

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6485687号  
(P6485687)

(45) 発行日 平成31年3月20日 (2019. 3. 20)

(24) 登録日 平成31年3月1日 (2019. 3. 1)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/677 (2006. 01)

H O 1 L 21/68 A

H O 1 L 21/027 (2006. 01)

H O 1 L 21/30 5 O 3 C

G O 3 F 7/20 (2006. 01)

G O 3 F 7/20 5 O 1

請求項の数 14 (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願2014-262862 (P2014-262862)  
 (22) 出願日 平成26年12月25日 (2014. 12. 25)  
 (65) 公開番号 特開2016-122777 (P2016-122777A)  
 (43) 公開日 平成28年7月7日 (2016. 7. 7)  
 審査請求日 平成29年12月4日 (2017. 12. 4)

(73) 特許権者 000004112  
 株式会社ニコン  
 東京都港区港南二丁目15番3号  
 (74) 代理人 100102901  
 弁理士 立石 篤司  
 (72) 発明者 江田 健  
 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会  
 社ニコン内  
 審査官 山口 大志  
 (56) 参考文献 国際公開第2014/084229 (W  
 O, A1)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 保持装置、物体支持装置及び露光装置、並びにデバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

板状の物体を保持する保持装置であって、  
 一軸方向に延びる軸部と、前記軸部に設けられ、吸着部が形成された保持部とを含む保  
 持ユニットと、

前記軸部を介して前記保持ユニットを支持する軸受部材と、

前記吸着部を含む前記保持部の一部が前記物体に下方から接触する第1位置と、前記保  
 持部が前記物体から離間する第2位置とを含む所定の角度範囲内で前記保持ユニットを前  
 記一軸回りに回転駆動する駆動装置と、

を備え、

前記軸部は、前記保持が行われた状態にある前記物体の厚さ方向に沿った第1の方向と  
 交差する第2の方向に沿って延びている保持装置。

【請求項 2】

前記保持ユニットは、前記保持ユニットが前記第1位置にあるときには前記吸着部に設  
 けられた開口と連通し、前記保持ユニットが前記第2位置にあるときには前記開口と連通  
 しない、負圧空間が形成される請求項1に記載の保持装置。

【請求項 3】

前記負圧空間は、前記軸部に形成され、前記保持ユニットが前記第1位置にあるときに  
 前記軸受部材を介して真空排気装置に接続される管路に導通している請求項2に記載の保  
 持装置。

## 【請求項 4】

前記軸受部材には、一端が前記軸部に対向して開口し、他端が加圧気体供給装置に接続された気体供給管路が設けられている請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の保持装置。

## 【請求項 5】

前記保持ユニットの温度を調整する調整機構をさらに備える請求項 4 に記載の保持装置。

## 【請求項 6】

前記保持部の回転状態を計測する計測系と、

前記計測系の計測結果を用いて前記駆動装置を制御する制御装置と、をさらに備える請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の保持装置。

10

## 【請求項 7】

板状の物体を下方から支持する物体支持装置であって、

前記物体の外周部の異なる位置にそれぞれ対応して設けられた、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の保持装置を複数備え、前記複数の保持装置の前記保持ユニットがともに前記第 1 位置にあるとき、前記物体が前記複数の保持装置によって下方から接触支持される物体支持装置。

## 【請求項 8】

前記複数の保持装置のそれぞれは、前記保持ユニットが前記第 2 位置に位置した際に、前記吸着部と接触しつつ前記一軸方向に移動可能な清掃部材と、前記清掃部材を前記一軸方向に駆動する清掃部材駆動装置とを更に備える請求項 7 に記載の物体支持装置。

20

## 【請求項 9】

前記複数の保持装置のそれぞれは、前記一軸方向に所定ストロークで駆動可能な固定部材と、前記固定部材を前記一軸方向の一側に付勢する付勢部材と、前記保持部から離間した位置まで前記付勢部材の付勢力に抗して前記一軸方向の他側に前記固定部材を駆動する固定部材駆動装置とを更に備え、

前記保持ユニットが前記第 1 位置に位置した際に、前記固定部材駆動装置への用力の供給が停止すると、前記固定部材は、前記保持部から離間した位置から前記保持部に当接する位置まで、前記付勢部材の付勢力によって駆動される請求項 7 に記載の物体支持装置。

## 【請求項 10】

前記複数の保持装置のそれぞれが備える前記保持ユニットが前記第 2 位置に位置した際に、前記固定部材駆動装置への用力の供給が停止すると、前記固定部材は、前記保持部の前記一軸方向の他側に位置する位置から前記吸着部を通り越す位置まで、前記一軸方向の一側に前記付勢部材の付勢力によって駆動される請求項 9 に記載の物体支持装置。

30

## 【請求項 11】

前記固定部材は、清掃部材から成り、前記清掃部材は、前記保持部の前記一軸方向の他側に位置する位置から前記吸着部を通り越す位置まで、前記一軸方向の一側に前記付勢部材の付勢力によって駆動される請求項 10 に記載の物体支持装置。

## 【請求項 12】

前記複数の保持装置のそれぞれに対応して設けられ、前記各保持ユニットの回転軸と平行な他の軸回りに回転可能な回転部を更に備え、

40

前記各保持ユニットは、前記軸受部材を介して対応する前記回転部に支持されている請求項 7 に記載の物体支持装置。

## 【請求項 13】

板状の物体をエネルギービームで露光する露光装置であって、

前記物体を下方から支持する請求項 7 ~ 12 のいずれか一項に記載の物体支持装置と、所定平面に沿って移動可能でその上面に前記物体が載置される物体載置面が設けられた移動体と、を備え、

露光前の前記物体が、前記物体載置面上に載置されるのに先立って、前記物体支持装置で支持される露光装置。

## 【請求項 14】

50

請求項 13 に記載の露光装置を用いて物体を露光することと、  
露光された前記物体を現像することと、を含むデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、保持装置、物体支持装置及び露光装置、並びにデバイス製造方法に係り、特に板状の物体を保持する保持装置、該保持装置を複数有する物体支持装置、及び該物体支持装置を備える露光装置、並びに該露光装置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（マイクロデバイス）を製造するリソグラフィ工程では、主として、ステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置（いわゆるステッパ）、あるいはステップ・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））などが用いられている。

【0003】

この種の露光装置で用いられる、露光対象となるウエハ又はガラスプレート等の基板は、次第に（例えばウエハの場合、10年おきに）大型化している。現在は、直径300mmの300ミリウエハが主流となっているが、今や直径450mmの450ミリウエハ時代の到来が間近に迫っている。

【0004】

また、ウエハの搬送方法としては、ベルヌーイ・チャック等を備えた搬送装置が知られている。（例えば、特許文献1参照）。

【0005】

ところが、例えば、特許文献1にも開示されているようなベルヌーイ・チャックを用いてウエハの非接触保持を行なう場合、搬入時において、位置ずれが所望の範囲を超えるおそれがある。従って、ベルヌーイ・チャック等を備えた搬送部材においては位置ずれを少なくする保持装置の開発が急務となっていた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】米国特許出願公開第2007/0290517号明細書

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の第1の態様によれば、板状の物体を保持する保持装置であって、一軸方向に延びる軸部と、前記軸部に設けられ、吸着部が形成された保持部とを含む保持ユニットと、前記軸部を介して前記保持ユニットを支持する軸受部材と、前記吸着部を含む前記保持部の一部が前記物体に下方から接触する第1位置と、前記保持部が前記物体から離間する第2位置とを含む所定の角度範囲内で前記保持ユニットを前記一軸回りに回転駆動する駆動装置と、を備え、前記軸部は、前記保持が行われた状態にある前記物体の厚さ方向に沿った第1の方向と交差する第2の方向に沿って延びている保持装置が、提供される。

【0008】

本発明の第2の態様によれば、板状の物体を下方から支持する物体支持装置であって、前記物体の外周部の異なる位置にそれぞれ対応して設けられた、第1の態様に係る保持装置を複数備え、前記複数の保持装置の前記保持ユニットがともに前記第1位置にあるとき、前記物体が前記複数の保持装置によって下方から接触支持される物体支持装置が、提供される。

【0009】

本発明の第3の態様によれば、板状の物体をエネルギービームで露光する露光装置であっ

10

20

30

40

50

て、前記物体を下方から支持する第２の態様に係る物体支持装置と、所定平面に沿って移動可能でその上面に前記物体が載置される物体載置面が設けられた移動体と、を備え、露光前の前記物体が、前記物体載置面上に載置されるのに先立って、前記物体支持装置で支持される露光装置が、提供される。

【００１０】

本発明の第４の態様によれば、第３の態様に係る露光装置を用いて物体を露光することと、露光された前記物体を現像することと、を含むデバイス製造方法が、提供される。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】第１の実施形態に係る露光装置の構成を概略的に示す図である。

10

【図２】図２は、図１のウエハステージを示す平面図である。

【図３】図１の露光装置が備える干渉計システム、アライメント検出系等の配置を示す図である。

【図４】図４（Ａ）は、図１の露光装置が備える搬入ユニットの構成を概略的に示す斜視図、図４（Ｂ）は、搬入ユニットの一部を構成するチャックユニットをウエハステージに設けられたセンター支持部材とともに示す図である。

【図５】図５（Ａ）は、ウエハ支持ユニットの構成を示す斜視図、図５（Ｂ）は、ウエハ支持ユニットが備える保持ユニットの構成を示す斜視図である。

【図６】図６（Ａ）及び図６（Ｂ）は、ウエハ支持ユニットの構成を説明するための図、かつウエハ支持ユニットの動作を説明するための図（その１、その２）である。

20

【図７】ウエハ支持ユニットの構成を説明するための図であって、ウエハ支持ユニットの一部を断面して示す図である。

【図８】第１の実施形態に係る露光装置の制御系を中心的に構成する主制御装置の入出力関係を示すブロック図である。

【図９】図９（Ａ）、図９（Ｂ）は、ウエハのロード手順を説明するための図（その１、その２）である。

【図１０】図１０（Ａ）、図１０（Ｂ）は、ウエハのロード手順を説明するための図（その３、その４）である。

【図１１】図１１（Ａ）、図１１（Ｂ）は、ウエハのロード手順を説明するための図（その５、その６）である。

30

【図１２】図１２（Ａ）、図１２（Ｂ）は、ウエハ支持ユニットの動作を説明するための図（その３、その４）である。

【図１３】第２の実施形態に係るウエハ支持ユニットの構成を概略的に示す斜視図である。

【図１４】図１４（Ａ）～図１４（Ｃ）は、第２の実施形態に係るウエハ支持ユニットが備えるクリーナユニットの機能及び動作を説明するための図（その１、その２、その３）である。

【図１５】図１５（Ａ）～図１５（Ｃ）は、第２の実施形態の変形例に係るウエハ支持ユニットの構成を概略的に示すと共に、クリーナユニットによりウエハ支持ユニットのウエハ支持部を固定する方法を説明するための図（その１～その３）である。

40

【図１６】図１６（Ａ）、図１６（Ｂ）は、第３の実施形態に係るウエハ支持ユニットの概略構成を説明すると共に、第３の実施形態のウエハ支持ユニットの動作を説明するための図（その１、その２）である。

【図１７】第３の実施形態に係るウエハ支持ユニットの動作を説明するための図（その３）である。

【図１８】第４の実施形態に係る露光装置が備えるウエハ支持ユニットの構成を示す斜視図である。

【図１９】図１９（Ａ）及び図１９（Ｂ）は、図１８に示されるウエハ支持ユニットの構成を説明するための図、かつウエハ支持ユニットの動作を説明するための図（その１、その２）である。

50

【図 20】図 18 に示されるウエハ支持ユニットの一部を断面して示す図である。

【図 21】第 4 の実施形態に係る露光装置の制御系を中心的に構成する主制御装置の入出力関係を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

《第 1 の実施形態》

以下、第 1 の実施形態について、図 1 ~ 図 12 (B) に基づいて説明する。

【0013】

図 1 には、第 1 の実施形態に係る露光装置 100 の構成が概略的に示されている。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、いわゆるスキャナ 10 である。後述するように、本実施形態では、投影光学系 PL が設けられており、以下においては、この投影光学系 PL の光軸 AX と平行な方向を Z 軸方向、これに直交する面内でレチクルとウエハとが相対走査される方向を Y 軸方向、Z 軸及び Y 軸に直交する方向を X 軸方向とし、X 軸、Y 軸、及び Z 軸回りの回転（傾斜）方向をそれぞれ x、y、及び z 方向として説明を行う。

【0014】

露光装置 100 は、図 1 に示されるように、ベース盤 12 の +Y 側端部近傍の上方に配置された露光部 200 と、露光部 200 から -Y 側に所定距離離れて配置された搬入ユニット 121 を含む搬送システム 120（図 8 参照）と、ベース盤 12 上で独立して XY 平面内で 2 次元移動するウエハステージ WST と、これらの制御系等とを備えている。搬送システム 120 は、搬入ユニット 121 と搬出ユニット 122（図 8 参照）とで構成される。 20

【0015】

ベース盤 12 は、床 F 上に複数の防振装置（図示省略）によってほぼ水平に（XY 平面に平行に）支持されている。ベース盤 12 は、平板状の外形を有する部材から成る。なお、図 1 において、ウエハステージ WST（より詳細には後述するウエハテーブル WTB）上にウエハ W が保持されている。

【0016】

露光部 200 は、照明系 10、レチクルステージ RST 及び投影ユニット PU 等を備えている。 30

【0017】

照明系 10 は、例えば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、光源と、オプティカルインテグレータ等を含む照度均一化光学系、及びレチクルブラインド等（いずれも不図示）を有する照明光学系と、を含む。照明系 10 は、レチクルブラインド（マスキングシステムとも呼ばれる）で設定（制限）されたレチクル R 上のスリット状の照明領域 IAR 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、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。

【0018】

レチクルステージ RST 上には、そのパターン面（図 1 における下面）に回路パターンなどが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 では不図示、図 8 参照）によって、XY 平面内で微小駆動可能であるとともに、走査方向（図 1 における紙面内左右方向である Y 軸方向）に所定の走査速度で駆動可能となっている。 40

【0019】

レチクルステージ RST の XY 平面内の位置情報（z 方向の回転情報を含む）は、レチクルレーザ干渉計（以下、「レチクル干渉計」という）13 によって、レチクルステージ RST に固定された移動鏡 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（あるいは、レトロリフレクタ）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 0.25 nm 程度の分解能で常時検出される。レチクル 50

干渉計 13 の計測値は、主制御装置 20 (図 1 では不図示、図 8 参照) に送られる。

【0020】

投影ユニット P U は、レチクルステージ R S T の図 1 における下方に配置されている。投影ユニット P U は、ベース盤 12 の上方に水平に配置されたメインフレーム B D によってその外周部に設けられたフランジ部 F L G を介して支持されている。メインフレーム B D は図 1 及び図 3 に示されるように Y 軸方向の寸法が X 軸方向の寸法より大きな平面視六角形状 (矩形の 2 つの角を切り落としたような形状) の板部材から成り、床 F に支持された不図示の複数の支持部材によって除振装置をそれぞれ介して支持されている。

【0021】

投影ユニット P U は、鏡筒 40 と、鏡筒 40 内に保持された投影光学系 P L と、を含む。投影光学系 P L としては、例えば、Z 軸と平行な光軸 A X に沿って配列される複数の光学素子 (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。投影光学系 P L 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、1 / 5 倍又は 1 / 8 倍など) を有する。このため、照明系 10 からの照明光 I L によってレチクル R 上の照明領域 I A R が照明されると、投影光学系 P L の第 1 面 (物体面) とパターン面がほぼ一致して配置されるレチクル R を通過した照明光 I L により、投影光学系 P L (投影ユニット P U) を介してその照明領域 I A R 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、投影光学系 P L の第 2 面 (像面) 側に配置される、表面にレジスト (感応剤) が塗布されたウエハ W 上の前記照明領域 I A R に共役な領域 (以下、露光領域とも呼ぶ) I A に形成される。そして、レチクルステージ R S T とウエハステージ W S T (より正しくは、ウエハ W を保持する後述する微動ステージ W F S) との同期駆動によって、照明領域 I A R (照明光 I L) に対してレチクル R を走査方向 (Y 軸方向) に相対移動させるとともに、露光領域 I A (照明光 I L) に対してウエハ W を走査方向 (Y 軸方向) に相対移動させることで、ウエハ W 上の 1 つのショット領域 (区画領域) の走査露光が行われ、そのショット領域にレチクル R のパターンが転写される。すなわち、本実施形態では照明系 10、及び投影光学系 P L によってウエハ W 上にレチクル R のパターンが生成され、照明光 I L によるウエハ W 上の感応層 (レジスト層) の露光によってウエハ W 上にそのパターンが形成される。

