

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-274881

(P2007-274881A)

(43) 公開日 平成19年10月18日(2007.10.18)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 2 K 41/025 (2006.01)	H O 2 K 41/025 C	5 F O 3 1
H O 1 L 21/027 (2006.01)	H O 1 L 21/30 5 1 5 G	5 F O 4 6
H O 2 K 41/02 (2006.01)	H O 1 L 21/30 5 3 1 A	5 H 6 4 1
H O 1 L 21/68 (2006.01)	H O 2 K 41/02 A	
	H O 2 K 41/02 C	
審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 27 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2006-325122 (P2006-325122)	(71) 出願人	000004112
(22) 出願日	平成18年12月1日 (2006.12.1)		株式会社ニコン
(62) 分割の表示	特願2006-95982 (P2006-95982) の分割		東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
原出願日	平成18年3月30日 (2006.3.30)	(74) 代理人	100102901 弁理士 立石 篤司
		(72) 発明者	田中 慶一 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
		Fターム(参考)	5F031 CA02 CA07 HA38 HA53 JA04 JA06 JA14 JA17 JA22 JA30 JA38 KA06 KA07 KA08 LA03 LA04 LA07 LA08 LA18 MA27 PA11 5F046 BA04 BA05 CC01 CC19 GA03 GA11 GC03
			最終頁に続く

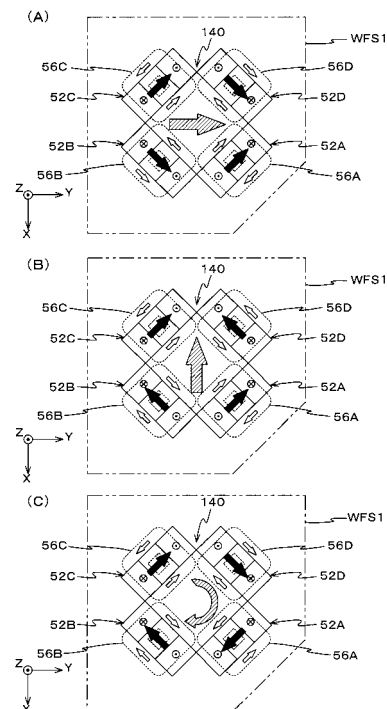
(54) 【発明の名称】 移動体装置、微動体及び露光装置

(57) 【要約】

【課題】微動ステージの駆動に寄与する電機子コイル1つあたりの発熱を抑制する。

【解決手段】粗動ステージに設けられた4つの電機子コイル56A～56Dそれぞれと、これに対応する微動ステージWFS1に設けられた磁石ユニット52A～52Dとが協働して発生する各駆動力の合力を、微動ステージに作用させることができるので、電機子コイル1つあたりで消費される電流を抑制することができる。これにより、電機子コイル1つあたりの発熱を抑制することができる。

【選択図】図7



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

移動体と；

前記移動体に対して、非接触状態で支持された微動体と；

前記移動体に設けられた 4 つの電機子コイルと、前記微動体に設けられ、前記 4 つの電機子コイルと協働して駆動力を発生する磁石ユニットと、を有する駆動機構と；を備える移動体装置。

【請求項 2】

前記磁石ユニットは、前記 4 つの電機子コイルのいずれかを介して対向する少なくとも一対の磁石を含み、

前記対をなす磁石同士の対向する部分が逆極性であることを特徴とする請求項 1 に記載の移動体装置。

【請求項 3】

前記駆動機構は、前記 4 つのコイルに選択的に電流を供給することにより、前記微動体に二次元面内における並進駆動力及び前記二次元面内での回転駆動力の少なくとも一方を作用させることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の移動体装置。

【請求項 4】

前記移動体に設けられ、前記微動体の自重を支持する自重キャンセル機構を更に備える請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の移動体装置。

【請求項 5】

前記微動体と前記自重キャンセル機構との間は、非接触状態であることを特徴とする請求項 4 に記載の移動体装置。

【請求項 6】

前記自重キャンセル機構は、前記微動体に対して、前記二次元面に垂直な方向に移動する力、及び前記二次元面に傾斜する方向に移動する力を作用させることを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の移動体装置。

【請求項 7】

前記微動体は、前記移動体の鉛直方向上方に配置されていることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の移動体装置。

【請求項 8】

前記移動体を駆動する平面モータを更に備える請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の移動体装置。

【請求項 9】

移動体に対して、微小駆動可能に支持される微動体であって、

前記移動体に対し、非接触状態で支持される微動体本体と；

前記微動体本体に設けられ、前記移動体に設けられた 4 つの電機子コイルと協働して駆動力を発生する磁石ユニットと；を備える微動体。

【請求項 10】

前記磁石ユニットは、前記 4 つの電機子コイルのいずれかを介して対向する少なくとも一対の磁石を含み、

前記対をなす磁石同士の対向する部分が逆極性であることを特徴とする請求項 9 に記載の微動体。

【請求項 11】

前記微動体本体及び前記磁石ユニットの自重は、前記移動体に設けられた自重キャンセル機構により支持されることを特徴とする請求項 9 又は 10 に記載の微動体。

【請求項 12】

前記微動体本体と前記自重キャンセル機構との間は、非接触状態であることを特徴とする請求項 11 に記載の微動体。

【請求項 13】

前記自重キャンセル機構は、前記微動体本体に対して、二次元面に垂直な方向に移動す

10

20

30

40

50

る力、及び前記２次元面に傾斜する方向に移動する力を作用させることを特徴とする請求項１２に記載の微動体。

【請求項１４】

移動体と；

前記移動体に対して、非接触状態で支持された請求項９～１３のいずれか一項に記載の微動体と；を備える移動体装置。

【請求項１５】

物体にパターンを形成する露光装置であって、

前記物体が前記微動体上に載置される請求項１～８、１４のいずれか一項に記載の移動体装置を具備することを特徴とする露光装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は移動体装置、微動体及び露光装置に係り、更に詳しくは、移動体を備える移動体装置、移動体に対して微小駆動可能に支持される微動体及び前記移動体装置を備える露光装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

近年、半導体素子、液晶表示素子等の製造におけるリソグラフィ工程では、半導体等の高集積化に伴い、高いスループットで微細パターンを精度良く感光物体上に形成可能なステップ・アンド・リピート方式の縮小投影露光装置（いわゆるステッパ）や、ステップ・アンド・スキャン方式の走査型投影露光装置（いわゆるスキャニング・ステッパ（スキャナとも呼ばれる））などの逐次移動型の露光装置が主として用いられている。

【０００３】

この種の露光装置では、ウエハ又はガラスプレートなどの感光物体（以下、「ウエハ」と呼ぶ）を駆動する駆動装置として、２軸リニアモータや平面モータ等によって２次元面内で駆動される粗動ステージと、該粗動ステージ上でウエハを保持してボイスコイルモータなどによりＺ軸方向及び傾斜方向などに微小駆動される微動ステージとを有するウエハステージ装置が用いられている。

【０００４】

しかるに、上述のウエハステージ装置における、リニアモータや平面モータ、及びボイスコイルモータなどの駆動装置は、複数のコイルを有する電機子ユニットと複数の磁石を有する磁石ユニットを備えているため、電機子ユニットを構成するコイルに電流が供給されることによりコイルが発熱するおそれがある。このコイルの発熱は、露光精度を低下させる要因となるため、何らかの対策を講じる必要がある。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【０００５】

本発明は、上述した事情の下になされたもので、第１の観点からすると、移動体と；前記移動体に対して、非接触状態で支持された微動体と；前記移動体に設けられた４つの電機子コイルと、前記微動体に設けられ、前記４つの電機子コイルと協働して駆動力を発生する磁石ユニットと、を有する駆動機構と；を備える第１の移動体装置である。

【０００６】

これによれば、４つの電機子コイルそれぞれとこれに対応する磁石ユニットとが協働して発生する各駆動力の合力を、微動体に作用させることができるので、電機子コイル１つあたりの消費電流を抑制することができる。これにより、電機子コイル１つあたりの発熱を抑制することができる。

【０００７】

本発明は、第２の観点からすると、移動体に対して、微小駆動可能に支持される微動体であって、前記移動体に対し、非接触状態で支持される微動体本体と；前記微動体本体に

10

20

30

40

50

設けられ、前記移動体に設けられた４つの電機子コイルと協働して駆動力を発生する磁石ユニットと；を備える微動体である。

【０００８】

これによれば、４つの電機子コイルそれぞれとこれに対応する磁石ユニットとが協働して発生する各駆動力の合力を、微動体本体に作用させることができるので、電機子コイル１つあたりの消費電流を抑制することができる。これにより、電機子コイル１つあたりの発熱を抑制することができる。

【０００９】

本発明は、第３の観点からすると、移動体と；前記移動体に対して、非接触状態で支持された本発明の微動体と；を備える第２の移動体装置である。これによれば、１つの電機子コイルにおける発熱を抑制することができる。

【００１０】

本発明は、第４の観点からすると、物体にパターンを形成する露光装置であって、前記物体が前記微動体上に載置される本発明の第１又は第２の移動体装置を具備することを特徴とする露光装置である。

【００１１】

これによれば、発熱に起因する露光精度の低下を抑制することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１２】

以下、本発明の一実施形態を図１～図１３（Ｂ）に基づいて説明する。

【００１３】

図１には、一実施形態に係る露光装置１０の全体構成が概略的に示されている。この露光装置１０では、後述するように、投影光学系ＰＯが使用されているので、以下においては、この投影光学系ＰＯの光軸方向をＺ軸方向、これに直交する面内で図１における紙面内左右方向をＹ軸方向、紙面に直交する方向をＸ軸方向として説明する。

【００１４】

前記露光装置１０は、レチクルＲに形成された回路パターンの一部の像を投影光学系ＰＯを介してウエハＷ１（又はウエハＷ２）上に投影しつつ、レチクルＲとウエハＷ１（又はＷ２）とを投影光学系ＰＯに対して１次元方向（ここではＹ軸方向）に相対走査することによって、レチクルＲの回路パターンの全体をウエハＷ１（又はＷ２）上の複数のショット領域の各々にステップ・アンド・スキャン方式で転写するものである。

【００１５】

露光装置１０は、ＥＵＶ光（軟Ｘ線領域の光）を照明光ＥＬとして射出する光源装置１１２、この光源装置１１２からの照明光ＥＬを反射して所定の入射角、例えば約５０〔 mrad 〕でレチクルＲのパターン面（図１における下面（－Ｚ側の面））に入射するように折り曲げる折り曲げミラーＭを含む照明光学系（なお、折り曲げミラーＭは、投影光学系ＰＯの鏡筒内部に存在しているが、実際には照明光学系の一部である）、レチクルＲを保持するレチクルステージＲＳＴ、レチクルＲのパターン面で反射された照明光（ＥＵＶ光）ＥＬをウエハＷ１（又はＷ２）の被露光面（図１における上面（＋Ｚ側の面））に対して垂直に投射する投影光学系ＰＯ、アライメント系ＡＬＧ、及びウエハＷ１を保持するウエハステージＷＳＴ１とウエハＷ２を保持するウエハステージＷＳＴ２とを含むウエハステージ装置１００等を備えている。本実施形態では、図示は省略されているが、実際には、レチクルステージＲＳＴ、投影光学系ＰＯ、及びウエハステージＷＳＴ１、ＷＳＴ２等は不図示の真空チャンバ内に収容されている。

