回転中心に処理液が供給されることで、処理液は遠心力により基板W表面に均一に行き渡り、これにより基板W表面を均一に処理することができる。

30

【 0 0 6 5 】

液供給が所定時間継続された後(ステップS204)、液供給が停止され(ステップS205)、ノズル33は基板W上方から側方へ外れた待機位置に戻される(ステップS206)。これにより、ノズル33からの液供給による処理が終了する。引き続き実行すべき処理がある場合には(ステップS207においてYES)、ステップS201に戻って処理が継続される。こうすることで、例えばノズル43からの液供給による処理、ノズル53からの液供給による処理が順次行われる。なお、処理の順序はこれに限定されるものではなく、またノズル33, 43, 53のうち一部のみを使って処理が行われてもよい。また、一連の処理において同一のノズルが複数回使用されてもよい。

【 0 0 6 6 】

全ての処理が終了すると、スピチャック11の回転が停止され(ステップS208)、これにより処理後の基板Wを装置から搬出することが可能となる。湿式処理の途中またはその後に、適宜スピン乾燥処理が行われてもよい。

40

【 0 0 6 7 】

なお、ノズルの処理開始位置は、より一般的には基板Wの回転中心に限定されるものではなく任意である。例えば、基板Wの周縁部にのみ処理液を供給する処理においては、該周縁部の上方位置が当該ノズルの処理開始位置となる。また、ノズルが処理開始位置に位置決めされた後、液供給を行いながら基板W表面に沿って走査移動する構成であってもよい。

【 0 0 6 8 】

50

いずれの態様においても、湿式処理を適切に行うためには、ノズルが予め定められた処理開始位置に適正に位置決めされることが必要である。この種の処理装置では、ノズルの処理開始位置が処理レシピに応じて予めオペレータにより教示（ティーチング）されており、CPU 8 1はティーチングにより指定された位置にノズルを移動させるべくアーム駆動部 8 3を制御する。しかしながら、他の部材等との意図せぬ接触によるアームまたはノズルの位置ずれや構成部品の経時的な劣化などの原因により、ノズルの位置決め精度が低下し、ノズルを処理開始位置に適正に位置決めすることができなくなる場合がある。

【 0 0 6 9 】

このようなノズルの位置ずれが生じると、処理レシピで想定された所望の処理結果が得られなくなることがあり、その結果、処理のスループットが低下したり、処理不良が増加して歩留まりが低下するなどの問題が生じ得る。これを防止するために、ノズルが所定の処理開始位置に適正に位置決めされているかを定期的にチェックする必要がある。本実施形態においては、位置決めされたノズルをカメラ 7 2により撮像し、その撮像結果に基づきノズルが適正位置に位置決めされているか否かを判定する位置ずれ検査を、CPU 8 1が必要に応じて実行することができるように構成されている。以下、位置ずれ検査の原理およびその具体的な処理内容について、順に説明する。

10

【 0 0 7 0 】

図 8 はティーチング処理を示すフローチャートである。ティーチング処理は、処理レシピにより規定された湿式処理において処理液を吐出するノズルが位置すべき位置を、ユーザ（オペレータ）により設定させるための処理であり、処理レシピに基づく湿式処理の実行に先立ち実行される。ティーチング処理は各ノズル 3 3, 4 3, 5 3について必要に応じて行われる。また、1つのノズルに対して複数の位置が設定されてもよい。ここではノズル 3 3、ノズル 4 3、ノズル 5 3の順でそれぞれ 1 回ずつ、処理開始位置についてティーチングが行われる場合を例として説明する。

20

【 0 0 7 1 】

まず、ノズル 3 3についてティーチングが行われる。最初に、オペレータによるユーザ操作により、ノズル 3 3が処理開始位置に移動位置決めされる（ステップ S 3 0 1）。この場合の移動は、オペレータがアーム 3 2を手作業で動かすことにより行われてもよく、またオペレータがアーム駆動部 8 3に対し動作指令を入力することによって行われてもよい。このようにしてオペレータにより設定された位置が当該ノズル 3 3の処理開始位置であり、CPU 8 1は、ノズル 3 3を待機位置から現在の位置に移動位置決めするために必要なアーム 3 2の所要駆動量を算出する（ステップ S 3 0 2）。所要駆動量を表す物理量としては例えば、アーム 3 2を回動させるためにアーム駆動部 8 3に設けられたステップモータ（図示せず）へ与える駆動パルス数や、アーム 3 2の位置を検出するためにアーム駆動部 8 3に設けられたロータリーエンコーダが出力する位置情報などを用いることができる。