【0022】

ウエハステージ W S T は、図 1 からわかるように、粗動ステージ W C S と、粗動ステージ W C S に非接触状態で支持され、粗動ステージ W C S に対して相対移動可能な微動ステージ W F S とを有している。

【0023】

粗動ステージ W C S は、電磁力 (ローレンツ力) 駆動方式の平面モータ (米国特許第 5, 196, 745 号明細書参照) 又はリニアモータ等から成る粗動ステージ駆動系 51 A (図 8 参照) により、X 軸及び Y 軸方向に所定ストロークで駆動されるとともに Z 方向に微小駆動される。

【0024】

微動ステージ W F S の内部には、図 1 では不図示であるが、後述するウエハテーブル W T B (及びウエハホルダ (図 1 では不図示、図 2 参照)) に形成された不図示の孔に挿入され、上下動可能な複数 (例えば 3 本) の上下動ピン 140 (図 4 (B) 参照) が設けられている。3 本の上下動ピン 140 それぞれの上面には、真空吸引用の吸引口 (不図示) が形成されている。また、3 本の上下動ピン 140 は、それぞれの下端面が台座部材 141 の上面に固定されている。3 本の上下動ピン 140 は、それぞれ台座部材 141 の上面の平面視でほぼ正三角形の頂点の位置に配置されている。3 本の上下動ピン 140 それぞれに形成された吸引口は、上下動ピン 140 (及び台座部材 141) の内部に形成された管路及び不図示の真空配管を介して真空ポンプ (不図示) に連通されている。台座部材 141 は、下面の中央部に固定された軸 143 を介して駆動装置 142 に接続されている。すなわち、3 本の上下動ピン 140 は、台座部材 141 と一体で駆動装置 142 によって上下方向に駆動される。本実施形態では、台座部材 141 と 3 本の上下動ピン 140 と軸

10

20

30

40

50

143とによって、ウエハ下面の中央部領域の一部を下方から支持可能なウエハセンター支持部材（以下、センター支持部材と略記する）150が構成されている。ここで、3本の上下動ピン140（センター支持部材150）の基準位置からのZ軸方向の変位は、例えば駆動装置142に設けられたエンコーダシステム等の変位センサ145（図4では不図示、図8参照）によって検出されている。主制御装置20は、変位センサ145の計測値に基づいて、駆動装置142を介して3本の上下動ピン140（センター支持部材150）を上下方向に駆動する。

#### 【0025】

また、微動ステージWFSは、微動ステージ駆動系52A（図8参照）によって粗動ステージWCSに対して6自由度方向（X軸、Y軸、Z軸、 $x$ 、 $y$ 及び $z$ の各方向）に駆動される。微動ステージ駆動系52Aは、例えば、米国特許出願公開第2010/0073652号明細書及び米国特許出願公開第2010/0073653号明細書と同様に、不図示の磁石ユニットと不図示のコイルユニットとによって、微動ステージWFSを粗動ステージWCSに対して非接触状態で支持するとともに、非接触で6自由度方向へ駆動する。

#### 【0026】

微動ステージWFSは、本体部81と本体部81の上面に固定されたウエハテーブルWTBとを含む。ウエハテーブルWTBの上面の中央には、バキュームチャック（又は静電チャック）などを有するウエハホルダWH（図1では不図示、図2参照）を介して、ウエハWが真空吸着等によって固定されている。ウエハホルダWHはウエハテーブルWTBと一体に形成しても良いが、本実施形態ではウエハホルダWHとウエハテーブルWTBとを別々に構成し、例えば真空吸着などによってウエハホルダWHをウエハテーブルWTB上に固定している。また、ウエハテーブルWTBの上面には、図2に示されるように、+Y側の端部近傍に、計測プレート（基準マーク板とも呼ばれる）30が設けられている。この計測プレート30には、ウエハテーブルWTBのセンターラインCLと一致する中心位置に第1基準マークFMが設けられ、該第1基準マークFMを挟むように一对のレチクルアライメント用の第2基準マークRMが設けられている。

#### 【0027】

本実施形態では、微動ステージWFSが本体部81とウエハテーブルWTBとを有するものとしたが、例えば、本体部81を設けずに、前述の微動ステージ駆動系52AによってウエハテーブルWTBを駆動しても良い。また、微動ステージWFSは、その上面の一部にウエハWの載置領域を有していれば良く、ウエハステージWSTの保持部、あるいはテーブル、可動部などと呼ぶことができる。

#### 【0028】

ウエハテーブルWTB上には、ウエハホルダWHに近接して複数（例えば3つ）の反射鏡86が設けられている。3つの反射鏡86は、ウエハホルダWHの外側に近接してそれぞれ配置されている。3つの反射鏡86のうち1つは、センターラインCL上でウエハホルダWHの-Y側の位置（平面視においてウエハWの中心に対して6時の方向の位置、すなわちウエハWのノッチが対向する位置）に、残りの2つは、平面視においてウエハWの中心に対して2時、10時の方向のセンターラインCLに関して対称な位置に、それぞれ配置されている。なお、図2では、説明の便宜上からウエハホルダWHの外径がウエハWの直径よりも大きく図示されているが、実際には、ウエハホルダWHの外径は、ウエハWの直径と同じ若しくは幾分小さい。

#### 【0029】

ウエハテーブルWTBの-Y端面、-X端面には、それぞれ鏡面加工が施され、図2に示される反射面17a、反射面17bが形成されている。なお、上述の如く、本実施形態では、微動ステージWFSがウエハテーブルWTBを備えているので、以下の説明では、ウエハテーブルWTBを含む微動ステージWFSを、ウエハテーブルWTBとも表記する。

#### 【0030】

ウエハテーブルW T B (ウエハステージW S T) の位置情報は、図 1 に示される Y 干渉計 1 6 を含む干渉計システム 7 0 (図 8 参照) によって計測される。

【 0 0 3 1 】

干渉計システム 7 0 は、ウエハテーブルW T B (ウエハステージW S T) の位置情報を計測する複数の干渉計、具体的には、図 3 に示される、Y 干渉計 1 6 及び 3 つの X 干渉計 1 3 6、1 3 7、1 3 8 等を含む。本実施形態では、上記各干渉計としては、一部を除いて、測長軸を複数有する多軸干渉計が用いられている。

【 0 0 3 2 】

Y 干渉計 1 6 は、図 1 及び図 3 に示されるように、投影光学系 P L の投影中心 (光軸 A X、本実施形態では前述の露光領域 I A の中心とも一致) を通る Y 軸に平行な直線 (以下、基準軸と呼ぶ) L V から同一距離 - X 側、+ X 側に離れた Y 軸方向の光路にそれぞれ沿って測長ビーム B 4<sub>1</sub>、B 4<sub>2</sub> をウエハテーブルW T B の反射面 1 7 a に照射し、それぞれの反射光を受光する。また、Y 干渉計 1 6 は、測長ビーム B 4<sub>1</sub>、B 4<sub>2</sub> から - Z 方向に離間し、かつ基準軸 L V 上を通る Y 軸方向の光路に沿って測長ビーム B 3 を反射面 1 7 a に向けて照射し、反射面 1 7 a で反射した測長ビーム B 3 を受光する。

【 0 0 3 3 】

X 干渉計 1 3 6 は、投影光学系 P L の光軸を通る X 軸方向の直線 (基準軸) L H から同一距離 + Y 側、- Y 側に離れた X 軸方向の光路にそれぞれ沿った測長ビーム B 5<sub>1</sub>、B 5<sub>2</sub>、及び測長ビーム B 5<sub>1</sub> 又は B 5<sub>2</sub> から - Z 方向に離間した X 軸方向の光路に沿った測長ビームを含む 3 本の X 軸方向の測長ビームをウエハテーブルW T B の反射面 1 7 b に照射し、それぞれの反射光を受光する。

【 0 0 3 4 】

X 干渉計 1 3 7 は、後述するアライメント検出系 A L G の検出中心を通る X 軸に平行な直線 L A に沿って測長ビーム B 6 及び該測長ビーム B 6 の - Z 側の光路を通る測長ビームをウエハテーブルW T B の反射面 1 7 b に照射し、それぞれの反射光を受光する。

【 0 0 3 5 】

X 干渉計 1 3 8 は、ウエハのロードが行われるローディングポジション L P を通る X 軸に平行な直線 L U L に沿って測長ビーム B 7 をウエハテーブルW T B の反射面 1 7 b に照射し、その反射光を受光する。

【 0 0 3 6 】

干渉計システム 7 0 の各干渉計の計測値 (位置情報の計測結果) は、主制御装置 2 0 に供給されている (図 8 参照)。主制御装置 2 0 は、Y 干渉計 1 6 の計測値に基づいて、ウエハテーブルW T B の Y 軸方向、x 方向及び z 方向に関する位置情報を求める。また、主制御装置 2 0 は、X 干渉計 1 3 6、1 3 7 及び 1 3 8 のいずれかの計測値に基づいてウエハテーブルW T B の X 軸方向に関する位置情報を求める。また、主制御装置 2 0 は、X 干渉計 1 3 6 の計測値に基づいて、ウエハテーブルW T B の y 方向に関する位置情報を求める。なお、主制御装置 2 0 は、X 干渉計 1 3 6 の計測値に基づいてウエハテーブルW T B の z 方向に関する位置情報を求めることとしても良い。

【 0 0 3 7 】

この他、干渉計システム 7 0 は、Z 軸方向に離間した一対の Y 軸に平行な測長ビームを、粗動ステージ W C S の - Y 側の側面に固定された移動鏡 (不図示) の上一対の反射面をそれぞれ介して一対の固定鏡 (不図示) に照射し、その一対の固定鏡からの上記反射面を介した戻り光を受光する、基準軸 L V から同一距離 - X 側、+ X 側に離れて配置された一対の Z 干渉計を備えていても良い。この一対の Z 干渉計の計測値に基づいて、主制御装置 2 0 は、Z 軸、y、z の各方向を含む少なくとも 3 自由度方向に関するウエハステージ W S T の位置情報求めることができる。

【 0 0 3 8 】

なお、干渉計システム 7 0 の詳細な構成、及び計測方法の詳細の一例については、例えば米国特許出願公開第 2 0 0 8 / 0 1 0 6 7 2 2 号明細書などに詳細に開示されている。

【 0 0 3 9 】



ウエハテーブルW T B（ウエハステージW S T）の位置情報を計測するために本実施形態では干渉計システムを用いたが、別の手段を用いても良い。例えば、米国特許出願公開第2010/0297562号明細書に記載されているようなエンコーダシステムを使用することも可能である。

#### 【0040】

露光装置100では、さらに、図1に示されるように、投影ユニットP Uの鏡筒40の下端部側面に、第1基準マークF M及びウエハW上のアライメントマークを検出するアライメント検出系A L Gが設けられている。アライメント検出系A L Gとしては、例えば、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ークの像と不図示の指標（各アライメント系内に設けられた指標板上の指標パターン）の像とを撮像素子（C C D等）を用いて撮像し、それらの撮像信号を出力する画像処理方式のF I A（Field Image Alignment）系が用いられている。アライメント検出系A L Gからの撮像信号は、主制御装置20に供給されるようになっている（図8参照）。

10

#### 【0041】

なお、アライメント検出系A L Gに代えて、例えば米国特許出願公開第2009/0233234号明細書に開示されている5つのアライメント系を備えたアライメント装置を設けても良い。

#### 【0042】

この他、露光装置100では、投影光学系P Lの近傍に、ウエハWの表面に複数の計測ビームを照射する照射系54aと、それぞれの反射ビームを受光する受光系54bとを有する多点焦点位置検出系（以下、多点A F系と称する）54（図8参照）が設けられている。多点A F系54の詳細構成については、例えば米国特許第5,448,332号明細書等を開示されている。

20

#### 【0043】

図1では不図示であるが、レチクルRの上方に、レチクルR上の一对のレチクルアライメントマークと、これに対応するウエハテーブルW T B上の計測プレート30上の一对の第2基準マークR Mの投影光学系P Lを介した像とを同時に観察するための露光波長の光を用いたT T R（Through The Reticle）方式の一对のレチクルアライメント検出系14（図8参照）が配置されている。この一对のレチクルアライメント検出系14の検出信号は、主制御装置20に供給されるようになっている。

30

#### 【0044】

次に、搬送システム120（図8参照）について説明する。搬送システム120の一部を構成する搬入ユニット121（図1参照）は、露光前のウエハを、ウエハテーブルW T B上にロードするのに先立ってローディングポジションL Pの上方で保持し、ウエハテーブルW T B上にロードするためのものである。また、搬送システム120の一部を構成する搬出ユニット122（図8参照）は、露光後のウエハを、ウエハテーブルW T Bからアンロードするためのものである。

#### 【0045】

搬入ユニット121は、図3及び図4（A）に示されるように、ウエハWを上方から非接触で吸引するチャックユニット153、チャックユニット153を上下方向に駆動する複数、例えば3つのZボイスコイルモータ144、チャックユニット153の自重を支持する複数、例えば一对の重量キャンセル装置131、並びに3つのZボイスコイルモータ144及び一对の重量キャンセル装置131などが搭載されたベース部材22等を備えている。ベース部材22は、長手方向（X軸方向）両端部に接続された不図示の支持部材及び防振装置（いずれも図示せず）を介してメインフレームB D（図1参照）に吊下げ支持されている。

40

#### 【0046】

チャックユニット153は、図4（A）及び図4（B）に示されるように、例えば平面視（上方から見て）長手方向（X軸方向）の両端部に一对の張り出し部44a、44bが

50

設けられた略円形の所定厚さの板部材（プレート）４４、及び板部材４４の下面に所定の配置で埋めこまれた複数のチャック部材１２４等を備えている。本実施形態に係るチャックユニット１５３は、さらに、板部材４４に１２０°の間隔で形成された３つの段付き開口２５内にそれぞれ収納された後述する３つのウエハ支持ユニット１２５をも備えている。

【００４７】

ここで、板部材４４は、その内部に配管等が設けられ、その配管内に所定温度に温調された液体が流れることでウエハを所定温度に温調するためのクールプレートを兼ねている。ただし、板部材４４は、必ずしもクールプレートを兼ねている必要はない。

【００４８】

前述のベース部材２２は、図４（Ａ）に示されるように、板部材４４の形状に対応した形状の切欠き部２２ａが形成された板部材から成る。すなわち、板部材４４は、ベース部材２２の切欠き部２２ａに対して所定の隙間（ギャップ、クリアランス）を介して対向する状態で、配置されている。

【００４９】

板部材４４には、複数のチャック部材１２４と干渉しない位置に複数の不図示の貫通孔が形成されている。また、板部材４４には、図４（Ａ）に示されるように、平面視において基準軸ＬＶ上に位置する中心に対して６時の方向の位置、２時の方向の位置、及び１０時の方向の位置にそれぞれ段付き開口２５が形成されている。それぞれの段付き開口２５内には、後述するウエハ支持ユニット１２５の少なくとも一部が収納されている。なお、開口２５（ウエハ支持ユニット１２５）の配置及び個数は、これに限られるものではない。

【００５０】

各チャック部材１２４としては、いわゆるベルヌーイ・チャック（ベルヌーイ・カップ）が用いられている。ベルヌーイ・チャックは、周知の如く、ベルヌーイ効果を利用し、噴き出される流体（例えば空気）の流速を局所的に大きくし、対象物を吸引（非接触で保持）するチャックである。ここで、ベルヌーイ効果とは、流体の圧力は流速が増すにつれ減少するというもので、ベルヌーイ・チャックでは、吸引（保持、固定）対象物の重さ、及びチャックから噴き出される流体の流速で吸引状態（保持／浮遊状態）が決まる。すなわち、対象物の大きさが既知の場合、チャックから噴き出される流体の流速に応じて、吸引の際のチャックと保持対象物との隙間の寸法が定まる。本実施形態では、チャック部材１２４は、ウエハＷの周辺に気体の流れ（気体流）を発生させてウエハＷを吸引するのに用いられる。吸引の力の度合いは適宜調整可能で、ウエハＷを、複数のチャック部材１２４で吸引することで、Ｚ軸方向、 $x$ 及び $y$ 方向の移動を制限することができる。

【００５１】

複数のチャック部材１２４は、主制御装置２０により、調整装置１１５（図８参照）を介して、それぞれのチャック部材１２４から噴き出される気体流の流速、流量及び噴き出しの向き（気体の噴出方向）等の少なくとも１つが制御されることで、各チャック部材１２４の吸引力が個別に任意の値に設定される。なお、複数のチャック部材１２４を、予め定めたグループ毎に、吸引力を設定可能に構成しても良い。なお、主制御装置２０は、気体の温度を制御するようにしても良い。

【００５２】

ウエハＷを、後述するように、チャック部材１２４で吸引する際にチャック部材１２４から噴き出された流体（例えば空気）は、板部材４４に形成された不図示の貫通孔を介して外部（チャックユニット１５３の上方）に放出される。