【００１６】

前記光源装置１１２としては、一例として、レーザ励起プラズマ光源が用いられている。このレーザ励起プラズマ光源は、ＥＵＶ光発生物質（ターゲット）に高輝度のレーザ光を照射することにより、そのターゲットが高温のプラズマ状態に励起され、該ターゲットが冷える際に放出するＥＵＶ光、紫外光、可視光、及び他の波長域の光を利用するものである。なお、本実施形態では、主に波長５～２０ｎｍ、例えば波長１１ｎｍのＥＵＶ光が

照明光 E L として用いられるものとする。

【 0 0 1 7 】

前記照明光学系は、照明ミラー、波長選択窓等（いずれも図示省略）及び折り曲げミラー M 等を含む。光源装置 1 1 2 で射出され、照明光学系を介した照明光 E L（前述の折り曲げミラー M で反射された E U V 光 E L）は、レチクル R のパターン面を円弧スリット状の照明光となって照明する。

【 0 0 1 8 】

前記レチクルステージ R S T は、X Y 平面に沿って配置されたレチクルステージベース 1 3 2 上に配置され、レチクルステージ駆動系 1 3 4 を構成する例えば磁気浮上型 2 次元リニアアクチュエータが発生する磁気浮上力によって前記レチクルステージベース 1 3 2 上に浮上支持されている。レチクルステージ R S T は、レチクルステージ駆動系 1 3 4 が発生する駆動力によって Y 軸方向に所定ストロークで駆動されるとともに、X 軸方向及び z 方向（Z 軸回りの回転方向）にも微小量駆動され、更に、レチクルステージ駆動系 1 3 4 が複数箇所が発生する磁気浮上力の調整によって Z 軸方向及び X Y 面に対する傾斜方向（X 軸回りの回転方向である x 方向及び Y 軸回りの回転方向である y 方向）にも微小量だけ駆動可能である。

【 0 0 1 9 】

レチクルステージ R S T の下面側に不図示の静電チャック方式（又はメカチャック方式）のレチクルホルダが設けられ、該レチクルホルダによって反射型のレチクル R が保持されている。このレチクル R は、シリコンウエハ、石英、低膨張ガラスなどの薄い板から成り、その - Z 側の表面（パターン面）には、E U V 光を反射する反射膜が、例えばモリブデン M o とベリリウム B e の膜が交互に約 5 . 5 n m の周期で、約 5 0 ペア積層された多層膜が形成されている。この多層膜は波長 1 1 n m の E U V 光に対して約 7 0 % の反射率を有する。なお、前記折り曲げミラー M、その他の照明光学系内の各ミラーの反射面にも同様の構成の多層膜が形成されている。

【 0 0 2 0 】

レチクル R のパターン面に形成された多層膜の上には、吸収層として例えばニッケル N i 又はアルミニウム A l が一面に塗布され、その吸収層にパターンニングが施されて回路パターンが形成されている。

【 0 0 2 1 】

レチクルステージ R S T（レチクル R）の X Y 面内の位置（z 回転も含む）は、レチクルステージ R S T に設けられた（又は形成された）反射面にレーザビームを投射するレチクルレーザ干渉計（以下、「レチクル干渉計」という）1 8 2 R によって、例えば 0 . 5 ~ 1 n m 程度の分解能で常時検出される。

【 0 0 2 2 】

なお、レチクル R の Z 軸方向の位置は、例えば特開平 6 - 2 8 3 4 0 3 号公報（対応米国特許第 5 , 4 4 8 , 3 3 2 号）等に関示される多点焦点位置検出系からなる不図示のレチクルフォーカスセンサによって計測されている。

【 0 0 2 3 】

レチクル干渉計 1 8 2 R 及びレチクルフォーカスセンサの計測値は、不図示の制御装置に供給され、該制御装置によってそれら計測値に基づいてレチクルステージ駆動部 1 3 4 を介してレチクルステージ R S T が駆動される。

【 0 0 2 4 】

前記投影光学系 P O は、開口数（N . A .）が例えば 0 . 1 で、反射光学素子（ミラー）のみから成る反射光学系が使用されており、ここでは、投影倍率が例えば 1 / 4 倍のものが使用されている。従って、レチクル R によって反射され、レチクル R に形成されたパターンの情報を含む E U V 光 E L は、ウエハ W 1（W 2）上に投射され、これによりレチクル R 上のパターンは 1 / 4 に縮小されてウエハ W 1（W 2）に転写される。

【 0 0 2 5 】

この投影光学系 P O は、鏡筒 1 1 7 と、該鏡筒 1 1 7 内部に配置された、例えば 6 枚の

10

20

30

40

50

反射光学素子（ミラー）とを含んで構成されている。鏡筒 117 の上壁（+Z 側の壁）に上下に貫通する矩形の開口 117b が形成され、-Y 側の側壁には、開口 117a が形成されている。鏡筒 117 の内部には、前述した照明光学系を構成する折り曲げミラー M も配置されている。

【0026】

図 1 に示されるように、投影光学系 P O から +Y 側に所定距離離れた位置には、オフアキシス方式のアライメント系 A L G が設けられている。このアライメント系 A L G としては、ここではブロードバンド光をウエハ W 1（W 2）上のアライメントマーク（または空間像計測器 F M 1（F M 2））に照射し、その反射光を受光して画像処理によりマーク検出を行う F I A（Field Image Alignment）方式のアライメントセンサが用いられている。このほか、アライメント系 A L G として L I A（Laser Interferometric Alignment）方式のアライメントセンサ、L S A（Laser Step Alignment）方式のアライメントセンサや A F M（原子間力顕微鏡）のような走査型プローブ顕微鏡等種々のものを用いることができる。

10

【0027】

また、投影光学系 P O の鏡筒 117 には、保持装置を介して前述のレチクルフォーカスセンサと同様の、例えば特開平 6 - 283403 号公報（対応する米国特許第 5,448,332 号）等に詳細に開示されているウエハフォーカスセンサが、一体的に取り付けられている（いずれも不図示）。このウエハフォーカスセンサによって、投影光学系 P O の鏡筒 117 を基準とするウエハ W 1 又は W 2 の表面の Z 軸方向の位置及び傾斜量が計測されている。

20

【0028】

前記ウエハステージ装置 100 は、ベース B S、該ベース B S 上方に配置されウエハ W 1 を保持して X Y 面内を移動するウエハステージ W S T 1、ウエハ W 2 を保持して X Y 面内を移動するウエハステージ W S T 2、これらステージ W S T 1、W S T 2 を駆動する駆動系、及びステージ W S T 1、W S T 2 の位置を計測する干渉計システム等を含んでいる。

【0029】

前記ベース B S には、図 1 及びウエハステージ装置 100 を上方から見た状態を示す図 2 を総合するとわかるように、Y 軸方向を長手方向とする 2 つの送電・廃熱フレーム 24A, 24B が X 軸方向に所定間隔をあけた状態で設けられている。これら送電・廃熱フレーム 24A, 24B は、+X 方向から -X 方向に見て、逆 U 字状の形状を有し、その一端と他端はベース B S の Y 軸方向一側と他側の端面にそれぞれ固定されている。これら送電・廃熱フレーム 24A、24B のベース B S 上方に位置する X Y 面と平行な部分の下面は、ウエハステージ W S T 1、W S T 2 の最上面に対して所定間隔をあけた状態に維持されている。なお、これら送電・廃熱フレーム 24A、24B の具体的な構成・機能等については後に更に詳述する。

30

【0030】

ベース B S の上面側には、図 1 に示されるように、複数の永久磁石を含む磁石ユニット 30 が埋め込まれた状態で設けられている。この磁石ユニット 30 は、後述する平面モータの一部を構成しており、図 4 の平面図からわかるように、例えば希土類物が焼結されて製造され、Z 軸方向に磁化された（垂直磁化された）永久磁石 28N, 28S を含んでいる。永久磁石 28N は、+Z 側の面が N 磁極面とされ、永久磁石 28S は、+Z 側の面が S 磁極面とされている。これら永久磁石 28N, 28S は、X 軸方向及び Y 軸方向に沿って交互に所定間隔をあけてマトリックス状に配列されている。永久磁石 28N、28S としては、平面視（上方から見て）略正方形の形状を有し、それぞれが同一の大きさを有している。

40

【0031】

更に、磁石ユニット 30 は、X 軸方向又は Y 軸方向に磁化された（水平磁化された）永久磁石（補間磁石）32 を含んでいる。この補間磁石 32 は、永久磁石 28N と永久磁石

50

28Sとの間に設けられており、ベースBSを+X側から見た状態を示す図5から分かるように、永久磁石28Nに接触する面がN磁極面とされ、永久磁石28Sに接触する面がS磁極面とされている。補間磁石32としては、平面視(上方から見て)略正方形の形状を有し、前述した永久磁石28N、28Sと同一の大きさを有しているものとする。この磁石ユニット30によると、永久磁石28N、永久磁石28S、補間磁石32を磁束が順次巡る磁気回路が形成され(図5参照)、補間磁石32により、起磁力を強化することができるようにになっている。

【0032】

ベースBSの上面には、図5(及び図1)に示されるように、磁石ユニット30を上方から覆う状態で、非磁性体から成る保護プレート26が設けられている。この保護プレート26は、ウエハステージWST1、WST2と、永久磁石28N、28S、32との直接的な接触を防止し、永久磁石28N、28S、32の損傷を防止する。

10

【0033】

前記ウエハステージWST1は、図2に示されるように、平面視(上方から見て)略矩形の形状を有する板状部材から成る粗動ステージWRS1と、該粗動ステージWRS1上に搭載された微動ステージWFS1とを備えている。

【0034】

前記粗動ステージWRS1の下面(-Z側の面)には、ウエハステージWST1を+X方向から見た状態を一部断面して示す図3(A)、及び図3(A)のウエハステージWST1を分解して示す図3(B)から分かるように、粗動ステージWRS1(ウエハステージWST1)をXY2次元面内で駆動する平面モータの一部を構成する電機子ユニット130が設けられている。

20

【0035】

前記電機子ユニット130は、図4に示されるように、16個の電機子コイル34₁₁~34₄₄を含んでいる。これら電機子コイル34₁₁~34₄₄のそれぞれには、独立に電流を供給することが可能となっている。電機子コイル34₁₁~34₄₄の大きさは、図4に示されるように、一辺の長さが、永久磁石28N、28S、32を合計した長さとなるように設定されている。

【0036】

本実施形態では、この電機子ユニット130と前述したベースBS内部に設けられた磁石ユニット30とにより平面モータが構成されている。この平面モータによると、図4に示されるような位置に電機子ユニット130があるときには、電機子コイル34₁₁、34₁₃、34₃₁、34₃₃に電流を供給することにより、電機子ユニット130にX軸方向の駆動力を作用させることができる。また、電機子コイル34₂₂、34₂₄、34₄₂、34₄₄に電流を供給することにより、電機子ユニット130にY軸方向の力を作用させることができる。更に、電機子コイル34₁₂、34₁₄、34₃₂、34₃₄に電流を供給することにより、電機子ユニット130にZ軸方向の力を作用させることができる。