30

【 0 0 7 2 】

求められた所要駆動量はメモリ 8 2に記憶保存される。湿式処理の実行時には、CPU 8 1が所要駆動量に基づきアーム駆動部 8 3に制御指令を与え、これによりアーム 3 2が所定量だけ回動することにより、アーム 3 2に支持されたノズル 3 3が先に設定された処理開始位置に位置決めされることになる。したがって、単に処理開始位置の設定を受け付けて記憶するという狭義のティーチング処理はここまでで事足りる。

40

【 0 0 7 3 】

一方、本実施形態では、オペレータによって位置決めされたノズル 3 3がカメラ 7 2によって撮像され、オペレータにより設定された状態が画像として記憶保存される（ステップ S 3 0 3）。この画像を、ここでは「基準画像」と称することとする。このときの撮像は、基板 Wの撮像と同じ撮像条件によって行われる。すなわち、カメラ 7 2の位置や撮像倍率等は、ここでのノズル撮像と、基板 Wの保持状態を判定する際の基板 Wの撮像とで共通である。

【 0 0 7 4 】

50

画像処理部 86 は、撮像された基準画像から画像処理によってノズル 33 の像を含む部分画像を切り出す（ステップ S304）。この部分画像は、後のノズルの位置判定において用いられる基準マッチングパターンとしてメモリ 82 に記憶保存される。また、画像全体における当該部分画像の位置を指標する座標情報も、併せてメモリ 82 に記憶される（ステップ S305）。

【0075】

これにより、本実施形態における 1 つのノズル 33 に対する 1 つの位置についてのティーチング処理が完了する。ティーチング処理を行うべき他のノズルがある場合には（ステップ S306 において YES）、ステップ S301 に戻り、他のノズル 43, 53 等についても同様にしてティーチング処理を行う。こうすることで、湿式処理における各ノズル 33, 43, 53 の処理開始位置が設定される。

10

【0076】

こうしてティーチング処理が行われ、その結果として得られた所要駆動量に基づき湿式処理時に各ノズル 33, 43, 53 が移動されることで、各ノズルは設定された処理開始位置に位置決めされるはずである。しかしながら、前記した理由によりノズルの位置決め精度が低下すると、同じ駆動量だけ駆動されたにもかかわらずノズルの位置が本来の処理開始位置からずれてしまう場合があり得る。そこで、本実施形態では、カメラ 72 により撮像したノズル 33, 43, 53 の画像を用いて、アーム駆動部 83 による駆動により位置決めされたノズル 33, 43, 53 が設定通りの処理開始位置に位置決めされているか否かの判定が行われる。

20

【0077】

図 2 に示すように、本実施形態の基板処理装置 1A では、チャンバー 90 内の 3 箇所にアーム 32, 42, 52 が設けられ、各アーム 32, 42, 52 はそれぞれの回動軸周りに水平に回動する。これによりノズル 33, 43, 53 が基板 W よりも側方に退避した待機位置と、基板 W の回転中心上方の処理開始位置との間を移動する。処理開始位置に位置決めされたノズル 33, 43, 53 はカメラ 72 の視野に入るので、カメラ 72 により撮像された画像からその位置を検出することが可能である。しかしながら、アーム回動に伴うノズルの移動方向の差異に起因して、撮像された画像にノズルの変位が明瞭に現れないことがあり得る。

30

【0078】

図 9 および図 10 はノズルの変位が画像に現れる態様を示す図である。図 9 はノズル 33 またはノズル 43 を撮像した場合を例示する一方、図 10 はノズル 53 を撮像した場合を例示している。図 2 および図 9 (a) に示すように、ノズル 33 (またはノズル 43) は、基板 W の回転中心上方付近では、カメラ 72 による撮像方向 D_i の水平方向成分に平行な Y 軸方向に直交する X 軸方向にほぼ沿った水平移動をする。したがって、ノズル 33 (43) はカメラ 72 の視野を横切るように移動するため、図 9 (b) に示すように、撮像される画像 IM においてノズル 33 (43) の移動は像の横方向への変位となって現れる。したがって画像 IM からノズルの変位を検出することは比較的容易である。すなわち、ノズル 33 (43) の実際の変位量を a 、画像内での変位量を b としたとき、撮像倍率を M とすると近似的に、