【００５３】

ここで、チャック部材１２４に供給される気体（例えば圧縮空気）として、少なくとも温度が一定に調節され、塵埃、パーティクルなどが取り除かれたクリーンエアが供給される。すなわち、チャック部材１２４に吸引されたウエハＷは、温調された圧縮空気により、所定の温度に保たれる。また、ウエハステージＷＳＴ等が配置された空間の温度、清浄

10

20

30

40

50

度等を設定範囲に保つことができる。

【0054】

また、板部材44には、L字の棒状部材から成る複数、ここでは3つの支持部材24<sub>1</sub>、24<sub>2</sub>、24<sub>3</sub>それぞれの一端が接続されている。

【0055】

3つの支持部材24<sub>1</sub>、24<sub>2</sub>、24<sub>3</sub>のそれぞれは、L字部の短い方の辺の端部である一端が、板部材44の上面に固定されている。2つの支持部材24<sub>1</sub>、24<sub>2</sub>それぞれの一端は、板部材44の張り出し部44a、44bの上面の所定位置、ここでは平面視において基準軸LV上に位置する板部材44の中心に対して3時、9時の方向の位置に固定されている。また、残りの支持部材24<sub>3</sub>の一端は、平面視において板部材44の中心に  
10 対して6時の方向の位置（基準軸LV上に一致する位置）であって後述する段付き開口25よりも幾分+Y側の位置に固定されている。

【0056】

2つの支持部材24<sub>1</sub>、24<sub>2</sub>それぞれの長い方の辺は、X軸方向に沿って配置され、それぞれの辺の他端部が、重量キャンセル装置131によって下方から支持されるとともに、Zボイスコイルモータ144に接続されている。この場合、重量キャンセル装置131の外側にZボイスコイルモータ144が配置されている。残りの支持部材24<sub>3</sub>の長い方の辺はX軸及びY軸に対して所定角度傾斜した方向に沿って配置され、その辺の他端部の下面がZボイスコイルモータ144に接続されている。

【0057】

3つのZボイスコイルモータ144のそれぞれは、チャックユニット153を上下方向（Z軸方向）に所定のストローク（チャックユニット153がウエハWの吸引を開始する第1位置と、チャックユニット153に吸引されたウエハWがウエハホルダWH（ウエハテーブルWTB）上に載置される第2位置とを含む範囲）で駆動する。ここで、3つのZボイスコイルモータ144のうち、支持部材24<sub>3</sub>に接続されたZボイスコイルモータ144は、主にチャックユニット153の姿勢制御（X方向の姿勢制御）に用いられる。3つのZボイスコイルモータ144のそれぞれは、主制御装置20によって制御される（  
20 図8参照）。

【0058】

2つの重量キャンセル装置131のそれぞれは、一種の空気ばね装置であり、不図示のピストン部材と、ピストン部材がスライド自在に設けられた不図示のシリンダとを備えている。ピストン部材のピストンとシリンダとで区画されるシリンダ内部の空間の圧力は、チャックユニット153（板部材44、複数のチャック部材124及び後述する3つのウエハ支持ユニット125）、並びに支持部材24<sub>1</sub>～24<sub>3</sub>の自重に応じた値に設定されている。これにより、2つの重量キャンセル装置131は、支持部材24<sub>1</sub>、24<sub>2</sub>に対して上向き（+Z方向）の力を与え、チャックユニット153の自重（又はその一部）が支持されている。重量キャンセル装置131のシリンダ内部に供給される気体の圧力及び  
30 量等は、主制御装置20（図8参照）によって制御されている。ここで、重量キャンセル装置131は、シリンダに沿って、上下方向に移動するピストン部材を備えているので、  
40 チャックユニット153の上下動の際のガイドを兼ねている。

【0059】

3つのウエハ支持ユニット125は、上述したように、板部材44に形成された3つの段付き開口25内に個別に収納されている（図4（A）及び図4（B）参照）。図4（B）では、ウエハWを支持する後述する保持部の一部が板部材44の下面から露出した状態が示されている。

【0060】

なお、3つのウエハ支持ユニット125は、配置が異なる点を除き同じ構成であるので、以下では、板部材44の中心に対して-Y方向に位置する段付き開口25内に収納されたウエハ支持ユニット125を代表的に取り上げて説明する。

【0061】

10

20

30

40

50

ウエハ支持ユニット１２５は、図５（Ａ）に示されるように、平板部材６２と、平板部材６２上にその長手方向に所定間隔で配置された２つの軸受部材６６<sub>１</sub>、６６<sub>２</sub>と、２つの軸受部材６６<sub>１</sub>、６６<sub>２</sub>によって回転可能に支持された保持ユニット７２と、保持ユニット７２にカップリング６４を介して接続された回転モータ６８と、を備えている。

【００６２】

平板部材６２は、薄板状の部材から成り、中央部に矩形の開口６３が形成されている。平板部材６２は、板部材４４の段付き開口２５の段部に、ＸＹ平面とほぼ平行になる状態で、例えばボルト締結等によって固定されている。

【００６３】

２つの軸受部材６６<sub>１</sub>、６６<sub>２</sub>は、それぞれ直方体部材から成り、＋Ｘ側に位置する軸受部材６６<sub>１</sub>が、－Ｘ側に位置する軸受部材６６<sub>２</sub>に比べ、幾分Ｘ軸方向に長い。２つの軸受部材６６<sub>１</sub>、６６<sub>２</sub>は、平板部材６２に形成された開口６３をＸ軸方向に挟むようにＸ軸方向に離間して配置され、平板部材６２上面に、例えばボルト締結等で固定されている。図７に示されるように、一方の軸受部材６６<sub>１</sub>には、＋Ｘ側の端面から－Ｘ側の端面に至る、円形の貫通孔８０<sub>１</sub>が形成されている。同様に、他方の軸受部材６６<sub>２</sub>には、＋Ｘ側の端面から－Ｘ側の端面に至る、貫通孔８０<sub>１</sub>と同心で同一径の円形の貫通孔８０<sub>２</sub>が形成されている。

【００６４】

なお、本実施形態では軸受部材を２つ用意したが、２つに限るものではなく、軸部を支持できるのであれば１つとしても良い。

【００６５】

保持ユニット７２は、図５（Ｂ）に取り出して示されるように、長手方向（Ｘ軸方向）に沿って配置された３つの部分、すなわち軸部７３<sub>１</sub>、７３<sub>２</sub>及び保持部７４を有する。詳述すると、保持部７４は、保持ユニット７２の長手方向（Ｘ軸方向）の中央に設けられ、保持部７４の長手方向一端面と他端面に同心かつ同径の２つの軸部（シャフト部）７３<sub>１</sub>、７３<sub>２</sub>の長手方向の一端面が固定されている。保持ユニット７２は、図７に示されるように、軸部７３<sub>１</sub>が、軸受部材６６<sub>１</sub>の貫通孔８０<sub>１</sub>内に挿入され、軸部７３<sub>２</sub>が、軸受部材６６<sub>２</sub>の貫通孔８０<sub>２</sub>内に挿入されている。すなわち、保持ユニット７２は、このようにして２つの軸受部材６６<sub>１</sub>、６６<sub>２</sub>によってＸ軸方向に平行な回転軸回りに回転可能に支持されている。保持ユニット７２については、保持部７４の構成を含めて後にさらに詳述する。

【００６６】

一方の軸受部材６６<sub>１</sub>には、図７に示されるように、貫通孔８０<sub>１</sub>の上側の部分に、軸受部材６６<sub>１</sub>の外部と貫通孔８０<sub>１</sub>の内部とを連通させる３つの管路８１<sub>１</sub>～８１<sub>３</sub>がＸ軸方向に離間して形成されている。また、他方の軸受部材６６<sub>２</sub>には、貫通孔８０<sub>２</sub>の上側の部分に、軸受部材６６<sub>２</sub>の外部と貫通孔８０<sub>２</sub>の内部とを連通させる管路８４が形成されている。

【００６７】

軸受部材６６<sub>１</sub>の３つの管路８１<sub>１</sub>～８１<sub>３</sub>のうち、最も＋Ｘ側に位置する管路８１<sub>１</sub>は、不図示の気体供給管を介して、所定の気体、例えば圧縮空気を供給する気体供給装置１０２に接続されている。気体供給装置１０２から供給される圧縮空気の流量等は、主制御装置２０（図８参照）によって制御される。また、軸受部材６６<sub>１</sub>の貫通孔８０<sub>１</sub>は、＋Ｘ半部の内径が他の部分より大きい。すなわち、貫通孔８０<sub>１</sub>は、段付きの円形開口である。貫通孔８０<sub>１</sub>の大径部、すなわち軸受部材６６<sub>１</sub>の＋Ｘ半部の内周面には、円筒状の多孔質部材８２が配置され、多孔質部材８２の内周面は、貫通孔８０<sub>１</sub>の他の部分と同一面となっている。気体供給装置１０２から供給された圧縮空気は、管路８１<sub>１</sub>を通して多孔質部材８２内に流入し、その多孔質部材８２から、多孔質部材８２と軸部７３<sub>１</sub>との対向面全域に向かって噴き出され、その噴き出された圧縮空気の静圧により、多孔質部材８２と軸部７３<sub>１</sub>との間に、所定の隙間（ギャップ、クリアランス）、例えば数μｍ程度

10

20

30

40

50

静圧空気軸受（エアベアリング）が構成されている。

【 0 0 6 8 】

軸受部材 6 6<sub>1</sub> の 3 つの管路 8 1<sub>1</sub> ~ 8 1<sub>3</sub> のうち、最も - X 側に位置する管路 8 1<sub>3</sub> は、軸受部材 6 6<sub>1</sub> の - X 側端部（管路 8 1<sub>2</sub> の - X 側）に形成されている。管路 8 1<sub>3</sub> は、不図示の真空配管を介して真空ポンプ 1 0 4 に接続されている。真空ポンプ 1 0 4 は、主制御装置 2 0（図 8 参照）によって制御されている。

【 0 0 6 9 】

軸受部材 6 6<sub>1</sub> の 3 つの管路 8 1<sub>1</sub> ~ 8 1<sub>3</sub> のうち、中間に位置する管路 8 1<sub>2</sub> は、軸受部材 6 6<sub>1</sub> の貫通孔 8 0<sub>1</sub> 内に配置された多孔質部材 8 2 より - X 側の位置に形成されている。軸受部材 6 6<sub>1</sub> の軸部 7 3<sub>1</sub> との対向面（内周面）には、管路 8 1<sub>2</sub> が設けられた部分に、全周に渡る凹部 8 3 が形成され、これにより、軸受部材 6 6<sub>1</sub> と軸部 7 3<sub>1</sub> との間に円筒状（円環状）の空間（以下では、便宜上凹部 8 3 と同一の符号を用いて空間 8 3 と表記する）が形成されている。そして、この空間 8 3 は、管路 8 1<sub>2</sub> を介して軸受部材 6 6<sub>1</sub> の外部空間に連通している。すなわち、管路 8 1<sub>2</sub> は、大気開放口として機能している。このため、仮に、真空ポンプ 1 0 4 が作動中であっても、上述した気体供給装置 1 0 2 から供給され、多孔質部材 8 2 と軸部 7 3<sub>1</sub> との間に噴出され、- X 側に流れる圧縮空気は、空間 8 3 内に流入し、管路 8 1<sub>2</sub> を通って外部（軸受部材 6 6<sub>1</sub> の外部空間）に排出される。従って、その圧縮空気が、凹部 8 3 より - X 側に流入することは殆どない。

【 0 0 7 0 】

管路 8 4 は、軸受部材 6 6<sub>2</sub> の長手方向（X 軸方向）の中央部に形成されている。管路 8 4 は、不図示の気体供給管を介して、所定の気体、例えば圧縮空気を供給する気体供給装置 1 0 6（図 8 参照）に接続されている。軸受部材 6 6<sub>2</sub> の内周面（軸部 7 3<sub>2</sub> との対向面）には、軸受部材 6 6<sub>2</sub> の X 軸方向全域にかけて円筒状の多孔質部材 8 5 が配置されている。すなわち、軸受部材 6 6<sub>2</sub> と軸部 7 3<sub>2</sub> との間には、軸受部材 6 6<sub>1</sub> と軸部 7 3<sub>1</sub> との間に構成された静圧空気軸受（エアベアリング）と同様の静圧空気軸受が構成されている。なお、気体供給装置 1 0 6 から供給される圧縮空気の流量等は、主制御装置 2 0（図 8 参照）によって制御される。

【 0 0 7 1 】

保持ユニット 7 2 の説明に戻り、保持ユニット 7 2 の保持部 7 4 は、図 5（B）に示されるように、平面視 U 字形状を有する本体部 7 4 a と、図 4（B）及び図 6（B）等に示されるウエハ W を支持する支持位置に位置したときに、平板部材 6 2 の開口 6 3 から下方に突出する L 字状のウエハ支持部 7 4 b とを有している。

【 0 0 7 2 】

保持ユニット 7 2 は、少なくとも図 6（B）に示される、ウエハ W を保持部 7 4 のウエハ支持部 7 4 b が支持する位置（すなわち、前述の支持位置）と、図 6（A）に示される、支持位置から軸部 7 3<sub>1</sub>、7 3<sub>2</sub> を回転軸として紙面内時計回りに 9 0 度回転し、ウエハ支持部 7 4 b とウエハ W とが離間した位置（以下、離間位置と称する）との間で、回転モータ 6 8 によって駆動される。

【 0 0 7 3 】

本体部 7 4 a には、図 5（B）に示されるように、U 字部の底面（保持ユニット 7 2（保持部 7 4）が支持位置に位置したときの X Z 平面に平行な面）の中央部に矩形の開口が形成されている。

【 0 0 7 4 】

ウエハ支持部 7 4 b には、図 6（B）に示されるように、保持ユニット 7 2（保持部 7 4）が支持位置に位置したときに、ウエハ W を支持する支持面（ウエハ支持面）が、その + Y 側半部に設けられ、そのウエハ支持面の + X 側端部にウエハ W を吸着する吸着部 7 8 が設けられている。吸着部 7 8 の中央には、開口 7 8 a が形成され、その開口 7 8 a にウエハ支持部 7 4 b 及び本体部 7 4 a の内部に形成された管路 9 1 の一端が連通している。管路 9 1 は、図 7 に示されるように、他端が軸部 7 3<sub>1</sub> の内部に形成された X 軸方向に延び

10

20

30

40

50

る管路 9 2 に連通している。また、軸部 7 3<sub>1</sub> は、支持位置に位置したとき（ウエハの保持が行われた状態にあるとき）は、ウエハの厚さ方向に沿った第 1 の方向（図 6 では Z 方向）と交差する第 2 の方向（図 5 及び図 6 では X 方向）に沿って延びた状態にある。

【 0 0 7 5 】

軸部 7 3<sub>1</sub> には、保持ユニット 7 2 が、支持位置に位置したとき、管路 8 1<sub>3</sub> と対向する位置に、管路 9 2 と軸部 7 3<sub>1</sub> の外部とを連通する管路 9 3 が形成されている。このため、保持ユニット 7 2 が、支持位置に位置したとき、管路 9 3 は、管路 8 1<sub>3</sub> に連通する。すなわち、保持ユニット 7 2 が支持位置に位置すると、管路 8 1<sub>3</sub> の外部（すなわち真空ポンプ 1 0 4）とウエハ支持部 7 4 b に形成された開口 7 8 a とを連通する通路（流路）が形成される。この状態で、ウエハ支持部 7 4 b のウエハ支持面（吸着部 7 8 上面）にウエハ W が支持され、主制御装置 2 0 により真空ポンプ 1 0 4 が作動されると、管路 9 2 及び管路 9 1 内が負圧（真空）状態となり、ウエハ W がウエハ支持部 7 4 b の吸着部 7 8 に吸着保持される。

【 0 0 7 6 】

ここで、保持ユニット 7 2 が支持位置以外の位置、例えば離間位置に位置している場合、管路 8 1<sub>3</sub> と管路 9 3 とが連通しておらず、主制御装置 2 0 により真空ポンプ 1 0 4 が作動されても、吸着部 7 8 による吸引は、行われない。

【 0 0 7 7 】

また、一方（+ X 側）の軸部 7 3<sub>1</sub> には、図 5（A）及び図 5（B）に示されるように、+ X 端に + X 方向から見て十字状の十字部材 7 5 が固定されている。また、十字部材 7 5 の + X 側の面の十字部先端それぞれには、磁性体（例えば鉄）7 6 が各 1 つ、合計 4 つ固定されている。一方、平板部材 6 2 には、図 5（A）に示されるように、十字部材 7 5 に対向する位置に Z 軸方向に延びる棒状の支持部材 6 7 が固定されている。支持部材 6 7 には、- X 側の面の上端と下端部近傍に各 1 つ（合計 2 つ）の磁石 6 1（永久磁石）が固定されている。2 つの磁石 6 1 は、保持ユニット 7 2 が前述の支持位置、及び離間位置のそれぞれに位置したときに、4 つの磁性体 7 6 のうちの 2 つと対向するよう位置決めされている。

