

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5630345号
(P5630345)

(45) 発行日 平成26年11月26日(2014.11.26)

(24) 登録日 平成26年10月17日(2014.10.17)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 L 21/027 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 1 6 B
GO 3 F 7/20 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 1 5 D
GO 1 B 11/00 (2006.01)	GO 3 F 7/20 5 2 1
	GO 1 B 11/00 A

請求項の数 19 (全 38 頁)

(21) 出願番号	特願2011-60379 (P2011-60379)	(73) 特許権者	000004112
(22) 出願日	平成23年3月18日(2011.3.18)		株式会社ニコン
(62) 分割の表示	特願2006-545156 (P2006-545156) の分割		東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
原出願日	平成17年11月18日(2005.11.18)	(74) 代理人	100102901
(65) 公開番号	特開2011-155285 (P2011-155285A)		弁理士 立石 篤司
(43) 公開日	平成23年8月11日(2011.8.11)	(72) 発明者	安田 雅彦
審査請求日	平成23年3月18日(2011.3.18)		東京都千代田区有楽町一丁目12番1号
(31) 優先権主張番号	特願2004-335050 (P2004-335050)	(72) 発明者	株式会社ニコン内
(32) 優先日	平成16年11月18日(2004.11.18)		杉原 太郎
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		東京都千代田区有楽町一丁目12番1号
			株式会社ニコン内
		審査官	秋田 将行

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 駆動方法、露光方法及びデバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

投影光学系と液体とを介して露光ビームで基板を露光する露光装置内で前記基板を載置するステージを駆動する駆動方法であって、

前記ステージに着脱可能なプレートを搭載することと、

前記ステージに搭載された前記プレートの位置情報を取得することと、を含み、

前記位置情報は、前記プレートの外周エッジが他の部材と衝突しないように前記ステージを移動するために用いられる駆動方法。

【請求項2】

請求項1に記載の駆動方法において、

前記ステージが移動される座標系を規定する位置計測系によって前記ステージの位置情報を計測しつつ、前記位置計測系と異なる検出装置によって前記プレートの一部を検出して、前記座標系における前記プレートの位置情報を取得する駆動方法。

【請求項3】

請求項2に記載の駆動方法において、

前記ステージに搭載されたプレートの交換動作、及び前記プレートの一部を検出する検出動作の少なくとも一方は、前記ステージと異なるステージによって、前記液体によって前記投影光学系の下に形成される液浸領域を維持した状態で行われる駆動方法。

【請求項4】

請求項3に記載の駆動方法において、

前記異なるステージは、前記投影光学系と前記液浸領域の液体とを介して前記露光ビームで露光される物体を載置可能、あるいは、前記投影光学系と前記液浸領域の液体とを介して前記露光ビームが照射される少なくとも1つの計測部材が設けられる駆動方法。

【請求項5】

請求項1～4のいずれか一項に記載の駆動方法において、
前記プレートはその一部に開口が形成され、
前記ステージは、前記プレートの開口内で前記基板を載置する駆動方法。

【請求項6】

請求項5に記載の駆動方法において、
前記基板はその表面が前記プレートの上面とほぼ同一面となるように前記開口内に載置される駆動方法。 10

【請求項7】

請求項1～6のいずれか一項に記載の駆動方法において、
前記ステージは、前記液体によって前記投影光学系の下に形成される液浸領域を、前記プレートで維持可能である駆動方法。

【請求項8】

請求項1～7のいずれか一項に記載の駆動方法において、
前記プレートは、前記ステージ上に撥液面を形成する駆動方法。

【請求項9】

請求項1～8のいずれか一項に記載の駆動方法において、
前記プレートは、前記ステージ上に複数のピンを介して真空吸着保持される駆動方法。 20

【請求項10】

請求項1～9のいずれか一項に記載の駆動方法において、
前記プレートはその一部が前記ステージの外側に張り出して前記ステージに搭載される駆動方法。

【請求項11】

請求項1～10のいずれか一項に記載の駆動方法において、
前記プレートの位置情報として、前記プレートの外周エッジの位置情報が取得される駆動方法。

【請求項12】

請求項11に記載の駆動方法において、
前記外周エッジの位置情報は、前記外周エッジが前記ステージと異なるステージと衝突しないように前記ステージと前記異なるステージとの少なくとも一方の位置を制御するために用いられる駆動方法。 30

【請求項13】

請求項11に記載の駆動方法において、
前記ステージは、前記プレートに形成される開口内で前記基板を載置し、
前記開口の内周エッジの位置情報が取得される駆動方法。

【請求項14】

請求項13に記載の駆動方法において、
前記内周エッジの位置情報は、前記ステージの上方に搬送される前記基板が前記開口内に載置されるように前記基板を前記ステージにロードするために用いられる駆動方法。 40

【請求項15】

請求項14に記載の駆動方法において、
前記ロードにおいて、前記ステージの上方に前記基板を搬送する搬送系と前記ステージとの少なくとも一方の制御によって前記搬送された基板と前記ステージとの位置関係を設定するために、前記内周エッジの位置情報が用いられる駆動方法。

【請求項16】

請求項15に記載の駆動方法において、
前記プレートと接触することなく前記基板がロードされるとともに、前記開口内に載置 50

される基板の表面と前記プレートの上面との間に間隙が形成されるように、前記搬送された基板と前記ステージとの位置関係を設定するために、前記内周エッジの位置情報が用いられる駆動方法。

【請求項 17】

請求項 13 ~ 16 のいずれか一項に記載の駆動方法において、

前記取得された内周エッジの位置情報から求まる前記開口の形状情報に基づいて、前記プレートの交換要否が判断される駆動方法。

【請求項 18】

投影光学系と液体とを介して露光ビームで基板を露光する露光方法であって、

請求項 13 ~ 17 のいずれか一項に記載の駆動方法を用いて取得される、前記ステージに搭載されるプレートの前記開口の位置情報に基づいて、前記基板がその開口内に載置されるように搬送系を介して前記ステージにロードされる前記基板のロードを制御することを含み、

10

前記露光に際して、前記液体によって前記基板の一部に液浸領域が形成される露光方法

【請求項 19】

請求項 18 に記載の露光方法を用いるリソグラフィ工程を含むデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、駆動方法、露光方法及びデバイス製造方法に係り、さらに詳しくは、露光装置内で基板を載置するステージを駆動する駆動方法、該駆動方法を用いる露光方法、及び該露光方法を用いるデバイス製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、半導体素子（集積回路等）、液晶表示素子等の電子デバイスを製造するリソグラフィ工程では、マスク又はレチクル（以下、「レチクル」と総称する）のパターンの像を投影光学系を介して、レジスト（感光剤）が塗布されたウエハ又はガラスプレート等の感光性の物体（以下、「ウエハ」と呼ぶ）上の複数のショット領域の各々に転写するステップ・アンド・リピート方式の縮小投影露光装置（いわゆるステッパ）や、ステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置（いわゆるスキャニング・ステッパ（スキャナとも呼ばれる））などが、主として用いられている。

30

【0003】

ところで、半導体素子の高集積化、回路パターンの微細化に伴い、投影露光装置が備える投影光学系の解像度向上を図るために、露光光の波長（露光波長）が次第に短波長化するとともに投影光学系の開口数（NA）が次第に増大している。一方、これら露光波長の短波長化及び投影光学系のNAの増大化（大NA化）によって、焦点深度が狭くなってきている。露光波長は将来的に更に短波長化することが確実視されており、このままでは焦点深度が狭くなり過ぎて、露光動作時のフォーカスマージンが不足するおそれが生じていた。

40

【0004】

そこで、実質的に露光波長を短くして、かつ空気中に比べて焦点深度を大きく（広く）する方法として、液浸法を利用した露光装置が、最近注目されるようになってきた。この液浸法を利用した露光装置として、投影光学系の下面とウエハ表面との間を水又は有機溶媒等の液体で局所的に満たした状態で露光を行うものが知られている（例えば、特許文献1参照）。この特許文献1に記載の露光装置では、液体中での露光光の波長が、空気中の $1/n$ 倍（ n は液体の屈折率で通常 $1.2 \sim 1.6$ 程度）になることを利用して解像度を向上すると共に、その解像度と同一の解像度が液浸法によらず得られる投影光学系（このような投影光学系の製造が可能であるとして）に比べて焦点深度を n 倍に拡大する、すなわち空気中に比べて焦点深度を実質的に n 倍に拡大することができる。

50

【 0 0 0 5 】

ところで、近時、露光装置のウエハステージにおいては、ウエハステージに保持されたウエハの周囲に、ウエハとほぼ面一の平坦部を形成する脱着可能なプレートを配置しようとの提案がなされている。このような脱着可能なプレートをウエハステージに用いる場合、プレートの位置を正確に知る必要がある。

【 0 0 0 6 】

また、ウエハステージにプレートをを用いる場合、そのプレートの中央部にウエハを位置させるための開口（例えば半導体ウエハの場合は円形の開口）を形成する必要があるが、例えばプレートの円形開口の真円度が低く、歪な円形や楕円形になっている場合には、ウエハの外周面と開口の内周面との隙間が様でなくなり、ウエハがプレートの開口の内壁面に接触する、あるいはプレートの開口内にウエハを挿入できないなどの不都合が生じるおそれがあった。

10

【 0 0 0 7 】

また、プレートの開口の内壁面とウエハとの間の隙間は非常に狭いので、ウエハのロードの際のウエハとプレートとの相対位置を正確に合わせなければ、円滑なウエハのロード動作が困難になる。

【 0 0 0 8 】

また、液浸法を用いる露光装置の場合には、プレートの開口の内周エッジとウエハの外周エッジとの隙間が広い部分に液体が侵入してしまうおそれもあった。

【 先行技術文献 】

20

【 特許文献 】

【 0 0 0 9 】

【 特許文献 1 】 国際公開第 9 9 / 4 9 5 0 4 号

【 発明の概要 】

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

本発明は、第 1 の観点からすると、投影光学系と液体とを介して露光ビームで基板を露光する露光装置内で前記基板を載置するステージを駆動する駆動方法であって、ステージに着脱可能なプレートを搭載することと、ステージに搭載されたプレートの位置情報を取得することと、を含み、その位置情報は、プレートの外周エッジが他の部材と衝突しないようにステージを移動するために用いられる駆動方法である。

30

【 0 0 1 1 】

これによれば、プレートの位置情報が取得される。このため、その位置情報に基づいて、プレートの外周エッジが他の部材と衝突しないようにステージの位置を管理することが可能になる。

【 0 0 1 3 】

本発明は、第 2 の観点からすると、投影光学系と液体とを介して露光ビームで基板を露光する露光方法であって、本発明の駆動方法を用いて取得される、ステージに搭載されるプレートの開口の位置情報に基づいて、基板がその開口内に載置されるように搬送系を介してステージにロードされる基板のロードを制御することを含み、露光に際して、液体によって基板の一部に液浸領域が形成される露光方法である。

40

【 0 0 1 4 】

リソグラフィ工程において、本発明の露光方法を用いることで、基板上にパターンを精度良く形成することができ、これによりマイクロデバイスを歩留まり良く製造することができる。従って、本発明は、さらに別の観点からすると、本発明の露光方法を用いるデバイス製造方法であるとも言える。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 5 】

【 図 1 】 一実施形態の露光装置の概略構成を示す図である。

【 図 2 】 図 1 のステージ装置を示す斜視図である。

50

【図 3】図 1 の計測ステージを示す斜視図である。

【図 4】ウエハテーブルを示す平面図である。

【図 5】干渉計システムの構成を説明するための図である。

【図 6】一実施形態の露光装置の制御系の主要な構成を示すブロック図である。

【図 7】ウエハテーブルの基準状態への復帰動作の際の、主制御装置（内部の CPU）の処理アルゴリズムを示すフローチャートである。

【図 8】図 7 のフローチャートで示される処理アルゴリズムの開始条件を説明するための図であって、その開始時のウエハテーブル W T B の位置の一例を示す図である。

【図 9】図 9（A）、図 9（B）、図 9（C）及び図 9（D）は、撥液プレートの外周エッジの位置情報の取得に際し、第 1 番目、第 2 番目、第 3 番目、第 4 番目の計測点がアライメント系の撮像視野に位置決めされたときの様子を、それぞれ示す図である。

10

【図 10】図 10（A）は、撥液プレートの + Y 側端部のエッジ上の複数箇所の計測点の位置情報を順次計測する際のウエハテーブル W T B の移動の様子を示す図、図 10（B）は、撥液プレートの 4 辺のエッジの各々に 3 点の計測点を設定した場合の様子を示す図である。

【図 11】ウエハテーブル上の撥液プレート交換から次の撥液プレート交換が行われるまでの間の、一連の処理の際の、主制御装置（内部の CPU）の処理アルゴリズムを示すフローチャート（その 1）である。

【図 12】ウエハテーブル上の撥液プレート交換から次の撥液プレート交換が行われるまでの間の、一連の処理の際の、主制御装置（内部の CPU）の処理アルゴリズムを示すフローチャート（その 2）である。

20

【図 13】ステップ 2 2 2 のサブルーチンを示すフローチャートである。

【図 14】ステップ 2 3 6 のサブルーチンを示すフローチャートである。

【図 15】図 15（A）、図 15（B）、図 15（C）及び図 15（D）は、撥液プレートの開口の内周エッジの位置情報の取得に際し、第 1 番目、第 2 番目、第 3 番目、第 4 番目の計測点がアライメント系の撮像視野に位置決めされたときの様子を、それぞれ示す図である。

【図 16】図 16（A）、図 16（B）、図 16（C）及び図 16（D）は、撥液プレートの開口の内周エッジの位置情報の取得に際し、第 5 番目、第 6 番目、第 7 番目、第 8 番目の計測点がアライメント系の撮像視野に位置決めされたときの様子を、それぞれ示す図である。

30

【図 17】図 17（A）は、撥液プレートの開口の内周エッジ上の 8 箇所の撮像データが取得される状態を模式的に示す概念図、図 17（B）は、工具用ウエハの外周エッジ上の 8 箇所の撮像データが取得される状態を模式的に示す概念図である。

【図 18】撥液プレートの外周エッジ部近傍を拡大して示す側面図である。

【図 19】図 19（A）～図 19（D）は、変形例を説明するための図（その 1）である。

。

【図 20】図 20（A）～図 20（C）は、変形例を説明するための図（その 2）である。

。

【発明を実施するための形態】

40

【0016】

以下、本発明の一実施形態を図 1～図 17（B）に基づいて説明する。

【0017】

図 1 には、本発明に係る位置計測方法、位置制御方法、計測方法、ロード方法及び露光装置の実施に好適な一実施形態の露光装置 100 の概略構成が示されている。この露光装置 100 は、ステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置、すなわちいわゆるスキャニング・ステッパ（スキャナとも呼ばれる）である。この露光装置 100 は、照明系 10、レチクル R を保持するレチクルステージ R S T、投影ユニット P U、ウエハステージ W S T 及び計測ステージ M S T を有するステージ装置 150、及びこれらの制御系等を備えている。ウエハステージ W S T 上には、ウエハ W が載置されるようになっている。

50

【 0 0 1 8 】

前記照明系 10 は、例えば特開 2001-313250 号公報及びこれに対応する米国特許出願公開第 2003/0025890 号明細書などに開示されるように、光源、オプティカルインテグレータ（フライアイレンズ、ロッドインテグレータ（内面反射型インテグレータ）あるいは回折光学素子など）等を含む照度均一化光学系、ビームスプリッタ、リレーレンズ、可変 ND フィルタ、レチクルブラインド等（いずれも不図示）を含む。

【 0 0 1 9 】

この照明系 10 では、レチクル R 上のレチクルブラインドで設定されたスリット状の照明領域部分を照明光（露光光）IL によりほぼ均一な照度で照明する。ここで、照明光 IL としては、一例として ArF エキシマレーザ光（波長 193 nm）が用いられている。

10

【 0 0 2 0 】

前記レチクルステージ RST 上には、回路パターン等がそのパターン面（図 1 における下面）に形成されたレチクル R が、例えば真空吸着により固定されている。レチクルステージ RST は、例えばリニアモータ等を含むレチクルステージ駆動系 11（図 1 では図示せず図 6 参照）によって、照明系 10 の光軸（後述する投影光学系 PL の光軸 AX に一致）に垂直な XY 平面内で微少駆動可能であるとともに、所定の走査方向（ここでは図 1 における紙面内左右方向である Y 軸方向とする）に指定された走査速度で駆動可能となっている。