40

$$b = M \cdot a$$

と表すことができる。

【0079】

これに対して、図 2 および図 10 (a) に示すように、ノズル 53 は、基板 W の回転中心上方付近ではほぼカメラ 72 による撮像方向 D_i の水平方向成分に平行な Y 軸方向にほぼ沿った水平移動をする。すなわち、ノズル 53 の移動はカメラ 72 に対して接近・離開する方向の成分、つまりカメラ 72 の撮像方向 D_i と平行な成分を主として有している。このため、図 10 (a) において破線で示すように、仮にカメラ 72 の撮像方向がほぼ水平方向であった場合、ノズル 53 の変位が画像ではごく微小な変位として現れることになり、その検出が困難となる。

50

【0080】

本実施形態では、カメラ72を基板Wの側方上方から基板Wを見下ろすように配置しており、カメラ72の撮像方向D_iは斜め下向きとなっている。言い換えれば、ノズル53の軌跡を含む平面である移動平面が水平であるのに対し、カメラ72はその撮像方向D_iがこの移動平面と交わるように設置されている。すなわち、カメラ72は、ノズル53の変位方向（水平方向）に平行な成分（水平方向成分）と、該変位方向に非平行な成分（鉛直方向成分）とを含む方向を撮像方向D_iとして撮像を行う。そのため、図10（b）に示すように、ノズル53の水平方向の変位は上下方向に投影された状態で画像IMに反映される。このため、カメラ72の撮像方向D_iと平行な成分を有する変位であっても、画像IMからそれを検出することが可能となっている。

10

【0081】

なお、図10（c）に示すように、画像内でのノズル53の変位は、実際の変位を撮像方向D_iに垂直な撮像面S_iに投影したものとなっている。画像内でのノズル53の変位量dは、実際の変位量c、撮像倍率M、水平方向に対する撮像方向D_iの傾き角を用いると、図10（c）右側に示す関係から、

$$d = M \cdot c \cdot \sin$$

と近似的に表すことができる。画像からノズルの変位量を定量的に求める必要がある場合には、この関係に留意する必要がある。

【0082】

このように、基板の周囲に複数のノズルを配置した基板処理装置においては、配置上の制約から、一部のノズルの移動方向がカメラの撮像方向に近いものとならざるを得ない場合がある。この点に鑑みて、本実施形態の基板処理装置1Aでは、上記した斜め上方からのノズル53の撮像と次に説明する位置ずれ検査処理とを組み合わせ、変位を検出しにくいノズル53であっても、その処理開始位置からの位置ずれを的確に検出することができるようにしている。

20

【0083】

なお、以下に説明する位置ずれ検査の処理では、ノズル53に限らず、他のノズル33、43についても、それぞれの処理開始位置からの位置ずれの有無を判定することが可能である。この位置ずれ検査は、例えば、停止していた基板処理システム1の起動直後や、処理対象基板の処理ロットが切り替わる際、定期的なメンテナンス作業の終了後などの適宜のタイミングで、湿式処理の実行に先立って実行される。また、オペレータの指示に応じて随時実行されてもよい。

30

【0084】

図11は位置ずれ検査を示すフローチャートである。まず、CPU81がアーム駆動部83を制御して、1つのノズル（ここではノズル53とする）を支持する1つのアームをティーチング処理によって求めた所要駆動量だけ移動させて位置決めする（ステップS401）。装置に異常がなければ、このときノズル53はオペレータから教示された処理開始位置に位置決めされているはずである。

【0085】

そこで、ノズル53をカメラ72により撮像し（ステップS402）、ノズル53の像を含む画像を取得する。このときの画像を「検出用画像」と称することとする。そして、得られた検出用画像に対し、画像処理部86が、先にティーチング処理において切り出された部分画像を基準マッチングパターンとしてパターンマッチング処理を実行する（ステップS403）。既知の基準パターンと画像内容が一致または類似する部分を画像内で探索するパターンマッチング処理としては種々の公知例があり、本実施形態においてもそれらの技術を適用することが可能であるのでここでは詳しい説明を省略する。

40

【0086】

パターンマッチング処理により、予め取得された基準マッチングパターンと一致または高い相関度で類似する領域が検出用画像内から検出されると、検出用画像内においてノズル53の位置が特定されたことになる。当該領域が検出用画像内に占める座標位置と、テ

50

ィーチング処理で撮像された基準画像において基準マッチングパターンとなる部分画像が占める座標位置との差を求めることで、現在のノズル53が処理対象位置からどの程度ずれているかを求めることができる(ステップS404)。

【0087】

この位置ずれ量が予め定められた許容範囲内にあるかどうかCPU81により判定される(ステップS405)。例えば、画像平面内における位置ずれのスカラー量に対して予め閾値を設定しておき、この閾値と求められた位置ずれ量とを比較することで、位置ずれが許容範囲内であるか否かを判定することが可能である。画像内での座標の差により判定を行う場合、図9および図10に示す性質を考慮して各ノズル33, 43, 53に対する閾値が適正に設定される必要がある。そして、いったん閾値が設定されれば、画像内の座標値のみに基づき判定を行うことが可能であり、ノズルの実際の変位量への換算は不要である。

