

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5151989号  
(P5151989)

(45) 発行日 平成25年2月27日(2013.2.27)

(24) 登録日 平成24年12月14日(2012.12.14)

(51) Int.Cl.

H01L 21/027 (2006.01)  
H01L 21/68 (2006.01)

F 1

H01L 21/30 515G  
H01L 21/68 F

請求項の数 25 (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2008-543118 (P2008-543118)  
 (86) (22) 出願日 平成19年11月8日 (2007.11.8)  
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2007/071702  
 (87) 国際公開番号 WO2008/056735  
 (87) 国際公開日 平成20年5月15日 (2008.5.15)  
 審査請求日 平成22年9月3日 (2010.9.3)  
 (31) 優先権主張番号 特願2006-303669 (P2006-303669)  
 (32) 優先日 平成18年11月9日 (2006.11.9)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000004112  
 株式会社ニコン  
 東京都千代田区有楽町1丁目12番1号  
 (74) 代理人 100102901  
 弁理士 立石 篤司  
 (72) 発明者 柴崎 祐一  
 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株  
 式会社ニコン内  
 審査官 新井 重雄

最終頁に続く

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

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

物体上のマークを検出する検出系を移動可能に保持する保持装置であって、  
 前記検出系を支持する支持装置と；  
 前記支持装置により所定のクリアランスを介して支持された前記検出系を少なくとも水  
 平面内の一軸方向に駆動する駆動装置と；を備える保持装置であって、  
 前記支持装置は、前記検出系との間に引力を発生する力発生装置を含み、前記引力によ  
 つて前記検出系を吊り下げ支持する保持装置。

## 【請求項 2】

請求項1に記載の保持装置において、

10

前記支持装置は、前記検出系の固定時に前記クリアランスをほぼ零とする保持装置。

## 【請求項 3】

請求項2に記載の保持装置において、

前記支持装置は、前記駆動時に前記検出系との間の力を調整して前記クリアランスを形  
 成する保持装置。

## 【請求項 4】

請求項1～3のいずれか一項に記載の保持装置において、

前記力発生装置は、前記検出系との間に斥力を発生し、前記支持装置は、前記引力と前  
 記斥力との少なくとも一方を調整して前記クリアランスを形成する保持装置。

## 【請求項 5】

20

請求項4に記載の保持装置において、

前記支持装置は、前記検出系の固定時に前記斥力をほぼ零とする保持装置。

【請求項6】

請求項4又は5に記載の保持装置において、

前記検出系との間に発生する引力と斥力とは、前記検出系の同一位置に実質的に作用する保持装置。

【請求項7】

請求項4～6のいずれか一項に記載の保持装置において、

前記力発生装置の引力を発生させつつ斥力を零に近づける間、前記検出系の水平面内の位置をほぼ一定に維持するように前記駆動装置を制御する制御装置を更に備える保持装置

10

。

【請求項8】

請求項1～7のいずれか一項に記載の保持装置において、

前記力発生装置は、前記検出系との間の引力として磁気吸引力を発生する保持装置。

【請求項9】

請求項8に記載の保持装置において、

前記力発生装置は、前記支持装置の固定部及び前記検出系の少なくとも一方に設けられた磁性体部材と、前記固定部及び前記検出系の少なくとも他方に設けられた磁石部材と、を有する保持装置。

【請求項10】

請求項1～9のいずれか一項に記載の保持装置において、

前記力発生装置は、前記検出系との間に斥力を発生する斥力発生装置として気体静圧軸受を含む保持装置。

20

【請求項11】

請求項10に記載の保持装置において、

前記気体静圧軸受は、前記検出系に設けられている保持装置。

【請求項12】

請求項11に記載の保持装置において、

前記気体静圧軸受には、前記検出系が配置される前記支持装置の固定部を介して気体が供給される保持装置。

30

【請求項13】

請求項11又は12に記載の保持装置において、

前記気体静圧軸受は、前記支持装置の固定部と対向する前記検出系の所定面の3箇所に設けられている保持装置。

【請求項14】

請求項1～13のいずれか一項に記載の保持装置において、

前記力発生装置は、前記検出系との間に引力を発生する引力発生装置として、前記検出系に設けられる複数の永久磁石を有するとともに、前記検出系との間に斥力を発生する斥力発生装置として、前記検出系に設けられる複数のエアパッドを有し、

前記複数の永久磁石を結んで形成される図形の重心と、前記複数のエアパッドを結んで形成される図形の重心とがほぼ一致している保持装置。

40

【請求項15】

請求項1～14のいずれか一項に記載の保持装置において、

前記検出系の前記水平面内における移動を制限する制限部材を更に備える保持装置。

【請求項16】

請求項15に記載の保持装置において、

前記制限部材は、カムフォロア状のストッパ部材を含む保持装置。

【請求項17】

請求項1～16のいずれか一項に記載の保持装置において、

前記検出系の水平面内の位置情報を計測する計測系を更に備える保持装置。

50

## 【請求項 18】

請求項 17 に記載の保持装置において、  
前記計測系は、リニアエンコーダを含む保持装置。

## 【請求項 19】

請求項 1 ~ 18 のいずれか一項に記載の保持装置において、  
前記検出系が配置される前記支持装置の固定部は、その内部に冷媒が通過する管路を有する保持装置。

## 【請求項 20】

請求項 1 ~ 19 のいずれか一項に記載の保持装置において、  
前記駆動装置は、前記検出系の光学系を移動し、前記検出系の検出領域の位置を可変とする保持装置。 10

## 【請求項 21】

物体上のマークを検出する検出系と；  
前記検出系を移動可能に保持する請求項 1 ~ 20 のいずれか一項に記載の保持装置と；  
を備える位置検出装置。

## 【請求項 22】

エネルギービームの照射によって感應物体にパターンを形成する露光装置であって、  
前記感應物体上のマークの位置情報を検出する請求項 21 に記載の位置検出装置と；  
前記位置検出装置による検出結果を利用して、前記感應物体に前記エネルギービームを照射するパターニング装置と；を備える露光装置。 20

## 【請求項 23】

請求項 22 に記載の露光装置において、  
前記位置検出装置は、前記駆動装置によって少なくとも 1 つが移動される複数の検出系を有し、前記複数の検出系によって前記感應物体上のマークの位置情報を検出する露光装置。

## 【請求項 24】

請求項 23 に記載の露光装置において、  
前記複数の検出系の少なくとも 2 つによって前記感應物体上の異なるマークが同時に検出可能となるように、前記駆動装置によって前記少なくとも 1 つの検出系が移動される露光装置。 30

## 【請求項 25】

請求項 22 ~ 24 のいずれか一項に記載の露光装置を用いて感應物体を露光することと、  
前記露光された感應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、位置検出装置及び露光装置、並びにデバイス製造方法に係り、更に詳しくは、物体上のマークを検出する検出系を移動可能に保持する保持装置、物体上のマークを検出する検出系を備える位置検出装置及び該位置検出装置を備える露光装置、並びに前記露光装置を用いるデバイス製造方法に関する。 40

## 【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、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）、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。

## 【0003】

ところで、半導体素子等を製造するリソグラフィ工程では、ウエハ上に多層の回路パターンを重ね合わせて形成するが、各層間での重ね合わせ精度が悪いと、半導体素子等は所

定の回路特性を発揮することができず、場合によっては不良品ともなる。このため、通常、ウエハ上の複数のショット領域の各々に予めマーク（アライメントマーク）を付設しておき、露光装置のステージ座標系上におけるそのマークの位置情報（座標値）を検出する。しかる後、このマーク位置情報と新たに形成されるパターン（例えばレチクルパターン）の既知の位置情報とに基づいて、ウエハ上の1つのショット領域をそのパターンに対して位置合わせするウエハアライメントが行われる。

【0004】

ウエハアライメントの方式として、スループットとの兼ね合いから、例えばウエハ上のいくつかのショット領域（サンプルショット領域又はアライメントショット領域とも呼ばれる）のみのアライメントマークを検出してショット領域の配列の規則性を求めてることで、各ショット領域を位置合わせするグローバル・アライメントが主に使用されている。特に近時においては、ウエハ上のショット領域の配列を統計的手法によって精密に算出するエンハンスト・グローバル・アライメント（EGA）が主流となっている（例えば特許文献1参照）。

10

【0005】

しかるに、集積回路の微細化に伴い重ね合わせ精度の要求が次第に厳しくなっており、EGAにおいてもその算出精度を高めるため、サンプルショット領域の数を増やすこと、すなわち検出すべきマークの数を増やすことが必要不可欠になりつつある。

【0006】

しかしながら、上述したEGAにおけるサンプルショット領域の数を増やすことは、露光装置のスループットの低下を招くので、サンプルショット数を単に増やすだけの方策を採用することは現実的には困難である。このため、最近では、アライメント系（マーク検出系）を複数用いたアライメント技術も提案されつつある。

20

【0007】

【特許文献1】米国特許第5,243,195号明細書

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、上述した事情の下になされたものであり、第1の観点からすると、物体上のマークを検出する検出系を移動可能に保持する保持装置であって、前記検出系を支持する支持装置と；前記支持装置により所定のクリアランスを介して支持された前記検出系を少なくとも水平面内の一軸方向に駆動する駆動装置と；を備える保持装置であって、前記支持装置は、前記検出系との間に引力を発生する力発生装置を含み、前記引力によって前記検出系を吊り下げ支持する保持装置である。

30

【0009】

これによれば、支持装置により所定のクリアランスを介して支持された検出系が、駆動装置により、少なくとも水平面内の一軸方向に駆動される。従って、支持装置に対して検出系が非接触な状態で駆動されることから、摩擦力等の影響を受けることがない、検出系の高精度な移動（位置決めを含む）が可能となる。

【0010】

40

本発明は、第2の観点からすると、物体上のマークを検出する検出系と；前記検出系を移動可能に保持する本発明の保持装置と；を備える位置検出装置である。

【0011】

これによれば、検出系が本発明の保持装置に保持されているので、検出系を高精度に位置決めすることができる。従って、この検出系を用いることで、物体上のマークの位置情報を精度良く検出することが可能となる。

【0014】

本発明は、第3の観点からすると、エネルギービームの照射によって感應物体にパターンを形成する露光装置であって、前記感應物体上のマークの位置情報を検出する本発明の位置検出装置と；前記位置検出装置による検出結果を利用して、前記感應物体に前記エネル

50

ギビームを照射するパターニング装置と；を備える露光装置である。

【0015】

これによれば、本発明の位置検出装置により、感應物体上のマークの位置情報が高精度に検出され、該検出結果を利用して、パターニング装置により、感應物体にエネルギーギビームを照射してパターンが形成される。従って、感應物体に対する高精度なパターン形成を行うことが可能となる。

【0030】

また、リソグラフィ工程において、本発明の露光装置を用いて感應物体上にパターンを形成することにより、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可能である。従って、本発明は、更に別の観点からすると、本発明の露光装置を用いるデバイス製造方法であるとも言える。

10

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】一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。

【図2】図1の露光装置が備えるウエハステージ、計測ステージ、及び各種計測装置（エンコーダ、アライメント系、多点AF系、Zセンサなど）の配置を示す平面図である。

【図3】アライメント装置99を示す斜視図である。

【図4】アライメント系AL1、AL2<sub>1</sub>～AL2<sub>4</sub>を示す斜視図である。

【図5】アライメント系AL1を+X方向から見た図である。

【図6】アライメント系AL2<sub>4</sub>を+X方向から見た図である。

20

【図7】図7(A)は、図4からアライメント系AL2<sub>4</sub>を取り出して示す斜視図であり、図7(B)は、図4からアライメント系AL2<sub>3</sub>を取り出して示す斜視図である。

【図8】気体静圧軸受122aを拡大して示す斜視図である。

【図9】アライメント系AL1、AL2<sub>3</sub>、AL2<sub>4</sub>を示す平面図である。

【図10】図10(A)～図10(D)は、アライメント系エンコーダのリセット動作を説明するための図である。

【図11】図11(A)及び図11(B)は、ロット先頭に行われる、セカンダリアライメント系のベースライン計測動作について説明するための図である。

【図12】ウエハ交換毎に行われるセカンダリアライメント系のベースラインチェック動作について説明するための図である。

30

【図13】図13(A)及び図13(B)は、セカンダリアライメント系の位置調整の動作について説明ための図である。

【図14】図14(A)～図14(C)は、一実施形態に係る露光装置で行われるウエハアライメントについて説明するための図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0032】

以下、本発明の一実施形態を図1～図14(C)に基づいて説明する。

【0033】

図1には、一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、すなわちいわゆるスキヤナである。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。

40

【0034】

露光装置100は、照明系10、該照明系10からの露光用照明光（以下、「照明光」又は「露光光」と呼ぶ）ILにより照明されるレチクルRを保持するレチクルステージRS<sub>T</sub>、レチクルRから射出された照明光ILをウエハW上に投射する投影光学系PLを含む投影ユニットPU、ウエハステージWS<sub>T</sub>及び計測ステージMS<sub>T</sub>を有するステージ装

50

置 5 0 、及びこれらの制御系等を含んでいる。ウエハステージ W S T 上には、ウエハ W が載置されている。

#### 【 0 0 3 5 】

照明系 1 0 は、例えば米国特許出願公開第 2 0 0 3 / 0 0 2 5 8 9 0 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んでいる。この照明系 1 0 では、レチクルブラインドで規定されたレチクル R 上のスリット状の照明領域を照明光（露光光） I L によりほぼ均一な照度で照明する。ここで、照明光 I L としては、一例として A r F エキシマレーザ光（波長 1 9 3 n m ）が用いられている。また、オプティカルインテグレータとしては、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を用いることができる。

#### 【 0 0 3 6 】

レチクルステージ R S T 上には、回路パターンなどがそのパターン面（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 R S T は、不図示のレチクルステージ駆動系によって、 X Y 平面内で微少駆動可能であるとともに、所定の走査方向（図 1 における紙面内左右方向である Y 軸方向）に指定された走査速度で駆動可能となっている。図示していないが、レチクルステージ R S T の位置情報はレチクルステージ干渉計システムによって常時計測されている。

#### 【 0 0 3 7 】

投影ユニット P U は、鏡筒 4 0 と、該鏡筒 4 0 内に所定の位置関係で保持された複数の光学素子を有する投影光学系 P L とを含んでいる。投影ユニット P U は、鏡筒 4 0 の外周部に設けられたフランジ F L G を介して、メインフレーム 4 1 により保持されている。メインフレーム 4 1 は、床面 F 上で不図示の防振ユニットを介して複数本（例えば 3 本）の支持部材 4 3 により水平に支持されている。