【 0 0 7 8 】

回転モータ 6 8 は、平板部材 6 2 上に固定され、保持ユニット 7 2 の軸部 7 3<sub>2</sub> の - X 端にカップリング 6 4 を介して接続されている。回転モータ 6 8 としては、一例としてブラシレスタイプの DC モータが用いられている。回転モータ 6 8 には、その回転軸の回転角度（回転方向の位置）を検出する絶対位置検出型のセンサ、一例としてアブソリュートエンコーダ 1 0 1（図 8 参照）が設けられている。アブソリュートエンコーダ 1 0 1 は、使用するとき、又はその少し前、すなわち保持ユニット 7 2 が離間位置から支持位置に駆動されるとき、及び支持位置から離間位置に駆動されるときに、オフ状態からオン状態に設定される。主制御装置 2 0（図 8 参照）は、アブソリュートエンコーダ 1 0 1 から供給された計測値（回転モータ 6 8 の回転軸の回転角度（回転方向の位置（絶対位置）））に基づいて、保持ユニット 7 2 を所定量回転駆動し、ウエハ支持部 7 4 b を所定位置に位置決めする。ここで、ウエハ支持部 7 4 b が支持位置又は離間位置に位置しているとき（アブソリュートエンコーダ 1 0 1 がオフ状態のとき）には、上述の 2 つの磁石 6 1 と、4 つの磁性体 7 6 のうちの 2 つとが対向するので、磁石 6 1 と磁性体 7 6 との間に働く磁力によって保持ユニット 7 2（ウエハ支持部 7 4 b）が固定（位置決め）される。また、保持ユニット 7 2 を駆動するときには、上述の磁力に打ち勝つ回転力を回転モータ 6 8 が発生することで、保持ユニット 7 2（ウエハ支持部 7 4 b）が駆動される。

【 0 0 7 9 】

説明は前後するが、図 5（B）に示されるように、ウエハ支持部 7 4 b には、保持ユニット 7 2 が支持位置に位置したときに上面となる面（ウエハ支持面）の中央部に反射鏡 7 9 が設けられている。本実施形態では、反射鏡 7 9 は、実際には、3 つのウエハ支持ユニット 1 2 5 のそれぞれに各 1 つ設けられており、それら 3 つの反射鏡 7 9 のそれぞれに対して、上方から照明光を照射可能な落射照明方式の 3 つのエッジ位置検出系を含む計測系

10

20

30

40

50

1 2 3 (図 8 参照) が、設けられている。

【 0 0 8 0 】

計測系 1 2 3 を構成する各エッジ位置検出系としては、例えば照明光源、複数の反射鏡等の光路折り曲げ部材、レンズ等、及び C C D 等の撮像素子などを含み、ウエハ W のエッジ部の位置情報を検出する画像処理方式のエッジ位置検出系を用いることができる。計測系 1 2 3 により、ウエハ W のエッジ検出が行われたとき、それらの撮像信号は、信号処理系 1 1 6 (図 8 参照) に送られる。

【 0 0 8 1 】

搬入ユニット 1 2 1 は、さらに、チャックユニット 1 5 3 の Z 軸、 $x$ 、 $y$  の各方向の位置を検出するチャックユニット位置検出系 1 4 8 (図 8 参照) を備えている。チャックユニット位置検出系 1 4 8 は、例えばメインフレーム B D に固定された複数 (例えば、3 つ) の Z 位置検出系 (例えばレーザ変位計その他の光学式変位センサなど) によって構成されている。チャックユニット位置検出系 1 4 8 によって、チャックユニット 1 5 3 上面の複数箇所の Z 位置が検出され、その検出結果は、主制御装置 2 0 (図 8 参照) に送られる。

10

【 0 0 8 2 】

この他、搬入ユニット 1 2 1 は、ウエハ平坦度検出系 1 4 7 (図 8 参照) を備えていても良い。ウエハ平坦度検出系 1 4 7 は、板部材 4 4 の複数箇所、例えばウエハ W の外周部近傍の上方 3 箇所、中心部近傍の上方 1 箇所にそれぞれ配置された複数、例えば 4 つのウエハ W 表面 (上面) の Z 軸方向の位置 (Z 位置) を検出する不図示の Z 位置検出系 (例えば静電容量センサなどの変位センサなど) によって構成することができる。主制御装置 2 0 は、複数の Z 位置検出系の計測値に基づいて、ウエハ W 上面の複数箇所の Z 位置を検出し、その検出結果からウエハ W の平坦度を求める。

20

【 0 0 8 3 】

図 8 には、露光装置 1 0 0 の制御系を中心的に構成し、構成各部を統括制御する主制御装置 2 0 の入出力関係を示すブロック図が示されている。主制御装置 2 0 は、ワークステーション (又はマイクロコンピュータ) 等を含み、露光装置 1 0 0 の構成各部を統括制御する。

【 0 0 8 4 】

上述のようにして構成された本実施形態に係る露光装置 1 0 0 では、主制御装置 2 0 により、以下のような一連の処理が行われる。

30

【 0 0 8 5 】

すなわち、主制御装置 2 0 は、まず、レチクル搬送系 (不図示) を用いてレチクル R をレチクルステージ R S T 上にロードする。また、主制御装置 2 0 は、後述するようにしてウエハ W をウエハステージ W S T (ウエハホルダ W H) 上にロードする。ロード後、一対のレチクルアライメント検出系 1 4 及び計測プレート 3 0、並びにアライメント検出系 A L G を用いて、レチクルアライメント、アライメント検出系 A L G のベースライン計測、及びウエハアライメント (例えば E G A) 等の準備作業を行う。なお、レチクルアライメント、ベースライン計測等については、例えば米国特許第 5, 6 4 6, 4 1 3 号明細書などに詳細に開示されている。また、E G A については、例えば米国特許第 4, 7 8 0, 6 1 7 号明細書などに詳細に開示されている。ここで、E G A とは、ショット内の複数のウエハアライメントマークの位置検出データを用いて例えば上記米国特許明細書に開示される最小 2 乗法を利用した統計演算によりウエハ W 上の全てのショット領域の配列座標を求めるアライメント手法を意味する。

40

【 0 0 8 6 】

そして、主制御装置 2 0 は、レチクルアライメント、ベースライン計測、及びウエハアライメントの結果に基づいて、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 W S T を移動させるショット間移動動作と、各ショット領域に対しレチクル R の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、ステップ・アンド・スキャン方式でウエハ W 上の複数のショット領域に対する露

50

光を行う。露光中のウエハWのフォーカス・レベリング制御は、前述の多点AF系54を用いてリアルタイムで行われる。

【0087】

次に、ウエハステージWST上へのウエハWの搬入（ロード）手順について、図9（A）～図11（B）に沿って、かつその他の図面を適宜参照しつつ説明する。

【0088】

前提として、例えば、チャックユニット153は、図9（A）に示されるように、3つのZボイスコイルモータ144（図9（A）等では-Y側のZボイスコイルモータ144は不図示（図4（A）参照））により、ストローク範囲内の移動上限位置（+Z側の移動限界位置）近傍、すなわち前述した第1位置に移動され、その位置に維持されているものとする。また、このとき、3つのウエハ支持ユニット125は、それぞれの保持ユニット72が、離間位置に設定されているものとする（図6（A）参照）。

【0089】

この状態で、まず、図9（A）に示されるように、ウエハWが搬送アーム149によってその下面が支持された状態で、チャックユニット153の下方（ローディングポジションLPの上方）に搬送される。ここで、ウエハWの搬送アーム149によるチャックユニット153の下方位置への搬送は、その搬送されるウエハWの1つ前に露光対象となるウエハ（以下、前ウエハと称する）に対する露光処理が、ウエハステージWST上で行われているときに行われても良いし、前ウエハに対するアライメント処理等が行われているときに行われても良い。

【0090】

次に、主制御装置20は、調整装置115を介して、図9（A）に示されるように、複数のチャック部材124に対する流体（空気）の供給を開始することで、ウエハWが所定の距離（ギャップ）を保って非接触でチャックユニット153（複数のチャック部材124）に吸引される。なお、図9（A）等では、図中に簡略化してドットの塗りつぶしで示される、噴き出された空気の流れによって（より正確には、その流れによって生ずる負圧によって）、ウエハWが、チャックユニット153に吸引されているものとする。ただし、実際に噴き出された空気の状態は、必ずしもこれらに限定されるものではない。

【0091】

次に、図6（A）及び図9（A）中にそれぞれ黒矢印で示されるように、主制御装置20は、3つのウエハ支持ユニット125のそれぞれが備える回転モータ68（図5（A）参照）を介してそれぞれの保持ユニット72を回転させ、それぞれ支持位置に位置させる。図9（A）には、X軸方向一側と他側の一对の保持ユニット72の回転駆動動作が、黒矢印で示されている。各保持ユニット72が支持位置まで駆動されると、各ウエハ支持部74bの吸着部78（開口78a）がウエハWの下面（裏面）に対向（接触）する（図9（B）及び図6（B）参照）。また、3つのウエハ支持ユニット125の保持ユニット72がそれぞれ支持位置に位置した状態では、ウエハ支持部74b上の反射鏡79がそれぞれウエハW裏面の外周縁の所定の位置（ノッチの位置を含む）に対向している（図6（B）参照）。

【0092】

ウエハWの裏面が、各ウエハ支持部74bの吸着部78によって支持されると、主制御装置20は、各ウエハ支持部74bの軸受部材66<sub>1</sub>に接続された真空ポンプ104（図7及び図8参照）を作動させて、真空吸引を行う。このとき、保持ユニット72（保持部74）が支持位置に位置しているので、真空ポンプ104が接続された各管路81<sub>3</sub>からウエハ支持部74bに形成された開口78aまで至る流路が形成されている。このため、真空ポンプ104が作動されると、ウエハWの裏面は、各ウエハ支持部74bの吸着部78に吸着保持される。

【0093】

このとき、ウエハWは、チャックユニット153による上方からの吸引によって、Z、x、yの3自由度方向の移動が制限されると共に、3つのウエハ支持ユニット125

10

20

30

40

50



による下方からの吸着支持によって、X、Y、Zの3自由度方向の移動が制限され、これにより、6自由度方向の移動が制限されている。

【0094】

ウエハWが、このときの状態、すなわちチャックユニット153による吸引（非接触保持）及び3つのウエハ支持ユニット125による吸着（支持）が行われた状態で、ローディングポジションLPの上方で待機するように、露光装置100の処理シーケンスが定められている。露光装置100では、ウエハWがローディングポジションLP上方で待機している間に、ウエハテーブルWTB上に保持された前ウエハに対する露光処理（及びそれに先立つアライメント処理）などが行われている。また、このとき搬送アーム149によるウエハWの真空吸着を停止した状態にしておいても良い。なお、上述したチャックユニット153（複数のチャック部材124）によるウエハWの吸引と、3つのウエハ支持ユニット125による下方からのウエハの支持とは、逆の順番に行われても良いし、両者の動作が一部並行して行われても良い。

10

【0095】

ローディングポジションLP上方でのウエハWの待機中に、主制御装置20は、計測系123（図8参照）を用いてウエハWのエッジ検出を行う。計測系123の3つのエッジ位置検出系の検出信号（撮像信号）は、信号処理系116（図8参照）に送られる。信号処理系116は、例えば米国特許第6,624,433号明細書などに開示されている手法により、ウエハのノッチを含む周縁部の3箇所の位置情報を検出して、ウエハWのX軸方向、Y軸方向の位置ずれと回転（Z回転）誤差とを求める。そして、それらの位置ずれと回転誤差との情報は、主制御装置20に供給される（図8参照）。

20

【0096】

上述のウエハWのエッジ検出の開始と前後して、主制御装置20は、図9（B）中に黒矢印で示されるように、搬送アーム149を下方に駆動し、搬送アーム149とウエハWとを離間させた後、搬送アーム149をローディングポジションLPの上方から退避させる。

【0097】

前ウエハの露光処理が完了し、搬出ユニット122（図8参照）により前ウエハがウエハテーブルWTB上からアンロードされると、図10（A）に示されるように、主制御装置20により、粗動ステージ駆動系51A（図8参照）を介してウエハステージWSTがチャックユニット153の下方（ローディングポジションLP）に移動される。そして、図10（A）中に白抜き矢印で示されるように、主制御装置20は、3本の上下動ピン140を有するセンター支持部材150（図10（A）等では不図示、図4（B）参照）を、駆動装置142を介して上方に駆動する。この時点でも、計測系123によるウエハWのエッジ検出は続行されており、主制御装置20は、ウエハWがウエハステージWSTの所定位置に搭載されるよう、ウエハWの位置ずれ及び回転誤差情報に基づいて、ウエハステージWSTをウエハWのずれ量（誤差）と同じ量だけ同じ方向に微小駆動する。

30

【0098】

そして、図10（B）に示されるように、3本の上下動ピン140の上面がチャックユニット153に吸引されたウエハWの下面に当接すると、主制御装置20は、センター支持部材150の上昇を停止する。これにより、ウエハWは、位置ずれ及び回転誤差が補正された状態で、3本の上下動ピン140によって支持される。

40

【0099】

ここで、待機位置にあるチャックユニット153に吸引されたウエハWのZ位置は、ある程度正確にわかる。従って、主制御装置20は、変位センサ145の計測結果に基づいて、センター支持部材150を基準位置から所定量駆動することで、3本の上下動ピン140をチャックユニット153に吸引されたウエハWの下面に当接させることができる。しかし、これに限らず、センター支持部材150（3本の上下動ピン140）の上限移動位置で、3本の上下動ピン140がチャックユニット153に吸引されたウエハWの下面に当接するように、予め、設定しておいても良い。

50

## 【 0 1 0 0 】

その後、主制御装置 20 は、不図示のパキュムポンプを作動し、3 本の上下動ピン 140 によるウエハ W 下面に対する真空吸着を開始する。なお、複数のチャック部材 124 によるウエハ W の吸引は、この状態でも続行されている。すなわち、複数のチャック部材 124 による吸引と、3 本の上下動ピン 140 の下方からの支持による摩擦力によりウエハ W は、6 自由度方向の移動が制限されている。従って、この状態では、ウエハ支持ユニット 125 のウエハ支持部 74b によるウエハ W の吸着（接触保持）を解除しても何ら問題は生じない。

## 【 0 1 0 1 】

そこで、ウエハ W が 3 本の上下動ピン 140 に支持（吸着保持）されると、主制御装置 20 は、真空ポンプ 104（図 8 参照）の作動を停止した後、図 10（B）及び図 12（A）中に黒矢印で示されるように、保持ユニット 72 を回転させ、3 つのウエハ支持ユニット 125 が備える保持ユニット 72 を、支持位置から離間位置まで駆動する。これにより、図 12（B）に示されるように、各保持ユニット 72 が離間位置に位置決めされ、各ウエハ支持部 74b によるウエハ W の支持が解除される。

## 【 0 1 0 2 】

次に、主制御装置 20 は、図 11（A）中に黒矢印及び白矢印でそれぞれ示されるように、ウエハ W を吸引及び支持しているチャックユニット 153 及び 3 本の上下動ピン 140（センター支持部材 150）を、それぞれ 3 つの Z ボイスコイルモータ 144 及び駆動装置 142 を介して、下方へ駆動する。これにより、ウエハ W に対するチャックユニット 153（複数のチャック部材 124）による吸引状態と 3 本の上下動ピン 140 による支持状態とを維持して、チャックユニット 153 と 3 本の上下動ピン 140（センター支持部材 150）とが下方へ駆動される。チャックユニット 153 と 3 本の上下動ピン 140（センター支持部材 150）とは同期して駆動されても良いし、異なる速度で駆動されても良い。後者の場合、ウエハ W の変形が抑制されるように、両者の速度が調整されることが望ましい。この場合のチャックユニット 153 の駆動は、主制御装置 20 が、チャックユニット位置検出系 148 の検出結果に基づいて、3 つの Z ボイスコイルモータ 144 を駆動することで行われる。

## 【 0 1 0 3 】

上述のチャックユニット 153 と 3 本の上下動ピン 140（センター支持部材 150）との駆動は、図 11（B）に示されるように、ウエハ W の下面がウエハテーブル WTB 上のウエハホルダ WH の上面（ウエハ支持面）に当接するまで行われる。

## 【 0 1 0 4 】

そして、ウエハ W の下面がウエハホルダ WH に当接すると、主制御装置 20 は、調整装置 115 を介して全てのチャック部材 124 から的高圧空気流の流出を停止して、チャックユニット 153 によるウエハ W の吸引を解除し、ウエハホルダ WH によるウエハ W の吸着を開始する。