10

【0088】

位置ずれ量が許容範囲内であればノズル53の位置決めは正常に行われていると判定される(ステップS406)。この場合には、さらに検査すべき他のノズルがあるか否かが判断され(ステップS407)、必要であればステップS401に戻って他のノズルの検査が行われる。一方、位置ずれ量が許容範囲を超えている場合にはノズル53の位置決めが異常であると判定される(ステップS411)。この場合、ノズル53の異常が生じたことがオペレータに報知され、併せてティーチング処理を再度実行するか否かについての問い合わせが行われる(ステップS412)。

20

【0089】

再ティーチングが必要であれば(ステップS413)、再ティーチング処理(ステップS414)として図8に示すティーチング処理が改めて実行される。再ティーチングが不要であればステップS407に進み、必要に応じて他のノズルについても同様に検査が行われる。

【0090】

なお、このように複数のノズルの変位を1台のカメラ72により、しかも同一の撮像条件で撮像する構成では、全てのノズルに対してカメラ72の焦点を合わせることができない場合があり得る。特に、カメラ72に対し接近・離間方向への変位に対して、その変位範囲全体を合焦範囲に含めることが難しい場合がある。しかしながら、必要とされるノズルの位置決め精度(位置ずれの許容範囲)が例えば0.5mm程度ならば、許容範囲の全体を被写界深度に収めて撮像を行うことは十分に可能である。

30

【0091】

もし仮にノズルに焦点が合わずに鮮明な像が得られず、画像内からノズルの位置が検出不可能になっていたとしても、その事実をもってノズルの位置が適正でない判断することが可能である。ノズルが撮像範囲から外れている場合についても同様である。

【0092】

このように、本実施形態の基板処理システム1では、カメラ72により撮像されたノズル33, 43, 53を含む画像に対して、予め各ノズルが処理開始位置に位置決めされた状態で撮像された基準画像から切り出された基準マッチングパターンに基づくパターンマッチング処理が実行される。そして、その結果に基づいて、各ノズルが適正に処理開始位置に位置決めされているか否かが判定される。そのため、ノズルが不適切な位置に位置決めされた状態で湿式処理が実行されることに起因する処理不良の発生を効果的に防止することが可能である。

40

【0093】

この場合、主たる移動方向がカメラ72に対し接近・離間移動する方向であるノズル53については、カメラ72の撮像方向Diをノズル53の移動平面に交わる方向としたことで、ノズル53の変位を画像に反映してこれを検出することが可能となっている。

【0094】

また、本実施形態においてカメラ72は、各ノズルを撮像してその位置決め状態を判定

50

する目的に用いられるとともに、スピンチャック 11 による基板 W の保持状態を判定する目的にも用いられる。前記した特許文献 1 に記載の従来技術では 1 つのノズルの位置検出に 2 台のカメラが用いられていたのに対し、この実施形態では 1 台のカメラ 72 が 3 つのノズル 33, 43, 53 および基板 W の状態を判定するのに用いられる。これにより、基板処理システム 1 の大幅な小型化および低コスト化を図ることも可能となっている。

【0095】

以上のように、この実施形態では、1 つのノズルの変位検出を 1 つの撮像方向からの撮像により行うことができるのみならず、ノズルが複数であってもそれらの変位検出を 1 つの撮像方向からの撮像のみによって行うことができる。そのため、装置の省スペース化および低コスト化を図ることが可能である。このとき、特にカメラに対し接近・離間方向に移動するノズルの移動平面に対してカメラの光軸が交わるように、当該ノズルを斜め方向から撮像するという条件が満たされている限り、カメラの配設位置は任意である。そのため、装置の設計自由度が高くなっている。

【0096】

以上説明したように、本実施形態においては、基板処理システム 1 を構成する各基板処理装置 1A ~ 1D が本発明の「基板処理装置」として機能しており、これらの各々が動作することで本発明の「基板処理方法」が実行される。また、基板処理装置 1A 等のうちカメラ 72 が本発明の「撮像手段」として機能する一方、CPU 81 および画像処理部 86 が本発明の「検出手段」として機能している。そして、これらの各構成が一体として本発明の「変位検出装置」および「変位検出手段」として機能し、ノズル 33, 43, 53 が本発明の「位置決め対象物」および「撮像対象物」に相当している。また、各ノズルの処理開始位置が本発明の「基準位置」に相当する。