#### 【 0 0 3 8 】

投影光学系 P L としては、例えば Z 軸方向と平行な光軸 A X に沿って配列される複数のレンズ（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 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 1 0 からの照明光 I L によって照明領域 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、その第 2 面（像面）側に配置される、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 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。なお、本実施形態では投影ユニット P U をメインフレーム 4 1 に載置するものとしたが、例えば国際公開第 2 0 0 6 / 0 3 8 9 5 2 号パンフレットに開示されているように、図 1 中で複数の支持部材 4 3 を + Z 側に延ばし、メインフレーム 4 1 を図 1 に比べて高い位置で支持し、そのメインフレーム 4 1 に対して投影ユニット P U を 3 箇所で吊り下げ支持しても良い。

#### 【 0 0 3 9 】

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、投影光学系 P L の開口数 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、ペツ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んで構成される反射屈折系（カタディ・オプトリック系）を用いても良い。この反射屈折系として、例えば国際公開第 2 0 0 4 / 1 0 7 0 1 1 号パンフレットなどに開示されるように、単一の光軸を有するインライン型の反射屈折系などを用いることが可能である。

#### 【 0 0 4 0 】

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

10

20

30

40

50

系PLを構成する最も像面側(ウエハW側)の光学素子、ここではレンズ(以下、「先端レンズ」ともいう)191を保持する鏡筒40の下端部周囲を取り囲むように、局所液浸装置8の一部を構成するノズルユニット32が設けられている。このノズルユニット32は、液体Lqの供給口及び回収口と、ウエハWが対向して配置され、かつ回収口が設けられる下面と、液体供給管31A及び液体回収管31Bとそれぞれ接続される供給流路及び回収流路とを備えている。局所液浸装置8は、ノズルユニット32によって、先端レンズ191とウエハWとの間に液体Lqで満たして、照明光ILの光路空間を含む局所的な液浸空間(液浸領域14に相当)を形成する。従って、ノズルユニット32は、液浸空間形成部材あるいはcontainment member(又はconfinement member)などとも呼ばれる。

## 【0041】

10

本実施形態においては、液体供給管31A、供給流路、及び供給口を介して、不図示の液体供給装置から先端レンズ191とウエハWとの間に液体が供給されるとともに、回収口、回収流路、及び液体回収管31Bを介して、不図示の液体回収装置によって、先端レンズ191とウエハWとの間に液体が回収されることにより、先端レンズ191とウエハWとの間に、一定量の液体Lq(図1参照)が保持される。この場合、先端レンズ191とウエハWとの間に保持された液体Lqは、常に入れ替わっている。

## 【0042】

20

なお、本実施形態では、液体として、ArFエキシマレーザ光(波長193nmの光)が透過する純水(以下、単に「水」という)を用いるものとする。ArFエキシマレーザ光に対する水の屈折率nは、ほぼ1.44であり、この水の中では、照明光ILの波長は、 $193\text{nm} \times 1/n = \text{約}134\text{nm}$ に短波長化される。なお、図2では、水Lqで形成される液浸領域が符号14で示されている。

## 【0043】

また、投影ユニットPU下方に計測ステージMST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MSTと先端レンズ191との間に水Lqを満たすことが可能である。

## 【0044】

30

ステージ装置50は、図1に示されるように、ベース盤12上に配置されたウエハステージWST及び計測ステージMST、これらのステージWST、MSTの位置情報を計測する、Y軸干渉計16、18を含む干渉計システム、露光の際などにウエハステージWSTの位置情報を計測するのに用いられる後述するエンコーダシステム(ステージエンコーダ)などを備えている。

## 【0045】

ウエハステージWST、計測ステージMSTそれぞれの底面には、例えば真空予圧型空気静圧軸受(以下、「エアパッド」と呼ぶ)が複数ヶ所に設けられており、これらのエアパッドにより、ベース盤12の上方にウエハステージWST、計測ステージMSTが数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。

## 【0046】

40

ウエハステージWSTは、例えば複数のリニアモータによりXY平面内、すなわちX軸方向、Y軸方向、及びz方向に移動可能なステージ本体91と、該ステージ本体91上に不図示のZ・レベリング機構(例えばボイスコイルモータなど)を介して搭載され、ステージ本体91に対してZ方向、x方向、及びy方向に相対的に微小駆動されるウエハテーブルWTBとを含んでいる。

## 【0047】

ウエハテーブルWTB上には、ウエハWを真空吸着等によって保持するウエハホルダ(不図示)が設けられている。ウエハホルダはウエハテーブル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をウエハテーブルWTBの凹部内に固定している。また、ウエハテーブルWTBの上面には、ウエハホルダ上に載置されるウエハの表面とほぼ同一面となる、液体Lqに対して撥液化処理された表面(撥液面)を有し、かつ外形(輪郭

50

) が矩形でその中央部にウエハホルダ (ウエハの載置領域) よりも一回り大きな円形の開口が形成されたプレート (撥液板) 28 が設けられている。このプレート 28 は、低熱膨張率の材料、例えばガラス又はセラミックス (例えばショット社のゼロデュア (商品名) 、 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> あるいは TiC など) から成り、その表面には、例えばフッ素樹脂材料、ポリ四フッ化エチレン (テフロン (登録商標)) 等のフッ素系樹脂材料、アクリル系樹脂材料あるいはシリコン系樹脂材料などにより撥液膜が形成される。さらにプレート 28 は、図 2 に示されるように、円形の開口を囲む外形 (輪郭) が矩形の第 1 撥液領域 28a と、第 1 撥液領域 28a の周囲に配置される矩形枠状 (環状) の第 2 撥液領域 28b とを有する。第 1 撥液領域 28a は、例えば露光動作時、ウエハの表面からはみ出す液浸領域 14 の少なくとも一部が形成され、第 2 撥液領域 28b は、後述のエンコーダシステムのためのスケールが形成される。なお、プレート 28 はその表面の少なくとも一部がウエハの表面と同一面でなくても良い、すなわち異なる高さであっても良い。また、プレート 28 は単一のプレートでも良いが、本実施形態では複数のプレート、例えば第 1 、第 2 撥液領域 28a 、 28b にそれぞれ対応する第 1 、第 2 撥液板を組み合わせて構成する。本実施形態では、前述の如く液体 Lq として純水を用いるので、以下では第 1 、第 2 撥液領域 28a 、 28b を、それぞれ第 1 、第 2 撥水領域 28a 、 28b 、又は第 1 、第 2 撥水板 28a 、 28b とも呼ぶ。  
10

#### 【 0048 】

第 2 撥水板 28b の上面には、その 4 辺のそれぞれに沿って所定ピッチで多数の格子線が直接形成されている。詳述すると、第 2 撥水板 28b の X 軸方向一側と他側 (図 2 における左右両側) の領域には Y スケール 39Y<sub>1</sub> 、 39Y<sub>2</sub> がそれぞれ形成され、この Y スケール 39Y<sub>1</sub> 、 39Y<sub>2</sub> はそれぞれ、例えば X 軸方向を長手方向とする格子線が所定ピッチで Y 軸方向に沿って形成される、 Y 軸方向を周期方向とする反射型の格子 (例えば回折格子) によって構成されている。同様に、第 2 撥水板 28b の Y 軸方向一側と他側 (図 2 における上下両側) の領域には X スケール 39X<sub>1</sub> 、 39X<sub>2</sub> がそれぞれ形成され、この X スケール 39X<sub>1</sub> 、 39X<sub>2</sub> はそれぞれ、例えば Y 軸方向を長手方向とする格子線が所定ピッチで X 軸方向に沿って形成される、 X 軸方向を周期方向とする反射型の格子 (例えば回折格子) によって構成されている。なお、図 2 では、図示の便宜上から、格子のピッチは、実際のピッチに比べて格段に広く図示されている。また、これらスケールは前述の撥液膜 (撥水膜) で覆われている。  
20

#### 【 0049 】

図 1 に戻り、前記ウエハテーブル WTB の -Y 端面、 -X 端面には、それぞれ鏡面加工が施され反射面が形成されている。ウエハステージ干渉計システム (図 1 では、その一部である Y 軸干渉計 16 のみを図示) は、これらの反射面にそれぞれ干渉計ビーム (測長ビーム) を投射して、ウエハステージ WST の位置情報 (例えば、 X 軸、 Y 軸及び Z 軸方向の位置情報と、 x 、 y 及び z 方向の回転情報とを含む) を計測し、この計測値が不図示の制御装置に供給される。なお、この干渉計システムの詳細は、例えば国際公開第 99/28790 号パンフレットに開示されている。また、この干渉計システムのみ、あるいはこの干渉計システムと後述のエンコーダシステムとの両方を用いて、ウエハステージ WST (ウエハ W) の XY 平面内の位置制御を行っても良いが、本実施形態では、少なくとも露光動作時はそのエンコーダシステムのみを用いてウエハステージ WST の位置制御を行い、この干渉計システムは露光動作以外の所定動作、例えばそのエンコーダシステムの較正 (キャリブレーション) 動作などで用いる。この較正動作は、例えばスケールの経時的な変形などに起因して生じるそのエンコーダシステムの計測値の長期的変動などを補正するために行われる。  
40

#### 【 0050 】

計測ステージ MST は、例えば、リニアモータ等により XY 平面内で移動するステージ本体 92 と、該ステージ本体 92 上に不図示の Z ・ レベリング機構を介して搭載された計測テーブル M T B とを含んでいる。

#### 【 0051 】

10

20

30

40

50

計測テーブルM T B（及びステージ本体92）には、不図示ではあるが、各種計測用部材が設けられている。計測用部材としては、例えば、投影光学系P Lの像面上で照明光I Lを受光するピンホール状の受光部を有する照度むらセンサ、投影光学系P L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、及び例えば国際公開第03/065428号パンフレット（対応米国特許第7,230,682号明細書）などに開示されているシャック・ハルトマン（Shack-Hartman）方式の波面収差計測器などが採用されている。照度むらセンサとしては、例えば米国特許第4,465,368号明細書などに開示されるものと同様の構成のものを用いることができる。また、空間像計測器としては、例えば米国特許出願公開第2002/0041377号明細書などに開示されるものと同様の構成のものを用いることができる。なお、上記各センサに加え、例えば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P Lの像面上で照明光I Lを受光する所定面積の受光部を有する照度モニタを採用しても良い。10

#### 【0052】

計測テーブルM T Bの-Y側端面には、断面矩形の棒状部材から成る基準部材としてのコンフィデンシャルバー（以下、「C Dバー」と略述する）46がX軸方向に延設されている。なお、C Dバー46はフィデューシャルバーなどとも呼ばれる。

#### 【0053】

このC Dバー46は、原器（計測基準）となるため、低熱膨張率の光学ガラスセラミックス、例えば、ショット社のゼロデュア（商品名）などがその素材として採用されている。また、C Dバー46の上面（表面）は、いわゆる基準平面板と同程度にその平坦度が高く設定されるとともに、C Dバー46の長手方向の一側と他側の端部近傍には、図2に示されるように、Y軸方向を周期方向とする基準格子（例えば回折格子）52がそれぞれ形成されている。20

#### 【0054】

また、このC Dバー46の上面には、図2に示されるような配置で複数の基準マークMが形成されている。この複数の基準マークMは、同一ピッチでY軸方向に関して3行の配列で形成され、各行の配列がX軸方向に関して互いに所定距離だけずれて形成されている。各基準マークMとしては、後述するプライマリアライメント系、セカンダリアライメント系によって検出可能な寸法の2次元マークが用いられている。なお、本実施形態ではC Dバー46の表面、及び計測テーブルM T B（前述の計測用部材を含んでも良い）の表面もそれぞれ撥液膜（撥水膜）で覆われている。30

#### 【0055】

計測テーブルM T Bの+Y端面、-X端面も前述したウエハテーブルW T Bと同様、反射面が形成されている。計測ステージ干渉計システム（図1では、その一部であるY軸干渉計18のみを図示）は、これらの反射面にそれぞれ干渉計ビーム（測長ビーム）を投射して、計測ステージM S Tの位置情報（例えば、少なくともX軸及びY軸方向の位置情報とz方向の回転情報とを含む）を計測し、この計測値が不図示の制御装置に供給される。40

#### 【0056】

本実施形態の露光装置100では、図2に示されるように、投影ユニットP Uの中心（投影光学系P Lの光軸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）を通りかつY軸と平行な直線（以下、基準軸と呼ぶ）L V上で、光軸A Xから-Y側に所定距離隔てた位置に検出中心を有するプライマリアライメント系A L 1が配置されている。このプライマリアライメント系A L 1を挟んで、X軸方向の一側と他側には、基準軸L Vに関してほぼ対称に検出中心が配置されるセカンダリアライメント系A L 2<sub>1</sub>、A L 2<sub>2</sub>と、A L 2<sub>3</sub>、A L 2<sub>4</sub>とがそれぞれ設けられている。すなわち、5つのアライメント系A L 1、A L 2<sub>1</sub>～A L 2<sub>4</sub>はその検出中心がX軸方向に沿って配置されている。なお、図1では、5つのアライメント系A L 1、A L 2<sub>1</sub>～A L 2<sub>4</sub>及びこれらを保持する保持装置（スライダ）を含んでアライメント装置99として示されている。本実施形態では、アライメント50

装置 9 9 をメインフレーム 4 1 に設けているが、前述の如く図 1 の露光装置がメインフレーム 4 1 に対して投影ユニット P U を吊り下げ支持する構成である場合、例えば投影ユニット P U と一体にアライメント装置 9 9 を吊り下げ支持しても良いし、あるいは投影ユニット P U とは独立にメインフレーム 4 1 から吊り下げ支持される計測フレームにアライメント装置 9 9 を設けても良い。

【 0 0 5 7 】

なお、アライメント装置 9 9 の具体的な構成等については後に更に詳述する。

【 0 0 5 8 】

更に、本実施形態の露光装置 1 0 0 では、図 2 に示されるように、前述したノズルユニット 3 2 の四方に、エンコーダシステムの 4 つのヘッドユニット 6 2 A ~ 6 2 D が配置されている。これらのヘッドユニット 6 2 A ~ 6 2 D は、図 2 等では図面の錯綜を避ける観点から図示が省略されているが、実際には、不図示の支持部材を介して、前述した投影ユニット P U を保持するメインフレーム 4 1 (図 1 参照) に吊り下げ状態で固定されている。なお、前述の如く図 1 の露光装置がメインフレーム 4 1 に対して投影ユニット P U を吊り下げ支持する構成である場合、例えば投影ユニット P U と一体にヘッドユニット 6 2 A ~ 6 2 D を吊り下げ支持しても良いし、あるいは投影ユニット P U とは独立にメインフレーム 4 1 から吊り下げ支持される計測フレームにヘッドユニット 6 2 A ~ 6 2 D を設けても良い。特に後者では、ヘッドユニット 6 2 A ~ 6 2 D とアライメント装置 9 9 とをそれぞれ独立に吊り下げ支持される計測フレームに設けても良い。