30

【0037】

本実施形態では、図4に示される位置に電機子ユニット130がある場合以外であっても、ウエハステージWST1の位置に応じて各コイルに供給すべき電流の大きさ・方向を算出し、該算出結果に応じて電流を変更することにより、ウエハステージWST1の位置にかかわらず所望の方向への駆動力を作用させることが可能である。

40

【0038】

したがって、不図示の制御装置では、ウエハステージWST1の位置を検出する干渉計ユニット(これについては後述する)等の検出結果と、ウエハステージWST1の移動方向及び速度とに基づいて、各コイルへの供給電流を制御することにより、所望の方向にウエハステージWST1を駆動可能となっている。

【0039】

また、本実施形態では、図3(A)に示されるように、電機子ユニット130の下端には、永久磁石28N、28Sとの間に磁気吸引力を発生させる磁性体部材96が貼付され

50

ている。この磁性体部材 9 6 と永久磁石 2 8 N , 2 8 S との間の磁気吸引力とウエハステージ W S T 1 の自重と、平面モータによる浮上力とのバランスにより、粗動ステージ W F S 1 とベース B S 上面との間の間隔が数 μm 程度に維持されるようになっている。

【 0 0 4 0 】

前記微動ステージ W F S 1 は、図 3 (A)、図 3 (B) に示されるように、ウエハ W 1 を不図示のウエハホルダを介して下側から支持するテーブル 9 2 A と、該テーブル 9 2 A の下面側で、複数 (例えば 3 本) の吊り下げ支持部材 9 2 C を介して吊り下げ支持された板状部材 9 2 B とを含んでいる。

【 0 0 4 1 】

前記テーブル 9 2 A の上面には、図 1、図 2 に示されるように、レチクル R に形成されたパターンが投影されるウエハ面上の位置とアライメント系 A L G との相対位置関係の計測 (いわゆるベースライン計測) 等を行うための空間像計測器 F M 1 が設けられている。この空間像計測器 F M 1 は、従来の D U V 露光装置の基準マーク板に相当するものである。また、微動テーブル 9 2 A の - Y 側の側面と - X 側の側面は鏡面加工によって反射面がそれぞれ形成されている。

10

【 0 0 4 2 】

微動ステージ W F S 1 と粗動ステージ W R S 1 の間には、図 3 (A) 及び図 3 (B) に示されるように、微動ステージ W F S 1 を X Y 面内で微小駆動する微動装置 1 4 0 と、自重キャンセル機構 2 2 A 1 ~ 2 2 A 3 とが設けられている。

【 0 0 4 3 】

20

前記微動装置 1 4 0 は、微動ステージ W F S 1 のテーブル 9 2 A から複数 (例えば 3 本) の吊り下げ支持部材 9 4 を介して吊り下げ支持された可動子 5 0 と、粗動ステージ W R S 1 上面に支持部材 5 8 を介して設けられた固定子 6 0 と、を含んでいる。ウエハステージ W S T 1 が組みあがった状態 (図 3 (A) の状態) では、可動子 5 0 と固定子 6 0 とが係合した状態 (可動子 5 0 内部に固定子 6 0 が入り込んだ状態) となっており、固定子 6 0 を支持する支持部材 5 8 は、微動ステージ W F S 1 の板状部材 9 2 B に形成された開口 9 2 B a (図 3 (B) 参照) に挿入された状態となっている。

【 0 0 4 4 】

前記可動子 5 0 は、該可動子 5 0 を斜視図にて示す図 6 (A) に示されるように、平面視 (上方から見て) 概略 X 字状 (十字状) の形状を有しており、4 つの磁石ユニット 5 2 A、5 2 B、5 2 C、5 2 D と、これら磁石ユニット 5 2 A ~ 5 2 D を所定の位置関係で保持する平面視 (上方から見て) L 字状の 4 つの保持部材 4 8 A、4 8 B、4 8 C、4 8 D と、を含んでいる。

30

【 0 0 4 5 】

前記 4 つの磁石ユニット 5 2 A ~ 5 2 D のそれぞれは、図 6 (A) に磁石ユニット 5 2 A を採り上げて、代表的に示されるように、Z 軸方向に所定間隔を隔てた一对の磁極部 4 0 A、4 0 B を備えている。一方の磁極部 4 0 A は、平板状の板状部材 4 2 A と、該板状部材 4 2 A の下面に設けられた垂直磁化された永久磁石 4 4 N、4 4 S と、該永久磁石 4 4 N、4 4 S に挟まれた状態で設けられた水平磁化された永久磁石 (補間磁石) 4 6 とを含んでいる。永久磁石 4 4 N は、その下面 (- Z 側面) が N 磁極面とされ、永久磁石 4 4 S は、その下面 (- Z 側面) が S 磁極面とされている。また、永久磁石 (補間磁石) 4 6 は、永久磁石 4 4 N に接触する面が N 磁極面とされ、永久磁石 4 4 S に接触する面が S 磁極面とされている。補間磁石 4 6 の作用は、前述した平面モータを構成する磁石ユニット 3 0 の補間磁石 3 2 と同様である。

40

【 0 0 4 6 】

他方の磁極部 4 0 B も磁極部 4 0 A と上下及び左右対称ではあるが同様の構成となっている。すなわち、磁極部 4 0 B は、板状部材 4 2 B と、永久磁石 4 4 N、4 4 S、4 6 とを含み、永久磁石 4 4 N はその上面 (+ Z 側の面) が N 磁極面とされ、永久磁石 4 4 S はその上面 (+ Z 側の面) が S 磁極面とされ、永久磁石 (補間磁石) 4 6 の永久磁石 4 4 N に接触する面が N 磁極面、永久磁石 4 4 S に接触する面が S 磁極面とされている。

50

【 0 0 4 7 】

磁石ユニット 5 2 A が上記のように構成されていることにより、図 6 (A) に矢印にて示されるような磁気回路が形成される。

【 0 0 4 8 】

その他の磁石ユニット 5 2 B ~ 5 2 D も同様の構成とされているが、磁石ユニット 5 2 B と磁石ユニット 5 2 D は、磁極部 4 0 A が下側 (- Z 側) で磁極部 4 0 B が上側 (+ Z 側) に配置されている点が異なっている。

【 0 0 4 9 】

なお、可動子 5 0 においては、磁石ユニット 5 2 A と 5 2 C とが並ぶ方向、及び磁石ユニット 5 2 B と 5 2 D とが並ぶ方向が、X 軸及び Y 軸に対し 4 5 ° 傾斜する方向となっている (図 7 (A) ~ 図 7 (C) 参照) 。

10

【 0 0 5 0 】

前記固定子 6 0 は、該固定子 6 0 を斜視図にて示す図 6 (B) に示されるように、平面視 (上方から見て) X 字状 (十字状) の形状を有する筐体 5 4 と、該筐体 5 4 内に設けられた 4 つの電機子コイル 5 6 A ~ 5 6 D と、を含んでいる。

【 0 0 5 1 】

前記電機子コイル 5 6 A ~ 5 6 D は、それぞれが磁石ユニット 5 2 A ~ 5 2 D それぞれの磁極部 4 0 A , 4 0 B 間に挿入されており、それぞれの電機子コイルを流れる電流と、それぞれの磁石ユニットが発生する磁界との間の電磁相互作用により、図 7 (A) ~ 図 7 (C) に示されるように X 軸及び Y 軸に対して 4 5 ° 傾斜した方向 (黒矢印で示される方向) の力を発生することが可能となっている。

20

【 0 0 5 2 】

このように構成される微動装置 1 4 0 によると、図 7 (A) に示されるように、電機子コイル 5 6 A 、 5 6 D に右回りの所定の大きさの電流 (図 7 (A) では電流の方向が白抜き矢印にて示されている) を供給し、電機子コイル 5 6 B , 5 6 C に左回りの所定の大きさの電流を供給することによって、各電機子コイルを流れる電流と各磁石ユニットの形成する磁界との間の電磁相互作用により、黒矢印にて示される方向の駆動力が生じる。そして、これらの駆動力の合力により、可動子 5 0 (微動ステージ W F S 1) には、ハッチングが付された矢印で示される方向 (+ Y 方向) の駆動力が作用するようになっている。また、上記とは逆方向の電流をそれぞれのコイルに供給することにより、可動子 5 0 (微動ステージ W F S 1) に - Y 方向の駆動力を作用させることができる。

30

【 0 0 5 3 】

また、図 7 (B) に示されるように、電機子コイル 5 6 A 、 5 6 B に右回りの電流を供給し、電機子コイル 5 6 C , 5 6 D に左回りの電流を供給すると、各電機子コイルを流れる電流と各磁石ユニットの形成する磁界との間の電磁相互作用により、黒矢印にて示される方向の駆動力が生じる。そして、これらの駆動力の合力により、可動子 5 0 (微動ステージ W F S 1) には、ハッチングが付された矢印で示される方向 (- X 方向) の駆動力が作用するようになっている。また、上記とは逆方向の電流をそれぞれのコイルに供給することにより、可動子 5 0 (微動ステージ W F S 1) に + X 方向の駆動力を作用させることができる。

40

【 0 0 5 4 】

更に、図 7 (C) に示されるように、電機子コイル 5 6 A 、 5 6 C に左回りの電流を供給し、電機子コイル 5 6 B , 5 6 D に右回りの電流を供給すると、各電機子コイルを流れる電流と各磁石ユニットの形成する磁界との間の電磁相互作用により、黒矢印にて示される方向の駆動力が生じる。そして、これら駆動力の合力により、可動子 5 0 (微動ステージ W F S 1) には、ハッチングが付された矢印で示される方向 (Z 軸回りの回転方向 (右回り)) の駆動力が作用するようになっている。また、上記とは逆方向の電流をそれぞれのコイルに供給することにより可動子 5 0 (微動ステージ W F S 1) に Z 軸回りの回転方向 (左回り) の駆動力を作用させることが可能となっている。

【 0 0 5 5 】

50

図 3 (A)、図 3 (B) に戻り、前記 3 つの自重キャンセル機構 2 2 A 1 ~ 2 2 A 3 (図 3 (A) では、図示の便宜上、自重キャンセル機構 2 2 A 3 の図示を省略している) は、粗動ステージ W R S 1 上で微動ステージ W F S 1 を 3 点で非接触にて支持し、それぞれが駆動機構 (ボイスコイルモータ) 等を含んで構成されている。これら各駆動機構により、微動ステージ W F S 1 が Z 軸方向、 x 方向 (X 軸回りの回転方向)、 y 方向 (Y 軸回りの回転方向) の 3 自由度方向に微小駆動される。これら自重キャンセル機構 2 2 A 1 ~ 2 2 A 3 は、微動ステージ W F S 1 の板状部材 9 2 B に形成された開口 9 2 B b を貫通した状態で設けられている。

【 0 0 5 6 】

ここで、自重キャンセル機構 2 2 A 1 ~ 2 2 A 3 のうちの 1 つの自重キャンセル機構 2 2 A 1 を代表的に採り上げて、その構成等について、図 8 に基づいて説明する。この図 8 には、自重キャンセル機構 2 2 A 1 の縦断面図が示されている。