## 【 0 1 0 5 】

次いで、主制御装置 20 は、図 11（B）中に黒矢印で示されるように、3 つの Z ボイスコイルモータ 144 を介してチャックユニット 153 を所定の待機位置（第 1 位置又はその近傍の位置）まで上昇させる。これにより、ウエハ W のウエハテーブル WTB 上へのロード（搬入）が終了する。

## 【 0 1 0 6 】

ここで、チャックユニット 153 が上方に駆動され、停止されると（又は上昇中に）、主制御装置 20 は、前述した計測系 123 を用いて、ウエハ W のエッジ位置の検出を行う。この場合、ウエハ W のエッジ検出は、ウエハテーブル WTB 上の 3 つの反射鏡 86 に、計測系 123 の 3 つのエッジ位置検出系からの計測ビームがそれぞれ照射され、各反射鏡 86 からの反射ビームを 3 つのエッジ位置検出系の撮像素子が受光することで行われる。計測系 123 の 3 つのエッジ位置検出系の検出信号は、信号処理系 116（図 8 参照）に送られ、ウエハ W の位置ずれと回転誤差との情報が、主制御装置 20 に供給される。主制

10

20

30

40

50

御装置 20 は、その位置ずれと回転誤差との情報とをオフセット量としてメモリに記憶しておき、後のウエハアライメント時、又は、露光の際などに、上記オフセット量を考慮してウエハテーブル W T B の位置を制御する。なお、前述の待機中にウエハ W のエッジ検出が行われ、その結果得られた位置ずれと回転誤差が補正された状態で、ウエハ W は、3 本の上下動ピン 140 に支持された後、ウエハテーブル W T B 上に搭載されているので、ウエハ W のウエハテーブル W T B 上へのロード後のウエハ W のエッジ検出は必ずしも行わなくても良い。

#### 【0107】

以上説明したように、本実施形態に係る搬入ユニット 121 及びこれを備えた露光装置 100 によると、主制御装置 20 は、ウエハ W をウエハテーブル W T B 上にロードする際に、ウエハ W をチャックユニット 153 を介して上方から吸引保持すると同時に、回転（例えば、起伏回転（水平面内の一軸回りの往復回転）ともいう）が可能な 3 つのウエハ支持ユニット 125 によって、ウエハ W 周縁部を下方から支持させる。これにより、ウエハ W が、チャックユニット 153 を介して上方から吸引保持されているとき、3 本の上下動ピン 140（センター支持部材 150）に渡されるまでの間に、鉛直方向は勿論、水平面内でも位置ずれすることがない。また、チャックユニット 153 が駆動装置によって、一軸回りに回転駆動され、第 1 位置に位置したとき、吸着部を含む保持部の一部がウエハ W に下方から接触する。従って、このチャックユニット 153 を複数（例えば 3 組）用い、それぞれの吸着部によってウエハ W の異なる位置を下方から保持することにより、ウエハ W を小さいスペースで保持することが可能になる。

#### 【0108】

また、主制御装置 20 は、ウエハ W をウエハステージ W S T 上にロードする途中、具体的にはウエハ W をチャックユニット 153 と 3 つのウエハ支持ユニット 125 とで支持している際に、計測系 123 を介してウエハ W の位置ずれ及び回転ずれを計測し、その計測結果に基づいて、ウエハ W の位置ずれ及び回転ずれが補正されるように、ウエハステージ W S T を駆動する。従って、ウエハ W を位置再現性良く、ウエハテーブル W T B 上にロードすることができる。

#### 【0109】

また、回転が可能な 3 つのウエハ支持ユニット 125 を備えた上下動可能なチャックユニット 153 を用いるので、水平面内で回転するウエハ支持部材を用いる場合と異なり、狭い空間内であってもウエハ W のウエハホルダ W H 上への搬入が可能となる。

#### 【0110】

また、主制御装置 20 は、ウエハ W をウエハテーブル W T B 上にロードする際に、ウエハ W に対するチャックユニット 153（複数のチャック部材 124）による吸引状態と 3 本の上下動ピン 140 による支持状態とを維持して、チャックユニット 153 と上下動ピン 140（センター支持部材 150）とを、上下動させることができる。これにより、ウエハ W の平坦度を所望の範囲内の値に維持した状態でウエハステージ W S T 上にロードすることができる。

#### 【0111】

また、チャックユニット 153 とウエハ支持ユニット 125 とを共通の Z ボイスコイルモータ 144 を介して Z 軸方向に駆動しているので、部品点数を減らすこともできる。

#### 【0112】

また、チャックユニット 153 の自重を一对の重量キャンセル装置 131 によって支持しているので、チャックユニット 153 を上下方向に駆動する際の力を小さくすることができ、各 Z ボイスコイルモータ 144 のサイズを小さくすることができる。

#### 【0113】

また、本実施形態に係る露光装置 100 によると、ウエハテーブル W T B 上に平坦度が高い状態で、かつ位置再現性良くロードされたウエハ W に対して、ステッピング・アンド・スキャン方式で露光が行われるので、ウエハ W 上の複数のショット領域のそれぞれに対し、重ね合わせ精度が良好で、かつデフォーカスのない露光が可能となり、複数のショッ

10

20

30

40

50

ト領域に対してレチクルRのパターンを良好に転写することができる。

【0114】

なお、ウエハWをチャックユニット153で吸引保持している間に、3つのウエハ支持ユニット125によってXY平面内でのウエハWの位置ずれを効果的に抑制できるので、計測系123は、必ずしも設けなくても良い。

【0115】

《第2の実施形態》

次に、第2の実施形態に係る露光装置について、図13及び図14(A)～図14(C)に基づいて説明する。本第2の実施形態に係る露光装置では、搬入ユニット121のチャックユニット153が備える3つのウエハ支持ユニット125のそれぞれに代えて、図13に示されるウエハ支持ユニット125aが設けられている。チャックユニット153のその他の部分の構成、及び搬入ユニット121のその他の構成、搬入ユニット121以外の部分の構成などは、前述した第1の実施形態に係る露光装置100と同様である。従って、以下では、上記のウエハ支持ユニット125aを中心として、露光装置100との相違点について説明する。

【0116】

図13と図5(A)とを比較するとわかるように、ウエハ支持ユニット125aは、前述のウエハ支持ユニット125と同様の構成部分に加えて、図13に示されるクリーナユニット152を備えている。クリーナユニット152は、吸着部78に付着したレジスト等を清掃するためのものである。なお、クリーナユニット152をそれぞれ有する3つのウエハ支持ユニット125aは、配置が異なる点を除き同じ構成であるので、以下では、板部材44の中心に対して-Y方向に位置する段付き開口25内に収納されたウエハ支持ユニット125aを代表的に取り上げて、クリーナユニット152を中心として説明する。

【0117】

クリーナユニット152は、図13に示されるように、平板部材62上面の-Y側端部(前述の保持ユニット72等の-Y側)に配置されている。クリーナユニット152は、図13及び図14(A)等々に示されるように、平板部材62の+X端から軸受部材66<sub>2</sub>に対向する位置の近傍までX軸方向に延設されたガイド部材31、ガイド部材31上面に固定されたエアシリンダ32、エアシリンダ32のピストンロッド(不図示)の先端(+X側端)に固定され、ガイド部材31に沿ってエアシリンダ32によりX軸方向に駆動される平板部材33、及び平板部材33の-X側面に固定され、先端に砥石35が固定された棒状部材34等を備えている。

【0118】

エアシリンダ32の制御(エアシリンダを構成するシリンダとその内部を摺動するピストンとで区画されるシリンダ内部の空間の圧力の制御)は、主制御装置20によって行われ、これにより、砥石35がX軸方向に関して保持部74の+X側に位置する待機位置(図14(A)及び図14(B)参照)と吸着部78の-X側に位置する研磨終了位置(図14(C)参照)とを含む所定ストローク範囲で駆動される。砥石35は、例えば、炭化ケイ素等から成る。

【0119】

次に、本第2の実施形態に係る露光装置における搬入ユニット121による、特にローディングポジションLPの上方でウエハを保持して待機しているときの動作を、クリーナユニット152の動作を中心に、その待機中の前後の動作を含めて、図14(A)～図14(C)に基づいて説明する。前提として、例えば、ウエハ支持ユニット125aは、図14(A)に示されるように、保持ユニット72が支持位置に位置し、ウエハW(図14(A)では不図示、図6(B)等参照)を下方から吸着支持しているものとする。このとき、主制御装置20は、エアシリンダ32を介して、砥石35を待機位置に位置させている。

【0120】

上述の実施形態で説明したように、ウエハWが3本の上下動ピン140（図12（A）参照）により、下方から支持されると、ウエハ支持部74b（吸着部78）によるウエハWの吸着を解除し、図14（A）中に白抜き矢印で示されるように、主制御装置20は、回転モータ68を介して保持ユニット72を支持位置から離間位置まで駆動する。

#### 【0121】

そして、前述した手順で、ウエハWがウエハテーブルWTB上にロードされた後、ウエハステージWSTがローディングポジションLPから遠ざかると、主制御装置20は、図14（B）中に白抜き矢印で示されるように、エアシリンダ32を介して、砥石35を待機位置から研磨終了位置に向けて-X方向に駆動する。この移動の途中で、砥石35は、ウエハ支持部74bの吸着部78に接触し、その接触状態を維持しながら-X方向に駆動される。すなわち、砥石35は、吸着部78を含むウエハ支持部74bのウエハ支持面に沿って摺動しながら-Y方向に駆動される。この砥石35の摺動によりウエハ支持面が研磨される。従って、このとき、吸着部78にレジスト等が付着している場合には、砥石35によりレジスト等が吸着部78から剥がされる。なお、この砥石35による研磨作業は、上述したように、ローディングポジションLPにウエハステージWSTが位置していないとき、例えば、ウエハWに対するアライメント中又は露光中等に行われる。

#### 【0122】

そして、砥石35による吸着部78の研磨が終了すると、図14（C）中に白抜き矢印で示されるように、主制御装置20は、エアシリンダ32を介して砥石35を研磨終了位置から待機位置まで+X方向に駆動する。その後、新たなウエハが搬送アーム149によってローディングポジションLPの上方に搬送され、チャックユニット153によって上方から吸引されるとともに3つのウエハ支持ユニット125によって下方から吸着保持される。そして、この状態で、前ウエハWに対する露光（レチクルRのパターンの転写）が終了し、搬出ユニット122（図8参照）によって外部に搬出されて、ウエハテーブルWTB上へのその新たなウエハのロードが可能となるまで待機されることとなる。

#### 【0123】

本第2の実施形態に係る露光装置によると、前述した第1の実施形態と同等の効果を得られる他、ウエハWに塗布されたレジストがウエハWの下面にまで垂れ、そのレジストが3つのウエハ支持ユニット125aのウエハ支持部74bの吸着部78に付着した場合であっても、吸着部78は砥石35により研磨されるので、新たなウエハに吸着部78に付着したレジストを付着させるおそれがなく、露光精度を良好に保つことができる。また、砥石35による研磨作業は、ローディングポジションLP（チャックユニット153の下方）にウエハステージWSTが配置されていないときに行われるので、剥がれ落されたレジストがウエハホルダWH等に付着し、ウエハホルダWH上に新たに載置されるウエハWの平面度が悪化する等により、露光結果に悪影響を及ぼすおそれがない。

#### 【0124】

##### 《第2の実施形態の変形例》

上記第2の実施形態に係る露光装置において、3つのウエハ支持ユニット125aのそれぞれに代えて、図15（A）～図15（C）に示される変形例に係るウエハ支持ユニット125bを設けても良い。本変形例に係るウエハ支持ユニット125bでは、クリーナユニット152に代えてクリーナユニット152aが用いられている。クリーナユニット152aは、前述のクリーナユニット152の構成に加え、平板部材33を、-X方向に常時付勢する弾性体（弾性部材）、例えば圧縮ばね（圧縮コイルばね）36が設けられている。

#### 【0125】

圧縮ばね36は、平板部材33と、平板部材62上面の+X側端部に固定された支持部材37との間に設けられている。本変形例では、3つのウエハ支持ユニット125bの保持ユニット72がウエハ支持位置にあるとき、主制御装置20（図8参照）によりエアシリンダ32が制御され、圧縮ばね36の弾性力による-X方向の付勢力に抗して平板部材33が+X方向に駆動され、砥石35が前述した待機位置で待機する（図15（A）参照

）。

【0126】

3つのウエハ支持ユニット125bの保持ユニット72がウエハ支持位置にあり、かつ砥石35が待機位置にあるとき、何らかの原因で、エアシリンダ32内への圧縮空気の供給等を含み、ウエハ支持ユニット125bに対する用力の供給が停止した場合、図15(B)に示されるように、圧縮ばね36の付勢力により、平板部材33、棒状部材34及び砥石35が-X方向に駆動され、砥石35の-X側の面が本体部74aの+X側の面に圧接する。これにより、仮に、用力の供給停止の要因が、地震等であり、磁石61と磁性体76との間に働く磁力のみでは、ウエハの支持状態を維持することが困難な事態になっても、その磁力と、砥石35と本体部74aとの間の摩擦力とによって、3つのウエハ支持ユニット125bによるウエハWの支持状態を維持することができる。

10

【0127】

一方、3つのウエハ支持ユニット125bの保持ユニット72が離間位置にあり、かつ砥石35が待機位置にあるとき、何らかの原因で、エアシリンダ32内への圧縮空気の供給等を含み、ウエハ支持ユニット125bに対する用力の供給が停止した場合、圧縮ばね36の付勢力により、平板部材33、棒状部材34及び砥石35が-X方向に駆動され、図15(C)に示されるように、棒状部材34及び砥石35が、ウエハ支持部74bと本体部74aとの間に挿入され、砥石35が研磨終了位置に位置する。すなわち、図15(C)の状態では、棒状部材34及び砥石35が、ウエハ支持部74bの吸着部78が設けられた面(ウエハ支持面)に接している。これにより、仮に、用力の供給停止の要因が、地震等であり、磁石61と磁性体76との間に働く磁力のみでは、保持ユニット72を離間位置に維持することが困難な事態になっても、圧縮ばね36の弾性力により砥石35が研磨終了位置にあり、棒状部材34及び砥石35が、ウエハ支持部74bのウエハ支持面に接した状態を維持することができ、保持ユニット72の不用意な回転を防止することができる。

20

【0128】

上述のように、本変形例に係るウエハ支持ユニット125bでは、地震等その他の要因により用力の供給が停止し、エアシリンダ32内への圧縮空気の供給が停止された場合であっても、保持ユニット72を、その用力供給停止時の状態に維持することができる。従って、3つのウエハ支持ユニット125bの保持ユニット72がウエハ支持位置にあり、ウエハ支持部74bがウエハWを吸着支持しているときに、地震その他の要因により用力の供給が停止した場合であっても、ウエハWの落下を防止することができる。また、3つのウエハ支持ユニット125bの保持ユニット72が離間位置にあるとき、地震等なんらかの要因により用力の供給が停止した場合であっても、ウエハ支持部74b等がウエハステージWSTに接触し、損傷するおそれがない。

30

【0129】

なお、本変形例では、研磨時の砥石35の駆動は、主制御装置20が、エアシリンダ32内の気室の内圧が、圧縮ばね36の不勢力より幾分小さくなるように、エアシリンダ32を制御することで行われる。

【0130】

なお、上記変形例では、砥石35を圧縮ばね36の付勢力によって砥石35を本体部74aに圧接させることにより、砥石35と本体部74aとの摩擦力より、保持ユニット72の回転を防止していたが、砥石35とは異なる別の部材を用いて、その別の部材と本体部74aとの間の摩擦力により保持ユニット72の回転を防止することとしても良い。保持ユニット72が離間位置にあるとき、保持ユニット72の回転を防止するためには、棒状部材34のみであっても良く、砥石35を特に用いる必要はない。

40

【0131】

また、上記変形例では、圧縮ばね36と本体部74aと間の摩擦力、又は砥石35がウエハ支持部74bと本体部74aとの間に挿入されることで、保持ユニット72の回転が防止されるものとしたが、これに限らず、例えば、地震等によりエアシリンダ32内への

50

圧縮空気の供給が停止された場合に、磁石 6 1 と磁性体 7 6 との間の磁力によって、ウエハ支持部 7 4 b が回転しないのであれば、圧縮ばね 3 6 等を設けなくても良い。

【 0 1 3 2 】

《第 3 の実施形態》

次に、第 3 の実施形態について図 1 6 ( A ) ~ 図 1 7 に基づいて説明する。ここで、前述した第 1 の実施形態に係る露光装置と同一又は同等の構成部分については、同一の符号を用いるとともにその説明を省略する。本第 3 の実施形態に係る露光装置は、搬入ユニット 1 2 1 の構成が、前述した第 1 の実施形態に係る露光装置 1 0 0 と一部相違するが、その他の部分の構成は、同様になっている。以下では、相違点を中心として説明する。