【 0 0 5 9 】

ヘッドユニット 6 2 A、6 2 C は、投影ユニット P U の + X 側、- X 側にそれぞれ X 軸方向を長手方向として、かつ投影光学系 P L の光軸 A X に関して対称に光軸 A X からほぼ同一距離隔てて配置されている。また、ヘッドユニット 6 2 B、6 2 D は、投影ユニット P U の + Y 側、- Y 側にそれぞれ Y 軸方向を長手方向として、かつ投影光学系 P L の光軸 A X に関して対称に光軸 A X からほぼ同一距離隔てて配置されている。

【 0 0 6 0 】

ヘッドユニット 6 2 A 及び 6 2 C は、投影光学系 P L の光軸を通りかつ X 軸と平行な直線 (基準軸) L H 上に所定間隔で配置された複数 (ここでは 6 個) の Y ヘッド 6 4 を備えている。ヘッドユニット 6 2 A、6 2 C は、それぞれ、前述の Y スケール 3 9 Y<sub>1</sub>、3 9 Y<sub>2</sub> を用いて、ウエハステージ W S T (ウエハテーブル W T B) の Y 軸方向の位置 (Y 位置) を計測する多眼 (ここでは、6 眼) の Y リニアエンコーダを構成する。ここで、隣接する Y ヘッド 6 4 (計測ビーム) 相互の間隔は、前述の Y スケール 3 9 Y<sub>1</sub>、3 9 Y<sub>2</sub> の X 軸方向の幅よりも狭く設定されている。

【 0 0 6 1 】

ヘッドユニット 6 2 B は、基準軸 L V 上に所定間隔で配置された複数、ここでは 7 個の X ヘッド 6 6 を備えている。また、ヘッドユニット 6 2 D は、基準軸 L V 上に所定間隔で配置された複数、ここでは 1 1 個 (ただし、図 2 ではプライマリアライメント系 A L 1 と重なる 1 1 個のうちの 3 個は不図示) の X ヘッド 6 6 を備えている。ヘッドユニット 6 2 B、6 2 D は、それぞれ、前述の X スケール 3 9 X<sub>1</sub>、3 9 X<sub>2</sub> を用いて、ウエハステージ W S T (ウエハテーブル W T B) の X 軸方向の位置 (X 位置) を計測する多眼 (ここでは、7 眼又は 1 1 眼) の X リニアエンコーダを構成する。なお、隣接する X ヘッド 6 6 (計測ビーム) 相互の間隔は、前述の X スケール 3 9 X<sub>1</sub>、3 9 X<sub>2</sub> の Y 軸方向の幅よりも狭く設定されている。

【 0 0 6 2 】

更に、セカンダリアライメントセンサ A L 2<sub>1</sub> の - X 側、セカンダリアライメントセンサ A L 2<sub>4</sub> の + X 側に、プライマリアライメント系 A L 1 の検出中心を通る X 軸に平行な直線上かつその検出中心に対してほぼ対称に検出点が配置される Y ヘッド 6 4 y<sub>1</sub>、6 4 y<sub>2</sub> がそれぞれ設けられている。Y ヘッド 6 4 y<sub>1</sub>、6 4 y<sub>2</sub> は、ウエハステージ W S T 上のウエハ W の中心が基準軸 L V 上にある図 2 に示される状態では、Y スケール 3 9 Y<sub>2</sub>、3 9 Y<sub>1</sub> にそれぞれ対向するようになっている。後述するアライメント動作の際などでは

10

20

30

40

50

、 Y ヘッド  $64y_1$  ,  $64y_2$  に 対向して Y スケール  $39Y_1$  ,  $39Y_2$  が それぞれ 配置され、 この Y ヘッド  $64y_1$  ,  $64y_2$  ( Y リニアエンコーダ ) によって ウエハステージ W S T の Y 位置 ( 及び z 回転 ) が 計測される。

#### 【 0 0 6 3 】

上述した各リニアエンコーダの計測値は、不図示の制御装置に供給され、制御装置は、各リニアエンコーダの計測値に基づいて、ウエハテーブル W T B の X Y 平面内の位置を制御する。なお、少なくとも露光動作時は、前述のエンコーダシステムを用いるウエハステージ W S T の X Y 平面内 ( X 軸、 Y 軸及び z 方向 ) の位置制御に加えて、他の計測装置を用いてウエハステージ W S T の Z 軸、 x 及び y 方向の位置制御を行うようにしても良い。ここで、他の計測装置としては、前述のウエハステージ干渉計システム、あるいは例えば米国特許第 5,448,332 号明細書に開示される多点焦点位置検出系などを用いることができる。この多点焦点位置検出系を設ける場合、複数の計測点はその少なくとも一部が液浸領域 14 ( 又は露光領域 I A ) 内に設定されても良いし、あるいはその全てが液浸領域 14 の外側に設定されても良い。

#### 【 0 0 6 4 】

また、本実施形態では、セカンダリーライメント系の後述するベースライン計測時などに、 C D バー 46 の一対の基準格子 52 と Y ヘッド  $64y_1$  ,  $64y_2$  とが それぞれ 対向し、 Y ヘッド  $64y_1$  ,  $64y_2$  と一対の基準格子 52 とによって、 C D バー 46 の Y 位置が計測される。これら計測値は、不図示の制御装置に供給され、制御装置は、これらの計測値に基づいて、 C D バー 46 の z 回転を制御する。

#### 【 0 0 6 5 】

本実施形態では、上述したような X ヘッド、 Y ヘッドの配置を採用したことから、ウエハステージ W S T の有効ストローク範囲 ( アライメント及び露光動作のために移動する範囲 ) では、必ず、 X スケール  $39X_1$  ,  $39X_2$  と ヘッドユニット 62B 、 62D ( X ヘッド 66 ) とが それぞれ 対向し、かつ Y スケール  $39Y_1$  ,  $39Y_2$  と ヘッドユニット 62A 、 62C ( Y ヘッド 64 ) 又は Y ヘッド  $64y_1$  ,  $64y_2$  とが それぞれ 対向するようになつている。なお、図 2 では図示の都合上、投影ユニット P U とアライメント系 A L 1 , A L 2<sub>1</sub> ~ A L 2<sub>4</sub> とを Y 軸方向に離して示しているが、実際には図 2 に比べてアライメント系 A L 1 , A L 2<sub>1</sub> ~ A L 2<sub>4</sub> は投影ユニット P U に近接して配置されている。

#### 【 0 0 6 6 】

このため、不図示の制御装置は、ウエハステージ W S T の有効ストローク範囲では、これらのエンコーダの計測値に基づいて、ウエハステージ W S T を駆動するリニアモータ等を制御することで、ウエハステージ W S T の X Y 平面内の位置 ( z 回転を含む ) を、高精度に制御することができる。また、その有効ストローク範囲内でウエハステージ W S T が移動する際には、 X スケール又は Y スケールとの対向状態が解除される直前の X ヘッド又は Y ヘッドの計測値が、新たに X スケール又は Y スケールと対向した X ヘッド又は Y ヘッドの計測値に引き継がれる。

#### 【 0 0 6 7 】

なお、上記ヘッドユニットを有するエンコーダシステムを、以下では適宜、前述のスケールも含めて、「ステージエンコーダ」とも呼ぶものとする。

#### 【 0 0 6 8 】

本実施形態の露光装置 100 では、図 2 に示されるように、照射系 90a 及び受光系 90b から成る、例えば米国特許第 5,448,332 号明細書等に開示されるものと同様の構成の斜入射方式の多点焦点位置検出系 ( 以下、「多点 A F 系」と略述する ) が設けられている。この多点 A F 系は、本実施形態では少なくとも X 軸方向に離れて配置される複数の計測点を有する。

#### 【 0 0 6 9 】

次に、図 1 に示されるアライメント装置 99 の具体的な構成等について図 3 ~ 図 9 に基づいて説明する。

#### 【 0 0 7 0 】

10

20

30

40

50

図3には、メインフレーム41が一部破断された状態で、アライメント装置99が斜視図にて示されている。アライメント装置99は、上述したように、プライマリアライメント系AL1と、4本のセカンダリアライメント系AL2<sub>1</sub>、AL2<sub>2</sub>、AL2<sub>3</sub>、AL2<sub>4</sub>と、を備えている。プライマリアライメント系AL1に対して-X側に配置される2つのセカンダリアライメント系AL2<sub>1</sub>、AL2<sub>2</sub>と、+X側に配置される2つのセカンダリアライメント系AL2<sub>3</sub>、AL2<sub>4</sub>とは、プライマリアライメント系AL1を中心として左右対称な構成となっている。

#### 【0071】

プライマリアライメント系AL1は、該プライマリアライメント系AL1を+X側から見た状態を示す図5から分かるように、支持部材202を介して、メインフレーム41の下面にて吊り下げ支持されている。このプライマリアライメント系AL1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（CCD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FIA(Field Image Alignment)系が用いられている。このプライマリアライメント系AL1からの撮像信号は、不図示の制御装置に供給されるようになっている。

#### 【0072】

図3に戻り、セカンダリアライメント系AL2<sub>1</sub>、AL2<sub>2</sub>の上面にはそれぞれスライダSL1、SL2が固定されている。スライダSL1、SL2の+Z側には、メインフレーム41の下面に固定されたFIA定盤302が設けられている。また、セカンダリアライメント系AL2<sub>3</sub>、AL2<sub>4</sub>の上面にはそれぞれスライダSL3、SL4が固定されている。スライダSL3、SL4の+Z側には、メインフレーム41の下面に固定されたFIA定盤102が設けられている。

#### 【0073】

以下、これらのセカンダリアライメント系AL2<sub>1</sub>～AL2<sub>4</sub>の構成等について、セカンダリアライメント系AL2<sub>4</sub>、AL2<sub>3</sub>を採り挙げて具体的に説明する。

#### 【0074】

図4は、プライマリアライメント系AL1とセカンダリアライメント系AL2<sub>1</sub>～AL2<sub>4</sub>とを、FIA定盤102、302など一部省略して示す斜視図であり、図6は、セカンダリアライメント系AL2<sub>4</sub>を+X方向から見た状態を示す図である。また、図9は、セカンダリアライメント系AL2<sub>3</sub>、AL2<sub>4</sub>、及びスライダSL3、SL4を示す平面図である。

#### 【0075】

セカンダリアライメント系AL2<sub>4</sub>は、プライマリアライメント系AL1と同様、FIA系であって、図4及び図6に示されるように、内部にレンズ等の光学部材が設けられた略L字状の鏡筒109を含んでいる。鏡筒109のY軸方向に延びる部分における上面（+Z側の面）には、前述したスライダSL4が固定されており、このスライダSL4は前述のFIA定盤102に対向して設けられている（図6参照）。

#### 【0076】

FIA定盤102は、磁性体かつ低熱膨張率の部材（例えば、インバ等）から成り、その一部（-Y側の端部近傍）に複数の電機子コイルを含む電機子ユニット104（図6、図9参照）が設けられている。FIA定盤102には、液体供給管63a及び液体排出管63bそれぞれの一端が接続されており、不図示の液体供給装置から液体供給管63aを介して供給される冷却用液体が、FIA定盤102内全体にわたって形成された流路を通った後、液体排出管63bを介して排出される。従って、FIA定盤102は、この冷却用液体によって温調（冷却）されて所定温度に設定される。なお、FIA定盤102の温度調整装置はこの構成に限られず、例えばペルチェ素子などを用いても良い。

#### 【0077】

前記スライダSL4は、図7（A）に斜視図にて示されるように、スライダ本体120

10

20

30

40

50

と、このスライダ本体120に設けられた3つの気体静圧軸受122a, 122b, 122c、2つの永久磁石124a, 124b、及び磁極ユニット126と、を含んでいる。

【0078】

気体静圧軸受122aは、図8に拡大して示されるように、例えば略直方体状の部材から成り、その表面(+Z側の面)の中央部に、X軸方向に延びる受圧溝144aが形成されている。また、受圧溝144aの+Y側及び-Y側に所定距離離れた位置には、X軸方向に延びる大気開放溝146a, 146bが形成され、一方の大気開放溝146aの+Y側及び他方の大気開放溝146bの-Y側のそれには、平面視(+Z側から見て)I字状の予圧溝148a, 148bが形成されている。

【0079】

受圧溝144aの中央部には、開口144bが形成され、予圧溝148a, 148bの中央部には、オリフィス149a, 149bがそれぞれ形成されている。開口144bとオリフィス149a, 149bとは、気体静圧軸受の内部に形成された管路150を介して連結されており、各溝間の気体の流通が可能とされている。

【0080】

このように構成される気体静圧軸受122aの上面は、図6に示されるように、FIA定盤102の下面に対向している。従って、外部の気体供給装置(不図示)から、FIA定盤102内に形成された管路102aを介して気体静圧軸受122aの受圧溝144aに対して気体が供給されることにより、供給された気体が、開口144b、管路150、オリフィス149a, 149b、予圧溝148a, 148bを順次経由して、FIA定盤102の下面に向けて吹き付けられるようになっている。すなわち、気体静圧軸受122aは、配管の接続されない、いわゆるグランド給気型の気体静圧軸受である。

【0081】

図7(A)に戻り、その他の気体静圧軸受122b, 122cも上述した気体静圧軸受122aと同様の構成となっている。これら気体静圧軸受122a～122cは、スライダ本体120上で一直線上に無い3点(本実施形態では、二等辺三角形の頂点に相当する位置)に配置されている。

【0082】

図7(A)のスライダ120上に設けられた永久磁石124a, 124bのうち、一方の永久磁石124aは、気体静圧軸受122aの+Y側近傍に配置され、他方の永久磁石124bは、気体静圧軸受122b, 122cに挟まれた位置に配置されている。本実施形態においては、永久磁石124aの中心と永久磁石124bの中心とを結ぶ線分の中点が、前述した3つの気体静圧軸受122a～122cを頂点とする二等辺三角形の重心と一致するような配置となっている。永久磁石124a, 124bは、前述した磁性体から成るFIA定盤102と対向しているため、永久磁石124a, 124bとFIA定盤102との間には、磁気的吸引力が常時作用している。