【 0 0 2 1 】

レチクルステージ RST のステージ移動面内の位置（Z 軸回りの回転を含む）は、レチクルレーザ干渉計（以下、「レチクル干渉計」という）116 によって、移動鏡 15（実際には、Y 軸方向に直交する反射面を有する Y 移動鏡と X 軸方向に直交する反射面を有する X 移動鏡とが設けられている）を介して、例えば 0.5 ~ 1 nm 程度の分解能で常時検出される。このレチクル干渉計 116 の計測値は、主制御装置 20（図 1 では不図示、図 6 参照）に送られ、主制御装置 20 では、このレチクル干渉計 116 の計測値に基づいてレチクルステージ RST の X 軸方向、Y 軸方向及び z 方向（Z 軸回りの回転方向）の位置を算出するとともに、この算出結果に基づいてレチクルステージ駆動系 11 を制御することで、レチクルステージ RST の位置（及び速度）を制御する。なお、移動鏡 15 に代えて、レチクルステージ RST の端面を鏡面加工して反射面（移動鏡 15 の反射面に相当）を形成することとしても良い。

20

30

【 0 0 2 2 】

レチクル R の上方には、投影光学系 PL を介してレチクル R 上の一对のレチクルアライメントマークとこれらに対応する計測ステージ MST 上の一对の基準マーク（以下、「第 1 基準マーク」と呼ぶ）とを同時に観察するための露光波長の光を用いた TTR（Through The Reticle）アライメント系から成る一对のレチクルアライメント検出系 RAa, RA b が X 軸方向に所定距離隔てて設けられている。これらのレチクルアライメント検出系 RAa, RA b としては、例えば特開平 7-176468 号公報及びこれに対応する米国特許第 5,646,413 号明細書などに開示されるものと同様の構成のものが用いられている。

【 0 0 2 3 】

前記投影ユニット PU は、レチクルステージ RST の図 1 における下方に配置されている。投影ユニット PU は、鏡筒 40 と、該鏡筒 40 内に所定の位置関係で保持された複数の光学素子から成る投影光学系 PL とを含む。投影光学系 PL としては、例えば Z 軸方向の共通の光軸 AX を有する複数のレンズ（レンズエレメント）から成る屈折光学系が用いられている。この投影光学系 PL は、例えば両側テレセントリックで所定の投影倍率（例えば 1/4 倍又は 1/5 倍）を有する。このため、照明系 10 からの照明光 IL によってレチクル R 上の照明領域が照明されると、このレチクル R を通過した照明光 IL により、投影光学系 PL（投影ユニット PU）を介してその照明領域内のレチクル R の回路パターンの縮小像（回路パターンの一部の縮小像）が表面にレジスト（感光剤）が塗布されたウエハ W 上の前記照明領域に共役な領域（露光領域）に形成される。

40

50

【 0 0 2 4 】

なお、本実施形態の露光装置 1 0 0 では、液浸法を適用した露光が行われるため、開口数 N A が実質的に増大することに伴いレチクル側の開口が大きくなる。このため、レンズのみで構成する屈折光学系においては、ペッツヴァルの条件を満足することが困難となり、投影光学系が大型化する傾向にある。かかる投影光学系の大型化を避けるために、ミラーとレンズとを含む反射屈折系（カタディ・オプトリック系）を用いても良い。

【 0 0 2 5 】

また、本実施形態の露光装置 1 0 0 では、液浸法を適用した露光を行うため、投影光学系 P L の一部を構成する最も像面側に位置する（ウエハ W に近い）レンズ（以下、「先端レンズ」ともいう）9 1 の近傍には、液浸機構 1 3 2 の一部を構成する液体供給ノズル 5 1 A と、液体回収ノズル 5 1 B とが設けられている。

10

【 0 0 2 6 】

前記液体供給ノズル 5 1 A には、その一端が液体供給装置 8 8（図 1 では不図示、図 6 参照）に接続された不図示の供給管の他端が接続されており、前記液体回収ノズル 5 1 B には、その一端が液体回収装置 9 2（図 1 では不図示、図 6 参照）に接続された不図示の回収管の他端が接続されている。

【 0 0 2 7 】

前記液体供給装置 8 8 は、液体のタンク、加圧ポンプ、温度制御装置、並びに供給管に対する液体の供給・停止を制御するためのバルブ等を含む。バルブとしては、例えば液体の供給・停止のみならず、流量の調整も可能となるように、流量制御弁を用いることが望ましい。前記温度制御装置は、液体タンク内の液体の温度を、露光装置本体が収納されているチャンバ（不図示）内の温度と同程度の温度に調整する。

20

【 0 0 2 8 】

なお、液体を供給するためのタンク、加圧ポンプ、温度制御装置、バルブなどは、その全てを露光装置 1 0 0 で備えている必要はなく、少なくとも一部を露光装置 1 0 0 が設置される工場などの設備で代替することもできる。

【 0 0 2 9 】

前記液体回収装置 9 2 は、液体のタンク及び吸引ポンプ、並びに回収管を介した液体の回収・停止を制御するためのバルブ等を含む。バルブとしては、前述した液体供給装置 8 8 側のバルブに対応して流量制御弁を用いることが望ましい。

30

【 0 0 3 0 】

なお、液体を回収するためのタンク、吸引ポンプ、バルブなどは、その全てを露光装置 1 0 0 で備えている必要はなく、少なくとも一部を露光装置 1 0 0 が設置される工場などの設備で代替することもできる。

【 0 0 3 1 】

上記の液体としては、ここでは、A r F エキシマレーザ光（波長 1 9 3 n m の光）が透過する純水（以下、特に必要な場合を除いて、単に「水」と記述する）を用いるものとする。純水は、半導体製造工場等で容易に大量に入手できると共に、ウエハ上のフォトリジストや光学レンズ等に対する悪影響がない利点がある。

【 0 0 3 2 】

A r F エキシマレーザ光に対する水の屈折率 n は、ほぼ 1 . 4 4 である。この水の中では、照明光 I L の波長は、 $1 9 3 \text{ n m} \times 1 / n = \text{約} 1 3 4 \text{ n m}$ に短波長化される。

40

【 0 0 3 3 】

前記液体供給装置 8 8 及び液体回収装置 9 2 は、それぞれコントローラを具備しており、それぞれのコントローラは、主制御装置 2 0 によって制御されるようになっている（図 6 参照）。液体供給装置 8 8 のコントローラは、主制御装置 2 0 からの指示に応じ、供給管に接続されたバルブを所定開度で開き、液体供給ノズル 5 1 A を介して先端レンズ 9 1 とウエハ W（又は後述するプレート）との間に水を供給する。また、このとき、液体回収装置 9 2 のコントローラは、主制御装置 2 0 からの指示に応じ、回収管に接続されたバルブを所定開度で開き、液体回収ノズル 5 1 B を介して先端レンズ 9 1 とウエハ W との間か

50

ら液体回収装置 9 2 (液体のタンク)の内部に水を回収する。このとき、主制御装置 2 0 は、先端レンズ 9 1 とウエハ W との間に液体供給ノズル 5 1 A から供給される水の量と、液体回収ノズル 5 1 B を介して回収される水の量とが常に等しくなるように、液体供給装置 8 8 のコントローラ、液体回収装置 9 2 のコントローラに対して指令を与える。従って、先端レンズ 9 1 とウエハ W との間に、一定量の水 Lq (図 1 参照)が保持される。この場合、先端レンズ 9 1 とウエハ W との間に保持された水 Lq は、常に入れ替わっている。

【 0 0 3 4 】

上記の説明から明らかなように、本実施形態の液浸機構 1 3 2 は、上記液体供給装置 8 8、液体回収装置 9 2、供給管、回収管、液体供給ノズル 5 1 A 及び液体回収ノズル 5 1 B 等を含む局所液浸機構であり、ウエハ W を露光する場合には、ウエハ W 上の一部に液浸領域が形成される。

【 0 0 3 5 】

なお、投影ユニット P U 下方に計測ステージ M S T が位置する場合にも、上記と同様に後述する計測テーブル M T B と先端レンズ 9 1 との間に水を満たすことが可能である。

【 0 0 3 6 】

なお、上記の説明では、その説明を簡単にするため、液体供給ノズルと液体回収ノズルとがそれぞれ 1 つずつ設けられているものとしたが、これに限らず、例えば、国際公開第 9 9 / 4 9 5 0 4 号に開示されるように、ノズルを多数有する構成を採用することとしても良い。要は、投影光学系 P L の最下端の光学部材 (先端レンズ) 9 1 とウエハ W との間に液体を供給することができるのであれば、その構成はいかなるものであっても良い。例えば、国際公開第 2 0 0 4 / 0 5 3 9 5 5 号に開示されている液浸機構や、欧州特許出願公開第 1 4 2 0 2 9 8 号明細書に開示されている液浸機構も本実施形態の露光装置に適用することができる。

【 0 0 3 7 】

前記ステージ装置 1 5 0 は、フレームキャスト F C と、該フレームキャスト F C 上に設けられたベース盤 1 2 と、該ベース盤 1 2 の上面の上方に配置されたウエハステージ W S T 及び計測ステージ M S T と、これらのステージ W S T、M S T の位置を計測する干渉計 1 6、1 8 を含む干渉計システム 1 1 8 (図 6 参照)と、ステージ W S T、M S T を駆動するステージ駆動系 1 2 4 (図 6 参照)と、を備えている。

【 0 0 3 8 】

前記フレームキャスト F C は、ステージ装置 1 5 0 を斜視図にて示す図 2 から分かるように、その X 側方向一側と他側の端部近傍に Y 軸方向を長手方向とし上方に突出した凸部 F C a、F C b が一体的に形成された概略平板状の部材から成る。

【 0 0 3 9 】

前記ベース盤 1 2 は、定盤とも呼ばれる板状部材からなり、フレームキャスト F C の前記凸部 F C a、F C b に挟まれた領域上に配置されている。ベース盤 1 2 の上面は平坦度が非常に高く仕上げられ、ウエハステージ W S T 及び計測ステージ M S T の移動の際のガイド面とされている。

【 0 0 4 0 】

前記ウエハステージ W S T は、図 2 に示されるように、ベース盤 1 2 の上方に配置されたウエハステージ本体 2 8 と、該ウエハステージ本体 2 8 上に不図示の Z・チルト駆動機構を介して搭載されたウエハテーブル W T B とを備えている。Z・チルト駆動機構は、実際には、ウエハステージ本体 2 8 上でウエハテーブル W T B を 3 点で支持する 3 つのアクチュエータ (例えば、ボイスコイルモータ)等を含み、ウエハテーブル W T B を Z 軸方向、x 方向 (X 軸回りの回転方向)、y 方向 (Y 軸回りの回転方向)の 3 自由度方向に微小駆動する。

【 0 0 4 1 】

前記ウエハステージ本体 2 8 は、断面矩形棒状で X 軸方向に延びる中空部材によって構成されている。このウエハステージ本体 2 8 の下面には、複数、例えば 4 つの不図示の気体静圧軸受け、例えばエアベアリングが設けられ、これらのエアベアリングを介してウエ

10

20

30

40

50

ハステージWSTが前述のガイド面の上方に数 μm 程度のクリアランスを介して非接触で支持されている。

【0042】

前記フレームキャストFCの凸部Fcaの上方には、図2に示されるように、Y軸方向に伸びるY軸用の固定子86が配置されている。同様に、フレームキャストFCの凸部FCbの上方には、Y軸方向に伸びるY軸用の固定子87が、配置されている。これらのY軸用の固定子86、87は、それぞれの下面に設けられた不図示の気体静圧軸受、例えばエアベアリングによって凸部Fca、FCbの上面に対して所定のクリアランスを介して浮上支持されている。Y軸用の固定子86、87は、本実施形態では、Y軸方向に沿って所定間隔で配置された複数の永久磁石を有する磁極ユニットによって構成されている。

10

【0043】

前記ウエハステージ本体28の内部には、X軸方向に沿って所定間隔で配置された複数の永久磁石を有する断面U字状の磁極ユニットから成る可動子90が設けられている。

【0044】

可動子90の内部空間には、X軸方向に伸びるX軸用の固定子80が挿入されている。このX軸用の固定子80は、X軸方向に沿って所定間隔で配置された複数の電機子コイルを内蔵する電機子ユニットによって構成されている。この場合、磁極ユニットから成る可動子90と電機子ユニットから成るX軸用の固定子80とによって、ウエハステージWSTをX軸方向に駆動するムービングマグネット型のX軸リニアモータが構成されている。以下においては、適宜、上記X軸リニアモータを、その固定子(X軸用の固定子)80と同一の符号を用いて、X軸リニアモータ80と呼ぶものとする。なお、X軸リニアモータとして、ムービングマグネット型のリニアモータに代えて、ムービングコイル型のリニアモータを用いても良い。

20

【0045】

前記X軸用の固定子80の長手方向の一側と他側の端部には、例えばY軸方向に沿って所定間隔で配置された複数の電機子コイルを内蔵する電機子ユニットから成る可動子82、83が、それぞれ固定されている。これらの可動子82、83のそれぞれは、前述したY軸用の固定子86、87にそれぞれ内側から挿入されている。すなわち、本実施形態では、電機子ユニットから成る可動子82、83と磁極ユニットから成るY軸用の固定子86、87とによって、ムービングコイル型の2つのY軸リニアモータが構成されている。以下においては、上記2つのY軸リニアモータのそれぞれを、それぞれの可動子82、83と同一の符号を用いて、適宜、Y軸リニアモータ82、Y軸リニアモータ83とも呼ぶものとする。なお、Y軸リニアモータ82、83として、ムービングマグネット型のリニアモータを用いても良い。

30

【0046】

すなわち、ウエハステージWSTは、X軸リニアモータ80により、X軸方向に駆動されるとともに、一对のY軸リニアモータ82、83によってX軸リニアモータ80と一体でY軸方向に駆動される。また、ウエハステージWSTは、Y軸リニアモータ82、83が発生するY軸方向の駆動力を僅かに異ならせることにより、z方向にも回転駆動される。

40

【0047】

前記ウエハテーブルWTBは、図4の平面図に示されるように、平面視でほぼ正方形を有しており、その上面には、ウエハWを保持するピッチャク方式のウエハホルダWH及びプレートホルダPHが設けられている。

【0048】

ウエハホルダWHは、図4に示されるように、ウエハテーブルWTB上面の中央部の所定面積の円形領域内に所定の間隔で設けられた複数の第1ピン32、32、...、該第1ピン32、32、...が配置された円形領域を取り囲む円環状凸部から成る第1リム部30、及び前記円形領域の中心(ホルダセンタ)との距離が等しいほぼ正三角形の各頂点の位置にそれぞれ突設された3つの円筒状の第2リム部35A、35B、35C等を備えて

50

いる。各第1ピン32の先端、並びに第1リム部30、第2リム部35A、35B、35Cの上端面は、ほぼ同一高さに設定されている。

【0049】

前記第2リム部35A、35B、35Cの内周には、平面視円形の貫通孔39がそれぞれ形成され、貫通孔39それぞれの内部には、円柱形状を有し、上下方向（図4における紙面直交方向）に可動な上下動ピン（センタアップ）34a、34b、34cがそれぞれ設けられている。これら3つのセンタアップ34a～34cは、ステージ駆動系124（図6参照）の一部を構成する不図示の上下動機構を介して、上下方向（図4における紙面直交方向であるZ軸方向）に同時に同一量だけ、昇降（上下動）される。ウエハロード、ウエハアンロード時には、センタアップ34a～34cが上下動機構により駆動されること

10

【0050】

ウエハテーブルWTB上面の前記第1リム部30で囲まれた円形領域には、図4に示されるように、複数の排気口36が、その円形領域の中心（ホルダセンタ）から放射状（ほぼ120°の中心角の間隔を有する3本の半径線の方向）に、所定間隔で形成されている。これら排気口36は、第1ピン32と干渉しない位置に形成されている。各排気口36は、それらの直下の配管をそれぞれ介してウエハテーブルWTB内部に形成された排気路38A、38B、38Cにそれぞれ接続され、これらの排気路38A、38B、38Cが真空排気管41a、41b、41cをそれぞれ介して第1の真空排気機構44（図6参照）に接続されている。

20

【0051】

本実施形態では、ウエハWがウエハテーブルWTBのウエハホルダWH上にロードされ、主制御装置20によって第1の真空排気機構44を介して真空排気動作が開始されると、そのウエハWと第1リム部30と3つの第2リム部35A、35B、35Cとで囲まれる空間内部が負圧状態となり、そのウエハWが複数の第1ピン32と第1リム部30と3つの第2リム部35A、35B、35Cとに吸着保持される。

【0052】

ウエハテーブルWTB上面の前記第1リム部30の外側には、該第1リム部30と同心の円環状の突部から成る第3リム部45が突設されている。この第3リム部45の外側には、その内側が第3リム部45で区画され、外側がウエハテーブルWTBの外部隔壁48で囲まれた凹部49が形成されている。この凹部49の内部底面には、その先端の高さが第3リム部45及び外部隔壁48とほぼ同一高さとなされた、複数の第2ピン53が所定間隔で設けられている。この場合、第3リム部45及び外部隔壁48の上端面の高さは、第1リム部30より幾分低く設定されている。このようにして構成された、第3リム部45及び外部隔壁48並びに複数の第2ピン53の上に、中央部に円形の開口50aを有するほぼ正方形の撥液プレート（例えば撥水プレート）50が着脱可能に搭載されている。この撥液プレート50は、その周囲全体にわたって外周面が、ウエハテーブルWTBの外部隔壁48の外周面より幾分外側に突出した状態でウエハテーブルWTB上に搭載されている。すなわち、ウエハテーブルWTB上面の第3リム部45及び外部隔壁48並びに複数の第2ピン53を含んで、撥液プレート50を保持するピッチャック方式のプレートホルダPHが構成されている。