【 0 1 3 3 】

前述した第 1 の実施形態では、3つのウエハ支持ユニット 1 2 5 は、チャックユニット 1 5 3 の一部を構成する板部材 4 4 に固定され、チャックユニット 1 5 3 の一部を構成していた。しかし、本第 3 の実施形態では、3つのウエハ支持ユニット 1 2 5 c は、チャックユニットの一部を構成せず、図 1 6 ( A ) 等 に示されるように、チャックユニット 1 5 3 ' の外部の支持部材 2 6 に、軸部材 2 1 を介して回転可能に支持された側面視 S 字状の回転部 2 7 に取付けられている。支持部材 2 6 は、メインフレーム B D に不図示の支持部材を介して吊下げ支持されている。ウエハ支持ユニット 1 2 5 c は、基本的には、前述のウエハ支持ユニット 1 2 5 と同様に構成されているが、平板部材 6 2 は取り除かれている。チャックユニット 1 5 3 ' は、前述のチャックユニット 1 5 3 から、3つのウエハ支持ユニット 1 2 5 が取り除かれたような構造となっている。チャックユニット 1 5 3 ' の一部を構成する板部材 4 4 ' には、ウエハ支持ユニットを収納するための3つの段付き開口は設けられていない。

【 0 1 3 4 】

3つのウエハ支持ユニット 1 2 5 c は、前述した第 1 実施形態と同様に、板部材 4 4 の中心に対して 2 時、6 時、10 時の方向の板部材 4 4 の外周縁から僅かに外側に離れた位置に配置されている。3つのウエハ支持ユニット 1 2 5 c は、配置が異なる点を除き、同じ構成であるので、以下では、板部材 4 4 の - Y 側 ( 中心に対して 6 時の方向 ) に位置するウエハ支持ユニット 1 2 5 c を代表的に取り上げて説明する。

【 0 1 3 5 】

ウエハ支持ユニット 1 2 5 c は、図 1 6 ( A ) に示されるように、回転部 2 7 の回転軸 ( 軸部材 2 1 ) の - Z 側かつ + Y 側の位置に取付けられている。また、軸部材 2 1 は、X 軸方向を長手方向として支持部材 2 6 に固定されている。ここで、回転部 2 7 は、軸部材 2 1 に対し、その軸部材 2 1 回りに回転可能に取付けられている。

【 0 1 3 6 】

ウエハ支持ユニット 1 2 5 c は、前述のウエハ支持ユニット 1 2 5 と同様、2つの軸受部材 6 6 <sub>1</sub>、6 6 <sub>2</sub> ( 図 1 6 ( A ) ~ 図 1 7 では不図示、図 5 ( A ) 参照 ) と、該 2 つの軸受部材 6 6 <sub>1</sub>、6 6 <sub>2</sub> によって X 軸に平行な軸回りに回転可能に支持された保持ユニット 7 2 と、保持ユニット 7 2 にカップリング 6 4 ( 図 1 6 ( A ) ~ 図 1 7 では不図示、図 5 ( A ) 参照 ) を介して接続された回転モータ 6 8 と、を備えている。

【 0 1 3 7 】

回転部 2 7 は、軸部材 2 1 に対して回転可能に取付けられ、それぞれの一端部に X 軸方向に伸びる板部材から成る連結部材 2 8 が固定され、これにより一体化された 3 枚の側面視 S 字状の板部材 2 7 <sub>1</sub>、2 7 <sub>2</sub>、2 7 <sub>3</sub> ( 図 1 6 ( A ) 等では、板部材 2 7 <sub>2</sub>、2 7 <sub>3</sub> は、板部材 2 7 <sub>1</sub> の奥側に隠れている。 ) を有している。板部材 2 7 <sub>1</sub> の - X 側の面に回転モータ 6 8 の筐体の + X 側の面が固定され、回転モータ 6 8 の回転軸は、板部材 2 7 <sub>1</sub> に形成された開口を介して板部材 2 7 <sub>1</sub> の + X 側に先端部が露出している。この回転軸にカップリング 6 4 を介して保持ユニット 7 2 の一端 ( 軸部 7 3 <sub>1</sub> ) が接続されている。そして、保持ユニット 7 2 を回転可能に支持する 2 つの軸受部材 6 6 <sub>1</sub>、6 6 <sub>2</sub> が、それぞれ板部材 2 7 <sub>2</sub>、2 7 <sub>3</sub> に形成された矩形開口内に挿入され、板部材 2 7 <sub>2</sub>、2 7 <sub>3</sub> に個別に固定されている。すなわち、ウエハ支持ユニット 1 2 5 c では、このようにして 2 つ

の軸受部材 66<sub>1</sub>、66<sub>2</sub> 及び回転モータ 68 が回転部 27 に対して固定されており、保持ユニット 72 が、回転モータ 68 の駆動力により、回転部 27 に対して回転モータ 68 の回転軸と同軸の軸回りに回転可能に構成されている。

【0138】

本第3の実施形態に係る露光装置では、ウエハ支持ユニット 125c 及びチャックユニット 153' 以外の搬入ユニット 121 の他の部分の構成、及び搬入ユニット 121 以外の部分の構成は、前述した第1の実施形態に係る露光装置 100 と同様になっている。

【0139】

本第3の実施形態に係る露光装置では、上述した構成の相違に対応して、ウエハステージ WST 上へのウエハ W の搬入（ロード）手順の一部が、前述の第1の実施形態に係る露光装置 100 と相違する。以下、その相違部分について、図 16（A）～図 17 に基づいて説明する。前提として、チャックユニット 153' は、ストローク範囲内の移動上限位置（+Z 側の移動限界位置）近傍、すなわち前述した第1位置に移動され、その位置に維持されているものとする。また、このとき、3つのウエハ支持ユニット 125c は、それぞれのウエハ支持部 74b が離間位置に位置し、搬送アーム 149 によって、ウエハ W がチャックユニット 153' の下方に搬送されているものとする（図 16（A）参照）。

【0140】

この状態で、主制御装置 20 は、図 16（A）中に黒矢印で示されるように、3つのウエハ支持ユニット 125c のそれぞれが備える回転モータ 68 を介してそれぞれの保持ユニット 72 を、離間位置から、支持位置まで駆動する。本第3の実施形態では、各ウエハ支持ユニット 125c を支持する回転部 27 が、軸部材 21 回りに回転可能であるため、各保持ユニット 72 が回転した際の慣性力によって、各ウエハ支持ユニット 125c 及び該ウエハ支持ユニット 125c が取付けられた各回転部 27（以下、単に各回転部 27 等という）は、図 16（A）中に白抜き矢印で示されるように、軸部材 21 を中心として紙面内、反時計回りに僅かに回転する。

【0141】

そして、各ウエハ支持ユニット 125c の回転モータ 68 による回転駆動が停止すると、各回転部 27 等は、自重によるモーメント作用により、図 16（B）中に白抜き矢印で示されるように、軸部材 21 を中心として紙面内時計回りに回転する。そして、図 17 に示されるように、ウエハ支持ユニット 125c（吸着部 78）と、ウエハ W 下面とが当接すると、主制御装置 20 は、上述の第1実施形態と同様に、吸着部 78 によるウエハ W の吸着保持を開始する。以降、主制御装置 20 により、前述した第1の実施形態と同様のシーケンスが実行される。

【0142】

以上説明した本第3の実施形態に係る露光装置によると、前述した第1の実施形態に係る露光装置 100 と同等の効果を得られる他、搬送アーム 149 によってチャックユニット 153 の下方に搬送されたウエハ W の外縁部が、自重等の影響により下に反っているような場合でも、3つのウエハ支持ユニット 125c によって、確実に安定的に、ウエハ W を下方から支持することができる。

【0143】

なお、上記第3の実施形態では、回転部 27 が、軸部材 21 に対して回転可能に支持されていたが、これに限らず、軸部材 21 は回転部 27 に固定され、その軸部材 21 がエアベアリング等を介して回転可能な状態で、支持部材 26 に支持されていても良い。かかる場合にも、3つのウエハ支持ユニット 125c のそれぞれが備える回転モータ 68 を介してそれぞれの保持ユニット 72 を、離間位置から、支持位置まで駆動する際の、ウエハ支持ユニット 125c 及び回転部 27 の動作は、上記第3の実施形態と同様になる。

【0144】

《第4の実施形態》

次に、第4の実施形態に係る露光装置について、図 18～図 21 に基づいて説明する。本第4の実施形態に係る露光装置では、搬入ユニット 121 のチャックユニット 153 が

10

20

30

40

50



備える3つのウエハ支持ユニット125のそれぞれに代えて、図18～図20に示されるウエハ支持ユニット125dが設けられている。チャックユニット153のその他の部分の構成、及び搬入ユニット121のその他の構成、搬入ユニット121以外の部分の構成などは、前述した第1の実施形態に係る露光装置100と同様である。したがって、以下では、上記のウエハ支持ユニット125dを中心として、露光装置100との相違点について説明する。なお、3つのウエハ支持ユニット125dは、配置が異なる点を除き同じ構成であるので、以下では、板部材44の中心に対して-Y方向に位置する段付き開口25内に収納されたウエハ支持ユニット125dを代表的に取り上げて説明する。

#### 【0145】

図18と図5(A)とを比較するとわかるように、ウエハ支持ユニット125dでは、ウエハ支持ユニット125dが備える保持ユニット72を回転駆動する駆動源として、前述の回転モータ68に代えて、エアシリンダ168が設けられている。また、保持ユニット72の軸部73<sub>2</sub>の一端が、平板部材62上に設けられた運動変換部164に接続されている。

#### 【0146】

エアシリンダ168は、シリンダ部と、シリンダ部の長手方向に沿ってスライド移動するピストン部とを有し、平板部材62の-Y側端部の-X側端部近傍の位置に、Y軸方向を長手方向として、土台169を介して固定されている。ピストン部は、シリンダ部の内周面にその外周面がほぼ接する円形の板部材から成るピストンと、ピストンの一面の中心部に一端(-Y側端)が固定され、シリンダ部の長手方向(Y軸方向)に延びるピストンロッド168a(図18、図19(A)及び図19(B)参照)とを有する。

#### 【0147】

エアシリンダ168のシリンダ部の底部(-Y端部)には、チューブ180の一端が接続され、該チューブ180の他端は、ソレノイドバルブ201を介してコンプレッサ202(いずれも図18、図19(A)及び図19(B)では不図示、図21参照)に接続されている。ソレノイドバルブ201は、3つの出入口を有し、そのうちの2つの出入口(便宜上、第1の出入口、第2の出入口と呼ぶ)がソレノイドバルブ201が備える弁によって択一的に開閉される。残りの1つの出入口(以下、第3の出入口と呼ぶ)には、弁は設けられていないため、常時開放されている。

#### 【0148】

201が備えるソレノイドに電圧が印加されていない状態(以下、オフ状態と呼ぶ)では、弁は、ばね等の付勢部材の付勢力によって第1の出入口を閉鎖している。したがって、第2の出入口は、通常開放されている。一方、ソレノイドバルブ201が備えるソレノイドに電圧が印加されると、弁は、ばね等の付勢部材の付勢力に抗して駆動され、第2の出入口を閉鎖するとともに第1の出入口を開放する。以下では、ソレノイドに電圧が印加された状態を、オン状態と呼ぶ。

#### 【0149】

ソレノイドバルブ201の第1の出入口にコンプレッサ202が空気供給用のチューブ(不図示)を介して接続され、第3の出入口はチューブ180(図18等参照)を介してエアシリンダ168に接続されている。残りの第2の出入口は、大気開放されている。以下では、この第2の出入口を大気開放口と呼ぶ。

#### 【0150】

したがって、ソレノイドバルブ201がオン状態で、コンプレッサ202が作動されると、コンプレッサ202が生成する圧縮空気が空気供給用のチューブ、ソレノイドバルブの内部空間及びチューブ180を介してエアシリンダ168のシリンダ部の内部に供給される。一方、ソレノイドバルブ201がオフ状態では、エアシリンダ168のシリンダ部の内部空間とソレノイドバルブ201の外部空間とが大気開放口を介して連通される。したがって、この状態で、後述するように、エアシリンダ168のピストン部が圧縮ばねの弾性力により-Y側に押圧されると、シリンダ部内部の空気が大気開放口から外部に排出される。

## 【0151】

なお、3つのウエハ支持ユニット125dは、同じ構成であるので、3つのウエハ支持ユニット125dのそれぞれがエアシリンダ168を備えており、各エアシリンダ168に個別に接続された3つのソレノイドバルブ201が設けられている（図21参照）が、これら3つのソレノイドバルブ201は、空気供給用のチューブ（不図示）をそれぞれ介して同一のコンプレッサ202に接続されている。

## 【0152】

運動変換部164は、エアシリンダ168のピストン部の直線運動を、保持ユニット72の回転運動に変換する。運動変換部164は、図19（A）に簡略化して示されるように、軸部73<sub>2</sub>の外周部に一体的に固定されたカム165と、カム165に係合するスライド部材166とを有するカム機構を含む。カム165は、一端部に軸部73<sub>2</sub>の外径より僅かに小さい（例えば数ミクロン程度小さい）直径の開口部が形成され、その開口部内に軸部73<sub>2</sub>が挿入された状態で、軸部73<sub>2</sub>と一体化されている。軸部73<sub>2</sub>とカム165には、対向する面にそれぞれキー溝（不図示）が形成され、これらのキー溝に嵌合するキー（不図示）を介して軸部73<sub>2</sub>にカム165が取付けられている。カム165の他端には、U字状の凹部165aが形成されている。

## 【0153】

ウエハ支持ユニット125dでは、スライド部材166が、エアシリンダ168のピストンロッド168aの先端に一体的に設けられている。スライド部材166には、一面にカム165のU字状凹部165aに係合する円柱状の凸部166aが設けられている。このため、スライド部材166が、ピストン部と一体でエアシリンダ168の長手方向（Y軸方向）に駆動されると、カム165が、軸部73<sub>2</sub>と一体で軸部73<sub>2</sub>の中心軸回りに、回転する。これにより、保持ユニット72が、軸部73<sub>2</sub>及び軸部73<sub>1</sub>の中心軸回りに回転する。

## 【0154】

カム165及びスライド部材166を含むカム機構が、運動変換部164の筐体164a（図18参照）の内部に収納されている。

## 【0155】

ウエハ支持ユニット125dでは、図19（A）及び図19（B）に示されるように、平板部材62上面の運動変換部164を挟んでエアシリンダ168と反対側の位置には、支持ブロック190が固定されている。支持ブロック190とスライド部材166との間には、Y軸方向を伸縮方向とする圧縮コイルばね（圧縮ばね）192が、配置されている。圧縮ばね192は、一端が支持ブロック190の-Y側の面に接続され、他端がスライド部材166の+Y側端面に設けられた円筒状の凸部の内部に挿入されている。

## 【0156】

ウエハ支持ユニット125dでは、ソレノイドバルブ201がオン状態に設定され、コンプレッサ202が作動すると、コンプレッサ202から空気供給用のチューブ、ソレノイドバルブ201及びチューブ180を介してエアシリンダ168のシリンダ部の内部に加圧空気が供給され、シリンダ部内の圧力が上昇するとスライド部材166が圧縮ばね192の付勢力に抗して、+Y方向に駆動される。シリンダ部内に加圧空気が供給され続け、その圧力が上昇する間は、スライド部材166は、+Y方向に駆動されるが、運動変換部164の筐体164aの内部に設けられたストッパ部材（不図示）にスライド部材166が当接する第1の移動限界位置で停止する。その後、加圧空気が供給される間は、スライド部材166はその第1の移動限界位置に位置決めされた状態が維持される。図19（A）には、上記の第1の移動限界位置にスライド部材166が位置決めされた状態が示されている。この図19（A）の状態では、保持ユニット72は、ウエハ支持部74bとウエハWとが離間した前述の離間位置にある。