【0083】

これら永久磁石124a, 124bと気体静圧軸受122a～122cによると、前述のように永久磁石124a, 124bとFIA定盤102との間に、磁気的吸引力が常時作用していることから、気体静圧軸受122a～122cに気体を供給しない間は、スライダSL4が、FIA定盤102の下面に最接近(接触)する。すなわち、スライダSL4とFIA定盤102との間のクリアランスが実質的に零となる。一方、気体静圧軸受122a～122cに気体を供給すると、気体の静圧により、FIA定盤102とスライダSL4との間に斥力が発生する。この場合、磁気的吸引力と気体の静圧(斥力)とのバランスにより、スライダSL4はその上面とFIA定盤102の下面との間に所定のクリアランスが形成された状態(図6に示される状態)で維持(保持)される。以下においては、前者を「着地状態」と呼び、後者を「浮上状態」と呼ぶものとする。なお、本実施形態では、気体の静圧により斥力を発生させるだけで、スライダSL4とFIA定盤102との間にクリアランスを形成するものとしたが、これに限らず、磁気的吸引力と斥力との少なくとも一方を調整しても良い。例えば、斥力を発生させることなく磁気的吸引力のみを

10

20

30

40

50

調整する、あるいは磁気的吸引力は一定として斥力のみを調整しても良い。

【0084】

前記磁極ユニット126は、図7(A)に示されるように、スライダ本体120の-Y側端部近傍に設けられており、複数(本実施形態では10個)の永久磁石を含んでいる。これら複数の永久磁石は、スライダ本体120内に埋め込まれている。このうち、Y軸方向中央に設けられた2つの磁石(Y駆動用磁石)は、互いに逆極性とされており、該Y駆動用磁石の+Y側及び-Y側においてX軸方向に沿って複数の永久磁石が配列された一対の磁石群(X駆動用磁石群)は、隣接する磁石同士が逆極性とされている。

【0085】

その一方で、磁極ユニット126の上側に設けられた電機子ユニット104は、複数の電機子コイルを含んで構成されている(図9参照)。この電機子ユニット104内に含まれる電機子コイルは、図9に示されるように、Y軸方向中央部に設けられた2つのコイル(Y駆動用コイル)と、Y軸方向一側及び他側においてX軸方向に沿って複数のコイルが配列された一対のコイル群(X駆動用コイル群)とを含んでいる。

10

【0086】

これら磁極ユニット126と電機子ユニット104との間では、磁極ユニットを構成する永久磁石の発生する磁界と、電機子ユニット104を構成する電機子コイルを流れる電流との間の電磁相互作用により、スライダSL4にX軸方向の駆動力及びY軸方向の駆動力を作用させることができ(図9の黒塗り両矢印参照)。また、Y軸方向に関して所定間隔離れた2箇所において、大きさの異なるX軸方向の駆動力を作用させることにより、スライダSL4にZ軸回りの回転(z)方向の駆動力を作用させることができ。なお、以下においては、上記磁極ユニット126と電機子ユニット104とにより構成される駆動機構(アクチュエータ)を、「アライメント系モータ」と呼ぶものとする。

20

【0087】

本実施形態においては、図9に示されるように、スライダSL4(セカンダリアライメント系AL24)の移動範囲を制限するための3つのストッパ部材132が設けられている。本実施形態では、各ストッパ部材132として、カムフォロアと同様に、スライダSL4の一部に当接してスライダSL4の移動を規制する回転部材が用いられている。従って、以下では、各ストッパ部材を便宜上カムフォロアと呼ぶ。

【0088】

30

詳述すると、気体静圧軸受122bの+Y側近傍、気体静圧軸受122cの+Y側近傍、及びスライダ本体120の気体静圧軸受122aと磁極ユニット126との間の位置に形成された段差部120aの-Y側近傍に、それぞれ、カムフォロア132が、各1つ設けられている。これら3つのカムフォロア132は、実際には、前述したFIA定盤102の下面から吊り下げ支持されている。スライダSL4(セカンダリアライメント系AL24)が、図9の位置にあるとき、3つのカムフォロア132のそれぞれと、気体静圧軸受122、120又は段差部120aとの間には、例えば、0.1mm程度のクリアランスが存在する。すなわち、上記3つのカムフォロア132により、セカンダリアライメント系AL24のY軸方向に関する移動範囲が一例として約0.2mmの範囲に制限されている。

40

【0089】

セカンダリアライメント系AL24(スライダSL4)のX軸方向の位置は、図9に示される一対のX軸アライメント系エンコーダ(以下、「X軸エンコーダ」と呼ぶ)151X1、151X2により計測され、Y軸方向の位置は、Y軸アライメント系エンコーダ(以下、「Y軸エンコーダ」と呼ぶ)151Yにより、計測されている(図9の白抜き両矢印が計測方向を示している)。本実施形態では、X軸エンコーダを2つ用いているため、これらの計測値を用いることにより、セカンダリアライメント系AL24のX軸方向の位置のみならず、z方向(Z軸回りの回転方向)の位置をも計測することが可能である。

【0090】

これらX軸エンコーダ151X1、151X2及びY軸エンコーダ151Yは、光源及

50

び受光器等を含むエンコーダヘッドが、前述した F I A 定盤 102 側に設けられ（吊り下げ支持され）、セカンダリアライメント系 A L 2<sub>4</sub>（又はスライダ S L 4）側に、回折格子等がその表面に形成されたリニアスケールが設けられている。なお、X 軸エンコーダ 151 X 2 と Y 軸エンコーダ 151 Y のリニアスケールは、実際には、図 9 に示されるように、鏡筒 109 の -Y 側の端面に固定された板状部材 253 の上面（+Z 側の面）に設けられており、これらのリニアスケールに対向して、エンコーダヘッドが F I A 定盤 102 に吊り下げ支持されている。

#### 【0091】

これらのエンコーダ（151 X 1, 151 X 2, 151 Y）それぞれの計測値は、不図示の制御装置に送られる。そして、制御装置は、セカンダリアライメント系 A L 2<sub>4</sub>を移動する際、前述した気体静圧軸受 122 a ~ 122 c に対して気体を供給することにより、スライダ S L 3、S L 4 と F I A 定盤 102 との間に所定のクリアランスを形成することでスライダ S L 3 を上記浮上状態とする。制御装置は、浮上状態を維持した状態で、その計測値に基づいて、アライメント系モータを構成する電機子ユニット 104 に供給する電流を制御することにより、スライダ S L 4（セカンダリアライメント系 A L 2<sub>4</sub>）を X 軸、Y 軸及び z 方向に微小駆動する。

#### 【0092】

図 4 に戻り、セカンダリアライメント系 A L 2<sub>4</sub>の -X 側に配置されたセカンダリアライメント系 A L 2<sub>3</sub>は、上述したセカンダリアライメント系 A L 2<sub>4</sub>と同様、F I A 系であり、内部にレンズ等の光学部材が設けられた略 L 字状の鏡筒 119 を含んでいる。鏡筒 119 の Y 軸方向に延びる部分の上面（+Z 側の面）には、前述したスライダ S L 3 がスライダ S L 4 と入れ子状態となるように固定されている。このスライダ S L 3 の上面は、F I A 定盤 102 の下面の一部に対向している（図 3、図 9 参照）。

#### 【0093】

スライダ S L 3 は、気体静圧軸受及び永久磁石の配置等が若干異なるものの、前述したスライダ S L 4 とほぼ同一の構成を有している。すなわち、スライダ S L 3 は、図 7 (B) に示されるように、スライダ本体 220 と、このスライダ本体 220 に設けられた 3 つの気体静圧軸受 222 a ~ 222 c と、2 つの永久磁石 224 a, 224 b と、複数の永久磁石を含む磁極ユニット 226 と、を含んでいる。この場合、気体静圧軸受と永久磁石とは、永久磁石 224 a の中心と 224 b の中心とを結ぶ線分の中点が、3 つの気体静圧軸受 222 a ~ 222 c を頂点とする二等辺三角形の重心と一致するように配置されている。

#### 【0094】

磁極ユニット 226 は、前述したように、F I A 定盤 102 に設けられた電機子ユニット 104 と対向しているため、磁極ユニット 226 を構成する永久磁石の発生する磁界と、電機子ユニット 104 を構成する電機子コイルを流れる電流との間の電磁相互作用により、スライダ S L 3 に X、Y 軸方向及び z 方向の駆動力を作用させることができるとなっている（図 9 のハッチングを付した両矢印参照）。なお、以下においては、電機子ユニット 104 と磁極ユニット 226 とを纏めて、「アライメント系モータ」とも呼ぶものとする。

#### 【0095】

セカンダリアライメント系 A L 2<sub>3</sub>の X 軸方向及び z 方向の位置は、図 9 に示される一対の X 軸アライメント系エンコーダ（以下、「X 軸エンコーダ」と呼ぶ）251 X 1、251 X 2 により計測され、Y 軸方向の位置は、Y 軸アライメント系エンコーダ（以下、「Y 軸エンコーダ」と呼ぶ）251 Y により計測される（図 9 の白抜き両矢印は、各エンコーダの計測方向を示している）。エンコーダ 251 X 1, 251 X 2, 251 Y のそれでは、光源及び受光器等を含むエンコーダヘッドが、前述した F I A 定盤 102 側に設けられ、セカンダリアライメント系 A L 2<sub>4</sub>（又はスライダ S L 4）側に、リニアスケールが設けられている。

#### 【0096】

10

20

30

40

50

エンコーダ 251X1, 251X2、251Y それぞれの計測値は、不図示の制御装置に送られる。制御装置は、エンコーダ 251X1, 251X2、251Y の計測値に基づいて、セカンダリアライメント系 AL2<sub>3</sub> のスライダ SL3 を浮上させた状態で、アライメント系モータを構成する電機子ユニット 104 に供給する電流を制御することにより、スライダ SL3 (セカンダリアライメント系 AL2<sub>3</sub>) を X 軸、Y 軸及び z 方向に微小駆動する。

#### 【0097】

更に、図 9 に示されるように、スライダ SL3 の気体静圧軸受 222b の -Y 側、気体静圧軸受 222c の -Y 側、及びスライダ本体 220 の永久磁石 224a の +Y 側の位置に形成された凹溝 220a 内のそれぞれに、カムフォロア 232 が各 1 つ配置されている。10 これら 3 つのカムフォロア 232 は、前述したカムフォロア 132 と同様、FIA 定盤 102 の下面から吊り下げ支持されている。凹溝 220a の Y 軸方向の幅は、カムフォロア 232 の直径 (外径) より例えば 0.2 mm 大きく設定されている。図 9 の位置にスライダ SL3 (セカンダリアライメント系 AL2<sub>3</sub>) があるとき、3 つのカムフォロア 232 のそれと、気体静圧軸受 222b の -Y 側面、気体静圧軸受 222c の -Y 側面及び凹部 220a の +Y 側面との間には、例えば 0.1 mm 程度のクリアランスが存在する。従って、これら 3 つのカムフォロア 232 により、セカンダリアライメント系 AL2<sub>3</sub> の Y 軸方向に関する移動範囲が一例として約 0.2 mm の範囲に制限されている。

#### 【0098】

図 3 に戻り、セカンダリアライメント系 AL2<sub>1</sub>, AL2<sub>2</sub> は、上述したセカンダリアライメント系 AL2<sub>3</sub>, AL2<sub>4</sub> と同様の構成であり、スライダ SL2 は、上述したスライダ SL3 と左右対称の構成を有し、スライダ SL1 は、上述したスライダ SL4 と左右対称の構成を有している。また、FIA 定盤 302 の構成は、上述した FIA 定盤 102 と左右対称の構成を有している。20

#### 【0099】

次に、上記アライメント系エンコーダのリセット動作及びキャリブレーション方法について説明する。

#### 【0100】

##### <アライメント系エンコーダのリセット動作>

本実施形態におけるリセット動作は、例えば、露光装置 100 全体の電源を切った際や、露光装置の立ち上げ時等に行われるものである。30

#### 【0101】

本実施形態では、4 つのセカンダリアライメント系のうちの 2 つのセカンダリアライメント系 (ここでは、セカンダリアライメント系 AL2<sub>3</sub>, AL2<sub>4</sub> とする) の位置を計測するアライメント系エンコーダのリセット動作について、図 10 (A) ~ 図 10 (D) に基づいて、説明する。

#### 【0102】

まず、制御装置は、アライメント系モータを構成する電機子ユニット 104 に供給する電流を制御して、図 10 (A) の白抜き矢印 A に示されるように、セカンダリアライメント系 AL2<sub>4</sub> を Y 軸方向一側 (ここでは、-Y 側とする) の移動限界位置 (スライダ本体 120 の段差部 120a とカムフォロア 132 が接触する位置) まで移動し、この位置で電機子ユニット 104 と磁極ユニット 126 との磁極合わせを行う。また、制御装置は、電機子ユニット 104 に供給する電流を制御して、図 10 (A) の白抜き矢印 B に示されるように、セカンダリアライメント系 AL2<sub>3</sub> を Y 軸方向一側 (-Y 側) の移動限界位置 (スライダ SL3 の気体静圧軸受 222b, 222c の -Y 側の面とカムフォロア 232 とが接触する位置) まで移動し、この位置で電機子ユニット 104 と磁極ユニット 226 との磁極合わせを行う。40

#### 【0103】

次いで、制御装置は、電機子ユニット 104 に供給する電流を制御して、セカンダリアライメント系 AL2<sub>4</sub> を Y 軸方向他側 (+Y 側) に所定距離 (例えば、セカンダリアライ  
50

メント系 A L 2<sub>4</sub> が Y 軸方向に移動可能な距離の 1 / 2 の距離) だけ移動する (図 10 (B) の白抜き矢印 C 参照) とともに、セカンダリアライメント系 A L 2<sub>3</sub> を Y 軸方向他側 (+ Y 側) に前記所定距離と同一距離だけ移動する (図 10 (B) の白抜き矢印 D 参照)。

【0104】

次いで、制御装置は、電機子ユニット 104 に供給する電流を制御して、セカンダリアライメント系 A L 2<sub>4</sub> を X 軸方向一側 (ここでは、+ X 側とする) の移動限界位置 (不図示のピン状のスッパ部材に気体静圧軸受 122b の + X 側の面が接触する位置) まで移動する (図 10 (C) の白抜き矢印 E 参照) とともに、セカンダリアライメント系 A L 2<sub>3</sub> を X 軸方向一側 (ここでは、- X 側とする) の移動限界位置 (不図示のピン状のスッパ部材に気体静圧軸受 222c の - X 側の面が接触する位置) まで移動する (図 10 (C) の白抜き矢印 F 参照) ことで、両セカンダリアライメント系 A L 2<sub>3</sub>、A L 2<sub>4</sub> の X 軸方向に関するストロークエンドをサーチする。

【0105】

その後、制御装置は、セカンダリアライメント系 A L 2<sub>4</sub> を - X 方向に移動しつつ (図 10 (D) の白抜き矢印 G 参照)、X 軸エンコーダ 151X1, 151X2 の原点サーチを行うとともに、セカンダリアライメント系 A L 2<sub>3</sub> を + X 方向に移動しつつ (図 10 (D) の白抜き矢印 H 参照)、X 軸エンコーダ 251X1, 251X2 の原点サーチを行う。