30

40

【0053】

ここで、このプレートホルダPHの一部を構成する、第3リム部45と外部隔壁48とで区画された複数の第2ピン53が設けられた領域にも、上述したウエハホルダWHと同様に複数の排気口（不図示）が、所定間隔で形成され、各排気口は、それらの直下の配管をそれぞれ介してウエハテーブルWTB内部に形成された不図示の排気路にそれぞれ接続され、これらの排気路が不図示の真空排気管をそれぞれ介して図6に示される第2の真空排気機構56に接続されている。

【0054】

50

本実施形態では、主制御装置 20 によって上記の第 2 の真空排気機構 56 を介して、撥液プレート 50 と第 3 リム部 45 と外部隔壁 48 とで囲まれる空間（凹部 49 の内部空間）内部が真空吸引され、撥液プレート 50 がプレートホルダ PH に吸着保持されている。ここで、例えば撥液プレート 50 の取り外しを容易にするなどのため、上記空間の内部に前述したセンタアップ 34a ~ 34c と同様の上下動ピンを設け、該上下動ピンの駆動機構を、主制御装置 20 が制御するようにしても良い。

【0055】

本実施形態では、上述のプレートホルダ PH に吸着保持された撥液プレート 50 の上面と、ウエハホルダ WH に吸着保持されたウエハ W の表面とは、ほぼ面一になるように（図 1 参照）、ウエハホルダ WH 及びプレートホルダ PH をそれぞれ構成する各部の高さが設定されている。また、プレートホルダ PH に保持された状態では、撥液プレート 50 の開口 50a の内周エッジは、第 3 リム部 45 の内周壁にほぼ一致している。すなわち、本実施形態では、第 3 リム部 45 と撥液プレート 50 の開口 50a との内壁面との内側にウエハ W をロードするための凹部 140 が形成され、その凹部 140 内にウエハホルダ WH が設けられている。また、ウエハ W の外周エッジと撥液プレート 50 の開口 50a の内周エッジとの間のクリアランスは、例えば 0.1 ~ 0.4 mm 程度の値になるように開口 50a の形状及び大きさが設定されている。また、ウエハ W がウエハホルダ WH に保持された状態では、ウエハテーブル WTB の上面に見かけ上フルフラットな面が形成されるようになっている。

【0056】

なお、ウエハテーブル WTB は、低熱膨張率の材料、例えばセラミックス等のある程度弾性を有する材料より形成されており、全体としてほぼ正方形のセラミックス等の材料の表面をエッチングすることによって、第 1 リム部 30、第 2 リム部 35A、35B、35C、第 3 リム部 45、及び複数の第 1 ピン 32 及び複数の第 2 ピン 53 等が一体的に形成されたものとなっている。

【0057】

前記撥液プレート 50 の表面には、フッ素系の材料などを用いた撥液処理（ここでは撥水コートなどの撥水処理）が施され、撥液面（撥水面）が形成されている。撥液プレート 50 の撥液（撥水）面は、一般的に遠紫外域又は真空紫外域の光に弱く、露光光（照明光）IL の照射によって撥液（撥水）性能が劣化する。また、撥液プレート 50 の上面に液体の付着跡（ウォーターマークなど）が形成されるおそれもあるため、撥液プレート 50 は容易に着脱（交換）可能になっている。なお、撥液プレート 50 の保持は、真空吸着方式だけでなく、静電吸着方式などの他の方式で行なうこともできる。

【0058】

また、ウエハ W の表面には、レジスト（感光剤）が塗布されている。本実施形態では、一例として感光剤として ArF エキシマレーザ用の感光剤であって撥液性（撥水性、接触角 $80^{\circ} \sim 85^{\circ}$ ）を有するものが用いられている。勿論、この感光剤の上層に撥液性（液体との接触角 $90 \sim 120^{\circ}$ ）を有するトップコート層の形成材料を塗布しても良い。なお、ウエハ W の表面は、必ずしも撥液性でなくても良く、液体との接触角が $60^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 程度のレジストを用いることもできる。また、ウエハ W の側面及び裏面の少なくとも一部に撥液処理を施しても良い。同様に、ウエハホルダ WH、プレートホルダ PH の少なくとも一部に撥液処理を施しても良い。

【0059】

上述のようにして構成されたウエハテーブル WTB の位置は、干渉計システム 118（図 6 参照）によって計測されるが、これについては後述する。

【0060】

前記計測ステージ MST は、図 2 に示されるように、X 軸方向を長手方向とする Y ステージ 81 などの複数の部材の組み合わせによって構成され、その最下面（ベース盤 12 に最も接近している部材の下面）に設けられた複数の気体静圧軸受け、例えばエアベアリングを介してベース盤 12 の上面（ガイド面）上方に数 μm 程度のクリアランスを介して非

10

20

30

40

50

接触で支持されている。

【0061】

計測ステージMSTは、図3の斜視図からも分かるように、X軸方向に細長い長方形の板状の計測ステージ本体81cと該計測ステージ本体81c上面のX軸方向の一側、他側にそれぞれ固定された一对の突出部81a、81bとを有するYステージ81と、前記計測ステージ本体81cの上面の上方に配置されたレベリングテーブル52と、該レベリングテーブル52上に設けられた計測テーブルMTBとを備えている。

【0062】

前記Yステージ81の一部を構成する計測ステージ本体81cのX軸方向の一側と他側の端面には、Y軸方向に沿って所定間隔で配置された複数の電機子コイルを内蔵する電機子ユニットから成る可動子84、85が、それぞれ固定されている。これらの可動子84、85のそれぞれは、前述したY軸用の固定子86、87にそれぞれ内側から挿入されている。すなわち、本実施形態では、電機子ユニットから成る可動子84、85と、該可動子84、85それぞれが挿入された磁極ユニットから成るY軸用の固定子86、87とによって、2つのムービングコイル型のY軸リニアモータが構成されている。以下においては、上記2つのY軸リニアモータのそれぞれを、それぞれの可動子84、85と同一の符号を用いて、適宜、Y軸リニアモータ84、Y軸リニアモータ85とも呼ぶものとする。本実施形態では、これらのY軸リニアモータ84、85によって、計測ステージMSTの全体が、Y軸方向に駆動される。なお、このY軸リニアモータ84、85をムービングマグネット型のリニアモータとしても良い。

【0063】

前記計測ステージ本体81cの底面には、前述の複数の気体静圧軸受けが設けられている。この計測ステージ本体81c上面のX軸方向の一側、他側の+Y側端部近傍に、前述の一对の突出部81a、81bが相互に対峙して固定されている。これらの突出部81a、81b相互間には、XY面内でX軸方向にそれぞれ延びる固定子61、固定子63が、Z軸方向(上下)に所定間隔を隔てて架設されている。

【0064】

前記レベリングテーブル52の+X側の端面には、Xボイスコイルモータ54aの可動子が設けられ、該Xボイスコイルモータ54aの固定子は、計測ステージ本体81cの上面に固定されている。また、レベリングテーブル52の-Y側の端面には、Yボイスコイルモータ54b、54cの可動子がそれぞれ設けられ、これらのYボイスコイルモータ54b、54cの固定子は、計測ステージ本体81cの上面に固定されている。前記Xボイスコイルモータ54aは、例えば磁極ユニットから成る可動子と電機子ユニットから成る固定子とから構成され、これらの間の電磁相互作用により、X軸方向の駆動力を発生する。また、前記Yボイスコイルモータ54b、54cも同様に構成され、Y軸方向の駆動力を発生する。すなわち、レベリングテーブル52は、Xボイスコイルモータ54aによりYステージ81に対して、X軸方向に駆動され、Yボイスコイルモータ54b、54cによりYステージ81に対してY軸方向に駆動される。また、ボイスコイルモータ54b、54cが発生する駆動力を異ならせることにより、レベリングテーブル52をYステージ81に対してZ軸回りの回転方向(z方向)へ駆動することができる。

【0065】

前記レベリングテーブル52の内部には、Z軸方向の駆動力を発生する3つのZボイスコイルモータ(図示省略)が、それぞれ配置されている。

【0066】

すなわち、レベリングテーブル52は、前述したXボイスコイルモータ54a、Yボイスコイルモータ54b、54c、及び内部に配置された不図示のZボイスコイルモータにより、6自由度方向(X、Y、Z、x、y、z)に非接触で微小駆動可能とされている。

【0067】

図3に戻り、前記計測テーブルMTBは、計測テーブル本体59と、該計測テーブル本

10

20

30

40

50

体59の+Y側面に上下に並んで固定された、X軸方向を長手方向とする断面略U字状の可動子62、64とを備えている。

【0068】

前記可動子62は、YZ断面略U字状の可動子ヨークと、該可動子ヨークの内面(上下面)にX軸方向に沿って所定間隔でかつ交互に配置されたN極永久磁石とS極永久磁石の複数の組から成る永久磁石群とを備え、前述の固定子61に係合状態とされている。可動子62の可動子ヨークの内部空間には、X軸方向に沿って交番磁界が形成されている。前記固定子61は、例えばX軸方向に沿って所定間隔で配置された複数の電機子コイルを内蔵する電機子ユニットから成る。すなわち、固定子61と可動子62とによって、計測テーブルMTBをX軸方向に駆動するムービングマグネット型のX軸リニアモータLXが構成されている。

10

【0069】

前記可動子64は、YZ断面略U字状の可動子ヨークと、該可動子ヨークの内面(上下面)に1つずつ設けられたN極永久磁石とS極永久磁石とを備え、前述の固定子63に係合状態とされている。可動子64の可動子ヨークの内部空間には、+Z向き又は-Z向きの磁界が形成されている。前記固定子63は、その内部に、N極磁石とS極磁石とにより形成される磁界中でX軸方向にのみ電流が流れるような配置で配置された電機子コイルを備えている。すなわち、可動子64と固定子63とによって、計測テーブルMTBをY軸方向に駆動するムービングマグネット型のYボイスコイルモータVYが構成されている。

【0070】

20

これまでの説明から明らかなように、本実施形態では、Y軸リニアモータ82~85及びX軸リニアモータ80、ウエハテーブルWTBを駆動する不図示のZ・チルト駆動機構、計測ステージMST上の上述した各モータ(54a~54c, LX, VY及び不図示のZボイスコイルモータ)により、図6に示されるステージ駆動系124が構成されている。このステージ駆動系124を構成する各種駆動機構が、図6に示される主制御装置20によって制御される。

【0071】

前記計測テーブルMTBは、露光に関する各種計測を行うための計測器類を、さらに備えている。これをさらに詳述すると、計測テーブル本体59の上面には、図3に示されるように、例えばゼロデュア(シヨット社の商品名)や石英ガラス等のガラス材料から成るプレート101が設けられている。このプレート101にはそのほぼ全面に渡ってクロムが塗布され、所々に計測器用の領域や、レチクル透過率の計測などのときに用いられる高低基準反射面領域や、特開平5-21314号公報及びこれに対応する米国特許第5,243,195号明細書や特開平10-050600号公報及びこれに対応する米国特許第6,243,158号明細書などに開示される複数の基準マークが形成された基準マーク領域FMが設けられている。この基準マーク領域が、計測部材を構成している。プレート101の表面は、フラットな面となっている。

30

【0072】

前記計測器用の領域には、パターンニングが施され、各種計測用開口パターンが形成されている。この計測用開口パターンとしては、例えば空間像計測用開口パターン(例えばスリット状開口パターン)、照明むら計測用ピンホール開口パターン、照度計測用開口パターン、及び波面収差計測用開口パターンなどが形成されている。

40

【0073】

前記空間像計測用開口パターンの下方の計測テーブル本体59の内部には、投影光学系PL及び水を介してプレート101に照射される露光光(照明光)ILを、前記空間像計測用開口パターンを介して受光する受光系が設けられており、これによって、例えば特開2002-14005号公報及びこれに対応する米国特許出願公開第2002/0041377号明細書などに開示される投影光学系PLにより投影されるパターンの空間像(投影像)の光強度を計測する空間像計測器が構成されている。

【0074】

50

また、照明むら計測用ピンホール開口パターンの方の計測テーブル本体 59 の内部には、受光素子を含む受光系が設けられており、これによって、特開昭 57 - 117238 号公報及びこれに対応する米国特許第 4,465,368 号明細書などに開示される投影光学系 PL の像面上で照明光 IL を受光するピンホール状の受光部を有する照度むら計測器が構成されている。

【0075】

また、照度計測用開口パターンの方の計測テーブル本体 59 の内部には、受光素子を含む受光系が設けられており、これによって、例えば特開平 11 - 16816 号公報及びこれに対応する米国特許出願公開第 2002/0061469 号明細書などに開示される投影光学系 PL の像面上で水を介して照明光 IL を受光する所定面積の受光部を有する照

10

【0076】

また、波面収差計測用開口パターンの方の計測テーブル本体 59 の内部には、例えばマイクロレンズアレイを含む受光系が設けられており、これによって例えば国際公開第 99/60361 号及びこれに対応する欧州特許第 1,079,223 号明細書などに開示される波面収差計測器が構成されている。

【0077】

なお、図 6 では上記の空間像計測器、照度むら計測器、照度モニタ及び波面収差計測器が、計測器群 43 として示されている。

【0078】

なお、本実施形態では、投影光学系 PL と水を介して露光光（照明光）IL によりウエハ W を露光する液浸露光が行われるのに対応して、照明光 IL を用いる計測に使用される上記の照度モニタ、照度むら計測器、空間像計測器、波面収差計測器などでは、投影光学系 PL 及び水を介して照明光 IL を受光することとなる。このため、プレート 101 の表面に撥水コートを実施しても良い。また、上記各計測器は、例えば光学系などの一部だけが計測ステージ MST に搭載されていても良いし、計測器全体を計測ステージ MST に配置するようにしても良い。また、上述の空間像計測器、照度ムラ計測器、照度モニタ及び波面収差計測器は、必ずしもその全てが備えられている必要はなく、必要に応じて一部のみを搭載するだけでも良い。

20

【0079】

上述のようにして構成された計測ステージ MST（計測テーブル MTB）の位置は、後述する干渉計システム 118（図 6 参照）によって計測される。

30

【0080】

また、本実施形態の露光装置 100 では、投影ユニット PU を保持する保持部材には、図 1 に示されるオフアクシス・アライメント系（以下、「アライメント系」と略述する）ALG が設けられている。このアライメント系 ALG としては、例えば特開 2001 - 257157 号公報及びこれに対応する米国特許出願公開第 2001/0023918 号明細書や特開平 8 - 213306 号公報及びこれに対応する米国特許第 5,783,833 号明細書などに開示される、ウエハ上のレジストを感光させないブロードバンドな検出光束を対象マークに照射し、その対象マークからの反射光により受光面に結像された対象マ

40

【0081】

なお、アライメント系 ALG としては、FIA 系に限らず、コヒーレントな検出光を対象マークに照射し、その対象マークから発生する散乱光又は回折光を検出する、あるいはその対象マークから発生する 2 つの回折光（例えば同次数の回折光、あるいは同方向に回折する回折光）を干渉させて検出するアライメントセンサを単独であるいは適宜組み合わせ

50

【 0 0 8 2 】

なお、アライメント系 A L G の光学素子や光学素子を保持する保持部材など、ウエハテーブル W T B の移動面の近傍に配置され、液体の飛散により液体の付着が懸念される部材には撥水性のカバーを設けても良い。また、光学素子とその光学素子を保持する保持部材との隙間など、アライメント系 A L G 内部への液体の侵入が懸念される隙間には O リングなどシール部材が配置されている。さらに、アライメント系 A L G の終端（下端）の光学素子の表面やアライメント系 A L G に固定された干渉計用のミラー表面など、ウエハテーブル W T B の移動面の近傍に配置された光学部材の表面は撥液性の材料で被膜されており、水の付着が防止されているばかりでなく、水が付着してもオペレータなどの作業者が容易に拭き取れるようになっている。

10

【 0 0 8 3 】

さらに、本実施形態の露光装置 1 0 0 では、図 1 では図示が省略されているが、照射系 9 0 a 及び受光系 9 0 b（図 6 参照）を含む、例えば特開平 6 - 2 8 3 4 0 3 号公報及びこれに対応する米国特許第 5, 4 4 8, 3 3 2 号明細書等に関示されるものと同様の斜入射方式の多点焦点位置検出系が設けられている。本実施形態では、一例として、照射系 9 0 a が投影ユニット P U の - X 側にて投影ユニット P U を保持する保持部材に吊り下げ支持され、受光系 9 0 b が投影ユニット P U の + X 側にて保持部材の下方に吊り下げ支持されている。すなわち、照射系 9 0 a 及び受光系 9 0 b と、投影光学系 P L とが、同一の部材に取り付けられており、両者の位置関係が一定に維持されている。