【 0 0 5 7 】

この図 8 から分かるように、自重キャンセル機構 2 2 A 1 は、粗動ステージ W R S 1 上面に固定された第 1 部材 6 2 と、該第 1 部材 6 2 の上方に設けられた第 2 部材 6 4 と、第 1 部材 6 2 及び第 2 部材 6 4 の内部に設けられた第 3 部材 6 6 と、第 3 部材 6 6 の下端面 (- Z 側の面) と粗動ステージ W R S 1 の上面 (+ Z 側の面) とを連結した状態で設けられたベローズ 6 8 と、を含んでいる。

【 0 0 5 8 】

前記第 1 部材 6 2 は、外形が概略円柱状の部材から成り、その下端面の中央には所定深さの円形凹部 6 2 b が形成され、該円形凹部 6 2 b の内部底面 (上面) の中央部には、第 1 部材 6 2 の上面まで貫通した円形の貫通孔 6 2 a が形成されている。すなわち、円形凹部 6 2 b と貫通孔 6 2 a とにより、段付きの貫通孔が形成されている。

【 0 0 5 9 】

前記第 2 部材 6 4 は、外形が概略円柱状の部材から成り、その下端面の中央には所定深さの断面円形の凹部 6 4 c が形成されている。また、凹部 6 4 c から + Z 側に所定間隔をあけて凹部 6 4 a とほぼ同径の断面円形の室 6 4 a が形成されている。また第 3 部材 6 4 には、凹部 6 4 c の内部底面 (上面) と室 6 4 a の内部下面とを連通する円形孔 6 4 b が形成されている。この第 2 部材 6 4 の上面 (すなわち、自重キャンセル機構 2 2 A 1 の上面) には、真空予圧型 (差動排気型) 気体静圧軸受 7 2 が固定され、真空予圧型気体静圧軸受 7 2 が発生する静圧と、微動ステージ W F S 1 の自重との間のバランスにより、微動ステージ W F S 1 が自重キャンセル機構 2 2 A 1 により非接触で支持されている。なお、第 2 部材 6 4 と微動ステージ W F S 1 との間に所定間隔を維持するために、真空予圧型気体静圧軸受 7 2 に代えて、磁気的な斥力を発生する機構を採用することとしても良い。

【 0 0 6 0 】

前記第 3 部材 6 6 は、第 2 部材 6 4 の室 6 4 a よりも一回り小さい形状を有する円板状の先端部 6 6 a と、該先端部 6 6 a の下面中央部に設けられた第 1 軸部 6 6 b と、該第 1 軸部 6 6 b の下端に設けられた第 1 軸部 6 6 b よりも径が大きい第 2 軸部 6 6 d とを有し、全体として、Y Z 断面 (及び X Z 断面) T 字状の形状を有している。

【 0 0 6 1 】

この第 3 部材 6 6 では、第 1 軸部 6 6 b の高さ方向中央よりやや上側に、ヒンジ部 6 6 c が形成されており、ヒンジ部 6 6 c よりも上側部分が下側部分に対して揺動可能とされている。

【 0 0 6 2 】

前記先端部 6 6 a の上面及び下面には、エアパッド機構 7 4 が設けられている。このエアパッド機構 7 4 は、図示は省略されているが、実際には、気体を噴出する気体噴出口と、該気体噴出口から噴出された気体を低真空 (例えば $10^{-2} \sim 10^{-3}$ Pa 程度) で吸引する低真空吸引口と、高真空 (例えば $10^{-2} \sim 10^{-3}$ Pa 程度) で吸引する高真空吸引口とを含んでいる。また、このエアパッド機構 7 4 に対する気体の供給等は、第 2 部材 6 4 及び第 1 部材 6 2 に形成された不図示の管路、及び第 1 部材 6 2 に接続された不図示の気体供

10

20

30

40

50

給管を介して、不図示の気体供給装置により行われる。このエアパッド機構 7 4 により、第 3 部材 6 6 の先端部 6 6 a と第 2 部材 6 4 の室 6 4 a の上下壁面との間に所定のクリアランス（例えば数 μm 程度）が形成される。

【 0 0 6 3 】

なお、第 3 部材 6 6 の第 2 軸部 6 6 d と対向する、第 1 部材 6 2 の内壁面にも上記と同様のエアパッド機構 1 7 4 が複数設けられている。これにより、第 1 部材 6 2 の内壁面と第 3 部材 6 6 の第 2 軸部 6 6 d との間に所定のクリアランス（例えば数 μm 程度）が形成される。

【 0 0 6 4 】

前記ペローズ 6 8 には、不図示の気体供給管が接続されており、該気体供給管を介して不図示の気体供給装置から気体が供給され、ペローズ 6 8 内部が所定圧力に維持されている。

10

【 0 0 6 5 】

更に、第 1 部材 6 2 と第 2 部材 6 4 との間には、ボイスコイルモータ 7 8 が設けられている。このボイスコイルモータ 7 8 は、第 1 部材 6 2 の上面に固定された電機子コイルを含む固定子 7 6 B と、第 2 部材 6 4 の凹部 6 4 c の側壁内面に固定された永久磁石を有する可動子 7 6 A とを含んでいる。

【 0 0 6 6 】

このボイスコイルモータ 7 8 により、第 1 部材 6 2 と第 2 部材 6 4 （及び第 3 部材 6 6 ）との間の Z 軸方向に関する相対的な位置関係を変更することが可能となっている。

20

【 0 0 6 7 】

また、第 3 部材 6 6 と第 1 部材 6 2 との間には、エンコーダ 8 3 が設けられている。このエンコーダ 8 3 は、第 3 部材 6 6 の下端部に設けられたスケール 8 2 B と、第 1 部材 6 2 の凹部 6 2 b 側壁内面に設けられ、スケール 8 2 B に対して光を照射する照射系とスケール 8 2 B にて反射した光を受光する受光素子とを有するセンサヘッド 8 2 A と、を含んでいる。このエンコーダ 8 3 により、第 1 部材 6 2 と第 3 部材 6 6 との Z 軸方向に関する相対的な位置関係を検出可能である。

【 0 0 6 8 】

その他の自重キャンセル機構 2 2 A 2 、 2 2 A 3 、上記自重キャンセル機構 2 2 A 1 と同様の構成となっている。

30

【 0 0 6 9 】

このように構成される自重キャンセル機構 2 2 A 1 ~ 2 2 A 3 では、それぞれを構成するペローズ 6 8 により第 3 部材 6 6 、第 2 部材 6 4 及びエアパッド機構 7 2 を介して微動ステージ W F S 1 を 3 点で低剛性にて支持することができる。ここで、ペローズ 6 8 の剛性は完全には 0 ではないため、エンコーダ 8 3 の計測結果に基づいて、ペローズ 6 8 の剛性を打ち消すように、ボイスコイルモータ 7 8 を微小駆動することができる。また、不図示の制御装置では、微動ステージ W F S 1 に Z 軸方向に関する駆動力を作用させるために、ボイスコイルモータ 7 8 の固定子 7 6 B のコイルに対して、Z 軸方向駆動用の電流を、上記剛性を打ち消すための電流と合成した状態で供給することができる。

【 0 0 7 0 】

40

図 2 に戻り、粗動ステージ W R S 1 上面の + Y 側端部には、受電・放熱アーム 2 0 A が設けられている。この受電・放熱アーム 2 0 A は、図 2 からわかるように、その X 軸方向の長さ（幅）が、前述した送電・廃熱フレーム 2 4 A 、 2 4 B 相互間の間隔よりも長く（広く）設定されているため、その上面の一部が常に、送電・廃熱フレーム 2 4 A 、 2 4 B の少なくとも一方の下面と対峙した状態となっている。

【 0 0 7 1 】

ここで、受電・放熱アーム 2 0 A 内部の構成について、送電・廃熱フレーム 2 4 A 、 2 4 B の構成とあわせて、図 9 、図 1 0 及びその他の図面を参照して説明する。図 9 は、受電・放熱アーム 2 0 A を + X 側から見た状態を内部構成とともに示す図であり、図 1 0 は、送電・廃熱アーム 2 4 A 、 2 4 B の X Z 断面を、受電・放熱アーム 2 0 A とともに示す

50

図である。

【0072】

前記受電・放熱アーム20Aの内部には、図9に示されるように、液体温調系86と、電力入力系84と、信号送信系88と、エンコーダを構成するヘッド部90とが設けられている。

【0073】

前記液体温調系86は、粗動ステージWRS1の熱源（例えば、平面モータを構成する電機子ユニット130の電機子コイルや、微動機構140を構成する電機子コイル56A～56D、自重キャンセル機構22A1～22A3に含まれるボイスコイルモータなど）の近傍に敷設され、その内部を冷却液が通過する冷却管路202の一端が接続された帰還部86Aと、循環ポンプ86Bと、循環ポンプ86Bの帰還部86Aとは反対側に設けられるとともに前記冷却管路202の他端が接続された温調部86Cと、該温調部86Cに接触した状態で設けられたペルチェ素子86Dと、該ペルチェ素子86Dの温調部86Cとは反対側の面に接触した状態で設けられた放熱部86Eと、を含んでいる。

【0074】

前記温調部86Cは、所定量の冷却液を収容可能なタンクであり、該温調部86C内に収容された冷却液がペルチェ素子86Dによって所定温度に冷却されるようになっている。前記放熱部86Eは、XY面に実質的に平行な（ウエハステージWSTがベースBS上に配置された状態でXY面に平行な）上面を有し、ペルチェ素子86Dの温調部86Cとは反対側の面の熱を外部に輻射により放出する。この放熱部86Eは、実際には、受電・放熱アーム20AのX軸方向（紙面直交方向）の全域にわたって設けられている。

【0075】

これに対し、図10に示されるように、一方の送電・廃熱フレーム24Aの内部には、前記放熱部86Eからの熱を吸収する廃熱部186が設けられている。この廃熱部186は、送電・廃熱フレーム24AのY軸方向全域にわたって設けられている。したがって、受電・放熱アーム20Aと送電・廃熱フレーム24Aとが上下対向している状態では、廃熱部186の一部と放熱部86Eの一部とが常に対向した状態となる。この廃熱部186には例えば冷媒が供給されており、放熱部86Eから輻射された熱を効率よく吸収することができるようになっている。また、他方の廃熱フレーム24B内にも同様の廃熱部286が設けられている。

【0076】

図9に戻り、前記電力入力系84は、受信部84Aと、電力変換部84Bと、A/D変換・増幅部84Cと、コネクタ84Dとを含む。前記受信部84Aには無線で電力を受信するためのコイルが設けられている。このコイルは、受電・放熱アーム20AのX軸方向（紙面直交方向）の全域にわたって設けられている。

【0077】

これに対し、図10に示される一方の送電・廃熱フレーム24Aには、送電用のコイルを含む送信部184が内蔵されている。この送信部184内の送電用のコイルと受信部84A内の受電用のコイルとが上下対向した状態では、不図示の電力供給装置から供給される電力が送電用コイルと受電用のコイルとの間で無線により伝送されるようになっている。なお、この無線による電力伝送方式については、特公平5-59660号公報や、特開昭58-115945号公報などに開示されているので、その説明は省略する。また、他方の送電・廃熱フレーム24B内にも同様の送電用のコイルを含む送信部284が内蔵され、この送信部284内の送電用コイルと受信部84A内の受電用のコイルとが上下対向した状態で、送電用コイルと受電用のコイルとの間で無線による電力伝送が行われるようになっている。