【0106】

このようにすることで、エンコーダのリセットを行うことが可能である。

【0107】

なお、上記の説明では、セカンダリアライメント系 A L 2<sub>4</sub>、セカンダリアライメント系 A L 2<sub>3</sub> の順に移動させることとしたが、これに限らず、電機子ユニット 104 内の、セカンダリアライメント系それぞれに対向する電機子コイルに別々に電流を供給できる場合には、各セカンダリアライメント系を同時に移動させるようにしても良い。

【0108】

なお、セカンダリアライメント系 A L 2<sub>1</sub>、A L 2<sub>2</sub> の位置を計測するエンコーダにおいても同様にしてリセット動作を行うことが可能である。

【0109】

<キャリブレーション動作>

次に、本実施形態におけるセカンダリアライメント系 A L 2<sub>n</sub> (n = 1 ~ 4) の位置計測を行うアライメント系エンコーダ、すなわち X 軸エンコーダ (151X1, 151X2、251X1, 251X2) 及び Y 軸エンコーダ (151Y, 251Y) のキャリブレーションについて説明する。

【0110】

このキャリブレーションは、アライメント系エンコーダの走り (計測軸) を、ウエハステージ (ステージエンコーダ) の走り (計測軸) に合わせる (対応付ける) ためのものである。

【0111】

まず、制御装置は、ウエハ上に形成されたアライメントマークが、4 つのセカンダリアライメント系のうちの 1 つ (セカンダリアライメント系 A L 2<sub>n</sub>) の検出領域 (視野) の中心に位置決めされる位置に、ウエハステージ W S T を移動させる。

【0112】

そして、制御装置は、アライメントマークがセカンダリアライメント系 A L 2<sub>n</sub> の視野中心と一致した状態を維持しつつ、ウエハステージ W S T とセカンダリアライメント系 A L 2<sub>n</sub> とを、例えば、X 軸方向に同一の速度で移動させる (すなわち、ウエハステージ W S T にセカンダリアライメント系 A L 2<sub>n</sub> を追従させる)。

【0113】

このようにしてウエハステージ W S T とセカンダリアライメント系 A L 2<sub>n</sub> とを移動さ

10

20

30

40

50

せている間に、制御装置は、ウエハステージWSTのXY平面内の位置を上述したステージエンコーダを用いて計測するとともに、セカンダリアライメント系AL2<sub>n</sub>の位置をアライメント系エンコーダを用いて計測し、両エンコーダによる計測結果の関係を算出する。

【0114】

また、同様に、制御装置は、アライメントマークがセカンダリアライメント系AL2<sub>n</sub>の視野中心と一致した状態を維持したまま、ウエハステージWSTとセカンダリアライメント系AL2<sub>n</sub>とを、Y軸方向に同一速度で移動し、そのときのステージエンコーダの計測結果とアライメント系エンコーダの計測結果との関係を算出する。

【0115】

また、制御装置は、その他3つのセカンダリアライメント系のアライメント系エンコーダに関しても、上記と同様にして、アライメント系エンコーダとステージエンコーダの計測結果の関係を算出する。

【0116】

制御装置は、後述するセカンダリアライメント系AL2<sub>n</sub>の位置調整を行う際に、上述のようにして算出されたステージエンコーダの計測結果とアライメント系エンコーダの計測結果との関係を考慮して、セカンダリアライメント系AL2<sub>n</sub>の位置制御を行う。これにより、アライメント系エンコーダの走りをウエハステージWSTの走り（ステージエンコーダの走り）に合わせた状態で、セカンダリアライメント系AL2<sub>n</sub>の位置制御を行うことが可能となる。

10

【0117】

なお、上記の説明では、ウエハ上のアライメントマークを用いて、アライメント系エンコーダのキャリブレーションを行うこととしたが、これに限らず、ウエハテーブルWTB上に基準マーク（FIAマーク）を設け、これを用いて、上記と同様にキャリブレーションを行うこととしても良い。また、前述のステージエンコーダのスケールが計測ステージMSTの上面にも設けられる場合には、計測ステージMSTのCDバー46の基準マークMを用いて上記と同様にキャリブレーションを行っても良い。

20

【0118】

また、上記の例では、セカンダリアライメント系の視野中心とウエハステージWST上のマーク（ウエハのアライメントマーク又は基準マーク）とが一致した状態が維持されるように、セカンダリアライメント系をウエハステージWSTに追従するように移動することとしたが、これに限らず、例えば、セカンダリアライメント系の視野からそのマークが外れないように、ウエハステージWSTとセカンダリアライメント系とを、ステージエンコーダ及びアライメント系エンコーダの走りを基準として、同一速度となるように所定方向に移動する。そして、その際の、セカンダリアライメント系の視野中心と基準マークとの相対位置関係を計測し、該計測結果をも用いて、アライメント系エンコーダの較正（キャリブレーション）を行うこととしても良い。このようにしても、上記の例と同様の較正を行うことが可能となる。

30

【0119】

なお、上記のような較正を行う際には、ウエハステージWST及びセカンダリアライメント系を連続的に移動させるようにしても良いし、所定間隔（又はランダムな間隔）で離散的（断続的）に移動させるようにしても良い。

40

【0120】

次に、主として各ロットのウエハに対する処理を開始する直前（ロット先頭）に行われる、セカンダリアライメント系AL2<sub>n</sub>（n=1~4）のベースライン計測動作について説明する。ここで、セカンダリアライメント系AL2<sub>n</sub>のベースラインとは、プライマリアライメント系AL1（の検出中心）を基準とする各セカンダリアライメント系AL2<sub>n</sub>（の検出中心）の相対位置を意味する。なお、プライマリアライメント系AL1のベースライン（投影光学系PLによるパターン（例えばレチクルRのパターン）の投影位置とプライマリアライメント系AL1の検出中心との位置関係（又は距離））の計測（ベースラ

50

インチェック)については既に行われているものとする。また、セカンダリアライメント系  $AL_2_n$  ( $n = 1 \sim 4$ ) は、例えばロット内のウエハのショットマップ情報に応じて、前述のアライメント系モータにより駆動されて X 軸方向の位置が設定されているものとする。

【0121】

ロット先頭に行われるセカンダリアライメント系のベースライン計測(以下、適宜 Sec-BCHK(ロット先頭)とも呼ぶ)に際しては、制御装置は、まず、図 11(A)に示されるように、ロット先頭のウエハ W(プロセスウエハ)上の特定のアライメントマークをプライマリアライメント系  $AL_1$  で検出し(図 11(A)中の星マーク参照)、その検出結果と、その検出時の上記ステージエンコーダの計測値とを対応付けてメモリに格納する。次いで、制御装置は、ウエハステージ WST を -X 方向に所定距離移動し、図 11(B)に示されるように、上記の特定のアライメントマークを、セカンダリアライメント系  $AL_2_1$  で検出し(図 11(B)中の星マーク参照)、その検出結果と、その検出時の上記ステージエンコーダの計測値とを対応付けてメモリに格納する。

10

【0122】

同様にして、制御装置は、ウエハステージ WST を +X 方向に移動して上記の特定のアライメントマークを、残りのセカンダリアライメント系  $AL_2_2, AL_2_3, AL_2_4$  で順次検出し、その検出結果と検出時のステージエンコーダの計測値とを、順次対応付けてメモリに格納し、制御装置は、上記の処理結果に基づいて、各セカンダリアライメント系  $AL_2_n$  のベースラインをそれぞれ算出する。

20

【0123】

このように、ロット先頭のウエハ W(プロセスウエハ)を用いて、そのウエハ W 上の同一のアライメントマークをプライマリアライメント系  $AL_1$  と各セカンダリアライメント系  $AL_2_n$  とで検出することで、各セカンダリアライメント系  $AL_2_n$  のベースラインを求めるところから、この計測により、結果的に、プロセスに起因するアライメント系間の検出オフセットの差も補正される。なお、ウエハのアライメントマークの代わりに、ウエハステージ WST 又は計測ステージ MST 上の基準マークを用いて、セカンダリアライメント系  $AL_2_n$  のベースライン計測を行っても良い。また、本実施形態ではプライマリアライメント系  $AL_1$  及びセカンダリアライメント系  $AL_2_n$  がそれぞれ 2 次元マーク(X、Y マーク)を検出可能であるので、セカンダリアライメント系  $AL_2_n$  のベースライン計測時に 2 次元マークを用いることで、セカンダリアライメント系  $AL_2_n$  の X 軸及び Y 軸方向のベースラインを同時に求めることができる。

30

【0124】

次に、ロット内のウエハの処理中に、所定のタイミング、例えばウエハの露光終了から次のウエハのウエハテーブル WTB 上へのロードが完了するまでの間(すなわちウエハ交換中)に行われる Sec-BCHK の動作について説明する。この場合の Sec-BCHK は、ウエハ交換毎というインターバルで行われるので、以下では Sec-BCHK(インターバル)とも記述する。

【0125】

この Sec-BCHK(インターバル)に際しては、制御装置は、図 12 に示されるように、プライマリアライメント系  $AL_1$  の検出中心が配置される基準軸 LV とセンターライン CL がほぼ一致し、かつ CDバー 46 がプライマリアライメント系  $AL_1$  及びセカンダリアライメント系  $AL_2_n$  に対向するように計測ステージ MST を移動する。そして、CDバー 46 上の一対の基準格子 52 とそれぞれ対向する Y ヘッド  $64y_1, 64y_2$  の計測値に基づいて、CDバー 46 の z 回転を調整するとともに、計測テーブル M T B のセンターライン CL 上又はその近傍に位置する基準マーク M を検出するプライマリアライメント系  $AL_1$  の計測値に基づいて、CDバー 46 の X Y 位置を調整する。この調整は、例えば干渉計の計測値をモニタしつつ CDバー 46(計測ステージ MST)の位置を調整することに行われる。

40

【0126】

50

そして、この状態で、制御装置では、4つのセカンダリアライメント系AL<sub>21</sub>～AL<sub>24</sub>を用いて、それぞれのセカンダリアライメント系の視野内にあるCDバー46上の基準マークMを同時に計測することで、4つのセカンダリアライメント系AL<sub>21</sub>～AL<sub>24</sub>のベースラインをそれぞれ求める。そして、その後の処理に際しては、新たに計測したベースラインを用いることで、4つのセカンダリアライメント系AL<sub>21</sub>～AL<sub>24</sub>のベースラインのドリフトが補正される。

【0127】

なお、上記のSec-BCHK(インターバル)は、複数のセカンダリアライメント系による異なる基準マークの同時計測によって行うものとしたが、これに限らず、CDバー46上の同一の基準マークMを、複数のセカンダリアライメント系で順次(非同時に)計測することで、4つのセカンダリアライメント系AL<sub>21</sub>～AL<sub>24</sub>のベースラインをそれぞれ求めることとしても良い。

【0128】

次に、図13(A)及び図13(B)に基づいて、セカンダリアライメント系AL<sub>2n</sub>の位置調整の動作について簡単に説明する。

【0129】

前提として、調整前における、プライマリアライメント系AL1と、4つのセカンダリアライメント系AL<sub>21</sub>～AL<sub>24</sub>との位置関係が、図13(A)の位置関係であったとする。

【0130】

制御装置は、図13(B)に示されるように、プライマリアライメント系AL1及び4つのセカンダリアライメント系AL<sub>21</sub>～AL<sub>24</sub>が、CDバー46の上方に位置するように、計測ステージMSTを移動させる。次に、上述したSec-BCHK(インターバル)の際と同様にして、上記Y軸リニアエンコーダ(Yヘッド64y<sub>1</sub>, 64y<sub>2</sub>)の計測値に基づいて、CDバー46のz回転を調整するとともに、計測テーブルMSTのセンターラインCL上又はその近傍に位置する基準マークMを検出するプライマリアライメント系AL1の計測値に基づいて前述と同様にしてCDバー46のXY位置を調整する。これと同時に、制御装置は、次の露光対象であるウエハ上のアライメントショット領域のサイズ及び配置(すなわちウエハ上のアライメントマークの配置)の情報を含むショットマップ情報に基づいて、各セカンダリアライメント系AL<sub>2n</sub>を図13(B)中の矢印で示されるように少なくともX軸方向に移動(及び/又は回転)させる。この場合、制御装置は、前述したように、スライダSL1～SL4に設けられた気体静圧軸受に気体を供給してスライダを浮上状態とし、該浮上状態を維持したまま電機子ユニット104に電流を供給することにより、セカンダリアライメント系AL<sub>2n</sub>を駆動する。これにより、検出すべきアライメントショット領域に付されたアライメントマークの配置に合わせて、セカンダリアライメント系AL<sub>2n</sub>のベースライン、すなわちXY平面内での検出領域の位置が調整(変更)される。

【0131】

そして、このようにしてセカンダリアライメント系AL<sub>2n</sub>のベースラインを調整した後、制御装置は、スライダSL1～SL4をFIA定盤102, 302の下面に着地させる。この着地に際して、本実施形態では、制御装置は、アライメント系モータを構成する電機子ユニットに供給する電流を制御して、セカンダリアライメント系AL<sub>2n</sub>のXY平面内の位置を維持しつつ、気体静圧軸受への気体の供給を停止することとしている。

【0132】

このようにすることで、各セカンダリアライメント系AL<sub>2n</sub>のXY平面内の位置を維持した状態で、セカンダリアライメント系AL<sub>2n</sub>(スライダ)をFIA定盤に着地させることが可能である。

【0133】

また、本実施形態においては、エンコーダの発熱によるアライメント系の検出精度への影響を抑制するため、セカンダリアライメント系AL<sub>2n</sub>のXY平面内位置の計測を行わ

10

20

30

40

50

ない間（スライダ S L 1 ~ S L 4 が F I A 定盤 1 0 2 , 3 0 2 に着地している間）は、アライメント系エンコーダの電源を切ることとしている。すなわち、例えば、上記のようにセカンダリアライメント系 A L 2<sub>n</sub> の位置調整を行う間においては、エンコーダに電源を投入し続けるが、位置調整が終了した段階で電源を切ることとする。

【 0 1 3 4 】

このため、制御装置は、エンコーダの電源を切る直前のエンコーダのカウント値を、例えば、不図示のメモリに格納するなどして、記憶しておく。そして、前述したセカンダリアライメント系 A L 2<sub>n</sub> の位置調整を行う際には、エンコーダに電源を再投入した段階で、記憶しておいたカウント値をエンコーダの初期値に設定する。