【 0 0 8 4 】

次に、干渉計システム 1 1 8 の構成及び作用について説明する。

20

【 0 0 8 5 】

前記ウエハテーブル W T B の - X 側の端面及び - Y 側の端面には、鏡面加工が施され、図 2 に示されるように、反射面 1 7 X, 1 7 Y がそれぞれ形成されている。また、前記計測テーブル M T B の - X 側の端面、+ Y 側の端面及び - Y 側の端面には、鏡面加工が施され、それぞれ反射面 1 1 7 X, 1 1 7 Y₁, 1 1 7 Y₂ が形成されている。

【 0 0 8 6 】

干渉計システム 1 1 8 は、図 5 に示されるように、Y 軸干渉計 1 6、1 8、7 8 と、X 軸干渉計 4 6、6 6、7 6 とを含む。

【 0 0 8 7 】

Y 軸干渉計 1 6、1 8 は、ともに投影光学系 P L の投影中心（光軸 A X）及びアライメント系 A L G の検出中心を結ぶ Y 軸に平行な測長軸を有している。これらの Y 軸干渉計 1 6、1 8 は、ともに、少なくとも 3 本の光軸を有する多軸干渉計であり、各光軸の出力値は独立に計測できるようになっている。また、X 軸干渉計 4 6 は、Y 軸干渉計 1 6、1 8 の測長軸と投影光学系 P L の投影中心で垂直に交差する測長軸を有している。また、X 軸干渉計 6 6 は、Y 軸干渉計 1 6、1 8 の測長軸とアライメント系 A L G の検出中心で垂直に交差する測長軸を有している。これらの X 軸干渉計 4 6、6 6 は、ともに少なくとも 2 本の光軸を有する多軸干渉計であり、各光軸の出力値は独立に計測できるようになっている。上記 4 つの干渉計 1 6、1 8、4 6、6 6 の出力値（計測値）は、図 6 に示される主制御装置 2 0 に供給される。例えば、図 5 の状態では、Y 軸干渉計 1 6 からの干渉計ビーム（測長ビーム）が計測テーブル M T B の反射面 1 1 7 Y₁ に投射され、Y 軸干渉計 1 8 からの干渉計ビーム（測長ビーム）がウエハテーブル W T B の反射面 1 7 Y に投射され、X 軸干渉計 4 6 からの干渉計ビーム（測長ビーム）が計測テーブル M T B の反射面 1 1 7 X に投射され、X 軸干渉計 6 6 からの干渉計ビーム（測長ビーム）がウエハテーブル W T B の反射面 1 7 X に投射されている。干渉計 1 6、1 8、4 6、6 6 ではそれぞれの各光軸の測長ビームの前記各反射面からの反射光を受光することで、光軸毎に各反射面の基準位置（一般には投影ユニット P U 側面や、オフアクシス・アライメント系 A L G（図 6, 図 5 等参照）の側面に固定ミラーを配置し、そこを基準面とする）からの計測方向の変位を計測する。

30

40

【 0 0 8 8 】

50

図5の場合、主制御装置20ではY軸干渉計18からの出力値に基づいて、ウエハテーブルW T BのY軸方向の位置(Y位置)のみならず、X軸回りの回転量(ピッチング量)及びZ軸回りの回転量(ヨーイング量)をも計測する。また、主制御装置20では、Y軸干渉計16からの出力値に基づいて、計測テーブルM T BのY軸方向の位置(Y位置)のみならず、X軸回りの回転量(ピッチング量)及びZ軸回りの回転量(ヨーイング量)をも計測する。また、主制御装置20では、X軸干渉計66の出力値(計測値)に基づいて、ウエハテーブルW T BのX軸方向の位置(X位置)のみならず、Y軸回りの回転量(ローリング量)をも計測する。また、主制御装置20ではX軸干渉計46からの出力値に基づいて、計測テーブルM T BのX位置及びローリング量を計測する。

【0089】

10

図5からわかるように、本実施形態では、Y軸干渉計18からの干渉計ビームは、ウエハステージW S Tのアライメント時及び露光時の移動範囲の全域で常に移動鏡17 Yに投射され、Y軸干渉計16からの干渉計ビームは、計測ステージM S Tの移動範囲の全域で常に移動鏡117 Y₁に投射されるようになっている。従って、Y軸方向については、図5中に二点鎖線で示されるウエハ交換位置にウエハステージW S Tが移動した場合などを除き、ステージW S T、M S TのY位置は、主制御装置20によりY軸干渉計18、16の計測値に基づいて管理される。

【0090】

この一方、図2及び図5からもわかるように、主制御装置20は、X軸干渉計46からの干渉計ビームのみが、反射面17 Xに当たる範囲で、X軸干渉計46の出力値にもとづいてウエハテーブルW T B(ウエハステージW S T)のX位置を管理するとともに、X軸干渉計46からの干渉計ビームのみが、反射面117 Xに当たる範囲で、X軸干渉計46の出力値に基づいて計測テーブルM T B(計測ステージM S T)のX位置を管理する。また、主制御装置20は、X軸干渉計66からの干渉計ビームのみが、反射面17 Xに当たる範囲で、X軸干渉計66の出力値にもとづいてウエハテーブルW T B(ウエハステージW S T)のX位置を管理するとともに、X軸干渉計66からの干渉計ビームのみが、反射面117 Xに当たる範囲で、X軸干渉計66の出力値に基づいて計測テーブルM T B(計測ステージM S T)のX位置を管理する。

20

【0091】

また、主制御装置20は、X軸干渉計46及びX軸干渉計66からの干渉計ビームが同時に反射面17 Xに当たっている範囲を含め、ウエハアライメントの際にはウエハテーブルW T B(ウエハステージW S T)のX位置は、X軸干渉計66を用いて管理し、露光の際のウエハテーブルW T B(ウエハステージW S T)のX位置は、X軸干渉計46を用いて管理する。これにより、ウエハアライメント時及び露光時のいずれにおいても、アップ誤差なく、ウエハテーブルW T B(ウエハステージW S T)のX位置を管理することができる。

30

【0092】

残りのX軸干渉計76、Y軸干渉計78は、干渉計46、66、18で管理できないウエハ交換位置近傍にあるときのウエハステージW S Tの位置を管理するための干渉計である。これらの干渉計76、78の計測値に基づいて、主制御装置20は、干渉計46、66、18の出力値に基づいてX位置を管理できない間の、ウエハテーブルW T B(ウエハステージW S T)の位置を管理する。

40

【0093】

また、計測ステージM S Tが、図5の状態により更に+ Y側の待機位置にあるときは、X軸干渉計66は勿論、X軸干渉計46からの干渉計ビームも反射面117 Xに当たっていない。この状態から計測ステージM S Tを- Y方向に移動する際、主制御装置20は、X軸干渉計46からの干渉計ビームが、反射面117 Xに当たらない状態から反射面117 Xに当たり始めた直後の時点で、それまで制御に用いられていなかったX軸干渉計46をリセットし、それ以後は、X軸干渉計46を用いて、計測テーブルM T B(計測ステージM S T)のX位置を管理する。その他の干渉計は、隣接する干渉計の出力(計測値)を

50

用いたりセット（つなぎりセット）動作を行うことができるようになっている。すなわち、各干渉計のリセット直前の時点で、隣接する2つの干渉計からの測長ビームが反射面に同時に照射されるようになった時点で、その直前までウエハステージWST又は計測ステージMSTの位置制御に用いられていたX軸干渉計又はY軸干渉計の計測値をそのまま引き継いでリセット対象の干渉計をリセット（プリセット）することで、支障なくそのリセット後の干渉計を用いて、ウエハステージWST又は計測ステージMSTの位置を管理することができる。勿論、計測テーブルMTBが待機位置にあるときに、計測テーブルMTBのX軸方向の位置を計測する干渉計を追加しても良い。

【0094】

さらに、本実施形態の露光装置100では、ウエハ交換位置（ローディングポジション）が、ウエハステージWSTの移動可能範囲の+X側端部近傍かつ-Y側端部近傍の位置に定められており、このウエハ交換位置にウエハステージWSTがあるときに、レチクルアライメント及びアライメント系ALGのベースライン計測が行われるようになっている。ウエハ交換位置にウエハステージWSTがあるときには、Y軸干渉計18からの干渉計ビーム（測長ビーム）が、計測テーブルMTBの反射面117Y₂に当たっているため、これに先立って、主制御装置20は、そのY軸干渉計18の計測値をリセットしている。そして、主制御装置20は、そのリセット後のY軸干渉計18とX軸干渉計46とを用いて計測テーブルMTBの位置を管理しつつ、レチクルアライメント及びアライメント系ALGのベースライン計測の一連の動作を開始する。これは、ウエハアライメント時及び露光時のウエハテーブルWTB（ウエハステージWST）の位置計測に用いられるY軸干渉計18を用いて計測テーブルMTBの位置を管理しつつ計測テーブルMTB上の前述の基準マーク領域FMを用いてベースラインを計測し、その計測したベースラインを用いて露光の際のウエハテーブルWTBの位置制御を行うことで、制御に用いられる干渉計の相違に起因する位置誤差が生じないようにするためである。

【0095】

本実施形態では、レチクルアライメントの際には、主制御装置20によって、液浸機構132の液体供給装置88及び液体回収装置92の各バルブの開閉制御が前述したようにして行われ、投影光学系PLの先端レンズ91と計測テーブルMTBの基準マーク領域FMとの間に水Lqが常時満たされる。そして、レチクルR上の少なくとも一対のレチクルアライメントマークと対応する基準マーク領域FM上の少なくとも一対の第1基準マークとの相対位置（第1の相対位置）が、主制御装置20によってレチクルアライメント検出系RAa、RAbを用いて検出され、その後計測テーブルMTBがベースラインの設計値に基づいて基準マーク領域FMがアライメント系ALGの直下に位置する位置まで移動され、基準マーク領域FM上に水Lqが存在しない状態で、基準マーク領域FM上の第2基準マークがアライメント系ALGを用いて検出され、そのアライメント系ALGの検出中心と第2基準マークとの相対位置（第2の相対位置）が、検出される。そして、主制御装置20では、上記第1の相対位置と第2の相対位置とベースラインの設計値と一対の第1基準マークと第2基準マークとの位置関係とに基づいて、アライメント系ALGのベースラインを算出する。

【0096】

本実施形態では、3つのY軸干渉計16, 18, 78と、3つのX軸干渉計46, 66, 76とによって、図6の干渉計システム118が構成されているが、このような干渉計システムの構成は一例に過ぎず、本発明がこれに限定されないことは勿論である。

【0097】

図1に戻り、露光装置100には、ウエハステージWSTにウエハを搬送する搬送アーム70が設けられている。この搬送アーム70は、ウエハの中心位置及び回転角を検出する不図示のプリアライメント装置とウエハ交換位置にあるウエハステージWSTとの間で、ウエハを搬送するものであれば良く、スライド方式のアームを用いても良いし、水平多関節型のロボットアームなどを用いても良い。本実施形態では、この搬送アーム70、不図示のプリアライメント装置及び該プリアライメント装置に対して外部からウエハを搬送

10

20

30

40

50

する搬送部等を含んで、ウエハステージWSTにウエハを搬送する搬送系72(図6参照)が構成されている。

【0098】

図6には、露光装置100の制御系の主要な構成が示されている。この制御系は、装置全体を統括的に制御するマイクロコンピュータ(又はワークステーション)から成る主制御装置20を中心として構成されている。

【0099】

ところで、ウエハテーブルWTB、計測テーブルMTBのXY面内の位置は、上述した如く、干渉計システム118の各干渉計で0.5~1nm程度の分解能で計測可能であるが、本実施形態の撥液プレート50には位置計測の基準となるマーク等が存在しないので、例えば、全てのY軸干渉計又は全てのX軸干渉計からの干渉計ビームがウエハテーブルWTBの反射面に当たらなくなった後に、少なくとも1つの干渉計をリセット後にウエハテーブルWTBを基準状態(又は最後の干渉計ビームが切れる前の状態)に復帰させることが困難である。また、本実施形態においては、撥液プレート50の周囲がウエハテーブルWTB(反射面)より外側に張り出しているため、撥液プレート50の外周エッジが他の部材に衝突しないようにウエハテーブルWTBの位置制御を行うことが困難である。特に、撥液プレート50が交換された直後などもウエハテーブルWTBの位置制御が困難になる。かかる点に鑑みて、本実施形態の露光装置100では、主制御装置20により、次のようにして撥液プレート50の位置が計測され、この計測結果に基づいて、ウエハテーブルWTBの位置管理が行われる。

【0100】

図7には、一例として撥液プレート50の交換後に実行される、ウエハテーブルWTBの基準状態への復帰動作の際の、主制御装置20(内部のCPU)の処理アルゴリズムを示すフローチャートが示されている。この処理アルゴリズムが開始されるのは、干渉計18の計測値がリセットされた直後に図8に示される位置にウエハステージWSTが移動したときであるものとする。このとき、ウエハテーブルWTBの位置は、干渉計18、76の計測値に基づいて、主制御装置20によって管理されている。なお、ウエハテーブルWTBそのもののz方向の回転誤差は無視できる程度に小さいものとする。また、前述の如く、ウエハテーブルWTB(ウエハステージWST)等が移動する際に、前述した干渉計の計測値のつなぎプリセットが実行されるが、以下の処理アルゴリズムの説明では、その説明の簡略化のために、干渉計の計測値のつなぎプリセットに関する説明などは省略するものとし、干渉計システム118の測長軸で定められるステージ座標系(X,Y)上でウエハステージWST(ウエハテーブルWTB)の位置が管理されるものとする。つなぎプリセットで隣接するX軸干渉計の計測値、Y軸干渉計の計測値を順次受け継いでいるので、このように仮定しても特に問題はないものと考えられる。

【0101】

まず、図7のステップ202において、撥液プレート50の外周エッジの計測点の番号を示す第1カウンタのカウント値nを1に初期化する(n=1)。ここで、計測対象の領域としては、N個、ここでは4個の領域、すなわち撥液プレート50の上下左右の各エッジの中央の点が定められているものとする。

【0102】

次のステップ204では、干渉計システム118を用いてウエハテーブルWTBの位置を計測しつつ、撥液プレート50の外周エッジ上の第n番目(ここでは第1番目)の計測点をアライメント系ALGの直下に位置決めすべくウエハステージWSTを移動する。

【0103】

図9(A)には、ウエハテーブルWTB(ウエハステージWST)上の撥液プレート50の外周エッジ上の第1番目の計測点がアライメント系ALGの撮像視野に位置決めされたときの様子が示されている。なお、図9(A)~図9(D)において、符号ALG'は、アライメント系ALGの撮像視野を示す。

【0104】

10

20

30

40

50

図7に戻り、ステップ206では、その外周エッジ上の第n番目(ここでは、第1番目)の計測点をアライメント系ALGを用いて撮像し、その撮像データ(撮像信号)を取り込むとともに、そのときの干渉計システム118の計測値を取り込み、不図示のメモリ内に両者に対応付けて記憶する。

【0105】

次のステップ208では、第1カウンタのカウント値nがN(ここではN=4)に達したか否かを判断する。このとき、n=1であるから、ここでの判断は否定され、ステップ210に移行して第1カウンタのカウント値nを1インクリメントした後、ステップ204に戻る。

【0106】

以降、ステップ208における判断が肯定されるまで、ステップ204 206 208 210のループの処理を繰り返す。これにより、図9(A)の位置から、図9(B)、図9(C)、図9(D)にそれぞれ示される位置にウエハテーブルWTBが順次位置決めされ、各位置決め位置で撥液プレート50の外周エッジがアライメント系ALGを用いて撮像され、その撮像データと対応するウエハテーブルWTBの位置情報(干渉計システム118の計測値)がメモリ内に格納される。

【0107】

そして、図9(D)に示される撥液プレート50の-X側のエッジの撮像データ等の取り込みが終了すると、ステップ208における判断が肯定され、ステップ212に進む。

【0108】

ステップ212では、メモリ内に記憶されている、各エッジの撮像データ(撮像結果)と対応する干渉計システム118の計測結果とに基づいて、画像処理の手法により撥液プレート50の第1番目~N番目(ここでは4番目)の外周エッジの計測点の位置情報を取得する。

【0109】

次のステップ214では、得られたN箇所(ここでは4箇所)の外周エッジの位置情報に基づいて、撥液プレート50の位置情報、例えば撥液プレート50の所定の基準点(例えば中心点)のステージ座標系(X, Y)上における位置情報等を算出した後、必要に応じてステップ216の処理を行った後、図7のフローチャートで示される処理を終了する。