【0097】

また、上記実施形態の基板処理装置 1A では、スピンチャック 11 が本発明の「基板保持手段」として機能しており、ノズル 33, 43, 53 が本発明の「処理手段」として機能している。また、アーム駆動部 83 およびアーム 32, 42, 52 がいずれも本発明の「位置決め手段」として機能している。また CPU 81 は本発明の「判定手段」および「保持状態判定手段」としても機能している。またノズル 33, 43, 53 はそれぞれ基板 W に所定の処理液を供給する「流体供給手段」としての機能を有している。

【0098】

なお、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない限りにおいて上述したものの以外に種々の変更を行うことが可能である。例えば、上記実施形態は、本発明にかかる「変位検出装置」が、基板処理装置 1A 等に予め組み込まれてノズル 33 等の変位を検出する目的に特化されているが、対象物を撮像する撮像手段およびその画像に基づき対象物の変位を検出する検出手段を備える本発明の変位検出装置は、このように機器内に組み込まれたものに限定されず、これらが独立した装置として構成されたものであってもよい。またその変位を検出する対象物も任意である。

【0099】

また、上記実施形態では、「位置決め対象物」であるノズル 33 等をカメラ 72 により撮像してその変位が検出されており、その意味において「位置決め対象物」自体が「撮像手段」としてのカメラ 72 の「撮像対象物」となっている。しかしながら、本発明における撮像対象物は、位置決め対象物そのものに限定されず、当該位置決め対象物の変位に伴って変位する他の物体であってもよい。例えば上記実施形態ではノズル 33 等がアーム 32 等に 1 対 1 に装着され、アーム 32 等の回動に伴ってアーム 32 等と一体的にノズル 33 等が移動する。このことから、アーム 32 等の一部分であって画像内でその検出が容易である部分を撮像対象物として、これを撮像しその変位を検出することで間接的にノズル 33 等の変位を検出するように構成されてもよい。また、この目的のために、アーム 32 等またはノズル 33 等の一部に、画像処理によって検出容易な識別マークを予め設けておいてもよい。

【0100】

また、上記実施形態ではカメラ72が基板Wのほぼ全面をその視野に収めて撮像を行うが、このことは必須の要件ではない。上記したように、本実施形態のノズルの変位を検出する目的においては基板Wの回転中心近傍にあるノズルを撮像することができれば足り、また基板Wの保持状態を判定する目的においては基板Wのエッジ部Eの一部が撮像範囲に入っていれば足りるからである。ただし、本実施形態のように基板Wの全体を視野に収めて撮像を行う構成は、ティーチングにより設定されるノズルの位置が基板Wの回転中心近傍に限定されず、種々の位置を本発明の「基準位置」として該基準位置からのノズルの変位を検出することが可能となる点で好ましい。

【0101】

また、上記実施形態では、複数のノズルの変位の検出を1台のカメラ72を用いて行うとともに、同じカメラ72を用いて基板Wの保持状態を判定している。しかしながら、ノズル（位置決め対象物）が1つである場合や、基板の保持状態の判定を行わない場合にも、本発明の変位検出方法を適用することが可能である。

10

【0102】

また、上記実施形態の基板処理装置1A等における「処理手段」は、基板Wに処理液を供給するノズル33等であるが、このように液体を吐出するノズルのみでなく、例えば気体を吐出するノズルも、本発明の「処理手段」に該当し得るものである。また、次に例示するように、基板Wに当接して処理を行うものも、本発明の「処理手段」として機能し得る。

【0103】

図12は本発明の他の実施形態の要部を示す図である。上記実施形態では基板Wに対向配置されて処理液を吐出するノズル33等が本発明の「処理手段」として設けられていた。これに代えて、図12に示す例では、回動するアーム62の先端に装着されたブラシ63が「処理手段」として機能しており、ブラシ63が基板Wの表面を摺擦することで基板Wを物理洗浄する。このように、基板Wに当接して処理を行う「当接手段」を処理手段として有する構成も、本発明の範疇に含まれる。

20

【産業上の利用可能性】

【0104】

この発明は、位置決め対象物を撮像して基準位置からの変位を検出する変位検出装置および変位検出方法に好適に適用可能であり、例えば基板を処理する処理手段を位置決め対象物とする基板処理の技術分野に好適である。