【 0 1 3 5 】

このようにすることで、エンコーダの発熱によるアライメント系への熱的な影響を極力抑制することができるとともに、エンコーダに電源を再投入したときに、エンコーダをリセットするリセット動作を行う必要がなくなるので、セカンダリアライメント系 A L 2<sub>n</sub> の位置調整に関する一連の動作に要する時間を短縮することが可能となる。

【 0 1 3 6 】

なお、上記の説明では、C D バー 4 6 上の異なる位置に形成された基準マーク M を 5 つのアライメント系 A L 1 , A L 2<sub>1</sub> ~ A L 2<sub>4</sub> で同時にかつ個別に検出するものとしたが、これに限らず、例えばウエハ W ( プロセスウエハ ) 上の異なる位置に形成されたアライメントマークを 5 つのアライメント系 A L 1 , A L 2<sub>1</sub> ~ A L 2<sub>4</sub> で同時にかつ個別に検出して、セカンダリアライメント系 A L 2<sub>n</sub> のベースラインを調整することも可能である。また、セカンダリアライメント系 A L 2<sub>n</sub> を F I A 定盤に固定させた後、再度セカンダリアライメント系 A L 2<sub>n</sub> で基準マーク M を検出してそのベースラインを計測しても良い。さらに、C D バー 4 6 の基準マークなどを用いないで、前述のショットマップ情報とアライメント系エンコーダの計測値に基づいてセカンダリアライメント系 A L 2<sub>n</sub> を移動して F I A 定盤に固定し、その後にベースラインを計測することとしても良い。

【 0 1 3 7 】

本実施形態の露光装置 1 0 0 では、ウエハステージ W S T と計測ステージ M S T を用いた並行処理動作が行われる。この並行処理動作中、ウエハステージ W S T の X Y 平面内の位置は、主に上記ステージエンコーダを用いて計測され、ステージエンコーダが使用できない範囲で、ウエハステージ干渉計システムを用いて計測される。また、計測ステージ M S T は、計測ステージ干渉計システムを用いて計測される。そして、本実施形態の露光装置 1 0 0 では、ウエハステージ W S T に載置されるウエハ上に、局所液浸装置 8 を用いて液浸領域 1 4 を形成し、投影光学系 P L 及び液浸領域 1 4 の液体 L q を介して照明光 I L でウエハの露光動作が行われる。この露光動作は、制御装置により、事前に行われたアライメント系 A L 1 、 A L 2<sub>1</sub> ~ A L 2<sub>4</sub> によるウエハアライメント ( E G A ) の結果及びアライメント系 A L 1 , A L 2<sub>1</sub> ~ A L 2<sub>4</sub> の最新のベースライン等に基づいて、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 ) ヘウエハステージ 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行われる。そして、ウエハステージ W S T 上へのウエハのロード ( 又は交換 ) を行っている間には、制御装置は、計測ステージ M S T に支持された C D バー 4 6 を用いて、プライマリアライメント系 A L 1 に対する 4 つのセカンダリアライメント系の相対位置を計測する Sec-BCHK ( インターバル ) を行う。

【 0 1 3 8 】

更に、ウエハロード ( 又は交換 ) が終了したウエハステージ W S T がアライメント系 A L 1 、 A L 2<sub>1</sub> ~ A L 2<sub>4</sub> 直下に移動してきた際には、制御装置は、以下のようにして、アライメント動作を実行する。

【 0 1 3 9 】

なお、本実施形態におけるアライメント動作では、図 1 4 ( C ) に示されるレイアウト

10

20

30

40

50

(ショットマップ)で複数のショット領域が形成されているウエハW上の着色された16個のショット領域ASを、アライメントショット領域とするものとする。なお、図14(A),図14(B)では、計測ステージMSTの図示は省略されている。

#### 【0140】

前提として、セカンダリアライメント系AL2<sub>1</sub>~AL2<sub>4</sub>は、アライメントショット領域ASの配置に合わせて、X軸方向の位置調整(アライメント系モータを用いた位置調整)が事前に行われているものとする。

#### 【0141】

まず、制御装置は、不図示のローディングポジション(図14(A)の右下側)に位置決めされたウエハステージWSTを、図14(A)に示される位置よりもやや下側(ウエハWの中心が、基準軸LV上に位置する所定の位置(アライメント開始位置))に移動させる。この移動は、上記ステージエンコーダ及びウエハステージ干渉計システム(あるいはウエハステージ干渉計システムのみ)を用いて計測されたウエハステージの位置情報に基づいて行われる。

10

#### 【0142】

次に、制御装置は、ステージエンコーダの計測値に基づいて、ウエハステージWSTを+Y方向に所定距離移動して図14(A)に示される位置に位置決めし、プライマリアライメント系AL1,セカンダリアライメント系AL2<sub>2</sub>,AL2<sub>3</sub>を用いて、3つのファーストアライメントショット領域ASに付設されたアライメントマークをほぼ同時にかつ個別に検出し(図14(A)中の星マーク参照)、上記3つのアライメント系AL1,AL2<sub>2</sub>,AL2<sub>3</sub>の検出結果とその検出時のステージエンコーダの計測値とを関連付けて不図示のメモリに格納する。なお、このときアライメントマークを検出していない、両端のセカンダリアライメント系AL2<sub>1</sub>,AL2<sub>4</sub>は、ウエハテーブルWTB(又はウエハ)に検出光を照射しないようにしても良いし、照射するようにしても良い。また、本実施形態のウエハアライメントでは、プライマリアライメント系AL1がウエハテーブルWTBのセンターライン上に位置されるように、ウエハステージWSTはそのX軸方向の位置が設定され、このプライマリアライメント系AL1はウエハの子午線上に位置するアライメントショット領域のアライメントマークを検出する。

20

#### 【0143】

次に、制御装置は、上記ステージエンコーダの計測値に基づいて、ウエハステージWSTを+Y方向に所定距離移動して5つのアライメント系AL1,AL2<sub>1</sub>~AL2<sub>4</sub>がウエハW上の5つのセカンドアライメントショット領域ASに付設されたアライメントマークをほぼ同時にかつ個別に検出可能となる位置に位置決めし、5つのアライメント系AL1,AL2<sub>1</sub>~AL2<sub>4</sub>を用いて、5つのアライメントマークをほぼ同時にかつ個別に検出し、上記5つのアライメント系AL1,AL2<sub>1</sub>~AL2<sub>4</sub>の検出結果とその検出時のステージエンコーダの計測値とを関連付けて不図示のメモリに格納する。

30

#### 【0144】

次に、制御装置は、上記ステージエンコーダの計測値に基づいて、ウエハステージWSTを+Y方向に所定距離移動して5つのアライメント系AL1,AL2<sub>1</sub>~AL2<sub>4</sub>がウエハW上の5つのサードアライメントショット領域ASに付設されたアライメントマークをほぼ同時にかつ個別に検出可能となる位置に位置決めし、5つのアライメント系AL1,AL2<sub>1</sub>~AL2<sub>4</sub>を用いて、5つのアライメントマークをほぼ同時にかつ個別に検出し(図14(B)中の星マーク参照)、上記5つのアライメント系AL1,AL2<sub>1</sub>~AL2<sub>4</sub>の検出結果とその検出時の上記ステージエンコーダの計測値とを関連付けて不図示のメモリに格納する。

40

#### 【0145】

次に、制御装置は、上記ステージエンコーダの計測値に基づいて、ウエハステージWSTを+Y方向に所定距離移動してプライマリアライメント系AL1,セカンダリアライメント系AL2<sub>2</sub>,AL2<sub>3</sub>を用いて、ウエハW上の3つのフォースアライメントショット領域ASに付設されたアライメントマークをほぼ同時にかつ個別に検出可能となる位置に位

50

置決めし、上記 3 つのアライメント系  $AL_1$ ,  $AL_2_2$ ,  $AL_2_3$  を用いて、3 つのアライメントマークをほぼ同時にかつ個別に検出し、上記 3 つのアライメント系  $AL_1$ ,  $AL_2_2$ ,  $AL_2_3$  の検出結果とその検出時の上記ステージエンコーダの計測値とを関連付けて不図示のメモリに格納する。

【 0 1 4 6 】

そして、制御装置は、このようにして得た合計 16 個のアライメントマークの検出結果及び対応する上記ステージエンコーダの計測値と、セカンダリアライメント系  $AL_2_n$  のベースラインとを用いて、例えば特開昭 61-44429 号公報（対応米国特許第 5,243,195 号明細書）などに開示される EGA 方式の統計演算を行って、上記ステージエンコーダ（4 つのヘッドユニット）の計測軸で規定される座標系（例えば、投影光学系 PL の光軸を原点とする XY 座標系）上におけるウエハ W 上の全てのショット領域の配列（座標値）を算出する。  
10

【 0 1 4 7 】

このように、本実施形態では、ウエハステージ WST を +Y 方向に移動させ、その移動経路上における 4箇所にウエハステージ WST を位置決めすることにより、合計 16 個のアライメントショット領域 AS におけるアライメントマークの位置情報を、16 個のアライメントマークを単一のアライメント系で順次検出する場合などに比べて、格段に短時間で得ることができる。この場合において、例えばアライメント系  $AL_1$ ,  $AL_2_2$ ,  $AL_2_3$  について見れば特に分かり易いが、上記のウエハステージ WST の移動と連動して、これらアライメント系  $AL_1$ ,  $AL_2_2$ ,  $AL_2_3$  はそれぞれ、検出視野内に順次配置される、Y 軸方向に沿って配列された複数のアライメントマークを検出する。このため、上記のアライメントマークの位置計測に際して、ウエハステージ WST を X 軸方向に移動させる必要が無いようになっている。  
20

【 0 1 4 8 】

また、この場合、ウエハステージ WST の XY 平面内での位置（特に Y 位置（すなわち、複数のアライメント系に対するウエハ W の進入度合い））によって、複数のアライメント系により同時検出されるウエハ W 上のアライメントマークの検出点数（計測点数）が異なるので、ウエハステージ WST を、複数のアライメント系の配列方向（X 軸方向）に直交する Y 軸方向に移動する際に、ウエハ W 上の互いに異なる位置のマークを、ウエハステージ WST の Y 軸方向の位置に応じて、換言すればウエハ W 上のショット配列に応じて、必要な数のアライメント系を用いて同時に検出することができる。  
30

【 0 1 4 9 】

なお、本実施形態では、上記アライメントにおいてウエハステージ WST が移動している間に、照射系 90a 及び受光系 90b から成る多点 AF 系を用いて、ウエハ W の表面全面の Z 位置を取得している。

【 0 1 5 0 】

その後、制御装置は、前述のウエハアライメント（EGA）の結果及び予め計測したプライマリアライメント系のベースライン等に基づいて、ステップ・アンド・スキャン方式の液浸露光を行い、ウエハ W 上の複数のショット領域にレチクルパターンを順次転写する。以降、ロット内の残りのウエハに対して同様の動作が繰り返し行われる。なお、露光中のウエハステージ WST の Z 軸方向に関する制御は、多点 AF 系を用いてアライメント中に取得されたウエハ W の表面全面の Z 位置に基づいてウエハステージ WST の Z 軸、 $x$  及び  $y$  方向の位置制御を行う前述した他の計測装置により行われる。  
40

【 0 1 5 1 】

以上、詳細に説明したように、本実施形態によると、スライダ SL1 ~ SL4 が備える気体静圧軸受と、永久磁石とにより、FIA 定盤 102, 302 との間に所定のクリアランスを形成した状態で、セカンダリアライメント系  $AL_2_n$  が支持され、この支持されたセカンダリアライメント系  $AL_2_n$  が、アライメント系モータにより、XY 平面内で駆動される。すなわち、FIA 定盤 102, 302 に対してセカンダリアライメント系  $AL_2_n$  (スライダ SL1 ~ SL4) が非接触な状態で駆動されるので、セカンダリアライメン  
50

ト系 A L 2<sub>n</sub>の高精度な移動（位置決め）が可能となる。また、永久磁石と F I A 定盤 102、302との間の磁気的吸引力に比べて、気体静圧軸受からの気体の静圧（斥力）を小さく設定することで、セカンダリアライメント系 A L 2<sub>n</sub>を任意の位置に高精度に位置決めした状態で固定する（着地させる）ことも可能である。

#### 【0152】

また、本実施形態によると、ウエハ上のショット配列に応じてセカンダリアライメント系を高精度に位置決めすることができるので、プライマリアライメント系及びセカンダリアライメント系を用いてアライメント動作を行うことにより、短時間で高精度なアライメントを行うことが可能である。また、当該アライメント結果を用いることにより、高いスループットで高精度な露光を実現することが可能である。

10

#### 【0153】

また、本実施形態では、各スライダに設けられた3つの気体静圧軸受が二等辺三角形の頂点の位置に配置され、また、各スライダに設けられた2つの永久磁石が、各永久磁石の中心間を結ぶ線分の中心が前記二等辺三角形の重心と一致するように配置されていることから、引力と斥力とを同一の作用点に作用させることができるので、安定したスライダの浮上及び着地動作を行うことが可能である。

#### 【0154】

また、本実施形態によると、セカンダリアライメント系が位置決めされた状態で、アライメント系エンコーダの電源を切ることとしているので、エンコーダの発熱による、セカンダリアライメント系の計測精度への影響を極力小さくすることが可能である。また、エンコーダの電源を切る直前のエンコーダの計測値を記憶しておき、再度エンコーダに電源を入れたときに、記憶しておいた計測値を初期値に設定することとしていることから、電源を再投入するたびに、エンコーダのリセット動作等の初期設定を行う必要が無い。

20

#### 【0155】

また、本実施形態では、ウエハWの位置をステージエンコーダを用いて計測しつつ、ウエハW（ウエハステージW S T）を所定方向に移動するとともに、セカンダリアライメント系の検出視野内におけるマークの位置が一定に（視野中に位置するように）維持されるように、アライメント系エンコーダを用いてセカンダリアライメント系の位置を計測しつつセカンダリアライメント系を移動することによりアライメント系エンコーダのキャリブレーションを行うので、アライメント系エンコーダの走りをウエハステージW S Tの走り（ステージエンコーダの走り）に合わせた状態で計測することが可能である。従って、この計測結果を考慮することで、アライメント系エンコーダを用いたセカンダリアライメント系の位置制御を高精度に行うことが可能である。また、このセカンダリアライメント系を用いて、ウエハアライメントを行うことにより、高精度な露光を行うことが可能である。

30

#### 【0156】

更に、本実施形態では、アライメント系エンコーダのリセット時において、エンコーダの原点サーチをする以前に、アライメント系モータの磁極合わせが行われているため、原点サーチの際には、セカンダリアライメント系を水平面内で高精度に駆動できるように調整された状態になっている。また、セカンダリアライメント系をX軸方向の一側に関する移動限界位置まで移動した状態からX軸方向の他側に移動しつつ、原点サーチをするので、当該移動限界位置を基準とした原点サーチを行うことが可能となる。従って、高精度な計測装置の原点サーチを行うことが可能となる。