【0078】

このように、送電・廃熱フレーム24A又は24Bから供給され、図9の電力入力系84の受信部84Aで受電した電力は、電力変換部84Bで電流に変換された後、A/D変換・増幅部84Cにて、A/D変換及び増幅され、コネクタ84Dを介して、粗動ステー

ジ W R S 1 を駆動する駆動機構のコイル（例えば、平面モータの電機子ユニット 1 3 0 を構成するコイル 3 4₁₁ ~ 3 4₄₄ や、自重キャンセル機構 2 2 A 1 ~ 2 2 A 3 を構成するボイスコイルモータ 7 8 の固定子に含まれるコイルや、微動機構 1 4 0 に含まれる電機子コイル 5 6 A ~ 5 6 D など）に供給されるようになっている。また、前述した液体温調系 8 6 を構成するペルチェ素子 8 6 D やポンプ 8 6 B にもこの電流が供給されるようになっている。更に、ウエハ W 1 を微動ステージ W F S 1 上で保持するウエハホルダが、静電吸着タイプのウエハホルダである場合には、該ウエハホルダにこの電流を供給することができる。なお、この場合には、粗動ステージ W R S 1 と微動ステージ W F S 1 との間の電流の供給を、前述した無線での電力伝送方式で行うことができる。

【 0 0 7 9 】

10

前記信号送信系 8 8 は、コネクタ 8 8 A と、A / D 変換・増幅部 8 8 B と、無線信号発生部 8 8 C と、発信部 8 8 D とを含んでいる。

【 0 0 8 0 】

これに対し、図 1 0 に示されるように、一方の送電・廃熱フレーム 2 4 A には、発信部 8 8 D に対応した受信部 1 8 8 が設けられ、他方の送電・廃熱フレーム 2 4 B には受信部 2 8 8 が設けられている。

【 0 0 8 1 】

これら信号送信系 8 8 及び受信部 1 8 8（又は 2 8 8）によると、微動ステージ W F S 1 の一部に設けられた空間像計測器 F M 1 などのセンサにおいて計測された計測結果が、信号送信系 8 8 の発信部 8 8 D から受信部 1 8 8（又は 2 8 8）に無線で発信されるようになっている。この場合、発信部 8 8 D と受信部 1 8 8（又は 2 8 8）との間の信号のやり取りは、例えば赤外線を用いることもできるし、その他電波や音波などを用いることも可能である。

20

【 0 0 8 2 】

なお、信号送信系 8 8 を送受信可能な構成とし、ウエハステージ W S T 1 に対する不図示の制御装置からの制御信号を、信号送信系 8 8 と受信部 1 8 8（又は 2 8 8）とを介して送信するようにすることも可能である。

【 0 0 8 3 】

なお、受信部 1 8 8（2 8 8）は、送電・廃熱フレーム 2 4 A（2 4 B）の Y 軸方向全域に設けなくても良く、ウエハステージ W S T 1 において空間像計測などを行う際に送信部 8 8 D が位置する範囲に設けておけば良い。

30

【 0 0 8 4 】

前記ヘッド部 9 0 は、実際には、図 1 1 に示されるように、Y 軸方向に関する位置情報を計測するための複数の Y 軸方向計測用のヘッド 9 0 y と、X 軸方向に関する位置情報を検出するための複数の X 軸方向計測用のヘッド 9 0 x とを含んでいる。

【 0 0 8 5 】

前記複数の Y 軸方向計測用のヘッド 9 0 y は、X 軸方向に所定間隔で設けられており、前記 X 軸方向計測用のヘッド 9 0 x は、ヘッド 9 0 y と干渉しない位置に所定間隔で設けられている。

【 0 0 8 6 】

40

これに対し、一方の送電・廃熱フレーム 2 4 A の底面には、スケール 1 9 0 が設けられ、他方の送電・廃熱フレーム 2 4 B の底面には、スケール 2 9 0 が設けられている。これらスケール 1 9 0、2 9 0 は、送電・廃熱フレーム 2 4 A、2 4 B それぞれの + Y 側端部近傍から中央部近傍にかけて設けられた、X 方向及び Y 方向に所定周期で形成された二次元格子である。

【 0 0 8 7 】

これら、ヘッド部 9 0 及びスケール 1 9 0、2 9 0 によると、複数の X 軸方向計測用ヘッドのうちで、スケール 1 9 0 又は 2 9 0 と対向しているヘッド 9 0 x において、ウエハステージ W S T 1 の X 軸方向位置を計測することが可能であり、複数の Y 軸方向計測用ヘッドのうちで、スケール 1 9 0 又は 2 9 0 と対向しているヘッド 9 0 y において、ウエハ

50

ステージW S T 1のY軸方向位置を計測することが可能である。なお、隣り合うヘッド90×同士の間隔、及び隣り合うヘッド90y同士の間隔は、同時にスケール190（又は290）を用いて位置計測を行える程度の間隔に設定されている。なお、上記ではヘッド部90を構成するヘッドを複数設ける場合について説明したが、計測範囲がカバーできるのであれば、ヘッドを1つのみ設けることとしても良い。

【0088】

図2に戻り、他方のウエハステージW S T 2は、上述したウエハステージW S T 1と同様の構成となっている。すなわち、ウエハステージW S T 2は、粗動ステージW R S 1と同様の粗動ステージW R S 2と、該粗動ステージW R S 2上の一直線上にない3箇所に設けられた3つの自重キャンセル機構22B1, 22B2, 22B3を介して搭載された、微動ステージW F S 1と同様の微動ステージW F S 2とを備えている。微動ステージW F S 2上面には、空間像計測器F M 2が設けられている。また、粗動ステージW R S 2と微動ステージW F S 2と間には前述した微動機構140と同様の微動機構が設けられ、粗動ステージW R S 2の+Y側端部近傍には、前述した受電・放熱アーム20Aと同様の受電・放熱アーム20Bが設けられている。この受電・放熱アーム20Bにおいても、前述した受電・放熱アーム20Aと同様に、送電・廃熱フレーム24A, 24Bとの間で、ウエハステージW S T 2において発生した熱の受け渡し、無線による電力の伝送、ウエハステージW S T 2上の空間像計測器F M 2で検出された信号の送受信、及びウエハステージW S T 2のX Y面内の位置検出を行うことができる。

【0089】

次に、ウエハステージW S T 1、W S T 2のX Y面内の位置を検出するための干渉計システムについて説明する。

【0090】

干渉計システムは、図2に示されるように、投影光学系P Oの投影中心を通過するX軸に平行な測長ビームを照射するX軸干渉計18Aと、前記投影中心を通過するY軸に平行な測長ビームを照射するY軸干渉計16と、アライメント系A L Gの検出中心を通過するX軸に平行な測長ビームを照射するX軸干渉計18Bとを含んでいる。

【0091】

このように構成される干渉計システムによると、ウエハステージW S T 1とウエハステージW S T 2とが図2に示される位置にある場合には、X軸干渉計18Aからの測長ビームが、ウエハステージW S T 1を構成する微動ステージW F S 1の鏡面加工された-X側の反射面に照射され、Y軸干渉計16からの測長ビームが、微動ステージW F S 1の鏡面加工された-Y側の反射面に照射される。また、X軸干渉計18Bからの測長ビームがウエハステージW S T 2を構成する微動ステージW F S 2の鏡面加工されたX側の反射面に照射される。なお、微動ステージW F S 2の鏡面加工された-Y側の反射面には、図2の状態では干渉計の測長ビームは照射されない。

【0092】

また、ウエハステージW S T 1とウエハステージW S T 2との位置関係が図2とは逆の場合には、微動ステージW F S 2の-X側の反射面に干渉計18Aの測長ビームが照射され、-Y側の反射面に干渉計16の測長ビームが照射され、微動ステージW F S 1の-X側の反射面に干渉計18Bの測長ビームが照射される。ここで、干渉計18A, 18Bは、測長軸を複数有する多軸干渉計であり、ウエハステージW S T 1、W S T 2のX軸方向の位置情報の計測以外に、ローリング（Y軸回りの回転（y回転））及びヨーイング（z方向の回転）の計測が可能となっている。また、干渉計16も多軸干渉計であり、ウエハステージW S T 1、W S T 2のY軸方向の位置情報の計測以外に、ピッチング（X軸回りの回転（x回転））及びヨーイング（z方向の回転）の計測が可能となっている。

【0093】

不図示の制御装置では、後述する露光時には、干渉計18A, 16の計測値に基づいて、微動ステージW F S 1（又はW F S 2）のX Y面内の位置を高精度に管理し、後述する

アライメント時（及びウエハ交換時）には、干渉計 18B の計測値及び前述したヘッド部 90 を構成する Y 軸方向計測用のヘッド 90 y を用いて微動ステージ WFS2（又は WFS1）の XY 面内の位置を高精度に管理するようになっている。

【0094】

ところで、本実施形態では、粗動ステージ WRS1、WRS2 を駆動する平面モータを使用しないとき（ベース BS の搬送時、露光装置の組立て時、メンテナンス時など）に、ベース BS 上面を覆う状態で、図 5 に示されるような磁束漏洩防止プレート 36 を設けることができる。

【0095】

この磁束漏洩防止プレート 36 は、非磁性体部材から成り、磁石ユニット 30 から発生する磁束が外部に影響を与えないようにするためのプレートであり、図 5 に示されるように、磁石ユニット 30 が形成する磁気回路を覆うことが可能な程度の厚さを有している。

【0096】

このように磁束漏洩防止プレート 36 を設けることにより、平面モータを使用しないときに、作業者の使用する工具等が磁石ユニット 30 に急激に吸い寄せられる事態の発生を防止することができ、また、ペースメーカー等の医療機器などへの磁束による影響や、ベースを搬送する際ににおける露光装置に用いられる他の装置への磁束による影響を回避することが可能となる。

【0097】

次に、本実施形態の露光装置 10 で行われる、一方のウエハステージ上のウエハに対する露光動作と、他方のウエハステージ上のウエハに対するアライメント動作等との並行処理動作を含む、一連の動作について、図 2 及び図 12（A）～図 13（B）に基づいて説明する。

【0098】

図 2 には、ウエハステージ WST1 上のウエハ W1 に対して露光動作が行われるのと並行して、ウエハステージ WST2 上のウエハ W2 に対してウエハアライメント動作が行われている状態が示されている。

【0099】

この図 2 に先立って、所定のローディングポジションにウエハステージ WST2 があるときに、不図示のウエハロードによって、ウエハステージ WST2 上に載置されていた露光済みのウエハのウエハステージ WST2 上からのアンロード及び新たなウエハ W2 のウエハステージ WST2 上へのロード（すなわちウエハ交換）が行なわれている。