【0110】

このようにして計測された撥液プレート50の外周エッジの位置情報又は撥液プレート50の位置情報に基づいて、その後のウエハテーブルWTBの位置管理が、主制御装置20によって行われる。例えば、主制御装置20は、ウエハテーブルWTBに搭載された撥液プレート50の外周エッジが計測ステージWSTと衝突しないように、撥液プレート50の外周エッジの位置情報又は撥液プレート50の位置情報に基づいて、ウエハテーブルWTB(ウエハステージWST)の位置と計測ステージMSTの位置との少なくとも一方を制御する。

【0111】

ここで、例えば上記ステップ216の処理を行う場合には、ウエハホルダの一部の位置情報を前述の撥液プレート50の位置情報と同様にして取得するとともに、その位置情報と上記ステップ212又は214で取得した撥液プレート50の位置情報とに基づいて、ウエハホルダWH(ウエハテーブルWTB)と撥液プレートとの位置関係を算出する。

【0112】

ここで、例えば、撥液プレート50のz回転をも計測する場合には、撥液プレート50の外周エッジの計測点を、少なくとも1つのエッジ上に複数箇所(すなわち、合計で5箇所以上)予め設定して、前述の図7と同様のフローチャートに従って処理を行えば良い。図10(A)には、撥液プレート50の+Y側端部のエッジ上の複数箇所の計測点の位置情報を順次計測する際のウエハテーブルWTBの移動の様子が示されている。そして、この場合には、前述のステップ214において、撥液プレート50の位置情報として、上

10

20

30

40

50

記基準点の位置情報に加えて、その複数箇所の計測対象の領域が設定されたエッジ上の少なくとも2点の位置情報に基づいてそのエッジの z 回転（すなわち、撥液プレート50のステージ座標系に対する回転角）をも算出することとすれば良い。

【0113】

この場合において、撥液プレート50の4辺のエッジの各々に複数の計測点を設定し、各エッジの z 回転を求めても良い。例えば、例えば図10(B)に模式的に示されるように、4辺のエッジの各々に3点の計測点を設定し、得られた各エッジの z 回転の平均値を算出しても良い。なお、実際にはアライメント系ALGの撮像視野ALG'が固定でウエハテーブルWTBが移動するのであるが、図10(B)では便宜上固定のウエハテーブルWTBに対して撮像視野ALG'が移動するかのようによろしく示されている。

10

【0114】

なお、本実施形態においては、撥液プレート50のほぼ中心に対して対称な2箇所を含む複数箇所を撥液プレート50の外周エッジを撮像するようにしているが、撮像箇所はこれらに限定されず、撥液プレート50のほぼ中心に対して対称な2箇所でもなくとも良い。例えば、撥液プレート50の一边の外周エッジの一箇所と、その一边と相対する他辺の外周エッジの一箇所とを含む複数箇所を外周エッジを撮像するようにしても良い。この場合、少なくとも相対する2辺の外周エッジのほぼ対称な画像を取得することができるので、撥液プレート50の位置情報（例えば中心位置）を算出することができる。

【0115】

次に、本実施形態の露光装置100で行われる、ウエハテーブルWTB上の撥液プレート交換から次に撥液プレートの交換が行われるまでの間の、一連の処理について、主制御装置20（内部のCPU）の処理アルゴリズムを示す図11、図12のフローチャートに基づいて、かつ適宜他の図面を参照しつつ説明する。以下の処理アルゴリズムの説明では、前述の干渉計の計測値のつなぎプリセットに関する説明などは省略するものとし、干渉計システム118の測長軸で定められるステージ座標系(X, Y)上でウエハステージWST（ウエハテーブルWTB）の位置が管理されるものとする。

20

【0116】

まず、図11のステップ222において、撥液プレートの開口の内周エッジの位置情報を計測するサブルーチンの処理を実行する。

【0117】

このステップ222のサブルーチンでは、まず、図13のステップ302において、撥液プレート50の開口50aの内周エッジの計測点の順番を示す第2カウンタのカウント値mを1に初期化する(m=1)。ここで、計測点としては、M個、ここでは8個、すなわち撥液プレート50の開口50aの中心から上下左右方向を含む中心角45°の8方向に放射状に伸びた8本のラインのそれぞれと内周エッジとの交点である8点が定められているものとする。

30

【0118】

次のステップ304では、干渉計システム118を用いてウエハテーブルWTBの位置を計測しつつ、撥液プレート50の開口50aの内周エッジ上の第m番目（ここでは第1番目）の計測点をアライメント系ALGの撮像視野の直下に位置決めすべく、ウエハテーブルWTB（ウエハステージWST）を移動する。

40

【0119】

図15(A)には、第1番目の計測点がアライメント系ALGの撮像視野に位置決めされたときの様子が示されている。なお、図15(A)~図15(D)、図16(A)~図16(D)において、符号ALG'は、アライメント系ALGの撮像視野を示す。

【0120】

次のステップ306では、開口50aの内周エッジ上の第m番目（ここでは、第1番目）の計測点をアライメント系ALGを用いて撮像し、その撮像データ（撮像信号）を取り込むとともに、そのときの干渉計システム118の計測値を取り込み、不図示のメモリ内に両者を対応付けて記憶する。

50

【 0 1 2 1 】

次のステップ 3 0 8 では、第 2 カウンタのカウント値 m が M (ここでは $M = 8$) に達したか否かを判断する。このとき、 $m = 1$ であるから、ここでの判断は否定され、ステップ 3 1 0 に移行して第 2 カウンタのカウント値 m を 1 インクリメントした後、ステップ 3 0 4 に戻る。

【 0 1 2 2 】

以降、ステップ 3 0 8 における判断が肯定されるまで、ステップ 3 0 4 3 0 6 3 0 8 3 1 0 のループの処理を繰り返す。これにより、図 1 5 (A) の位置から、図 1 5 (B)、図 1 5 (C)、図 1 5 (D)、図 1 6 (A)、図 1 6 (B)、図 1 6 (C)、図 1 6 (D) にそれぞれ示される位置にウエハテーブル W T B が順次位置決めされ、各位置決め位置で撥液プレート 5 0 の開口 5 0 a の内周エッジがアライメント系 A L G を用いて撮像され、その撮像データと対応するウエハテーブル W T B の位置情報 (干渉計システム 1 1 8 の計測値) がメモリ内に格納される。

10

【 0 1 2 3 】

そして、図 1 6 (D) に示される開口 5 0 a の内周エッジ上の第 8 番目の計測点の撮像データの取り込みが終了すると、ステップ 3 0 8 における判断が肯定され、ステップ 3 1 4 に進む。この時点で、図 1 7 (A) に模式的に示されるように、開口 5 0 a の内周エッジ上の 8 箇所の撮像データ及び対応するウエハテーブル W T B の位置情報のデータがメモリ内に格納されている。なお、実際にはアライメント系 A L G の撮像視野 A L G ' が固定でウエハテーブル W T B が移動するのであるが、図 1 7 (A) では便宜上固定のウエハテーブル W T B に対して撮像視野 A L G ' が移動するかのようによ示されている。

20

【 0 1 2 4 】

ステップ 3 1 4 では、メモリ内に記憶されている、開口 5 0 a の内周エッジ上の M 箇所 (ここでは 8 箇所) の撮像データ (撮像結果) と対応する干渉計システム 1 1 8 の計測結果とに基づいて、画像処理の手法により撥液プレート 5 0 の開口 5 0 a の内周エッジ上の第 1 番目 ~ 第 M 番目 (ここでは第 8 番目) の計測点の位置情報を取得した後、このサブルーチンの処理を終了して、メインルーチンのステップ 2 2 4 (図 1 1 参照) にリターンする。

【 0 1 2 5 】

ステップ 2 2 4 では、得られた M 箇所 (ここでは 8 箇所) の開口 5 0 a の内周エッジの位置情報に基づいて、例えば、最小二乗法などで、撥液プレート 5 0 の開口 5 0 a の位置情報、例えば開口 5 0 a の所定の基準点 (例えば中心点) のステージ座標系 (X , Y) 上における位置情報を算出 (すなわち内周エッジの位置情報に基づいて、干渉計システム 1 1 8 によって設定されるステージ座標系と開口 5 0 a との位置関係を決定) した後、ステップ 2 2 6 に進む。

30

【 0 1 2 6 】

ステップ 2 2 6 では、上記の M 箇所 (ここでは 8 箇所) の開口 5 0 a の内周エッジの位置情報に基づいて、撥液プレート 5 0 の開口 5 0 a の形状情報 (この形状情報には少なくとも開口 5 0 a の真円度が含まれる) を所定の演算により算出する。ここで、真円度とは、開口 5 0 a の理想的な真円からの偏差を示す評価量であって、開口 5 0 a の輪郭の開口 5 0 a の中心に対する最大半径と最小半径との差として定義できる。ここで、この真円度の基準となる円の中心は、次の a . ~ d . のいずれの方法で算出した中心であっても良い。
 a . 最小領域中心法 (MZC) : 開口の輪郭を 2 つの同心円ではさんだ時、同心円の半径差が最小になる中心、
 b . 最小二乗中心法 (LSC) : 最小二乗平均円 (基準円からの偏差の二乗和が最小となる円) の中心、
 c . 最小外接円中心法 (MCC) : 開口の輪郭に最小で外接する円の中心、
 d . 最大内接円中心法 (MIC) : 開口の輪郭に最大で内接する円の中心。

40

【 0 1 2 7 】

次のステップ 2 2 8 では、上記ステップ 2 2 6 で算出した真円度が第 1 の閾値未満か否かを判断する。ここで、第 1 の閾値は、撥液プレートとして使用が許容される限界の値が定められている。従って、このステップ 2 2 8 における判断が否定された場合には、その

50

撥液プレート50は、この露光装置では使用できない程度に真円度が不十分な開口が形成されたプレートであるため、図12のステップ264に移行して例えば不図示のディスプレイに「撥液プレート不良(交換要)」などを表示する等して、撥液プレートの不良をオペレータに通知した後、本ルーチンの処理を終了する。その後、この通知(表示)を確認することで、オペレータは、露光装置100の運転を停止して、撥液プレート50の交換をマニュアルにて実行する。なお、撥液プレート50の交換に用いられるロボットなどを備えている場合には、主制御装置20は、交換時期をディスプレイに表示するとともに、装置の運転を停止して、そのロボットなどを用いて、撥液プレートの交換を行うようにすることも可能である。

【0128】

一方、上記ステップ228における判断が肯定された場合には、次のステップ230に進んで上記ステップ226で算出した真円度が第2の閾値未満であるか否かを判断する。そして、この判断が否定された場合には、ステップ234に移行して搬送系72の搬送アーム70と前述のセンタアップ34a~34cとを用いて、撥液プレート50の開口50a内部のウエハホルダWH上に工具ウエハW1(図17(B)参照)をロードした後、ステップ236の開口内の物体の外周エッジの位置情報の計測を行うサブルーチンに移行する。ここで、工具ウエハW1は、デバイス製造に用いられる被処理物体であるウエハWに比べて一回り小さい直径(外径)を有する工具ウエハである。上記と反対に、ステップ230における判断が肯定された場合には、ステップ232に進んで搬送系72の搬送アーム70と前述のセンタアップ34a~34cとを用いて、撥液プレート50の開口50a内部のウエハホルダWH上にそのウエハWをロードした後、上記ステップ236のサブルーチンに移行する。ここで、このロードの際には、先にステップ222で取得した開口50aの内周エッジの位置情報又はステップ224で取得した開口50aの位置情報に基づいて、ウエハテーブルWTB及び搬送アーム70の少なくとも一方の位置を制御する。

【0129】

このように、第2の閾値は、工具ウエハW1、ウエハWのいずれを選択するかの切り分けのために定められている。開口50aの真円度が高い場合には、その開口50aと直径が僅かにしか異ならない、デバイス製造用のウエハWを開口50a内部のウエハホルダWH上に支障なくロードできるが、開口50aの真円度が低い場合には、その開口50aの内部のウエハホルダWH上にウエハWをロードすると、そのウエハWと開口50aの内周エッジとが接触する可能性が高く、ロードが困難になるおそれがある。そこで、後者の場合には、ウエハWより小径の工具ウエハW1をウエハホルダWH上にロードすることとしている。

【0130】

ステップ236のサブルーチンでは、まず図14のステップ322において、開口50a内の物体(工具ウエハW1又はウエハW、以下では、適宜、代表的に工具ウエハW1であるものとする)の外周エッジの計測点の番号を示す第3カウンタのカウント値kを1に初期化する(k=1)。ここで、計測点としては、K個、ここでは8個、すなわち工具ウエハW1の中心から上下左右方向を含む中心角45°の8方向に放射状に伸びた8本のラインのそれぞれと工具ウエハW1の外周エッジとの交点である8点が定められているものとする。

【0131】

次のステップ324では、干渉計システム118を用いてウエハテーブルWTBの位置を計測しつつ、撥液プレート50の開口50a内の工具ウエハW1の外周エッジ上の第k番目(ここでは第1番目)の計測点をアライメント系ALGの撮像視野の直下に位置決めすべく、ウエハテーブルWTB(ウエハステージWST)を移動する。

【0132】

次のステップ326では、工具ウエハW1の外周エッジ上の第k番目(ここでは、第1番目)の計測点をアライメント系ALGを用いて撮像し、その撮像データ(撮像信号)を取り込むとともに、そのときの干渉計システム118の計測値を取り込み、不図示のメモ

10

20

30

40

50

リ内に両者を対応付けて記憶する。

【 0 1 3 3 】

次のステップ 3 2 8 では、第 3 カウンタのカウント値 k が K (ここでは $K = 8$) に達したか否かを判断する。このとき、 $k = 1$ であるから、ここでの判断は否定され、ステップ 3 3 0 に移行して第 3 カウンタのカウント値 k を 1 インクリメントした後、ステップ 3 2 4 に戻る。

【 0 1 3 4 】

以降、ステップ 3 2 8 における判断が肯定されるまで、ステップ 3 2 4 3 2 6 3 2 8 3 3 0 のループの処理を繰り返す。これにより、図 1 7 (B) に示されるように、8 個の計測点のそれぞれがアライメント系 A L G の撮像視野 A L G ' 内に位置する位置に、ウエハテーブル W T B が順次位置決めされ、各位置決め位置で工具ウエハ W 1 の外周エッジがアライメント系 A L G を用いて撮像され、その撮像データと対応するウエハテーブル W T B の位置情報 (干渉計システム 1 1 8 の計測値) がメモリ内に格納される。

10

【 0 1 3 5 】

そして、外周エッジ上の第 8 番目の計測点の撮像データの取り込みが終了すると、ステップ 3 2 8 における判断が肯定され、ステップ 3 3 2 に進む。

【 0 1 3 6 】

ステップ 3 3 2 では、メモリ内に記憶されている、開口 5 0 a 内の物体 (工具ウエハ W 1 (又はウエハ W)) の外周エッジ上の K 箇所 (ここでは 8 箇所) の撮像データ (撮像結果) と対応する干渉計システム 1 1 8 の計測結果とに基づいて、画像処理の手法により開口 5 0 a 内の物体の外周エッジ上の第 1 番目 ~ 第 K 番目 (ここでは第 8 番目) の計測点の位置情報を取得した後、このサブルーチンの処理を終了して、メインルーチンのステップ 2 4 0 (図 1 2 参照) にリターンする。

20

【 0 1 3 7 】

ステップ 2 4 0 では、開口 5 0 a の内周エッジと開口 5 0 a 内の物体との位置関係を取得する。具体的には、開口 5 0 a 内の物体の外周エッジ上の上記 K 箇所 (ここでは 8 箇所) の位置情報に基づいて、例えば最小二乗法などで算出した物体の位置情報 (例えばその物体の中心のステージ座標系 (X , Y) 上における位置情報) と、前述のステップ 2 2 4 で得られた撥液プレート 5 0 の開口 5 0 a の位置情報 (例えば開口 5 0 a の中心点のステージ座標系 (X , Y) 上における位置情報) とに基づいて、開口 5 0 a の内周エッジと開口 5 0 a 内の物体との位置関係、例えば開口 5 0 a 中心と物体 (工具ウエハ W 1 又はウエハ W) の中心とのずれの情報を、演算により取得する。

30

【 0 1 3 8 】

次のステップ 2 4 2 では、ウエハステージ W S T をウエハ交換位置に移動させ、搬送系 7 2 の搬送アーム 7 0 とセンタアップ 3 4 a ~ 3 4 c とを用いてウエハホルダ W H 上から物体 (工具ウエハ W 1 又はウエハ W) をアンロードする。