30

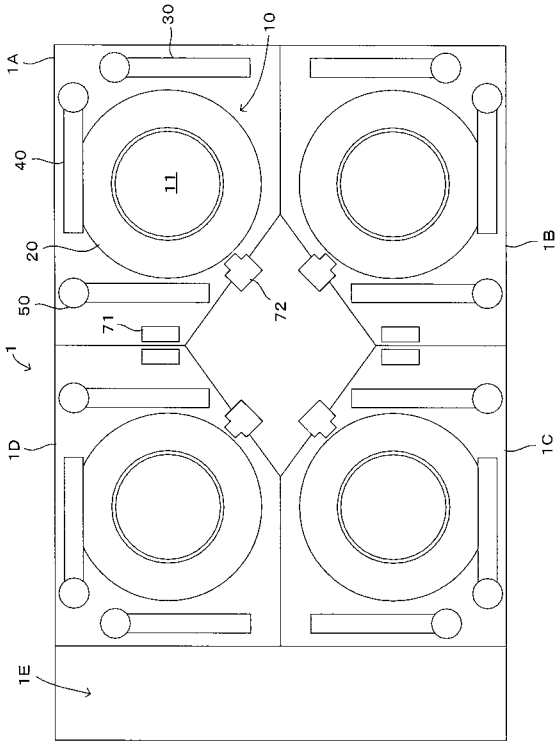
【符号の説明】

【0105】

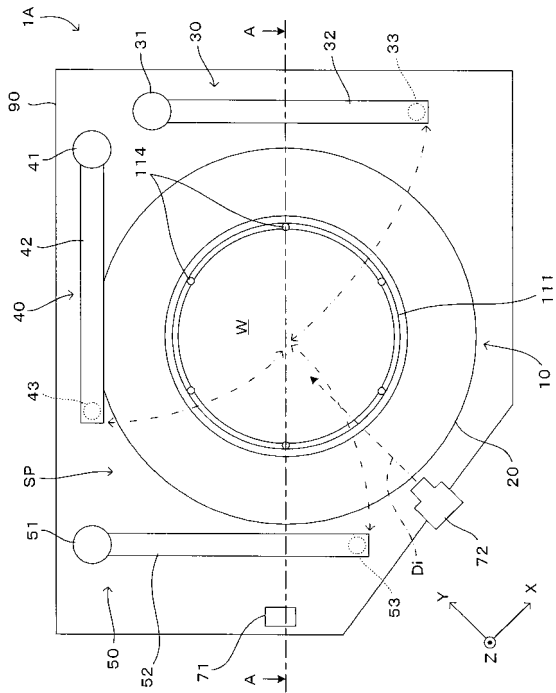
- 1 基板処理システム
- 1A ~ 1D 基板処理装置
- 11 スピンチャック（基板保持手段）
- 32, 42, 52 アーム（位置決め手段）
- 33, 43, 53 ノズル（位置決め対象物、撮像対象物、処理手段、流体供給手段）
- 63 ブラシ（当接手段、処理手段）
- 72 カメラ（撮像手段、変位検出手段）
- 81 CPU（検出手段、判定手段、保持状態判定手段、変位検出手段）
- 83 アーム駆動部（位置決め手段）
- 86 画像処理部（検出手段、変位検出手段）