【0100】

そして、不図示の制御装置は、干渉計 18B の計測値に基づいてウエハステージ WST2 の X 位置を管理するとともに、ウエハステージ WST2 上に設けられた複数の Y 軸方向位置計測用のヘッド 90 y のうち、スケール 190 又は 290 のいずれかに対向しているヘッドを用いて計測される計測値に基づいてウエハステージ WST2 の Y 位置を管理しつつ、アライメント系 ALG を用いて、ウエハ W2 上の特定の複数のショット領域（サンプルショット領域）に付設されたアライメントマーク（サンプルマーク）の位置情報を検出する。

【0101】

次いで、制御装置は、その検出結果とその特定のショット領域の設計上の位置座標とに基づいて、例えば特開昭 61-44429 号公報などに開示される最小二乗法を用いた統計演算によりウエハ W2 上の全てのショット領域の配列座標を求める EGA（エンハンスド・グローバル・アライメント）を実行する。なお、この EGA 以前に、制御装置は、空間像計測器 FM2 を用いたベースライン計測を行うこともできる。ここで、空間像計測器 FM2 の計測結果は、受電・放熱アーム 20B に設けられた送信部から送電・廃熱フレーム 24A 又は 24B に設けられた受信部 188 又は 288 に無線で送信される。

【0102】

なお、上記のウエハ交換、アライメント動作の際、制御装置は、干渉計 18B、ヘッド

10

20

30

40

50

90y (スケール190又は290) による検出結果に基づいて、粗動ステージWRS2を、前述した平面モータを介して長ストロークで駆動するとともに、微動ステージWFS2を微動機構及び自重キャンセル機構22B1～22B3を介して微小駆動する。

【0103】

このウエハ交換、アライメントと並行して、ウエハステージWST1側では、既に行われたウエハアライメント結果に基づいてウエハステージWST1上に載置されたウエハW1上の各ショット領域の露光のための加速開始位置にウエハステージWST1を移動させるショット間ステップング動作と、レチクルR (レチクルステージRST) とウエハW1 (ウエハステージWST1) とをY軸方向に相対走査してレチクルRに形成されたパターンをウエハW1上のショット領域に投影光学系POを介して転写する走査露光動作と、を繰り返す、ステップ・アンド・スキャン方式の露光動作が行なわれる。 10

【0104】

上記のステップ・アンド・スキャン方式の露光動作中、制御装置は、粗動ステージWRS1を、前述した平面モータを介して長ストロークで駆動するとともに、微動ステージWFS1を微動機構140及び自重キャンセル機構22A1～22A3を介して粗動ステージWRS1に対して相対的にX, Y, Z, x, y, z方向に関して微小駆動する。勿論、Z, x, y方向の駆動に際しては、前述のウエハフォーカスセンサの計測結果が考慮される。

【0105】

なお、この露光動作そのものの手順などは、通常のスキャニング・ステッパと同様なので、これ以上の詳細な説明は省略する。 20

【0106】

上述したウエハステージWST2上のウエハW2に対するウエハアライメント動作と、ウエハステージWST1上のウエハW1に対する露光動作とでは、通常は、ウエハアライメント動作の方が先に終了する。そこで、制御装置は、ウエハアライメントの終了後、平面モータを介してウエハステージWST2を-Y方向及び-X方向に駆動する。そして、ウエハステージWST2を所定の待機位置 (図12 (A) に示されるウエハステージWST2の位置) に移動させ、その位置で待機させる。

【0107】

その後、ウエハステージWST1上のウエハW1に対する露光動作が終了すると、制御装置は、平面モータを介してウエハステージWST1を+X方向及び+Y方向に移動させる。図12 (B) には、ウエハステージWST1の-X側の反射面、-Y側の反射面に干渉計18A, 16からの測長ビームが当たらなくなる直前の状態が示されている。この状態で、ヘッド90xのいずれかが及びヘッド90yのいずれかがスケール290に対向した状態となるので、制御装置は、ウエハステージWST1の位置計測を干渉計18A, 16からヘッド90x、90yに切り換えておく。そして、ウエハステージWST1の-Y側の反射面に対して干渉計16からの測長ビームが当たらなくなった段階で、ウエハステージWST2の-Y側の反射面に干渉計16からの測長ビームが当たるようになるので、制御装置は、この段階でウエハステージWST2のY軸方向位置の計測を干渉計16に切り換えておく。 30 40

【0108】

次いで、制御装置は、図13 (A) に示されるように、干渉計16によるY軸方向に関する計測結果とヘッド90xによるX軸方向に関する計測結果とに基づいて、ウエハステージWST2を平面モータを介して投影光学系POの直下に移動させる。この移動の間に、微動ステージWFS2の-X側の反射面に干渉計18Aからの測長ビームが照射されるので、ウエハステージWST2のX軸方向に関する位置計測をヘッド90xから干渉計18Aに切り替える。

【0109】

一方、ウエハステージWST1側では、図12 (B) に示される位置で、干渉計18A, 16から、X軸方向計測用のヘッド90xとY軸方向計測用のヘッド90yによる計測 50

に切り替えているので、スケール 290 に対向するヘッド 90x とスケール 290 とを用いてウエハステージ W S T 1 の X 軸方向の位置を計測するとともに、スケール 290 に対向するヘッド 90y とスケール 290 とを用いてウエハステージ W S T 1 の Y 軸方向の位置を計測しつつ、ウエハステージ W S T 1 を + Y 方向に移動させる。

【0110】

そして、図 13 (A) に示されるように、微動ステージ W F S 1 の - X 側の反射面に干渉計 18B の測長ビームが照射された段階で、Y 軸方向に関する計測を干渉計 18B に切り替え、図 13 (B) に示される位置 (ウエハ交換位置) までウエハステージ W S T 1 を移動する。

【0111】

そして、その後は、ウエハステージ W S T 2 側では、前述したウエハ W 1 と同様にして、ウエハ W 2 に対するステップ・アンド・スキャン方式の露光動作が行われ、ウエハステージ W S T 1 側では、前述したのと同様に、ウエハ交換及びウエハアライメント動作が実行される。

【0112】

このようにして、本実施形態の露光装置 10 では、ウエハステージ W S T 1 , W S T 2 の交換を行いつつ、一方のウエハステージ上のウエハに対する露光動作と、他方のウエハステージ上でのウエハ交換及びウエハアライメント動作とが、同時並行処理にて行われる。

【0113】

本実施形態においては、上記並行処理中において、ウエハステージ W S T 1 の受電・放熱アーム 20A の上面と、送電・廃熱フレーム 24A , 24B の少なくとも一方の下面とが、対向した状態が維持されているので、該対向した部分において、ウエハステージ W S T 1 への電力の供給や、ウエハステージ W S T 1 で発生した熱の受け渡しや、信号の送受信を行うことが可能となっている。

【0114】

また、ウエハステージ W S T 2 においても、ウエハステージ W S T 1 と同様に、受電・放熱アーム 20B の上面と、送電・廃熱フレーム 24A , 24B の少なくとも一方の下面とが、対向しているので、該対向した部分において、ウエハステージ W S T 2 への電力の供給や、ウエハステージ W S T 2 で発生した熱の受け渡しや、信号の送受信を行うことが可能となっている。

【0115】

以上詳細に説明したように、本実施形態によると、送電・廃熱フレーム 24A , 24B が、ウエハステージ W S T 1 (W S T 2) の放熱部 86E から輻射した熱を常時吸収することができるので、ウエハステージ W S T 1 (W S T 2) において発生する熱による露光精度への影響を抑制することが可能となる。この場合、従来のように、ウエハステージ W S T 1 (W S T 2) に冷媒を供給する配管 (チューブ) を外部から接続する必要がないため、配管の張力によるウエハステージ W S T 1 (W S T 2) の移動精度の低下を防止することができ、この点からも露光精度を高精度に維持することが可能となる。

【0116】

また、本実施形態では、ウエハステージ W S T 1、W S T 2 に無線で電力が入力される電力入力系 84 が設けられるとともに、送電・廃熱フレーム 24A , 24B には、電力入力系の受信部 84A に向けて無線で電力を出力する送信部 184、284 が設けられているので、ウエハステージ W S T 1、W S T 2 及び構成各部を駆動する駆動機構に電流を供給するための配線をウエハステージ W S T 1、W S T 2 に外部から接続しなくて良く、配線の張力によるウエハステージ W S T 1、W S T 2 の移動精度の低下を防止することが可能となる。この点からも露光精度の向上を図ることが可能となる。

【0117】

また、本実施形態では、ウエハステージ W S T 1、W S T 2 に、該ステージに設けられた計測器 (例えば、空間像計測器 F M 1、F M 2) から出力された信号を無線で発信する

10

20

30

40

50

発信部 88D、送電・廃熱フレーム 24A、24B に発信部 88D からの信号を受信する受信部 188、288 が設けられているので、検出器から出力された信号を取り出すための配線をウエハステージ WST1、WST2 の外部から接続する必要がない。したがって、この場合にも、従来のような配線の張力によるステージの移動精度の低下を防止することが可能となり、ひいては露光精度の向上を図ることが可能となる。

【0118】

また、本実施形態によると、上記のように高精度な位置決めが可能なウエハステージを 2 つ備えており、2 つのウエハステージ WST1、WST2 が投影光学系 PO 直下（露光位置）とアライメント系 ALG 直下（アライメント位置）との間を移動するので、ウエハの露光動作とウエハのアライメント動作とを並行して行うことができる。したがって、高精度な露光を高スループットにて行うことが可能となる。

10

【0119】

また、本実施形態によると、ウエハステージ WST1（WST2）が粗動ステージ WRS1（WRS2）と微動ステージ WFS1（WFS2）とを備えており、平面モータ、微動機構 140、自重キャンセル機構 22A1～22A3（22B1～22B3）を構成するボイスコイルモータの全てにおいてコイル側が粗動ステージ WRS1（WRS2）側に設けられていることから、微動ステージ WFS1（WFS2）に対して駆動用の電流を供給するための配線を接続する必要がない。したがって、高精度な位置決め精度が要求される微動ステージに粗動ステージから配線が接続されないので、より高精度なウエハの位置決めを実現することが可能である。また、コイルが粗動ステージ側にのみ設けられていることにより、冷媒の供給を粗動ステージ側にのみ行えば良いため、粗動ステージと微動ステージとの間に冷媒供給用の配管を設ける必要がなく、この点からも高精度なウエハの位置決めを実現することが可能である。

20

【0120】

また、本実施形態では、微動機構 140 を構成するボイスコイルモータそれぞれが X 軸及び Y 軸に 45° 交差する方向の駆動力を発生し、それら駆動力の合力により微動ステージ WFS1、WFS2 が X 軸、Y 軸方向に駆動されるようになっている。したがって、単に X 軸方向の駆動力を発生するボイスコイルモータや Y 軸方向の駆動力を発生するボイスコイルモータを用いる場合に比べ、一つのボイスコイルモータで消費される電流を抑制することができる。したがって、モータにおける発熱を抑制することができるので、発熱に起因する露光精度の低下を抑制することが可能である。

30

【0121】

また、本実施形態では、ベース BS 上に保護プレート 26 が設けられているので、平面モータの電機子ユニット 130 を構成するコイルへの電流供給を停止した際に、ウエハステージがベース BS 上に落下した場合におけるベース BS 上の永久磁石の損傷を防止することができる。