【 0 1 3 9 】

次のステップ 2 4 4 から 1 ロット (所定枚数のウエハ) の露光が開始される。

【 0 1 4 0 】

ステップ 2 4 4 では、搬送系 7 2 の一部を構成する不図示のプリアライメント装置でプリアライメント (中心出し及び回転調整) が行われた 1 枚目の被露光基板としてのウエハ W を、搬送アーム 7 0 を用いて、ウエハ交換位置にあるウエハステージ W S T 上方まで搬送し、上記ステップ 2 4 0 で取得した開口 5 0 a の内周エッジと開口 5 0 a 内の物体との位置関係の情報、例えば前述のずれの情報を考慮して、搬送アーム 7 0 とウエハステージ W S T との位置関係を調整してウエハ W を搬送アーム 7 0 からウエハテーブル W T B 上に設けられたウエハホルダ W H 上にロードする。ここで、搬送アーム 7 0 とウエハステージ W S T との位置関係の調整は、搬送アーム 7 0 とウエハステージ W S T との両方又は一方の位置を調整することで、実現される。このように、ウエハ W のロードの際の搬送アーム 7 0 とウエハステージ W S T との位置関係を調整した後、ウエハ W をロードすることで、通常は、ウエハ W の外周エッジと撥液プレート 5 0 a の内周エッジ (ウエハテーブル W T

40

50

B上面の凹部140の内周エッジ)とが接触しないように、且つウエハWの外周エッジと開口50aの内周エッジとの間隔が所定値、例えば0.3mm程度より小さくなるように、ウエハWをウエハテーブルWTB上方の撥液プレート50の開口50aの内周エッジの内部(ウエハテーブルWTB上面の凹部の内部)のウエハホルダWH上にロードすることが可能になる。

【0141】

次のステップ246では、ウエハステージWSTをアライメント系ALGの下方に移動する。

【0142】

次のステップ248では、撥液プレート50の開口50aの内周エッジとウエハW(の外周エッジ)との間隔を、ウエハWの全周に渡って、アライメント系ALGを用いて、前述のウエハW等の外周エッジの位置情報の計測と同様の手順で実行する。このとき、特に、前述のウエハの外周エッジや開口の内周エッジを計測したときのウエハ中心からの8方向とは異なる方向の計測点を少なくとも複数組設定することが重要である。

【0143】

そして、次のステップ250では、上記ステップ248の計測結果に基づいて、上記間隔がウエハの全周に渡って許容範囲内であるかを判断する。通常は、先に説明したように、ウエハWの外周エッジと撥液プレート50aの内周エッジ(ウエハテーブルWTB上面の凹部の内周エッジ)とが接触しないように、且つウエハWの外周エッジと開口50aの内周エッジとの間隔が例えば0.3mmより小さくなるように、ウエハWがウエハホルダWH上にロードされるので、このステップ250の判断は肯定され、次のステップ252に進む。

【0144】

この一方、ウエハWの外径誤差などに起因してステップ248の計測結果に基づいてステップ250の判断を行った結果、この判断結果が否定的となる場合がある。従って、このステップ250の判断が否定された場合には、前述のステップ242に移行して、1枚目のウエハWをウエハホルダ上からアンロードする。そして、2枚目のウエハWについて前述と同様に、ステップ244、ステップ246、ステップ248、ステップ250の動作を実行する。この場合、ステップ244において、2枚目のウエハWをウエハステージ(ウエハホルダ)にロードするときに、1枚目のウエハWに関するステップ248の計測結果を考慮して、搬送アームとウエハステージとの位置関係が調整される。2枚目のウエハWに関するステップ250の判断が肯定された場合には、次のステップ252に進む。

【0145】

ステップ252では、アライメント系ALGを用いてウエハW上のアライメントマークを検出し、その検出結果とその検出時の干渉計システム118の計測値に基づいて、前記アライメントマークの位置情報を検出することでウエハアライメント、例えばエンハンスト・グローバル・アライメント(EGA)などのウエハアライメントを行う。

【0146】

次のステップ254では、上記のウエハアライメントの結果として得られたウエハW上の複数のショット領域の位置情報と、最新のアライメント系ALGのベースラインの計測結果等に基づいて、ウエハW上の各ショット領域の露光のための走査開始位置(加速開始位置)へウエハステージWSTが移動されるショット間移動動作と、各ショット領域に対するレチクルRに形成されたパターンを走査露光方式で転写する走査露光動作とを繰り返すことで、ウエハW上の複数のショット領域をステップ・アンド・スキャン方式で露光する。なお、この露光の際には、投影光学系PLの先端レンズ91の直下には常時水が満たされている。

【0147】

次のステップ256では、1ロットの全てのウエハの露光が終了したか否かを判断する。そして、この判断が否定された場合には、ステップ262に移行してウエハテーブルWTB上のウエハホルダWHに保持されている露光済みのウエハWと新たなウエハとのウエ

10

20

30

40

50

ハ交換を行った後、ステップ252に進み、以降ステップ256の判断が肯定されるまで、ステップ252 254 256 262のループの処理を繰り返す。

【0148】

一方、上記ステップ256の判断が肯定された場合には、ステップ258に進む。

【0149】

次のステップ258では、例えば照明光ILの照射履歴などを参照して撥液プレートの交換時期が到来したか否かを判断する。ここで、本実施形態では、予め実験により、撥液プレート50表面の撥水コート劣化と撥液プレート50表面に照射される積算エネルギー量との関係が求められており、その関係と照明光ILの照射履歴に基づいて、撥水コートが劣化する直前に、撥液プレート50の交換時期が到来したものと判断するようになっている。

10

【0150】

そして、交換時期が到来したと判断した場合には、前述のステップ264に移行し、交換時期は到来していないと判断した場合には、次のロットの処理へ移行する。

【0151】

このようにして、撥液プレートの交換から次の交換までの間の一連の処理が実行される。

【0152】

これまでの説明から明らかなように、本実施形態では、主制御装置20、より正確には該主制御装置20内部のCPUと、該CPUによって実行されるソフトウェアとによって、外周エッジ位置取得装置、内周エッジ位置取得装置、決定装置、形状算出装置、物体外周エッジ位置取得装置、間隔計測装置、ステージ制御装置及び制御装置などの少なくとも各一部が実現されている。しかしながら、これらソフトウェアによって実現される構成部分の少なくとも一部を、ハードウェアによって構成しても良いことは勿論である。

20

【0153】

以上説明したように、本実施形態の露光装置100によると、主制御装置20により、撥液プレート50が着脱可能に搭載されたウエハテーブルWTB（ウエハステージWST）の位置を干渉計システム118を用いて計測しつつ、アライメント系ALGを用いて撥液プレート50の一部が検出されるとともに、その検出結果と対応する干渉計システム118の計測結果とに基づいて撥液プレート50の外周エッジの位置情報が取得される（ステップ204～210）。このため、本実施形態のように、ウエハテーブルWTB（ウエハステージWST）上に位置計測用のマークなどが存在しなくても、撥液プレート50の外周エッジの位置情報に基づいて、撥液プレート50の位置、すなわちウエハテーブルWTB（ウエハステージWST）の位置を干渉計システムによって設定される移動座標系（ステージ座標系）上で管理することが可能になる。

30

【0154】

また、本実施形態のように、撥液プレート50の外周がウエハテーブルWTBより外側に張り出している場合にも、撥液プレート50の外周エッジが他の部材（例えば、計測ステージMST）と衝突しないように、ウエハテーブルWTB（ウエハステージWST）の位置を制御することができる。

40

【0155】

なお、ウエハテーブルWTB（ウエハステージWST）、あるいは撥液プレート50に位置計測用のマークが設けられている場合や、撥液プレート50の外周がウエハテーブルWTBより外側に張り出していない場合にも、上述のように撥液プレート50の外周エッジの位置情報を取得しても良いことは言うまでもない。

【0156】

また、本実施形態の露光装置100によると、主制御装置20により、ウエハテーブルWTBの位置を干渉計システム118を用いて計測しつつ、アライメント系ALGを用いて撥液プレート50の一部が検出されるとともに、その検出結果と対応する干渉計システム118の計測結果とに基づいて撥液プレート50の開口50aの内周エッジの位置情報

50

が取得される（ステップ222）。このため、この内周エッジの位置情報に基づいて、開口50aの位置や形状などを算出することが可能になる（ステップ224、226参照）。

【0157】

また、本実施形態の露光装置100では、主制御装置20が、例えば真円度が第2の閾値未満である場合には、撥液プレート50の開口50aの内周エッジの位置情報に基づいて、ウエハWを搬送系72を介してウエハステージWST（ウエハテーブルWTB）上の撥液プレート50の開口50a内のウエハホルダWH上にロードする（ステップ232）。従って、撥液プレート50の開口50aの内周エッジに関する情報を考慮しない場合に比べて、ウエハWをウエハステージWST上の撥液プレート50の開口50a内にロードすることが容易になる。

10

【0158】

また、本実施形態の露光装置100では、開口50aの内周エッジと開口50a内の物体（工具ウエハW1又はウエハW）との位置関係を取得した場合（ステップ240参照）、主制御装置20は、搬送系72によりウエハテーブルWTBにウエハWを搬送するとき、上記位置関係の情報を考慮してウエハテーブルWTBと搬送系72の搬送アーム70の少なくとも一方を制御して、搬送アーム70とウエハテーブルとの位置関係を調整してウエハをロードする（ステップ244参照）。従って、この取得された位置関係に基づいて、ウエハをウエハテーブルWTBの凹部140内に、すなわち撥液プレート50の開口50aの内周エッジの内部に、所望の位置関係でロードすることが可能となる。この場合、ウエハWの外周エッジと撥液プレート50aの内周エッジ（ウエハテーブルWTB上面の凹部の内周エッジ）とが接触しないように、且つウエハWの外周エッジと開口50aの内周エッジとの間隔が所定値、例えば0.3mmより小さくなるように、ウエハWをウエハテーブルWTB上方の撥液プレート50の開口50aの内周エッジの内部（ウエハテーブルWTB上面の凹部内）のウエハホルダWH上にロードすることが可能になる。

20

【0159】

なお、図11及び図12で説明した動作においては、開口50aの形状（真円度）に対して第1の閾値と第2の閾値とを設けて、工具ウエハW1をウエハホルダに載せているが、一つの閾値だけを用いて、工具ウエハW1を載せるか否かを判断するようにしても良い。この場合、工具ウエハW1としては、被露光ウエハWよりも小径のウエハであっても良いし、被露光ウエハWとほぼ同径のウエハであっても良い。

30

【0160】

また、図11及び図12で説明した動作においては、開口50aの形状情報を取得した後、工具ウエハW1をウエハホルダ上に載せるようにしているが、形状情報の取得を省いても良い。この場合も、工具ウエハW1としては、被露光ウエハWよりも小径のウエハであっても良いし、被露光ウエハWとほぼ同径のウエハであっても良い。

【0161】

また、図11及び図12で説明した動作においては、開口50aの位置情報と形状情報を求めた後に、工具ウエハW1をウエハホルダ上に載せているが、開口50aの位置情報と形状情報の取得を省いて、工具ウエハW1をウエハホルダに載せた後に、開口の位置情報、及び開口の内周エッジと工具ウエハW1の外周エッジとの位置関係（間隔含む）を取得することもできる。もちろん、必要に応じて開口50aの形状情報を取得することもできる。この場合、工具ウエハW1としては、被露光ウエハWよりも小径のウエハが望ましいが、被露光ウエハWとほぼ同径のウエハであっても良い。

40

【0162】

また、図11及び図12で説明した動作においては、1枚目の被露光基板としてのウエハWがウエハホルダに載置されたときに、開口50aの内周エッジとウエハWとの位置関係（間隔）を計測しているが、工具ウエハW1を用いて得られた情報に基づいて、被露光基板としてのウエハWを開口50a内の所定位置にロードすることができる場合には、その計測動作（ステップ246、248、250）を省いても良い。

50

【0163】

また、図11及び図12で説明した動作においては、ステップ258において、1つのロットの露光処理完了後に、撥液プレート50を交換するか否かを判断しているが、ステップ258を省略して、所定時間毎に判断するようにしても良いし、交換の要否を判断を行わずに、所定時間が経過したら撥液プレートを交換するようにしても良い。

【0164】

そして、露光装置100によると、上記のようにしてウエハテーブルWTB上方の撥液プレート50の開口50aの内周エッジの内部（ウエハテーブルWTB上面の凹部内）に載置されたウエハWに照明光ILを照射して露光が実行される（ステップ254）。従って、露光動作中にウエハWと撥液プレート50との間からの液体（水）Lqの漏れを抑制することができ、液浸露光により、高解像度かつ空気中と比べて大焦点深度の露光を行うことで、レチクルRのパターンを精度良くウエハ上に転写することができ、例えばArFエキシマレーザ光で、デバイスルールとして45～100nm程度の微細パターンを転写を実現することができる。

10

【0165】

本実施形態の露光装置100によると、ウエハステージWST（ウエハテーブルWTB）にはウエハの露光の際に必要な必要最低限の構成部材、例えばウエハホルダなどのみを設ければ良いので、ウエハステージWSTの小型、軽量化を実現し、ウエハステージを駆動する駆動機構（モータ）の小型化及びモータからの発熱量を低減することができ、ウエハステージWSTの熱変形や露光精度の低下を極力抑制することができる。

20

【0166】

なお、上記実施形態では、撥液プレート50の外周エッジ上に複数の計測点を設定し、この複数の計測点の位置情報を取得する場合について説明したが、これに限らず、例えば撥液プレート50上面の外周エッジの位置より内側の位置に、その外周エッジとの位置関係が既知の目印、例えば外周エッジより所定距離（Dとする）の位置に外周エッジに平行なライン状の目印を形成し、この目印上に少なくとも1つの計測点を設定し、その計測点の位置情報を計測し、その計測結果と上記距離Dとに基づいて外周エッジの位置を取得することとしても良い。撥液プレート50には、図18に示されるように、そのエッジ近傍に幅d、高さhの曲面（又は斜面）が存在する 경우가多く、その高さhは0.1mm程度あるので、アライメント系ALGの焦点深度が浅い場合には、エッジの画像がぼける場合が考えられる。このような場合に、上記のライン状の目印を、 $D > d$ となる位置に設け、このライン状の目印をアライメント系ALGで撮像するようにしても良い。勿論、目印は、上述のライン状に限られるものではなく、外周エッジとの位置関係が既知であれば、形状の如何を問わない。

30

【0167】

同様に、撥液プレート50の開口50aの内周エッジについても、その内周エッジとの位置関係が既知の目印を予め形成し、その目印上の少なくとも1つの計測点の位置情報を取得しても良い。例えば、開口50aの内周エッジの所定距離外側に、開口50aと同心の円形のラインを目印として形成しても良い。

【0168】

また、撥液プレート50の外周エッジ等の位置情報の検出に際して、アライメント系ALGが有する焦点検出系を用いるのが望ましいが、アライメント系ALGが有する焦点検出系の検出ビームが撥液プレート50から外れる場合には、その検出ビームが撥液プレート50表面に照射できる位置で一旦フォーカス合わせを行った後、そのフォーカス状態を維持したまま計測点をアライメント系ALGの撮像視野に位置決めするいわゆるシフトフォーカス動作を行うことが望ましい。

40

【0169】

また、上記実施形態では、FIA系のセンサから成るアライメント系ALGを用いて、撥液プレート50の外周エッジ、開口50aの内周エッジ、工具ウエハW1又はウエハWの外周エッジを撮像し、その撮像結果を用いて画像処理の手法により、各計測点の位置情

50

報を取得する場合について説明したが、検出装置としては、F I A系以外のセンサ、例えば反射光又は散乱光を検出する装置を用いても良い。また、F I A系を用いる場合に、落射照明により対象物からの反射光を検出する方式であっても勿論良いが、撥液プレート50のエッジを下方から照明し、その透過光を撥液プレート50の上方で検出する方式を採用することも可能である。

【0170】

なお、上述の実施形態において、撥液プレート50の交換作業及び撥液プレート50の各種計測の少なくとも一方は、投影光学系P Lの像面側に液体L qがない状態で行なっても良いし、計測テーブルM T Bと投影光学系P Lとの間に液体L qを保持した状態で行なっても良い。計測テーブルM T Bと投影光学系P Lとの間に液体L qを保持し続ける場合には、投影光学系P Lの先端面の濡れた状態を維持することができるので、ウォーターマークなどの発生を防止できるばかりでなく、液体L qの全回収及び再供給の作業を省略することができる。

10

【0171】

また、上記実施形態では、ウエハテーブルW T Bが、その外周エッジの位置情報が検出されるプレートが着脱可能に搭載された第1ステージ（及び移動体）を構成し、計測ステージM S Tが、第2ステージを構成する場合について説明したが、これに限らず、計測テーブルM T Bが第1ステージ（及び移動体）を構成しても良い。すなわち、計測テーブルM T Bに着脱可能に搭載されたプレートの外周エッジの位置情報を取得するようにしてもよい。この場合、その外周エッジの位置情報に基づいて計測テーブルM T Bの移動を制御することができる。この場合、計測テーブルM T Bのプレート交換作業及びプレートの各種計測の少なくとも一方は、投影光学系P Lの像面側に液体L qがない状態で行なっても良いし、ウエハテーブルW T Bと投影光学系P Lとの間に液体L qを保持した状態で実行しても良い。

20

【0172】

なお、ウエハテーブルW T Bの撥液プレート50の交換動作や撥液プレート50の外周エッジ及び撥液プレート50の開口50 aの内周エッジの計測動作を、計測テーブルM T Bと投影光学系P Lとの間に液体L qを保持した状態で実行しても良い。