40

#### 【0157】

なお、上記実施形態では、セカンダリアライメント系の位置調整を行うときに、気体静圧軸受に気体を供給して、スライダをF I A 定盤から浮上させ、位置調整を行わないときには、気体静圧軸受に気体を供給せずに、スライダをF I A 定盤に着地させる場合について説明したが、これに限らず、位置調整を行わないときにも気体静圧軸受に気体を供給して、浮上状態を維持することとしても良い。

#### 【0158】

50

なお、上記実施形態では、FIA定盤とスライダとの間に引力を発生させる機構として、FIA定盤（磁性体）とスライダに設けられた永久磁石とを含む機構を採用する場合について説明した。しかしながら、本発明はこれに限られるものではなく、例えば永久磁石に代えて、電磁石を用いることとしても良い。また、FIA定盤側に永久磁石（又は電磁石）を設け、スライダの少なくとも一部に磁性体を設けることとしても良い。更に、引力として磁気的吸引力以外、例えば、静電気力、あるいは真空吸引力などを用いることとしても良い。また、上記実施形態では、FIA定盤自体が磁性体から成る場合について説明したが、これに限らず、FIA定盤を非磁性体で構成し、該FIA定盤の下面側に磁性体を別途設けることとしても良い。なお、上記実施形態の構成では、FIA定盤とスライダとの間に引力として永久磁石と磁性体との間の磁気力を利用するので、停電などがあってもセカンダリアライメント系AL2<sub>1</sub>～AL2<sub>4</sub>が落下、破損することがない。また、永久磁石と磁性体との間の引力（磁気力）はその大きさが一定ではなく可変でもよい。

#### 【0159】

また、上記実施形態では、FIA定盤とスライダとの間に斥力を発生させる機構として、スライダに設けられた気体静圧軸受を含む機構を採用し、斥力が気体の静圧である場合について説明した。しかしながら、本発明はこれに限られるものではなく、例えば、気体静圧軸受を、FIA定盤側に設けることとしても良い。また、斥力としては、気体の静圧以外、例えば、磁気的な反発力（永久磁石と電磁石との組み合わせなどにより発生する反発力）などを採用しても良い。また、上記実施形態では、気体静圧軸受として、FIA定盤側から気体を供給する、いわゆるグランド給気型の気体静圧軸受を用いることしたが、これに限らず、気体静圧軸受に気体供給用の配管を直接接続することとしても良い。

#### 【0160】

また、上記実施形態では、各スライダに、3つの気体静圧軸受と2つの永久磁石とが設けられる場合について説明したが、これに限らず、任意の数の気体静圧軸受及び永久磁石を設けることが可能である。また、気体静圧軸受と永久磁石の配置も上記構成に限られない。

#### 【0161】

なお、上記実施形態では、セカンダリアライメント系のXY平面内の位置を計測する位置計測系として、アライメント系エンコーダを用いた場合について説明したが、これに代えて、干渉計等の他の計測装置を用いることとしても良い。また、上記実施形態では、セカンダリアライメント系AL2<sub>n</sub>のXY平面内位置の計測を行わない間は、熱によるアライメント系の検出精度への影響を抑制するため、アライメント系エンコーダの電源を切ることとしているが、エンコーダの電源のオフは必須ではない。例えば、熱が問題にならない場合、あるいはエンコーダの熱源（光源やディテクタ）を外部に配置する場合などでは、電源のオフは不要としても良い。

#### 【0162】

また、アライメント系エンコーダのキャリブレーション、磁極合わせ、及び原点サーチなども上述したものに限られない。

#### 【0163】

なお、上記実施形態において、セカンダリアライメント系の全体を、スライダに固定しても良いが、その一部、例えば鏡筒109内の光学系のみをスライダに固定してもよい。

#### 【0164】

なお、上記実施形態では、アライメント装置99がセカンダリアライメント系を4本備える場合について説明したが、これに限らず、セカンダリアライメント系は、任意の本数とすることが可能である。また、プライマリアライメント系AL1は1本に限らず複数本でも良いし、セカンダリアライメント系と同様、XY平面内で駆動可能な構成を採用することとしても良い。

#### 【0165】

なお、上記各アライメント系としては、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

10

20

30

40

50

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て用いることは勿論可能である。

【0166】

なお、上記実施形態では、スライダがFIA定盤に対向する場合について例示したが、可動のアライメント系を支持する支持装置の固定部は、定盤に限られない。例えば、斥力の発生に気体静圧軸受を用いる場合などには、受圧面として機能する程度の平面を有する部材であれば、使用することができる。引力として磁力を用いる場合、その部材の少なくとも一部が磁性体で構成されれば良い。

【0167】

なお、上記実施形態では、ウエハが対向して配置される下面を有するノズルユニットを用いるものとしたが、これに限らず、例えば、国際公開第99/49504号パンフレット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PLを構成する最下端の光学部材（先端レンズ）191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2004/053955号パンフレットに開示されている液浸機構、欧州特許公開第1420298号公報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。

【0168】

なお、上記実施形態では、ウエハステージWST側で各ウエハの交換を行っている間に、計測ステージMST側ではCDバー46を用いて、Sec-BCHK（インターバル）を行う場合について説明したが、これに限らず、計測ステージMSTの計測器群（計測部材）を用いて、照度むら計測（及び照度計測）、空間像計測、波面収差計測などの少なくとも一つを行い、その計測結果をその後に行われるウエハの露光に反映させることとしても良い。具体的には、例えば、計測結果に基づいて投影光学系PLの調整を行うこととすることができる。また、ウエハ交換中は計測ステージMST上に液浸領域を保持しておき、計測ステージとの交換でウエハステージWSTが投影ユニットPUの直下に配置されるとき、計測ステージ上の液浸領域をウエハステージ上に移動することとしても良い。

【0169】

なお、上記実施形態では、ウエハステージWSTが、ステージ本体91とウエハテーブルWTBとを含むものとしたが、これに限らず、6自由度で移動可能な単一のステージをウエハステージWSTとして採用しても良い。また、反射面に代えて、ウエハテーブルWTBに平面ミラーから成る移動鏡を設けても良い。また、計測ステージの構成としては、上記実施形態で説明したものに限らず、例えば、計測テーブルMTBを、ステージ本体92に対してX軸方向、Y軸方向及びz方向に微動可能に構成したいわゆる粗微動構造の計測ステージMSTを採用しても良いし、あるいは、計測テーブルMTBをステージ本体92に固定し、その計測テーブルMTBを含むステージ本体92を6自由度方向に駆動可能な構成にしても良い。

【0170】

また、上記実施形態において、例えば米国特許出願公開第2006/0227309号などに開示されているように、ウエハテーブルにエンコーダヘッドが設けられ、かつウエハテーブルの上方にこれに対向して一次元又は二次元の格子（例えば回折格子）が形成されたスケールが配置されるエンコーダシステムを用いても良い。また、エンコーダシステムと干渉計システムの両方を設けず、干渉計システムのみを設けてウエハステージの位置を制御してもよい。

【0171】

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ることは勿論である。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

10

20

30

40

50

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 に対する屈折率が、純水（屈折率は 1.44 程度）よりも高い、例えば 1.5 以上の液体を用いても良い。この液体としては、例えば、屈折率が約 1.50 のイソプロパノール、屈折率が約 1.61 のグリセロール（グリセリン）といった C - H 結合あるいは O - H 結合を持つ所定液体、ヘキサン、ヘプタン、デカン等の所定液体（有機溶剤）、あるいは屈折率が約 1.60 のデカルイン（Decalin: Decahydronaphthalene）などが挙げられる。あるいは、これら所定液体のうち任意の 2 種類以上の液体が混合されたものであっても良いし、純水に上記所定液体が添加（混合）されたものであっても良い。あるいは、液体としては、純水に、H<sup>+</sup>、Cs<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、PO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 等の塩基又は酸を添加（混合）したものであっても良い。更には、純水に A1 酸化物等の微粒子を添加（混合）したものであっても良い。これら液体は、ArF エキシマレーザ光を透過可能である。また、液体としては、光の吸収係数が小さく、温度依存性が少なく、投影光学系（先端の光学部材）、及び / 又はウエハの表面に塗布されている感光材（又は保護膜（トップコート膜）あるいは反射防止膜など）に対して安定なものであることが好ましい。また、F<sub>2</sub> レーザを光源とする場合は、フォンブリンオイルを選択すれば良い。

#### 【0172】

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。さらに、上記実施形態では露光装置が前述した局所液浸装置 8 の全てを備えるものとしたが、局所液浸装置 8 の一部（例えば、液体供給装置及び / 又は液体回収装置など）は、露光装置が備えている必要はなく、例えば露光装置が設置される工場等の設備を代用しても良い。

#### 【0173】

なお、上記実施形態では、露光装置が液浸型の露光装置である場合について説明したが、これに限られるものではなく、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にも採用することができる。また、計測ステージを備えない露光装置にも本発明は適用が可能である。

#### 【0174】

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、これに限らず、ステッパなどの静止型露光装置に本発明を適用しても良い。ステッパなどであっても、露光対象の物体が搭載されたステージの位置をエンコーダで計測することにより、同様に、空気搖らぎに起因する位置計測誤差の発生を殆ど零にすることができる。この場合、このエンコーダの計測値の短期変動を干渉計の計測値を用いて補正する補正情報とエンコーダの計測値とに基づいて、ステージを高精度に位置決めすることが可能になり、結果的に高精度なレチクルパターンの物体上への転写が可能になる。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・スティッチ方式の露光装置にも本発明は適用することができる。さらに、例えば特開平 10-163099 号公報及び特開平 10-214783 号公報（対応米国特許第 6,590,634 号）、特表 2000-505958 号公報（対応米国特許第 5,969,441 号）、米国特許第 6,208,407 号などに開示されているように、複数のウエハステージを備えたマルチステージ型の露光装置にも本発明を適用できる。

#### 【0175】

また、上記実施形態の露光装置における投影光学系の倍率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、その投影像は倒立像及び正立像のいずれでも良い。

#### 【0176】

また、照明光 IL は、ArF エキシマレーザ光（波長 193 nm）に限らず、KrF エキシマレーザ光（波長 248 nm）などの紫外光、F<sub>2</sub> レーザ光（波長 157 nm）などの真空紫外光であっても良い。例えば国際公開第 99/46835 号パンフレット（対応米国特許 7,023,610 号）に開示されているように、真空紫外光として DFB 半導体

10

20

30

40

50

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、例えはエルビウム（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增幅し、非線形光学結晶を用いて紫外域に波長変換した高調波を用いても良い。

【0177】

また、上記実施形態では、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言うまでもない。例えは、近年、70nm以下のパターンを露光するために、SOR又はプラズマレーザを光源として、軟X線領域（例えは5～15nmの波長域）のEUV（Extreme Ultraviolet）光を発生させるとともに、その露光波長（例えは13.5nm）の下で設計されたオール反射縮小光学系、及び反射型マスクを用いたEUV露光装置の開発が行われている。この装置においては、円弧照明を用いてマスクとウエハを同期走査してスキャン露光する構成が考えられるので、かかる装置にも本発明を好適に適用することができる。このほか、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、本発明は適用できる。

【0178】

また、上記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）を用いたが、このレチクルに代えて、例えは米国特許第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などとも呼ばれ、例えは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。

【0179】

また、例えは国際公開2001/035168号パンフレットに開示されているように、干渉縞をウエハ上に形成することによって、ウエハ上にライン・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ができる。

【0180】

さらに、例えは特表2004-519850号公報（対応米国特許第6,611,316号）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本発明を適用することができる。

【0181】

また、物体上にパターンを形成する装置は、前述の露光装置（リソグラフィシステム）に限られず、例えはインクジェット方式にて物体上にパターンを形成する装置にも本発明を適用することができる。

【0182】

なお、上記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はなく、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。

【0183】

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、例えは、角型のガラスプレートに液晶表示素子パターンを転写形成する液晶用の露光装置や、有機EL、薄型磁気ヘッド、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。

【0184】

また、上記実施形態の露光装置は、本願請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光

10

20

30

40

50

学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

#### 【0185】

なお、上記実施形態で引用した露光装置などに関する全ての公報、国際公開パンフレット、米国特許出願公開明細書及び米国特許明細書の開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

10

#### 【0186】

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を用いて、レチクルに形成されたパターンをウエハ等の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を用いて、物体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の生産性を向上することが可能である。

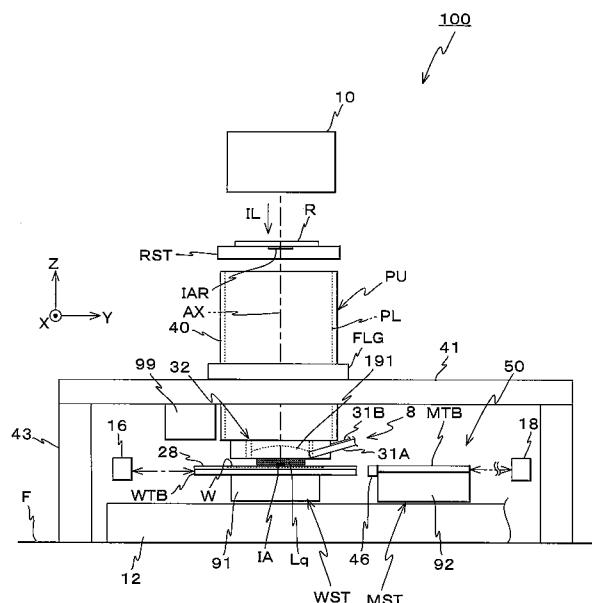
20

#### 【産業上の利用可能性】

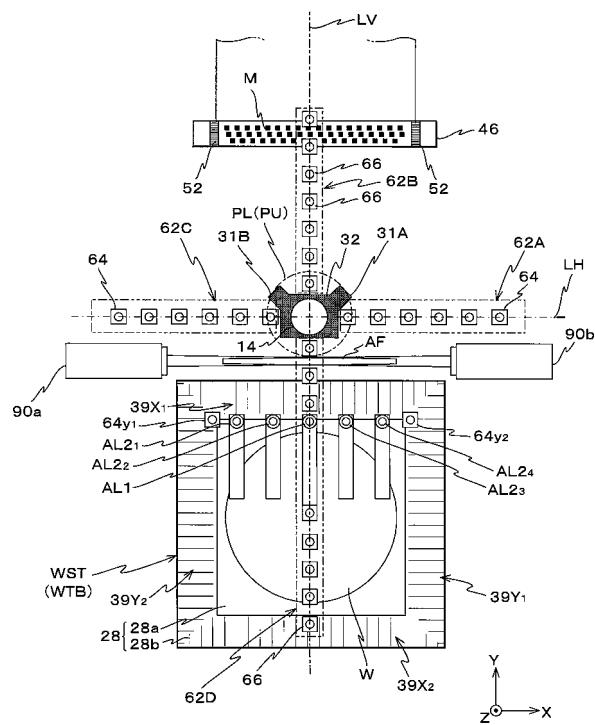
#### 【0187】

以上説明したように、本発明の保持装置は、物体上のマークの位置を検出する検出系を移動可能に保持するのに適している。また、本発明の位置検出装置は、物体上のマークの位置情報を検出するのに適している。また、本発明の露光装置は、エネルギービームの照射によって物体にパターンを形成するのに適している。更に、本発明のデバイス製造方法は、半導体素子及び液晶表示素子などの電子デバイスを製造するのに適している。