40

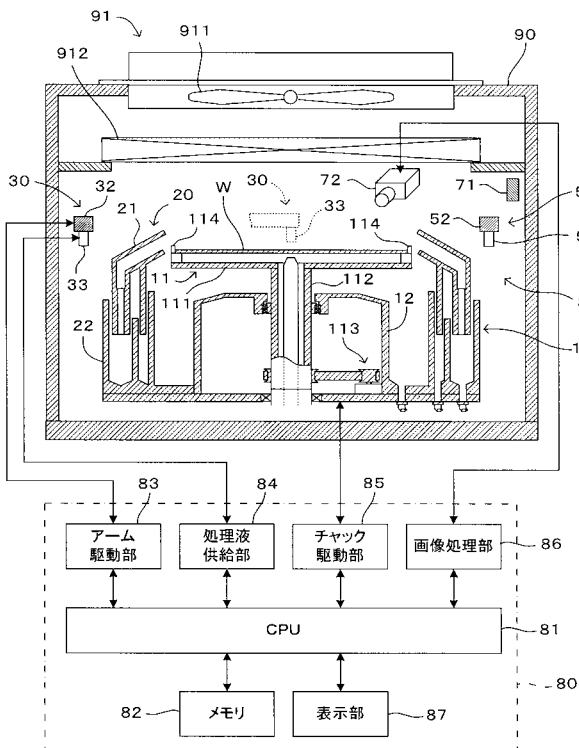
【図1】



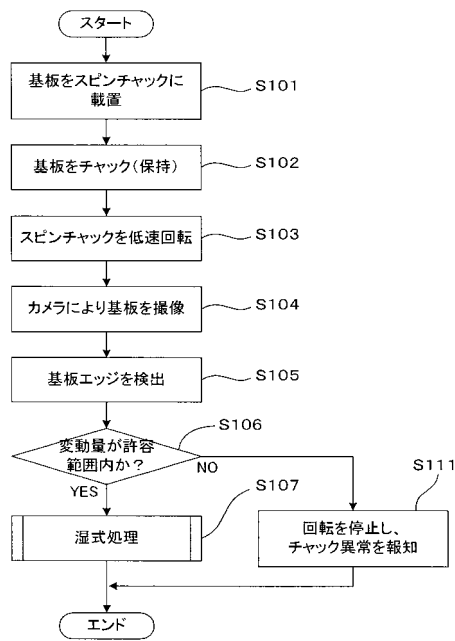
【図2】



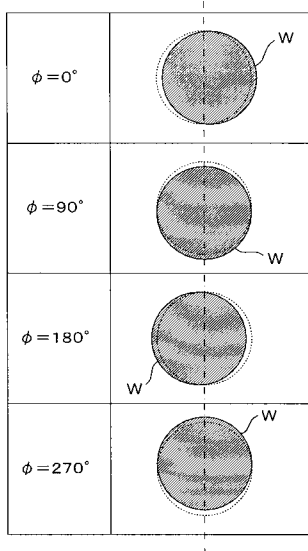
【図3】



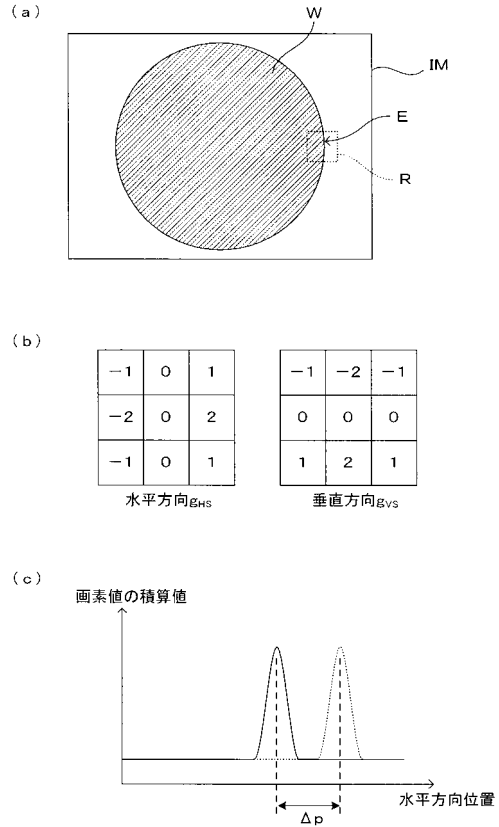
【図4】



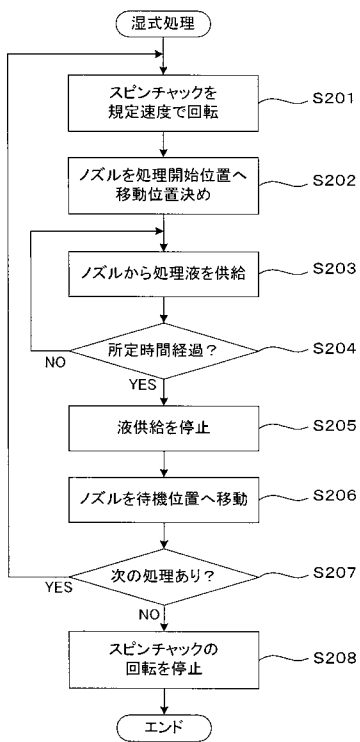
【 図 5 】



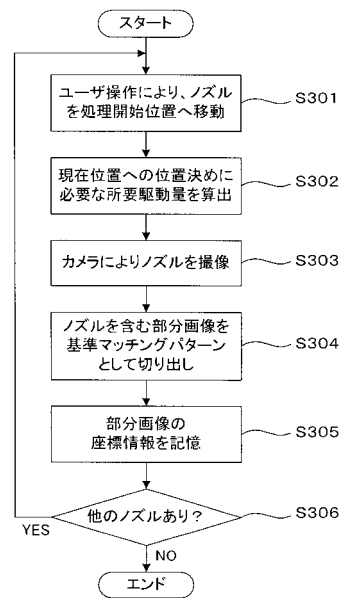
【 図 6 】



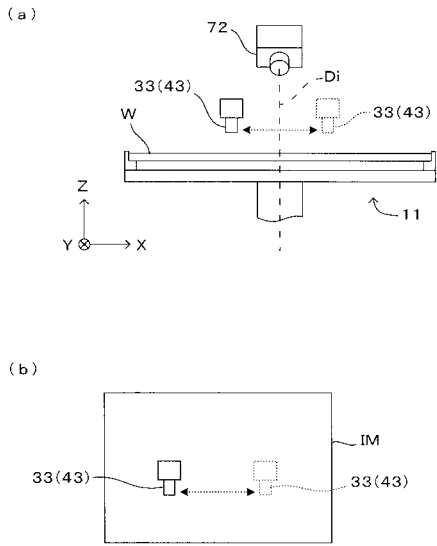