【0122】

また、上記実施形態では、ヘッド 90x、90y とスケール 190、290 を設け、干渉計による測長ビームが当たらないところでのウエハステージ WST1、WST2 の計測を実行することとしているので、上記実施形態のようにウエハステージ WST1、WST2 が投影光学系 PO 直下とアライメント系 ALG 直下との間で移動するような場合であっても、図 2 のような干渉計配置で足り、干渉計の数を軽減することが可能となる。

40

【0123】

なお、上記実施形態では、ウエハステージ WST1（WST2）内に冷媒を循環する冷却管路 202 が接続される液体温度調整系 86 に設けられた放熱部 86E において、ウエハステージ WST1（WST2）から発生した熱を輻射する場合について説明したが、これに限らず、冷却管路 202 や放熱部 86E など設けずに、ウエハステージ WST1（WST2）から直接輻射する熱を、送電・廃熱フレーム 24A、24B が吸収することとしても良い。

【0124】

50

なお、上記実施形態では、送電・廃熱フレーム 24 A, 24 B として、X 軸方向に関して幅の狭い板状の部材を用いたが、これに限られるものではなく、露光やアライメントの際に邪魔にならなければ、その大きさ (X 軸方向に関する幅) を大きくすることも可能である。この場合、放熱部 86 E の面積を小さくし (局所的にし)、送電・廃熱フレームをベース B S 上面とほぼ同一面積にすることもできる。また、送電・廃熱フレームは、天井側 (ウエハステージ W S T の上方) に設ける場合に限らず、床面側 (ウエハステージ W S T の下方) に設け、放熱部 86 E をウエハステージ W S T の下面側に設けることとしても良い。また、上記実施形態における 2 つの送電・廃熱フレーム 24 A, 24 B を一体化した枠状の送電・廃熱フレームを採用することとしても良い。

【0125】

10

また、上記実施形態では、送電・廃熱フレーム 24 A, 24 B の廃熱部 186、286 に冷媒を供給して廃熱部 186, 286 を冷却する場合について説明したが、これに限らず、例えば廃熱部にペルチェ素子などの冷却機構を設けることとしても良い。また、送電・廃熱フレーム 24 A, 24 B の廃熱部 186、286 が、放熱部から輻射する熱を吸収するというのにのみ着目すれば、冷媒を供給しなくても良い。

【0126】

なお、上記実施形態では、送電・廃熱フレーム 24 A, 24 B のいずれかが廃熱部 186、286 と常時対峙 (対向) している場合について、説明したが、これに限らず、廃熱部 186、286 から輻射した熱が送電・廃熱フレーム 24 A, 24 B に吸収されるのであれば、多少対向した状態からずれるようなことがあっても良い。すなわち、上記実施形態では、ウエハステージ W S T の Y 軸方向の移動範囲の全範囲にわたって、送電・廃熱フレーム 24 A, 24 B が設けられる場合について説明したが、これに限らず、ウエハステージ W S T の Y 軸方向の移動範囲よりも小さい範囲にわたって、送電・廃熱フレーム 24 A, 24 B が設けられていても良い。この場合、輻射した熱を常時吸収する場合に限らず、例えば、短時間の間、熱を吸収しないときが存在しても良い。具体的には、例えば少なくとも、ウエハステージ W S T 1 (W S T 2) 上のウエハに対して露光を行う際にウエハステージ W S T 1 (W S T 2) が移動する範囲で、放電・廃熱フレーム 24 A (24 B) と廃熱部 186 (286) とが対向するようにすることができる。

20

【0127】

なお、上記実施形態では、送電・廃熱フレーム 24 A, 24 B が Y 軸方向に延び、受電・放熱アーム 20 A, 20 B が、X 軸方向に延びている場合について説明したが、これに限らず、送電・廃熱フレーム 24 A, 24 B が X 軸方向に延び、受電・放熱アーム 20 A, 20 B が、Y 軸方向に延びていても良い。また、X, Y 軸方向に限らず、送電・廃熱フレーム 24 A, 24 B と受電・放熱アーム 20 A, 20 B の一方が、X Y 面内の所定方向に延び、他方が該所定方向に X Y 面内で交差する方向に延びていれば良い。

30

【0128】

なお、上記実施形態では、平面モータの電機子ユニットをウエハステージ側に設ける場合について説明したが、これに限らずベース B S 側に電機子ユニットを設け、ウエハステージ側に磁石ユニットを設けることとしても良い。また、上記実施形態では、微動機構 140、自重キャンセル機構 22 A 1 ~ 22 A 3 (22 B 1 ~ 22 B 3) を構成するボイスコイルモータの全てにおいてコイル側が粗動ステージ W R S 1 (W R S 2) 側に設けられる場合について説明したが、これに限らず、粗動ステージと微動ステージとの間に配線を設けても、微動ステージの移動に影響を与えない場合には、微動ステージ側にコイルを設けることとしても良い。

40

【0129】

なお、上記実施形態では、送電・廃熱フレーム 24 A, 24 B と受電・放熱アーム 20 A, 20 B との間で、電力の無線伝送、熱の受け渡し、検出器からの検出信号の送受信、及び干渉計からの測長ビームが照射されないときの位置計測、を行う場合について説明したが、これに限らず、上記のうちの少なくとも 1 つのみを行うようにしても良い。

【0130】

50

なお、上記実施形態では、磁束漏洩防止プレート36として、図5に示されるような肉厚なプレートを用いる場合について説明したが、これに限らず、薄板状のプレートを採用し、該プレートをスペーサ部材を介してその上面の高さが図5の磁束漏洩防止プレート36の上面の高さと同一高さとなるようにベースBS上方に設けることとしても良い。

【0131】

なお、上記実施形態では、干渉計システムとエンコーダ(ヘッド部90とスケール190, 290)とを併用してウエハステージWST1、WST2の位置計測を行うこととしたが、これに限らず、干渉計システムを構成する干渉計を増やすことにより、干渉計システムのみでウエハステージWST1、WST2の位置計測を行っても良いし、逆に、エンコーダのみでウエハステージWST1、WST2の位置計測を行っても良い。

10

【0132】

なお、上記実施形態では、微動装置140を構成する可動子50において、磁石ユニット52Aと52Cとが並ぶ方向、及び磁石ユニット52Bと52Dとが並ぶ方向が、X軸及びY軸に対し45°傾斜する方向となっている場合について説明したが、これに限らず、磁石ユニット52Aと52Cとが並ぶ方向、及び磁石ユニット52Bと52Dとが並ぶ方向が、XY面内でX軸及びY軸に交差する方向であれば、その角度は問わない。また、上記実施形態では、微動装置140を構成するボイスコイルモータそれぞれが、XY面内でX軸及びY軸に対して45°傾斜する方向の駆動力を発生す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、それぞれの駆動力がXY面内でX軸及びY軸に対して交差する方向に発生するのであれば、その角度は問わない。

20

【0133】

なお、上記実施形態では、ベースBSの上面に、磁石ユニット30を上方から覆う状態で、非磁性体から成る保護プレート26を設けることとしたが、これに限らず、ウエハステージWST1、WST2の下面に保護プレートを設けることとしても良い。この保護プレートにより、上記実施形態の保護プレート26と同様、ウエハステージWST1、WST2と、永久磁石28N, 28S, 32との直接的な接触を防止し、永久磁石28N, 28S, 32の損傷を防止することが可能となる。

【0134】

なお、上記実施形態では、ウエハステージを2つ有するウエハステージ装置に本発明を適用した場合について説明したが、本発明がこれに限られるものではなく、ウエハステージを1つのみ有するウエハステージ装置に本発明を適用することも可能であるし、ウエハステージを3つ以上有するウエハステージ装置に本発明を適用することも可能である。

30

【0135】

また、上記実施形態では、アライメント系ALGを1つのみ備える場合について説明したが、これに限らず、アライメント系ALGをウエハステージWST1、WST2に対応して2つ備える構成を採用することも可能である。

【0136】

なお、上記実施形態のウエハフォーカスセンサに代えて、投影光学系POを保持するボディに面形状検出装置を設けることとしても良い。この面形状検出装置としては、ウエハに対し、例えばウエハの直径より長いライン状のビームを斜入射させる照射系と、該照射系により照射されたビームの反射光を受光する検出器、例えば1次元CCDセンサ又はラインセンサなどを有する受光系を含んで構成されている。したがって、公知の多点AF系の検出原理と同じ原理で、複数の点状の照射領域を計測点として、各計測点でのウエハのZ位置(ウエハが移動する所定面(XY平面)と垂直なZ軸方向に関する位置情報)を検出することができる。この場合、露光開始前に、この面形状検出装置の照射領域をウエハが通過するときに、干渉計システム又はヘッド部90による計測値(ウエハの位置)と、該検出装置による検出結果とに基づいてウエハ表面のZ位置情報の分布を算出し、露光動作の際には、該算出結果に基づいて、ウエハステージのZ軸方向に関する位置・姿勢を制御することができる。

40

【0137】

50

なお、上記実施形態では、ウエハステージ W S T 1、W S T 2 を長ストロークで駆動する駆動装置として平面モータを用いることとしたが、これに限らず、リニアモータを用いることとしても良い。

【 0 1 3 8 】

なお、上記実施形態のウエハステージ W S T 1、W S T 2 は、配線及び配管が接続されていないが、故障などの非常時において、ウエハステージ W S T 1、W S T 2 への直接的な電力供給等を行うことができるように、ウエハステージ W S T 1、W S T 2 の一部に配線・配管ポートを設けておくことができる。

【 0 1 3 9 】

なお、上記実施形態ではウエハステージ W S T 1、W S T 2 に微動機構 1 4 0、及び自重キャンセル機構 2 2 A 1 ~ 2 2 A 3、2 2 B 1 ~ 2 2 B 3 を設ける場合について説明したが、これに限らず、いずれか一方を設けたり、あるいはこれらの微動機構や自重キャンセル機構に代えて、通常用いられるボイスコイルモータを設けることとしても良い。この場合のボイスコイルモータとしては、ムービングマグネット型のボイスコイルモータ及びムービングコイル型のボイスコイルモータのいずれも採用可能であるが、上記実施形態で説明したように配線を引きずらないという観点からはムービングマグネット型のボイスコイルモータを採用することができる。

【 0 1 4 0 】

なお、上記実施形態ではウエハステージ装置に本発明の移動体装置が採用された場合について説明したが、これに限らず、レチクルステージ R S T 側に本発明のステージ装置を採用することも可能である。

【 0 1 4 1 】

また、上記実施形態では、ウエハ表面を水平面 (X Y 面) と平行に保持するウエハステージに本発明を採用した場合について説明したが、これに限らず、ウエハ表面を X Y 面と直交する面にほぼ平行に保持するウエハステージ (縦型ステージ) に本発明を採用することも可能である。

【 0 1 4 2 】

なお、国際公開第 2 0 0 4 / 5 3 9 5 5 号パンフレットに開示される液浸露光装置に本発明を適用することも可能である。また、上記実施形態の露光装置は、例えば国際公開第 2 0 0 5 / 0 7 4 0 1 4 号パンフレットなどに開示されているように、ウエハステージとは別に計測ステージを備えるものでも良い。この場合、本発明の移動体装置を、ウエハステージ W S T とともに、又はウエハステージ W S T と代えて、計測ステージ M S T に採用することも可能である。