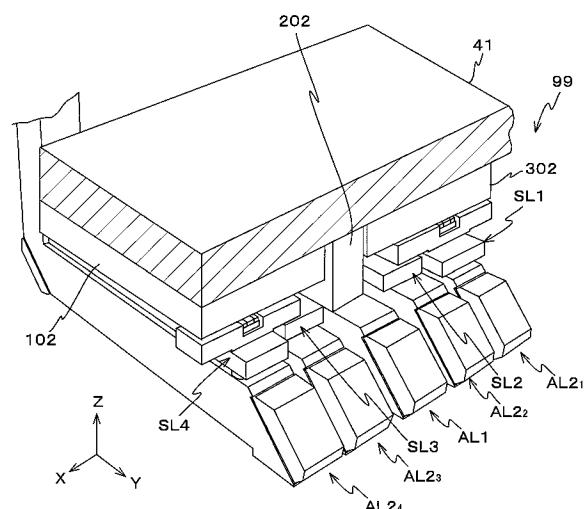
【図1】



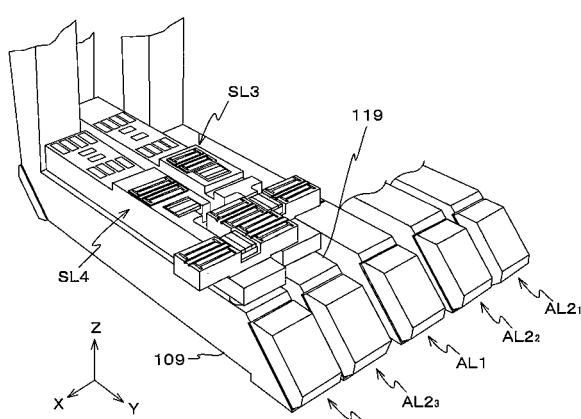
【図2】



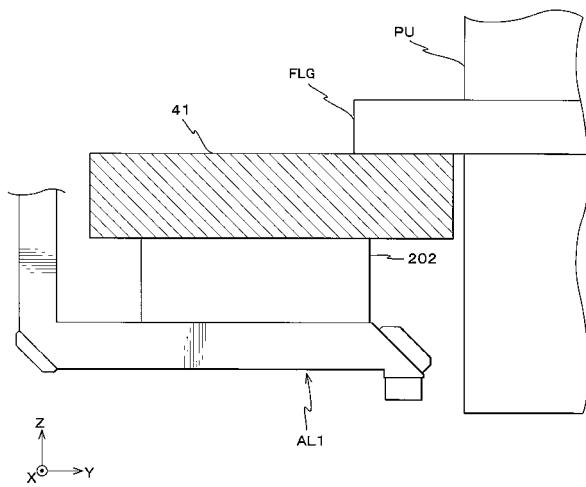
【図3】



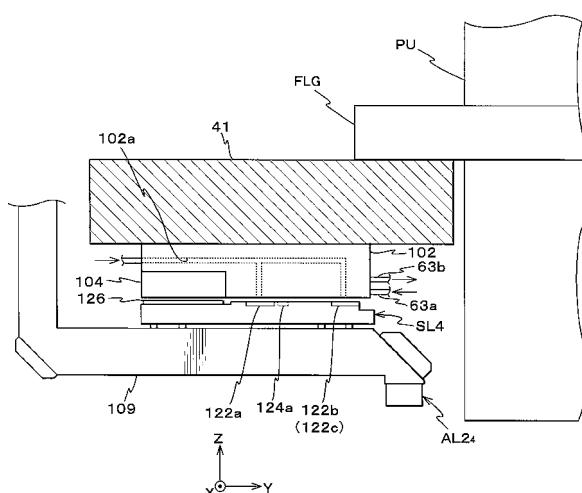
【図4】



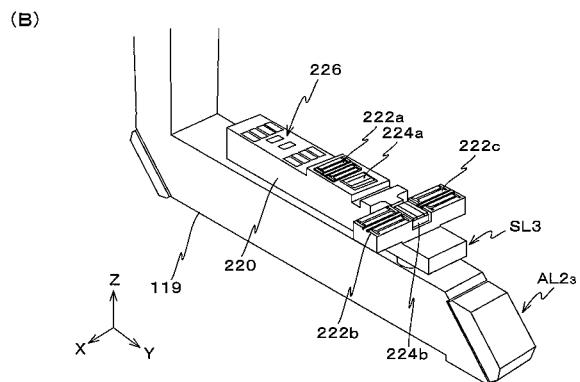
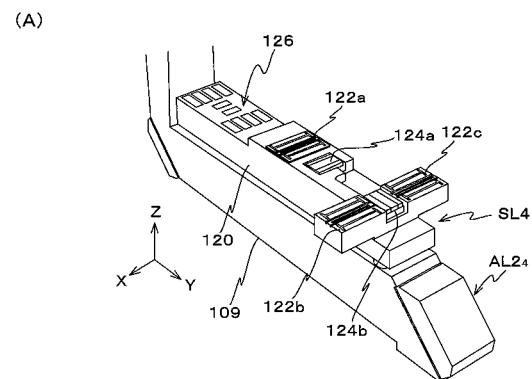
【図5】



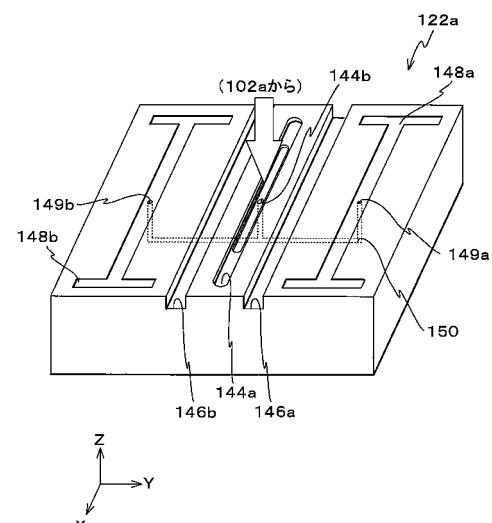
【図6】



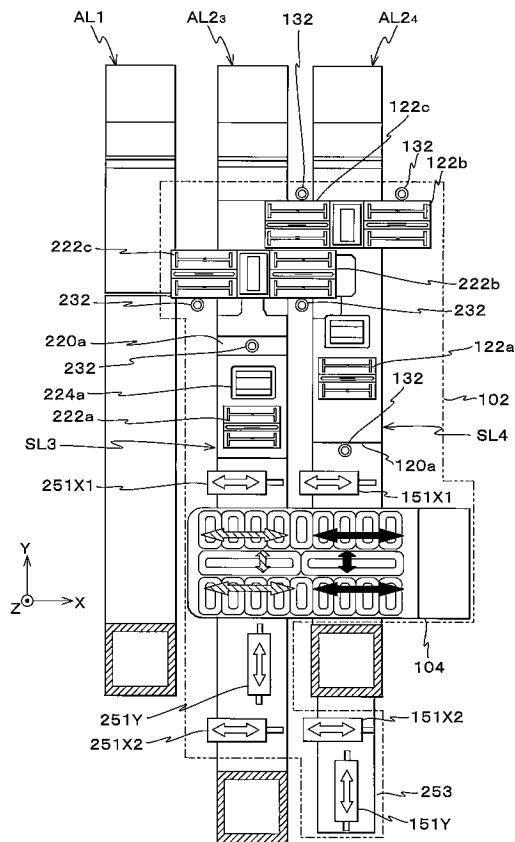
【図7】



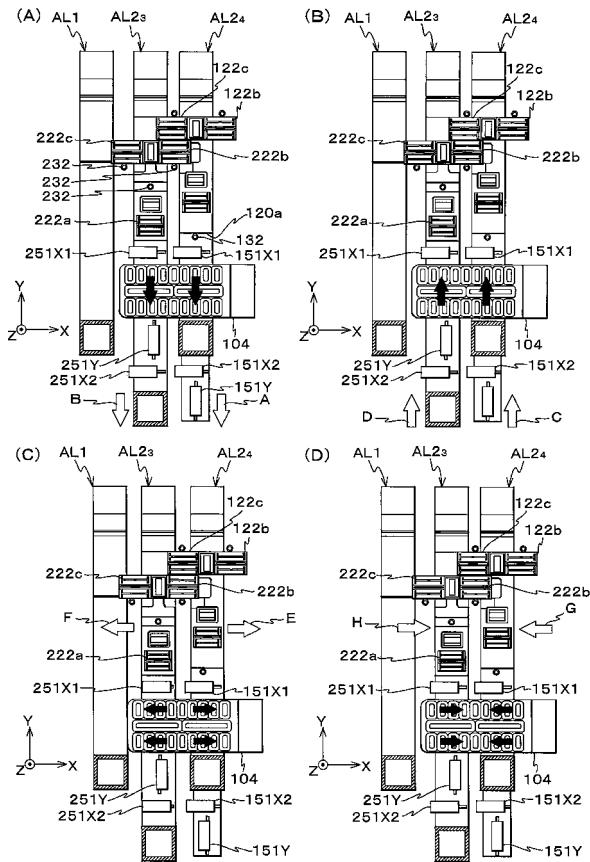
【図8】



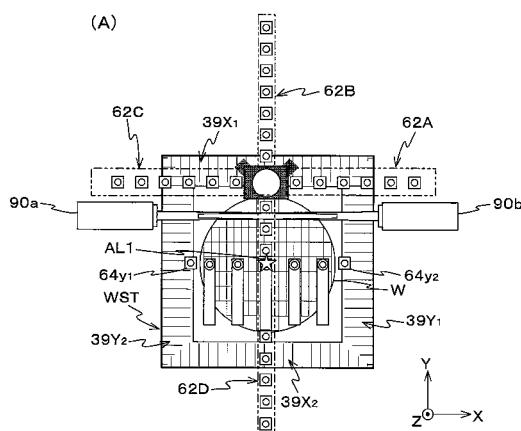
【図9】



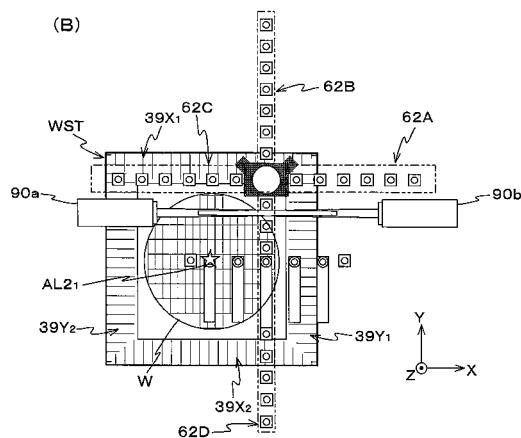
【図10】



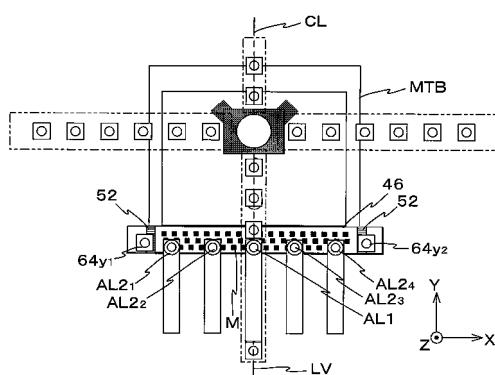
【図11】



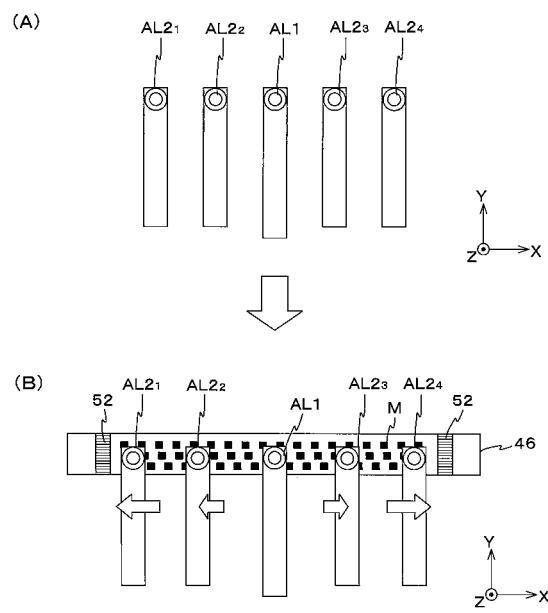
(B)



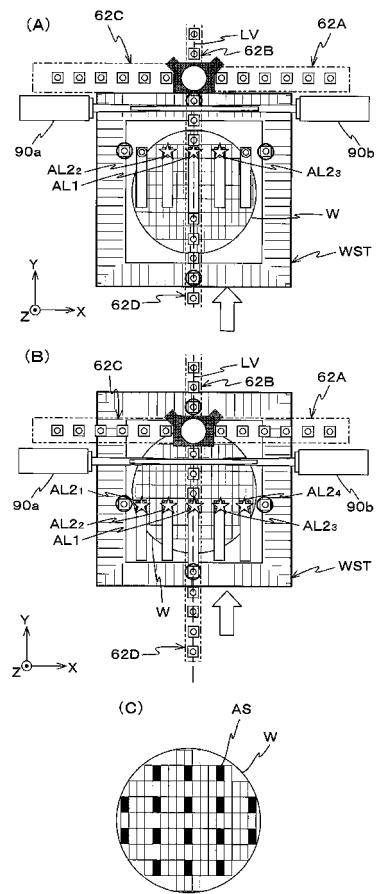
【図12】



【図13】



【図14】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平10-223528(JP,A)  
特開2003-241396(JP,A)  
特開2000-068192(JP,A)  
特開平09-248150(JP,A)  
特開昭60-147741(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027

H01L 21/68