## 【0157】

一方、ウエハ支持ユニット125dでは、スライド部材166が、第1の移動限界位置に位置決めされた状態にあるとき、ソレノイドバルブ201がオン状態からオフ状態に切

り換えられ、コンプレッサ 202 が停止されると、コンプレッサ 202 からのシリンダ部への加圧空気の供給が停止されるとともに、エアシリンダ 168 のシリンダ部の内部空間とソレノイドバルブ 201 の外部空間とが大気開放口を介して連通される。これにより、図 19 (A) 中に白抜き矢印で示されるように、スライド部材 166 及びエアシリンダ 168 のピストン部が、圧縮ばね 192 の弾性力により - Y 側に押圧され、シリンダ部内部の空気がソレノイドバルブ 201 の大気開放口から外部に排出される。スライド部材 166 は、運動変換部 164 の筐体 164 a の内部に設けられたストッパ部材 (不図示) にスライド部材 166 が当接する第 2 の移動限界位置で停止する。スライド部材 166 及びエアシリンダ 168 のピストン部の - Y 側への移動により、保持ユニット 72 は、図 19 (A) に示される、前述の離間位置から軸部 73<sub>1</sub>、73<sub>2</sub> を回転軸として図 19 (A) 中の黒矢印で示されるように紙面内時計回りに 90 度回転し、図 19 (B) に示される、ウエハ W を保持部 74 のウエハ支持部 74 b が支持する位置 (すなわち、前述の支持位置) に位置決めされる。すなわち、スライド部材 166 の第 2 の移動限界位置は、保持ユニット 72 の支持位置に対応する。

10

#### 【0158】

このように、ウエハ支持ユニット 125 d では、エアシリンダ 168、運動変換部 164、及び圧縮ばね 192 によって、保持ユニット 72 が、図 19 (A) に示される離間位置と、図 19 (B) に示される支持位置との間で、回転駆動される。

#### 【0159】

さらに、ウエハ支持ユニット 125 d では、図 20 に示されるように、軸受部材 66<sub>1</sub>、66<sub>2</sub> には、ヒータ 300 が設けられている。軸受部材 66<sub>1</sub> と軸部 73<sub>1</sub> との間、及び軸受部材 66<sub>2</sub> と軸部 73<sub>2</sub> との間には、それぞれ静圧空気軸受 (エアベアリング) が形成されるため、気体供給装置 102 及び気体供給装置 106 からそれぞれ供給され、多孔質部材 82、85 から軸部 73<sub>1</sub>、73<sub>2</sub> に向かってそれぞれ噴き出された圧縮空気が、断熱膨張することで軸部 73<sub>1</sub>、73<sub>2</sub> 及び軸部 73<sub>1</sub>、73<sub>2</sub> に接続された保持部 74 (すなわち保持ユニット 72) の温度を低下させる場合がある。本実施形態では、ヒータ 300 によって、軸部 73<sub>1</sub>、73<sub>2</sub> をそれぞれ加熱することで温度を調節し、保持部 74 の温度が、例えば、所定の許容値を超えて低下するのを防止することができる。なお、保持部 74 の温度を調整する機構は、ヒータに限定されるものではない。また、本実施形態では保持部 74 の温度低下に対してヒータで加熱するように構成したが、保持部 74 の温度が上昇してしまう場合には、ペルチェ素子などの冷却装置で保持部を冷却するようにしてもよい。

20

30

#### 【0160】

なお、ウエハ支持ユニット 125 d では、保持ユニット 72 の回転駆動部を、上述のようにして構成した関係から、前述したウエハ支持ユニット 125 とは異なり、磁石 61 及び磁性体 76 は、設けられていない。

#### 【0161】

なお、ウエハ支持ユニット 125 d のその他の構成は、ウエハ支持ユニット 125 と同様になっている。

#### 【0162】

上述したコンプレッサ 202 の作動及び停止、並びに 3 つのソレノイドバルブ 201 のオン状態とオフ状態との切り換え設定は、主制御装置 50 によって行われる (図 21 参照)。

40

#### 【0163】

このようにして構成された本第 4 の実施形態に係る露光装置では、前述した第 1 の実施形態と同等の効果をを得ることができる他、3 つのウエハ支持ユニット 125 d では、エアシリンダ 168 が力を発生しない状態でウエハの支持状態を維持することができる。また、保持ユニット 72 の温度が許容値を超えて低下するのを防止することができる。

#### 【0164】

なお、構成が相互に矛盾しない限りにおいて、上で説明した第 1、第 2、第 3 及び第 4

50

の各実施形態、第2実施形態の変形例（以下、上記各実施形態という）を任意に組み合わせて採用しても良い。

【0165】

また、上記各実施形態では、ウエハ支持部74bに反射鏡79を設けたが、これに限らず、導光板を設けても良い。この場合、落射照明方式の計測系123に替えて、例えば水平面に平行な方向に測定光を照射する計測系を採用することができる。また、ウエハ支持部74bは、真空吸着に限らず、静電吸着によってウエハを保持しても良いし、摩擦力を利用してウエハを保持しても良い。

【0166】

また、上記各実施形態では、露光装置が、液体（水）を介さずにウエハWの露光を行うドライタイプの露光装置である場合について説明したが、これに限らず、光学系と液体とを介してウエハの露光を行う液浸型の露光装置に上記各実施形態を適用しても勿論良い。

【0167】

また、上記各実施形態では、投影光学系の近傍にアライメント検出系ALG及び多点AF系が設けられる場合について説明したが、これに限らず、例えば投影光学系が設けられる露光ステーションとアライメント検出系ALG及び多点AF系が設けられる計測ステーションとを離間させて、計測ステーション内又はその近傍に上記各実施形態に係る搬入ユニットを設けても良い。この場合、例えば米国特許出願公開第2008/0088843号明細書などに開示されるように、ウエハステージの他に、各種計測部材が設けられた計測ステージを備え、ウエハステージと計測ステージとの間で液浸領域の受け渡しを行うこととしても良い。この場合において、計測ステージに代えて、ウエハステージをもう1つ設けても良い。このようにすると、一方のウエハステージ上のウエハに対する露光処理と、他方のウエハステージを用いたアライメント計測等の所定の計測処理との並行処理が可能となる。ウエハステージと計測ステージ、又は2つのウエハステージを備える露光装置は、ドライタイプの露光装置であっても良い。

【0168】

なお、上記各実施形態では、露光装置が、スキャニング・ステッパである場合について説明したが、これに限らず、ステッパなどの静止型露光装置に上記実施形態を適用しても良い。また、ショット領域とショット領域とを合成するステップ・アンド・スティッチ方式の縮小投影露光装置にも上記各実施形態は適用することができる。

【0169】

また、上記各実施形態の投影露光装置の投影光学系は縮小系のみならず等倍及び拡大系のいずれでも良いし、投影光学系は屈折系のみならず、反射系及び反射屈折系のいずれでも良いし、この投影像は倒立像及び正立像のいずれでも良い。

【0170】

また、照明光ILは、ArFエキシマレーザ光（波長193nm）に限らず、KrFエキシマレーザ光（波長248nm）などの紫外光や、F<sub>2</sub>レーザ光（波長157nm）などの真空紫外光であっても良い。例えば米国特許第7,023,610号明細書に開示されているように、真空紫外光として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。

【0171】

また、上記各実施形態では、露光装置の照明光ILとしては波長100nm以上の光に限らず、波長100nm未満の光を用いても良いことはいうまでもない。例えば、軟X線領域（例えば5～15nmの波長域）のEUV（Extreme Ultraviolet）光を用いるEUV露光装置にも上記実施形態を適用することができる。その他、電子線又はイオンビームなどの荷電粒子線を用いる露光装置にも、上記各実施形態は適用できる。

【0172】

また、上記各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

10

20

30

40

50

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)を用いたが、このレチクルに代えて、例えば米国特許第6,778,257号明細書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、アクティブマスク、あるいはイメージジェネレータとも呼ばれ、例えば非発光型画像表示素子(空間光変調器)の一種であるDMD(Digital Micro-mirror Device)などを含む)を用いても良い。

#### 【0173】

また、例えば国際公開第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)にも上記各実施形態を適用することができる。

10

#### 【0174】

さらに、例えば米国特許第6,611,316号明細書に開示されているように、2つのレチクルパターンを、投影光学系を介してウエハ上で合成し、1回のスキャン露光によってウエハ上の1つのショット領域をほぼ同時に二重露光する露光装置にも上記各実施形態を適用することができる。

#### 【0175】

なお、上記各実施形態でパターンを形成すべき物体(エネルギービームが照射される露光対象の物体)はウエハに限られるものでなく、ガラスプレート、セラミック基板、フィルム部材、あるいはマスクブランクスなど他の物体でも良い。

20

#### 【0176】

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上記各実施形態を適用できる。

#### 【0177】

半導体素子などの電子デバイスは、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、前述した各実施形態に係る露光装置(パターン形成装置)及びその露光方法によりマスク(レチクル)のパターンをウエハに転写するリソグラフィステップ、露光されたウエハを現像する現像ステップ、レジストが残存している部分以外の部分の露出部材をエッチングにより取り去るエッチングステップ、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除くレジスト除去ステップ、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、上記各実施形態の露光装置を用いて前述の露光方法が実行され、ウエハ上にデバイスパターンが形成されるので、高集積度のデバイスを生産性良く製造することができる。

30

40

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0178】

以上説明したように、本発明の保持装置及び物体支持装置は、板状の物体を移動体上にロードする前に一時的に支持するのに適している。また、本発明の露光装置は、板状の物体をエネルギービームで露光するのに適している。また、本発明のデバイス製造方法は、マイクロデバイスを製造するのに適している。

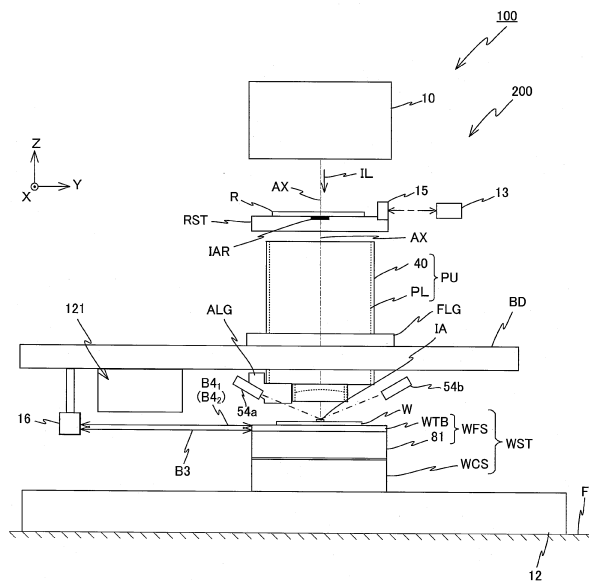
#### 【符号の説明】

#### 【0179】

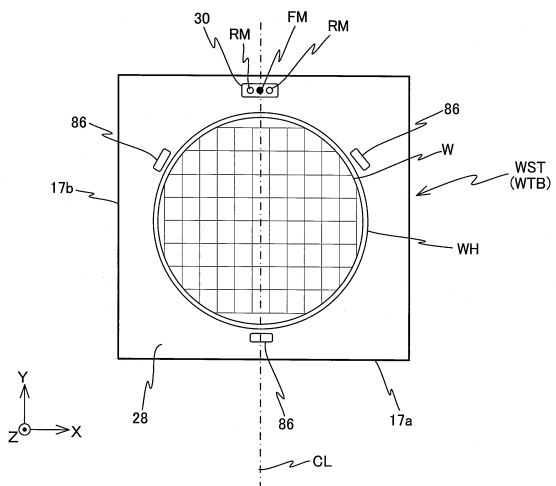
20...主制御装置、21...軸部材、27...回転部、32...エアシリンダ、35...砥石、36...圧縮ばね、61...磁石、66<sub>1</sub>、66<sub>2</sub>...軸受部材、68...回転モータ、72...保