【 図 7 】



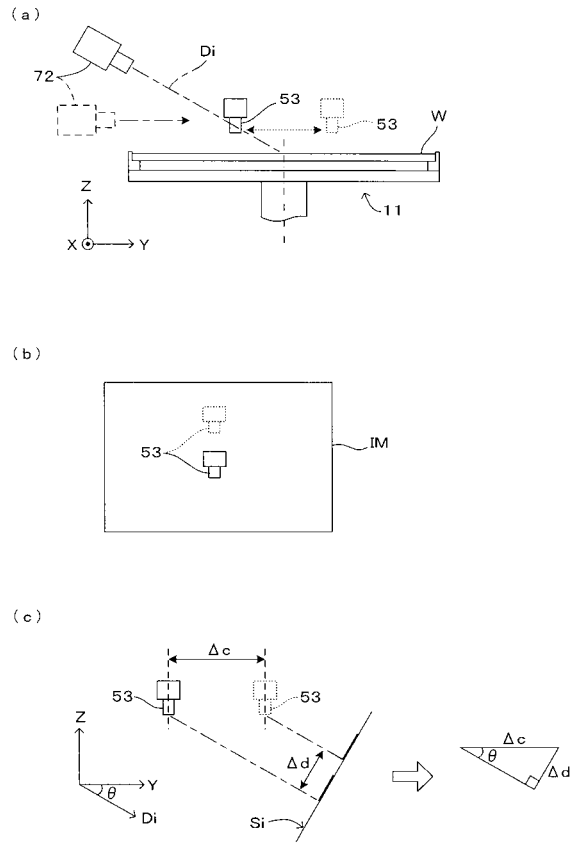
【 図 8 】



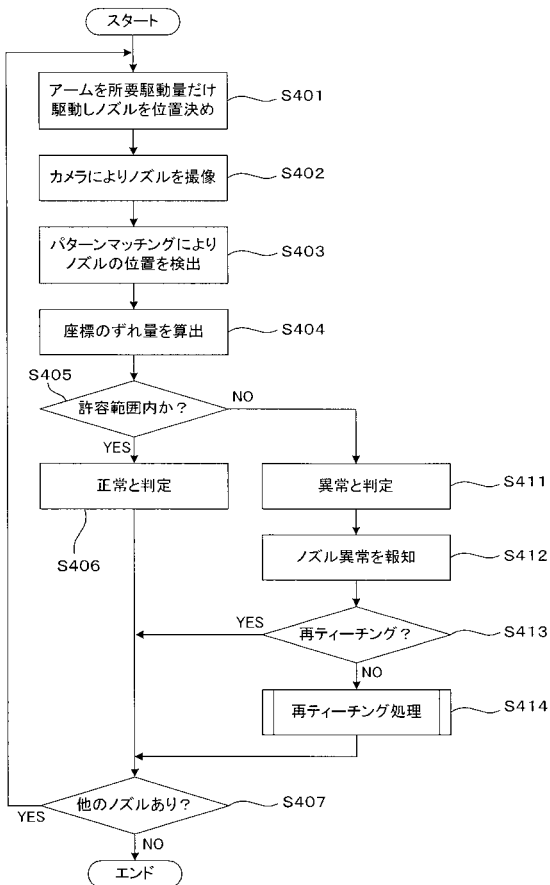
【図 9】



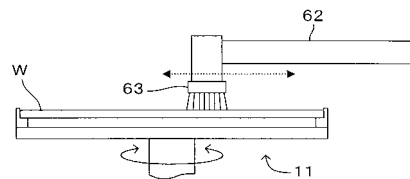
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA03 AA09 AA12 BB02 CC17 CC18 DD02 FF04 FF67 GG07
JJ03 JJ08 JJ26 PP13 QQ05 QQ33 QQ38 RR08 SS03 SS04
SS09 TT08