【0173】

すなわち、ウエハテーブルW T B側で撥液プレート50の交換をする際には、図19（A）に示されるように、液体L qが計測テーブルM T B上に位置するように計測テーブルM T Bの位置を制御する。そして、撥液プレート50の交換終了後、図19（B）に示されるように、撥液プレート50の計測テーブルM T B（計測ステージM S T）側（+ Y側）の外周エッジをアライメント系A L Gを用いて計測する。これにより、ウエハテーブルW T B（ウエハステージW S T）を計測テーブルM T B（計測ステージM S T）に近づけることが可能となる。

30

【0174】

次いで、図19（C）、図19（D）に示されるように、撥液プレート50の- X側の外周エッジ、撥液プレート50の+ X側の外周エッジを、アライメント系A L Gを用いて順次計測する。

40

【0175】

このようにして計測された撥液プレート50の外周エッジの3箇所の位置情報又はこれから求められる撥液プレート50の位置情報に基づいて、その後のウエハテーブルW T B（ウエハステージW S T）の位置管理が、主制御装置20によって行われる。

【0176】

上述の撥液プレート50の外周エッジの位置情報の計測に続き、例えば、ウエハテーブルW T B（の撥液プレート50）と計測テーブルM T Bとを接触（又は近接）させた状態を維持して両ステージW S T, M S Tを一体的に移動し、図20（A）に示されるように、撥液プレート50の開口50 aの+ Y側の内周エッジをアライメント系A L Gを用いて計測する。次いで、ウエハテーブルW T B（の撥液プレート50）と計測テーブルM T B

50

とを接触（又は近接）させた状態を維持して両ステージWST, MSTを一体的に順次移動し、図20(B)、図20(C)に示されるように、撥液プレート50の開口50aの-X側の内周エッジ、+X側の内周エッジを、アライメント系ALGを用いて順次計測する。この場合、ウエハテーブルWTB上にはウエハが載置されていないため、ウエハが載置される部分に液体Lqを位置させることはできないが、図20(A)~図20(C)に示されるように、内周エッジを計測することができるので、この計測結果に基づいて、上記実施形態と同様にウエハをウエハホルダWH上にロードすることが可能である。

【0177】

上述のように、ウエハテーブルWTBの撥液プレート50の交換動作や撥液プレート50の外周エッジ及び撥液プレート50の開口50aの内周エッジの計測動作を、計測テーブルMTBと投影光学系PLとの間に液体Lqを保持した状態で実行することで、液体の回収動作及び供給動作が不要となり、それらの動作に要する時間が不要となり、その分露光工程のスループットの向上が可能となる。

10

【0178】

なお、上述の如く、撥液プレート50の外周エッジ、開口50aの内周エッジを計測し、ウエハをウエハホルダWH上にロードした後は、そのウエハをロードしたウエハステージWST（ウエハテーブルWTB）の撥液プレート50と計測ステージWSTとを接触させた状態での移動範囲が広がる。すなわち、ウエハテーブルWTBの全面に液体Lqを位置させることが可能となる。従って、上記実施形態で説明した図7、図11及び図12のフローチャートに沿った計測方法を用いて再度計測を行っても良い。これにより、より高精度な計測を行うことが可能となる。

20

【0179】

また、上記実施形態では、撥液プレート50の外周エッジ、開口50aの内周エッジ、工具ウエハW1又はウエハWの外周エッジのそれぞれについて、中心に関して対称な複数対の箇所位置情報の計測点が設定される場合について説明したが、これは、例えばそれぞれの中心点の位置を算出する際に、平均化効果による計測精度の向上を期待してこのようにしたもの過ぎず、本発明がこれに限定されるものでないことは勿論である。

【0180】

また、上記実施形態では、撥液プレート50の形状がほぼ正方形で開口50aが円形である場合について説明したが、プレートの形状は円形、多角形その他の形状であっても良く、開口も被処理物体の形状に応じた形状であれば良い。例えば、液晶表示素子などを被処理物体とする場合には、被処理物体であるガラスプレートの形状に応じて開口は矩形にすれば良い。

30

【0181】

また、上述の実施形態においては、プレート50がウエハテーブルWTBに着脱可能である場合について説明したが、プレート50がウエハテーブルWTBと一体的に形成されていてもよい。この場合も、例えばウエハテーブルWTBにウエハWを載置するために形成された凹部の内周エッジの位置情報を、図11や図13で示したように検出することができる。

【0182】

また、上述の実施形態において、図7を用いて説明したプレートの外周エッジの位置情報の計測を含む一連の動作と、図11を用いて説明したプレートの開口の内周エッジの位置情報の計測を含む一連の動作は、必ずしも一緒に行なう必要はなく、どちらか一方だけを行なうこともできる。

40

【0183】

なお、上記実施形態では、液浸露光装置に本発明が適用された場合について説明したが、本発明の適用範囲がこれに限定されるものではなく、液浸タイプではない通常のスキャニング・ステッパなどにも本発明は好適に適用できる。この場合、撥液プレートに代えて、その表面に撥液面が形成されていないプレートを用いることができる。

【0184】

50

また、上記実施形態では、ステージ装置がウエハステージを1つ、計測ステージを1つ具備する場合について説明したが、これに限らず、計測ステージを具備せずに、ウエハを保持するウエハステージを少なくとも1つ設けることとしても良い。なお、ウエハステージを複数備えている場合には、一方のウエハステージでプレートの交換作業及びプレートの各種計測作業の少なくとも一方は、投影光学系PLの像面側に液体Lqがない状態で実行しても良いし、他方のウエハステージを投影光学系PLの下(像面側)に配置して、投影光学系と他方のウエハステージとの間に液体Lqを保持した状態で実行しても良い。

【0185】

また、上記実施形態では、レベリングテーブル52が6自由度、計測テーブルMTBが3自由度有する構成を採用した場合について説明したが、これに限らず、レベリングテーブル52が3自由度、計測テーブルMTBが3自由度有する構成を採用しても良い。また、レベリングテーブル52を設けずに、計測テーブルMTBが6自由度有する構成を採用することとしても良い。

10

【0186】

なお、上記実施形態では、液体として純水(水)を用いるものとしたが、本発明がこれに限定されないことは勿論である。液体としては、化学的に安定で、照明光ILの透過率が高く安全な液体、例えばフッ素系不活性液体を使用しても良い。このフッ素系不活性液体としては、例えばフロリナート(米国スリーエム社の商品名)が使用できる。このフッ素系不活性液体は冷却効果の点でも優れている。また、液体として、照明光ILに対する透過性があるだけ屈折率が高く、また、投影光学系やウエハ表面に塗布されているフォトレジストに対して安定なもの(例えばセダー油等)を使用することもできる。また、F₂レーザーを光源とする場合は、フロンブリンオイルを選択すれば良い。

20

【0187】

また、上記実施形態で、回収された液体を再利用するようにしても良く、この場合は回収された液体から不純物を除去するフィルタを液体回収装置、又は回収管等に設けておくことが望ましい。

【0188】

なお、上記実施形態では、投影光学系PLの最も像面側の光学素子が先端レンズ91であるものとしたが、その光学素子は、レンズに限られるものではなく、投影光学系PLの光学特性、例えば収差(球面収差、コマ収差等)の調整に用いる光学プレート(平行平板等)であっても良いし、単なるカバーガラスであっても良い。投影光学系PLの最も像面側の光学素子(上記各実施形態では先端レンズ91)は、照明光ILの照射によってレジストから発生する飛散粒子又は液体中の不純物の付着等に起因して液体(上記各実施形態では水)に接触してその表面が汚れることがある。このため、その光学素子は、鏡筒40の最下部に着脱(交換)自在に固定することとし、定期的に交換することとしても良い。

30

【0189】

このような場合、液体に接触する光学素子がレンズであると、その交換部品のコストが高く、かつ交換に要する時間が長くなってしまい、メンテナンスコスト(ランニングコスト)の上昇やスループットの低下を招く。そこで、液体と接触する光学素子を、例えばレンズ91よりも安価な平行平板とするようにしても良い。

40

【0190】

また、上記実施形態では、ステップ・アンド・スキャン方式等の走査型露光装置に本発明が適用された場合について説明したが、本発明の適用範囲がこれに限定されないことは勿論である。すなわちステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置、さらに、ステップ・アンド・スティッチ方式の露光装置、又はプロキシミティ方式の露光装置などにも、本発明は適用できる。

【0191】

露光装置の用途としては半導体製造用の露光装置に限定されることなく、例えば、角型のガラスプレートに液晶表示素子パターンを転写する液晶用の露光装置や、有機EL、薄

50

膜磁気ヘッド、撮像素子（CCD等）、マイクロマシン及びDNAチップなどを製造するための露光装置にも広く適用できる。また、半導体素子などのマイクロデバイスだけでなく、光露光装置、EUV露光装置、X線露光装置、及び電子線露光装置などで使用されるレチクル又はマスクを製造するために、ガラス基板又はシリコンウエハなどに回路パターンを転写する露光装置にも本発明を適用できる。

【0192】

なお、上記実施形態の露光装置の光源は、ArFエキシマレーザに限らず、KrFエキシマレーザ（出力波長248nm）、F₂レーザ（出力波長157nm）、Ar₂レーザ（出力波長126nm）、Kr₂レーザ（出力波長146nm）などのパルスレーザ光源や、g線（波長436nm）、i線（波長365nm）などの輝線を発する超高圧水銀ランプなどを用いることも可能である。また、YAGレーザの高調波発生装置などを用いることもできる。この他、DFB半導体レーザ又はファイバーレーザから発振される赤外域、又は可視域の単一波長レーザ光を、例えばエルビウム（又はエルビウムとイッテルビウムの両方）がドープされたファイバーアンプで増幅し、非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波を用いても良い。また、投影光学系は縮小系のみならず等倍および拡大系のいずれでも良い。

10

【0193】

また、上述の実施形態においては、光透過性の基板上に所定の遮光パターン（又は位相パターン・減光パターン）を形成した光透過型マスク（レチクル）を用いる露光装置について説明したが、このレチクルに代えて、例えば米国特許第6,778,257号公報に開示されているように、露光すべきパターンの電子データに基づいて、透過パターン又は反射パターン、あるいは発光パターンを形成する電子マスク（可変成形マスク）を用いる露光装置に、本発明を適用することも可能である。

20

【0194】

また、国際公開第2001/035168号に開示されているように、干渉縞をウエハW上に形成することによって、ウエハW上にライン・アンド・スペースパターンを形成する露光装置（リソグラフィシステム）にも本発明を適用することもできる。

【0195】

なお、上記実施形態では、本発明の位置計測方法、計測方法及びロード方法などが、露光装置に適用された場合について説明したが、これに限らず、本発明の位置計測方法は、所定形状のプレートが移動体上に着脱可能に搭載された移動体を備えた装置であれば適用が可能であり、本発明の計測方法及びロード方法などは、物体を載置するための開口が形成されたプレートが、着脱可能に搭載された移動体を備えた装置であれば適用が可能である。

30

【0196】

なお、半導体デバイスは、デバイスの機能・性能設計を行うステップ、この設計ステップに基づいたレチクルを製作するステップ、シリコン材料からウエハを製作するステップ、上記実施形態の露光装置で、マスクに形成されたパターンを感光物体上に転写するリソグラフィステップ、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）、検査ステップ等を経て製造される。この場合、リソグラフィステップで、上記実施形態の露光装置及びその露光方法が用いられるので、高精度な露光を長期に渡って実現することができる。従って、微細パターンが形成された高集積度のマイクロデバイスの生産性を向上することができる。

40

【産業上の利用可能性】

【0197】

以上説明したように、本発明の駆動方法は、露光装置内で基板を載置するステージを駆動するのに適している。また、本発明の露光方法及びデバイス製造方法は、半導体素子などのマイクロデバイスの製造に適している。

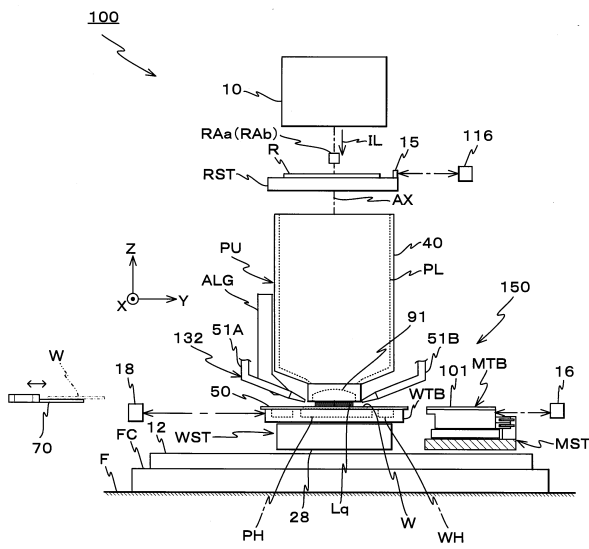
【符号の説明】

【0198】

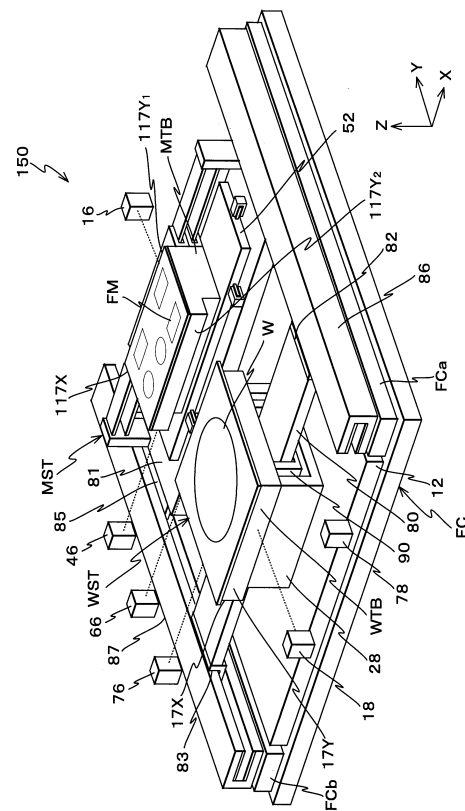
50

20...主制御装置、50...撥液プレート、50a...開口、70...搬送アーム、100...露光装置、101...プレート、118...干渉計システム、132...液浸機構、WST...ウエハステージ、MST...計測ステージ、ALG...アライメント系、W...ウエハ。