50

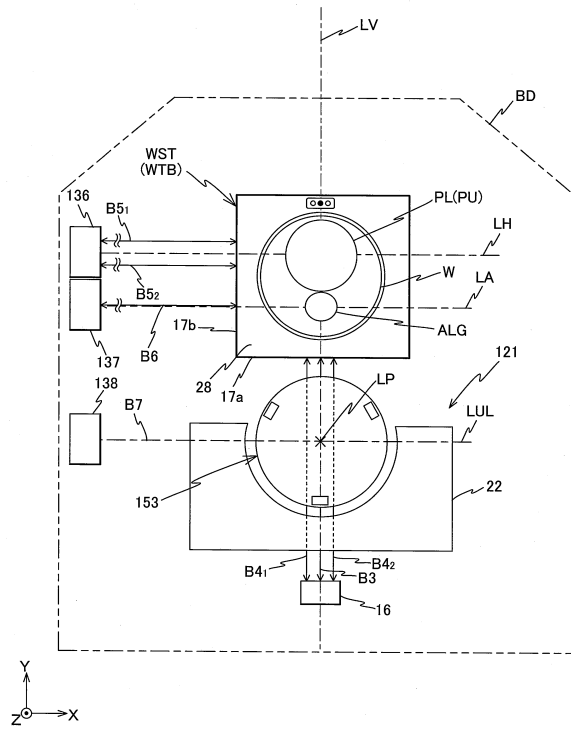
【 図 1 】



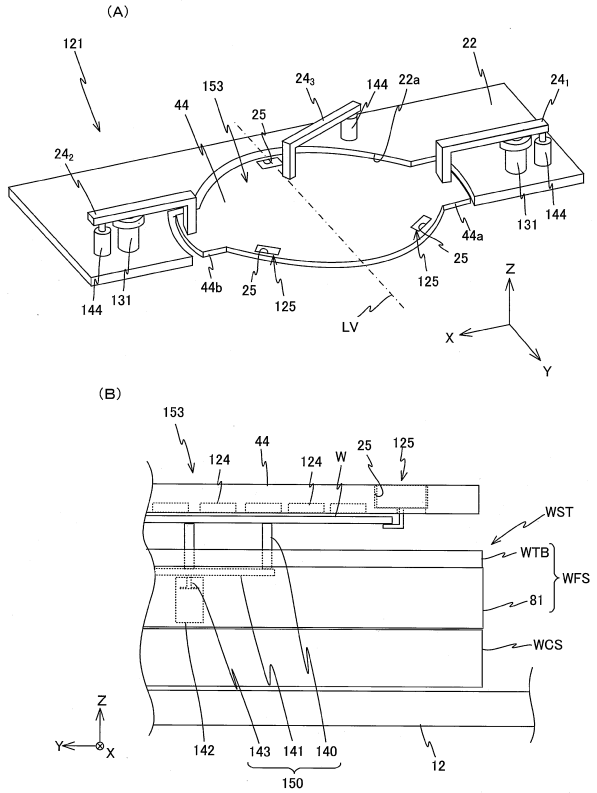
【圖 2】



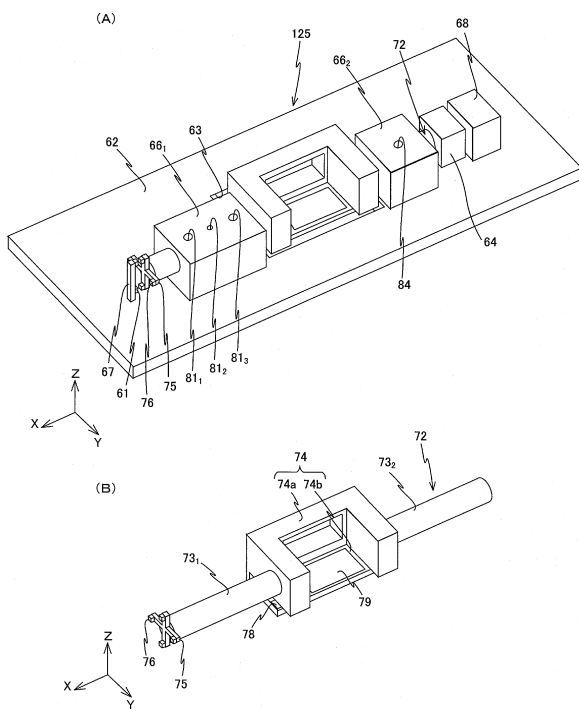
【図 3】



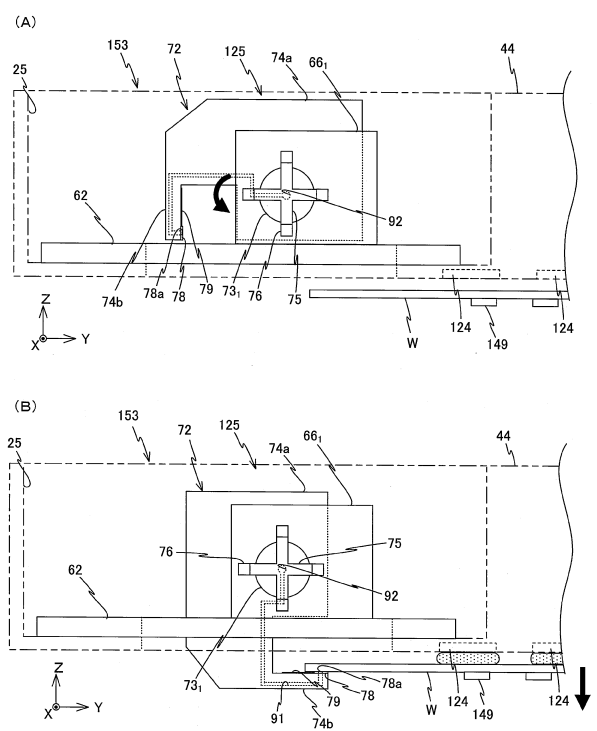
【図 4】



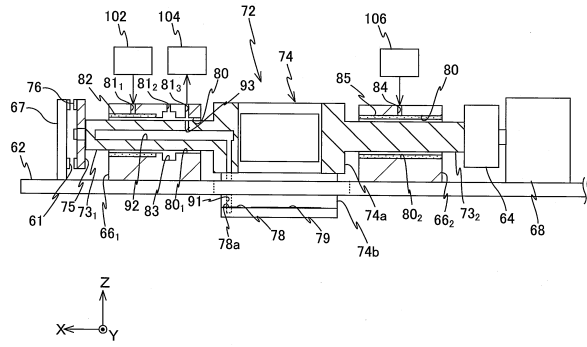
【図 5】



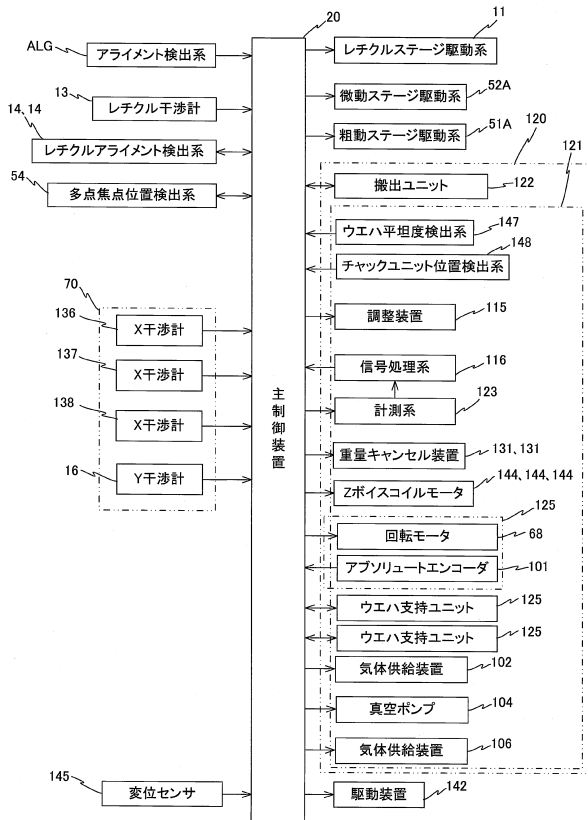
【図 6】



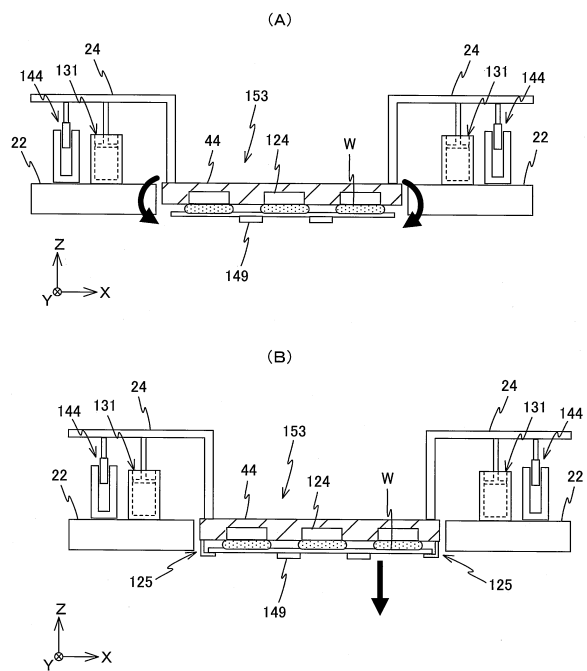
【図 7】



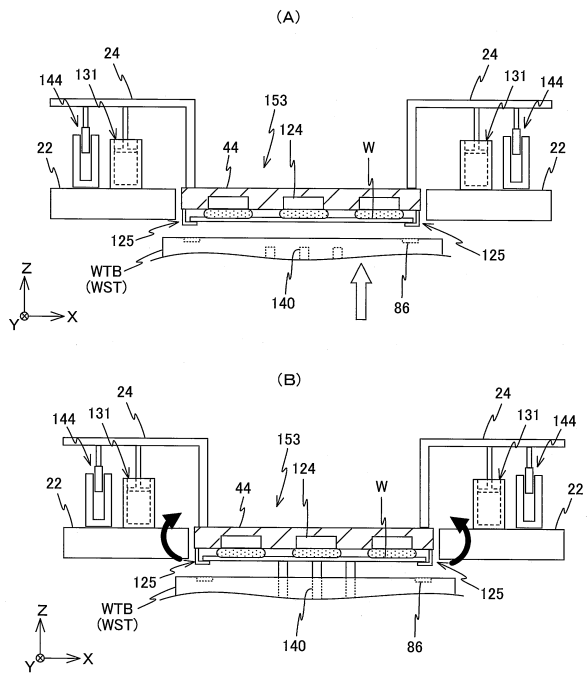
【図 8】



【図 9】

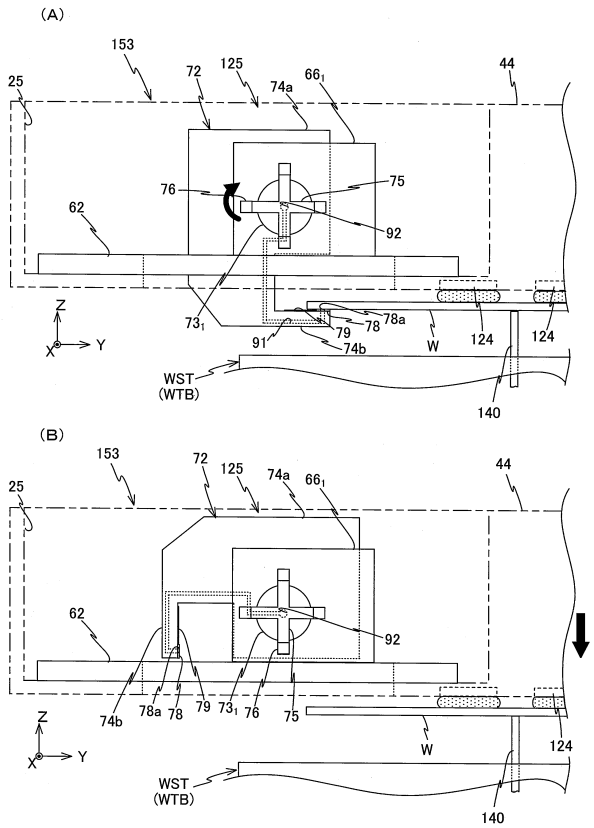
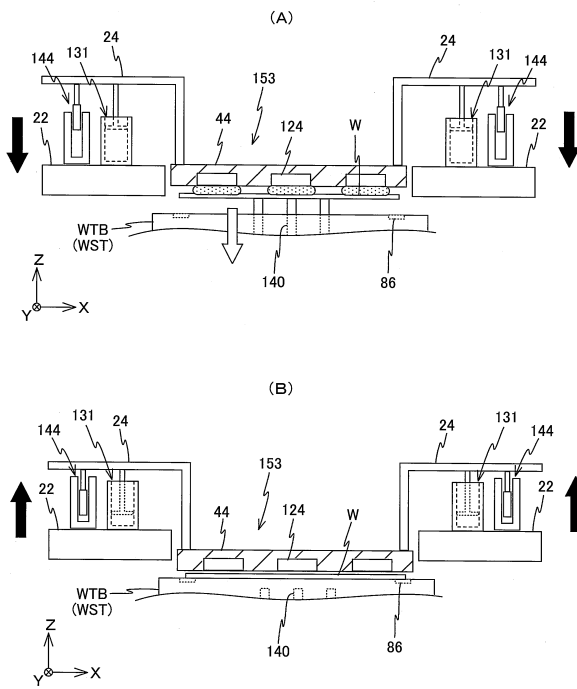


【図 10】

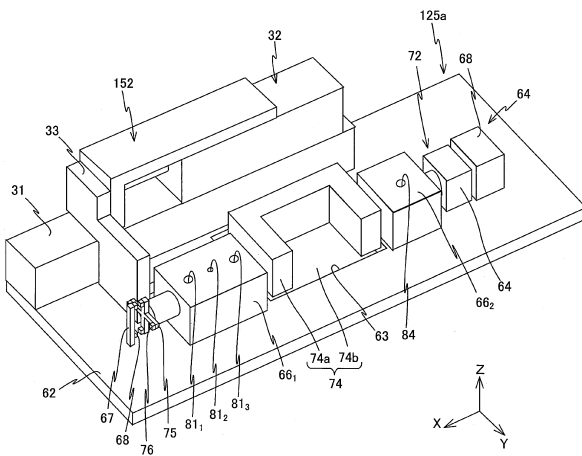




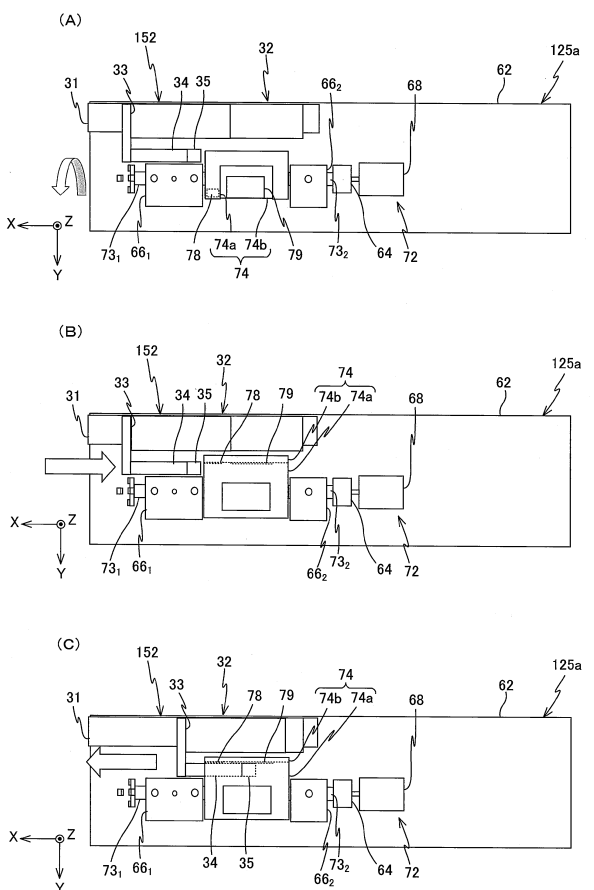
【 図 1 2 】



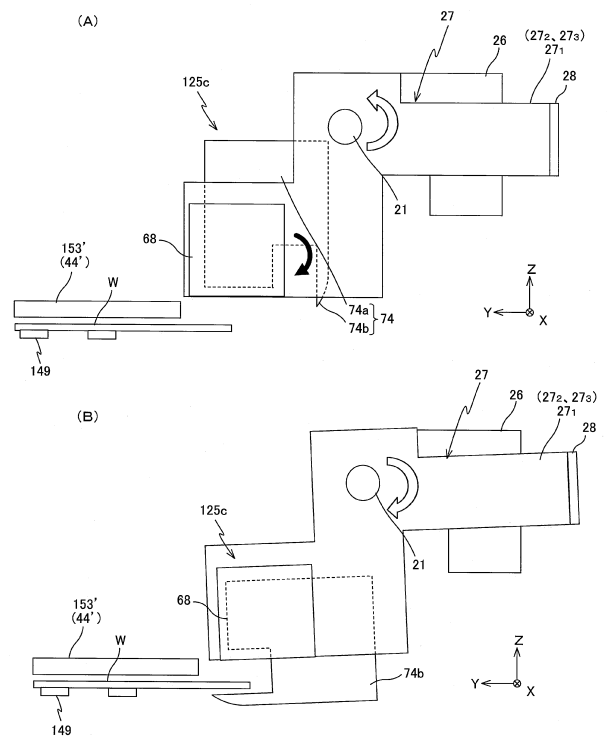
【 図 1 3 】



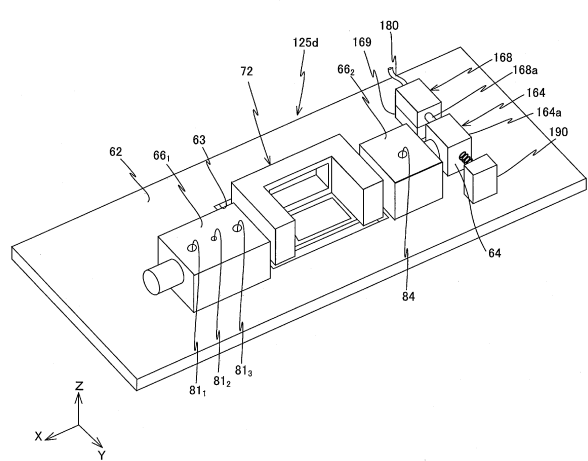
【 図 1 4 】



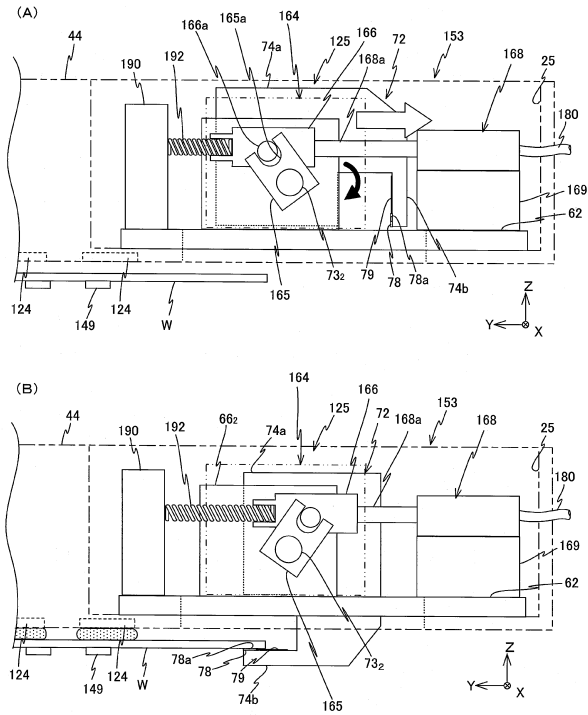
【 図 1 6 】



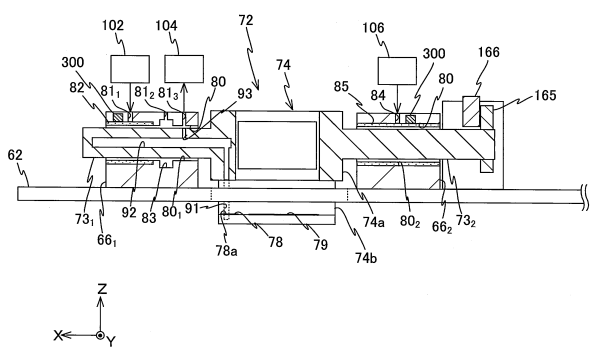
【 図 1 8 】



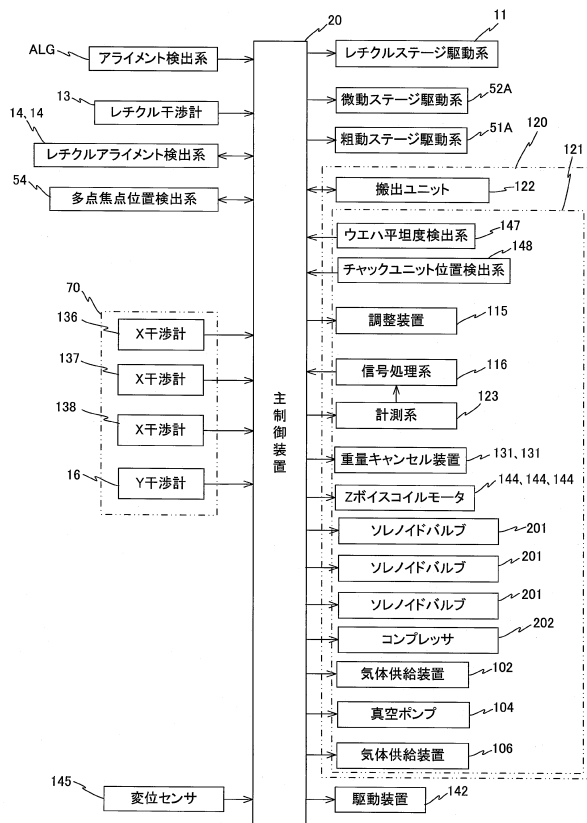
【図 19】



【図 20】



【図 21】



---

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H 0 1 L      2 1 / 6 7 7

G 0 3 F      7 / 2 0

H 0 1 L      2 1 / 0 2 7