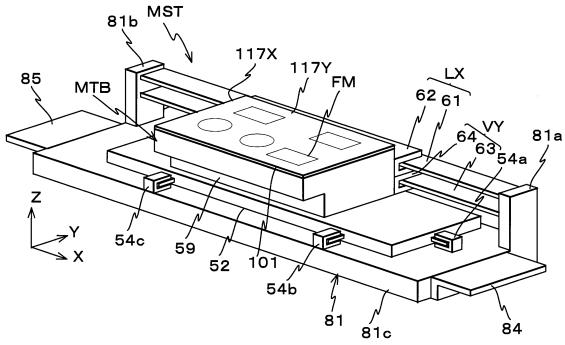
【図1】



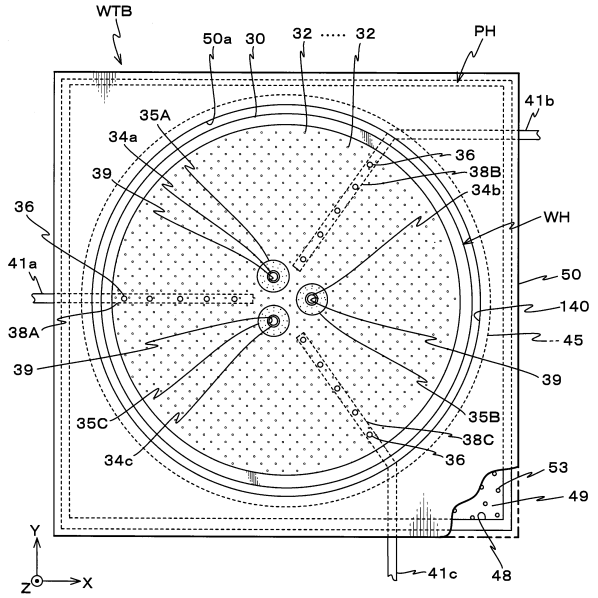
【図2】



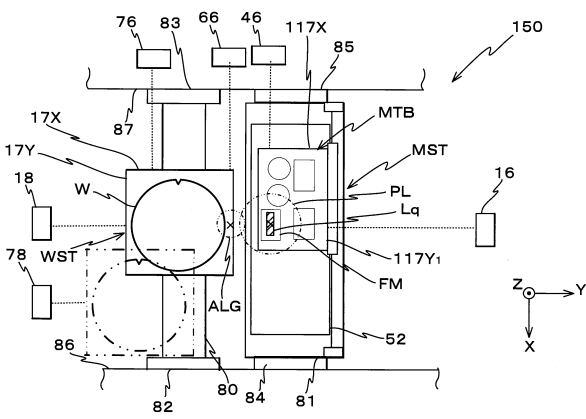
【図3】



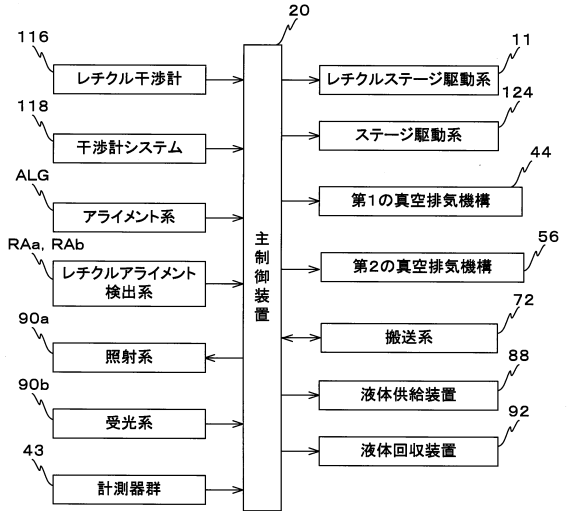
【図4】



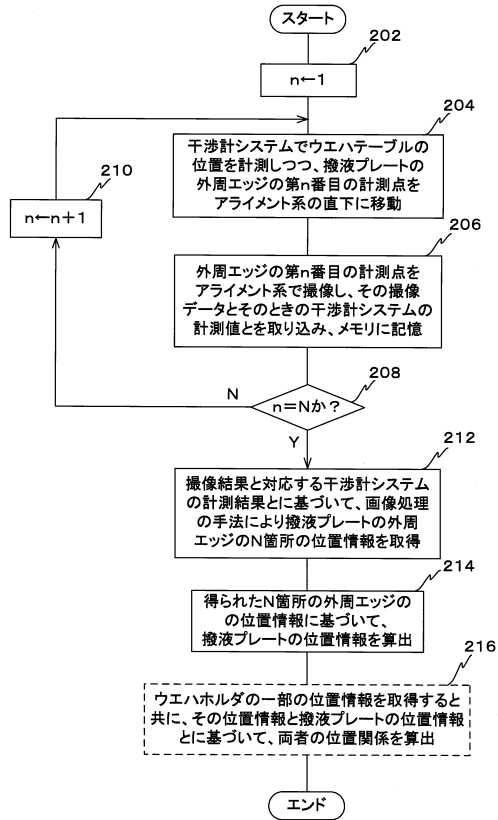
【図5】



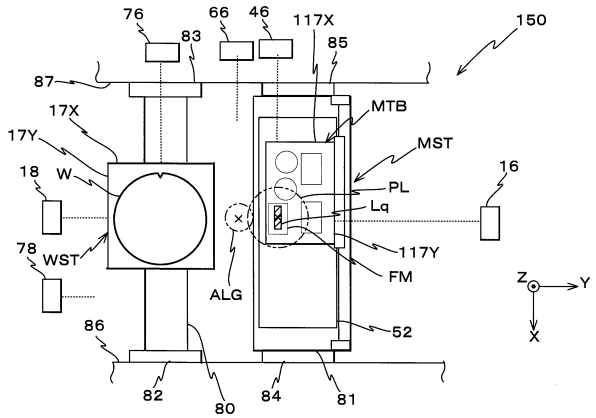
【図6】



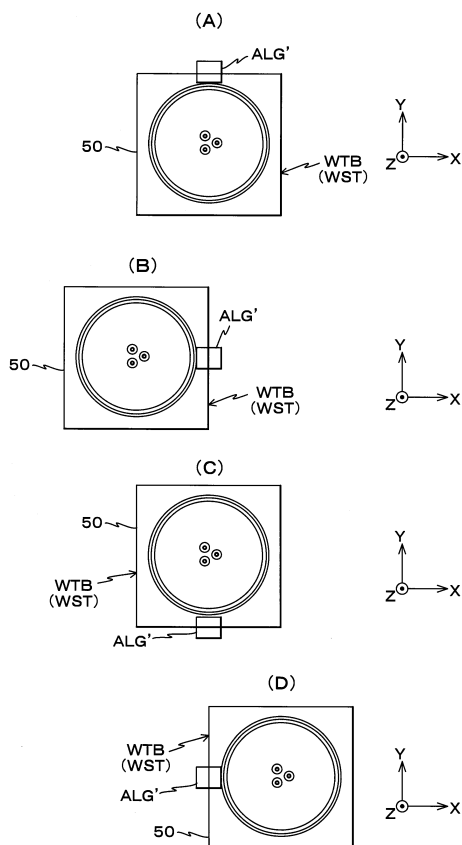
【図7】



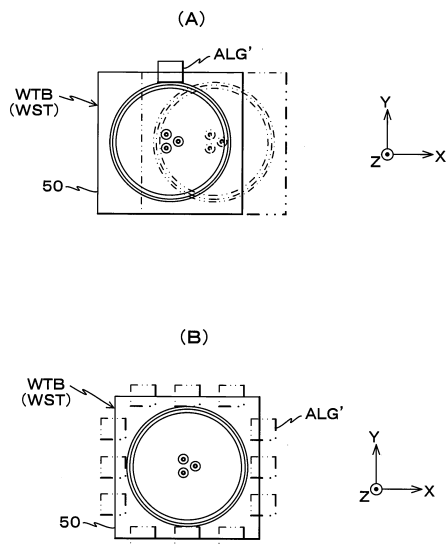
【図8】



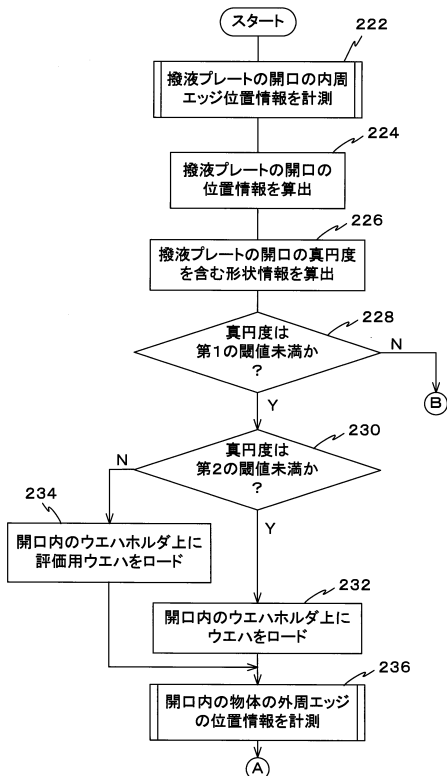
【図9】



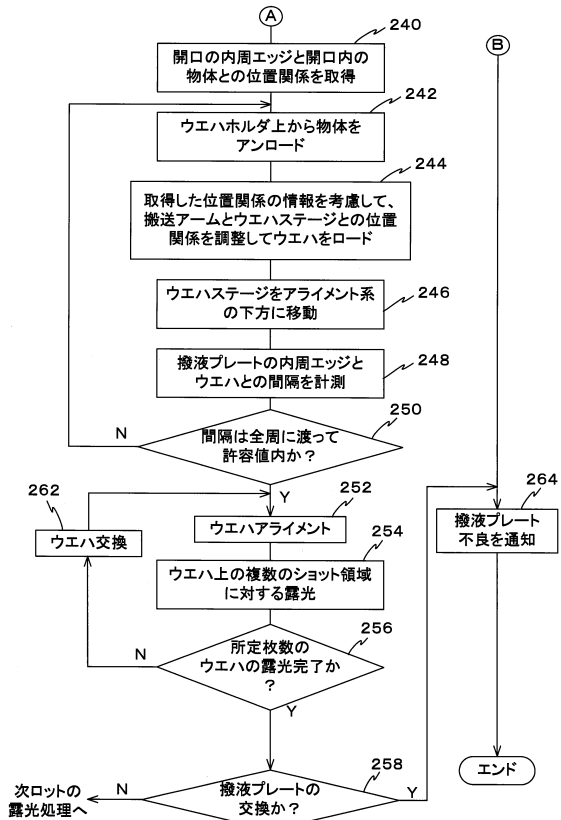
【図10】



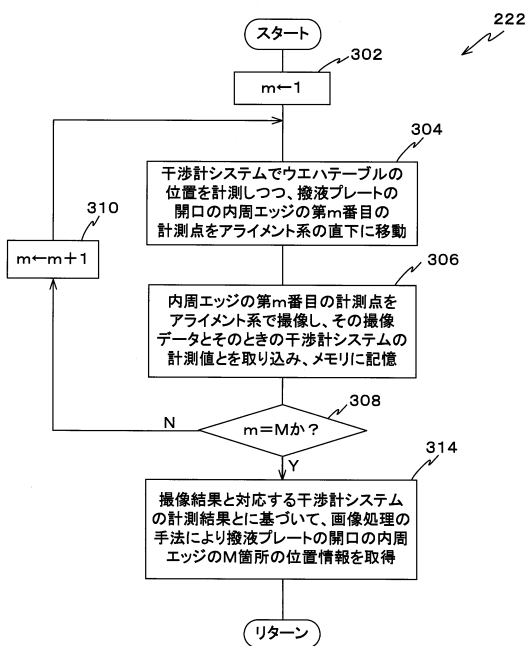
【図11】



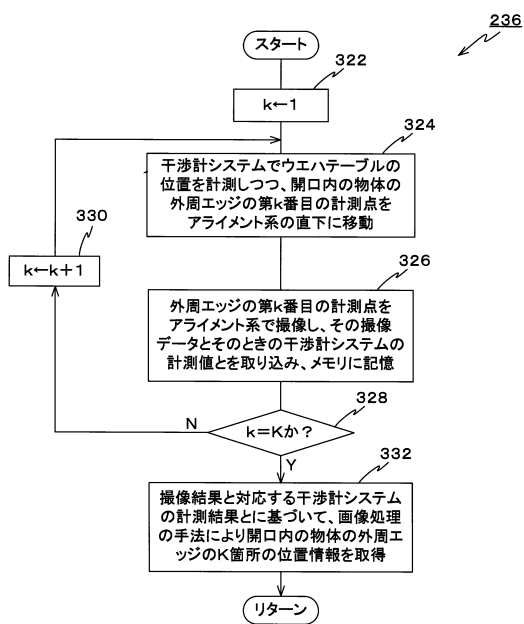
【図12】



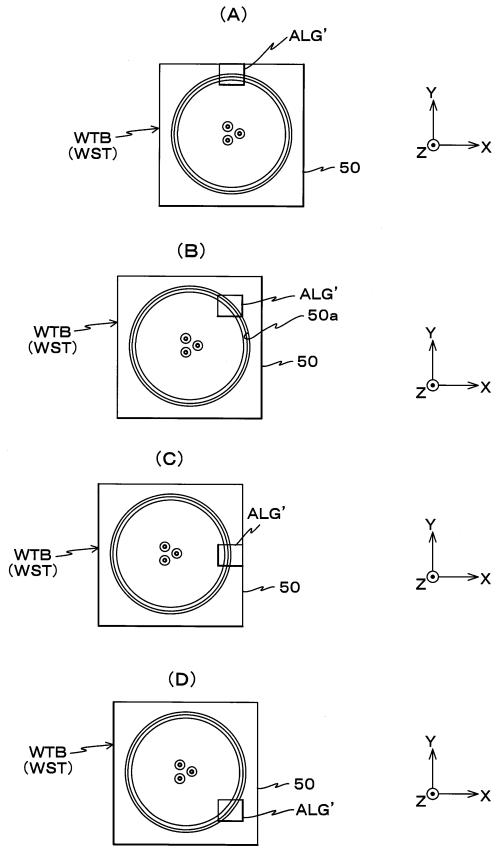
【図13】



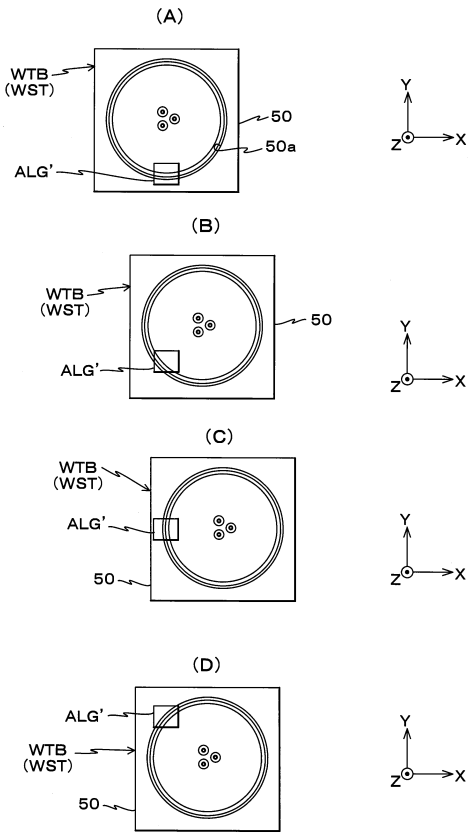
【図14】



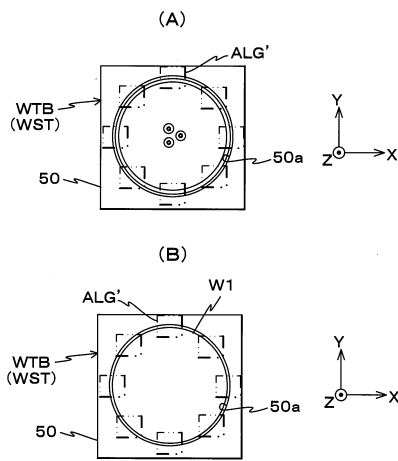
【 図 15 】



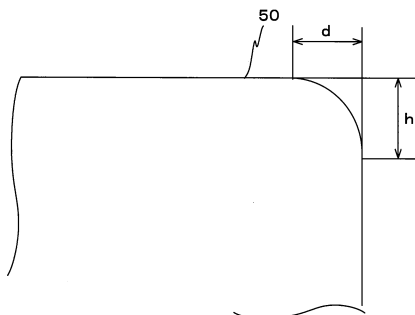
【 図 16 】



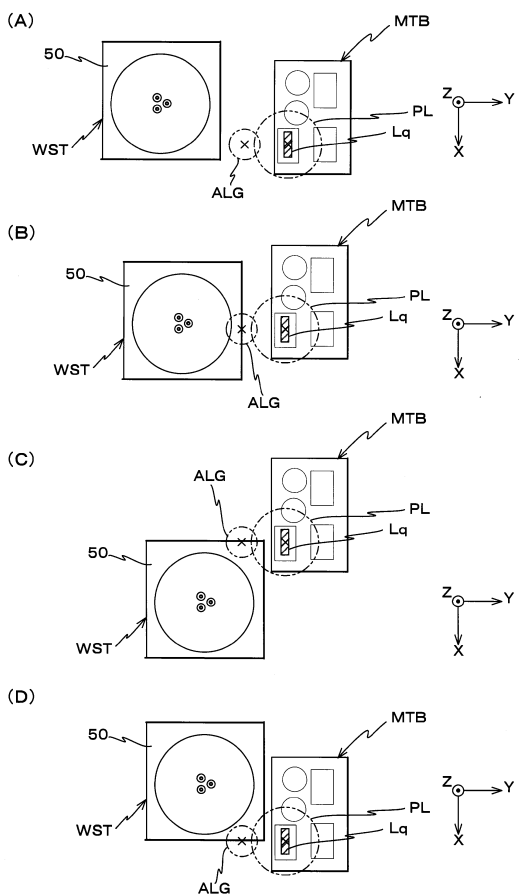
【 図 17 】



【 図 18 】

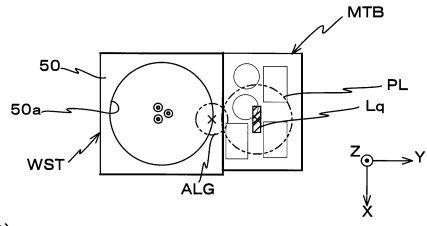


【 図 19 】

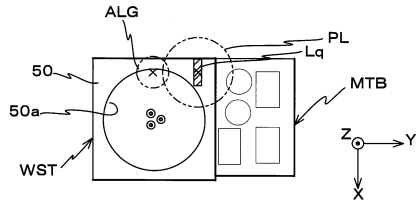


【 20 】

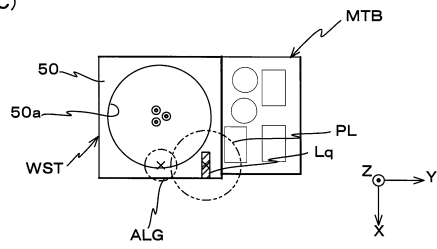
(A)



(B)



(C)



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-207696(JP,A)
特開2004-207710(JP,A)
特開2004-259966(JP,A)
国際公開第2004/053955(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027
H01L 21/67 - 21/68
G01B 11/00 - 11/30
G03F 7/20 - 7/24
G03F 9/00 - 9/02