【 0 1 4 3 】

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

【 0 1 4 4 】

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 E L、薄膜磁気ヘッド、撮像素子 (C C D 等)、マイクロマシン及び D N A 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、E U V 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。

【 0 1 4 5 】

なお、上記実施形態では、露光光として波長 1 1 n m の E U V 光を用いる場合について説明したが、これに限らず、露光光として波長 1 3 n m の E U V 光を用いても良い。この

10

20

30

40

50

場合には、波長 13 nm の EUV 光に対して約 70 % の反射率を確保するため、各ミラーの反射膜としてモリブデン Mo とケイ素 Si を交互に積層した多層膜を用いる必要がある。

【0146】

また、上記実施形態では、露光光源として SOR (Synchrotron Orbital Radiation) を用いることとしたが、これに限らず、レーザ励起プラズマ光源、ベータトロン光源、ディスプレイ光源、X線レーザなどのいずれを用いても良い。

【0147】

なお、上記実施形態の露光装置では、露光光として波長 100 nm 以下の光を用いることとしたが、これに限らず、波長 100 nm 以上の光 (ArF エキシマレーザ光 (波長 193 nm)、KrF エキシマレーザ光 (波長 248 nm)、F₂ レーザ光 (波長 157 nm)、Ar₂ レーザ光 (波長 126 nm)、Kr₂ レーザ光 (波長 146 nm) などのパルスレーザ光や、超高圧水銀ランプからの g 線 (波長 436 nm)、i 線 (波長 365 nm) などの輝線など) を用いることも可能である。また、投影光学系は縮小系のみならず等倍および拡大系のいずれでも良い。更に投影光学系としては、反射光学素子のみからなる反射型の投影光学系に限らず、反射光学素子と屈折光学素子を有する反射屈折型 (カタディオプトリック系) の投影光学系や、屈折光学素子のみを有する屈折型の投影光学系を用いることも可能である。

【0148】

また、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。

【0149】

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、透過パターンまたは反射パターン、あるいは発光パターンを形成する電子マスク (又は可変成形マスク、例えば非発光型画像表示素子 (空間光変調器とも呼ばれる) の一種である DMD (Digital Micro-mirror Device) などを含む) を用いても良い。かかる可変成形マスクを用いる場合には、前述のアライメントマークの検出結果を考慮して、ウエハ上の複数の区画領域のうち、アライメントマーク検出時に露光していたショット領域より後に露光が行われる少なくとも一つの別のショット領域の露光の際に、電子データに基づいて形成すべき、透過パターン又は反射パターンを変化させることで、ウエハとパターン像との相対位置制御を行っても良い。

【0150】

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、前述した調整方法によりパターンの転写特性が調整される上記実施形態の露光装置で、マスクに形成されたパターンを感光物体上に転写するリソグラフィステップ、デバイス組み立てステップ (ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む)、検査ステップ等を経て製造される。この場合、リソグラフィステップで、パターンの転写特性が調整される上記実施形態の露光装置が用いられるので、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。

【産業上の利用可能性】

【0151】

以上説明したように、本発明の移動体装置及び微動体は、露光装置で用いるのに適している。また、本発明の露光装置は、物体を露光して、前記物体にパターンを形成するのに適している。

【図面の簡単な説明】

【0152】

【図1】一実施形態に係る露光装置を示す概略図である。

【図 2】図 1 のウエハステージ装置を示す平面図である。

【図 3】図 3 (A) は、ウエハステージ W S T 1 の縦断面図であり、図 3 (B) は、図 3 (A) を分解した状態を示す図である。

【図 4】平面モータの構成及び作用を説明するための図である。

【図 5】ベース B S を + X 方向から見た状態を示す模式図である。

【図 6】図 6 (A) は、微動機構を構成する可動子を示す斜視図であり、図 6 (B) は、微動機構を構成する固定子を示す斜視図である。

【図 7】図 7 (A) ~ 図 7 (C) は、微動機構による微動ステージの駆動方法を説明するための図である。

【図 8】自重キャンセル機構の縦断面図である。

10

【図 9】受電・放熱アームの内部構成を説明するための図である。

【図 10】送電・廃熱フレームの内部構成を説明するための図である。

【図 11】ウエハステージ上に設けられたヘッドと送電・廃熱フレームに設けられたスケールとを示す図である。

【図 12】図 12 (A) , 図 12 (B) は、露光装置における並行処理動作を説明するための図 (その 1) である。

【図 13】図 13 (A) , 図 13 (B) は、露光装置における並行処理動作を説明するための図 (その 2) である。

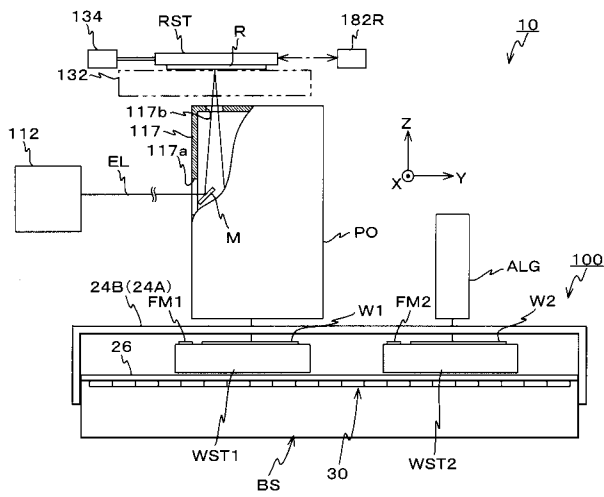
【符号の説明】

【 0 1 5 3 】

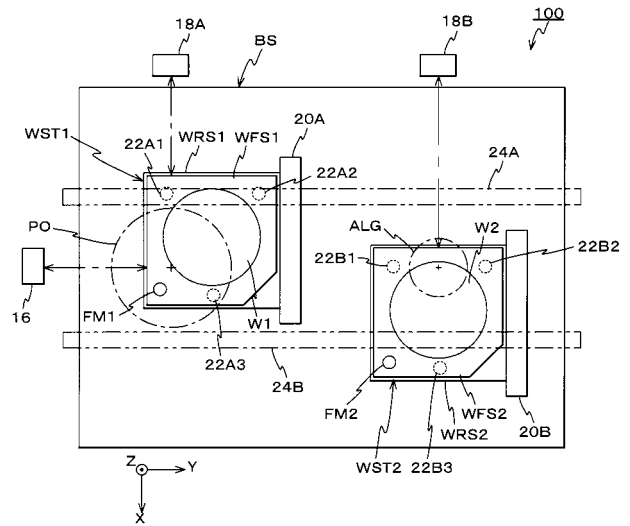
20

1 0 ... 露光装置、2 2 A 1 ~ 2 2 A 3、2 2 B 1 ~ 2 2 B 3 ... 自重キャンセル機構、3 0 ... 磁石ユニット (平面モータの一部)、5 2 A ~ 5 2 D ... 磁石ユニット (駆動機構の一部)、5 6 A ~ 5 6 D ... 電機子コイル (駆動機構の一部)、9 2 A ... テーブル (微動体本体の一部)、9 2 B ... 板状部材 (微動体本体の一部)、9 2 C ... 吊り下げ支持部材 (微動体本体の一部)、1 0 0 ... ウエハステージ装置 (移動体装置)、1 3 0 ... 電機子ユニット (平面モータの一部)、W 1 , W 2 ... ウエハ (物体)、W F S 1、W R S 2 ... 微動ステージ (微動体)、W R S 1、W R S 2 ... 粗動ステージ (移動体)。

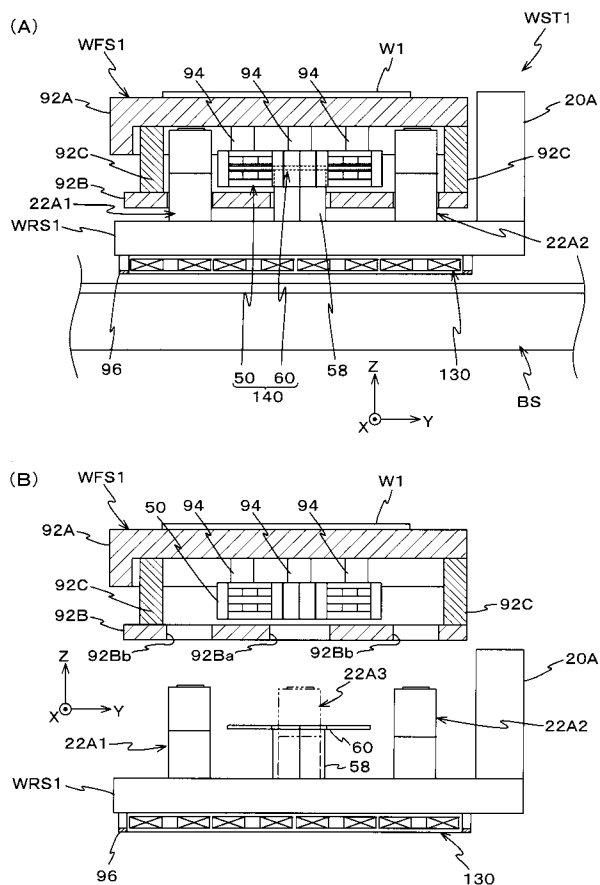
【図 1】



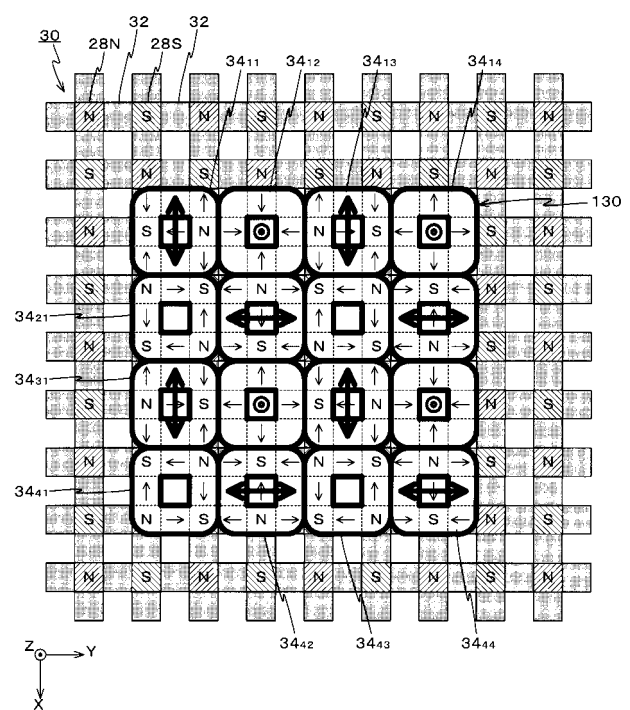
【図 2】



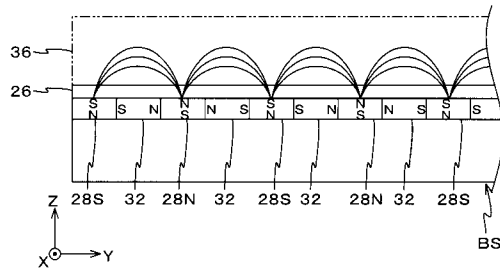
【図 3】



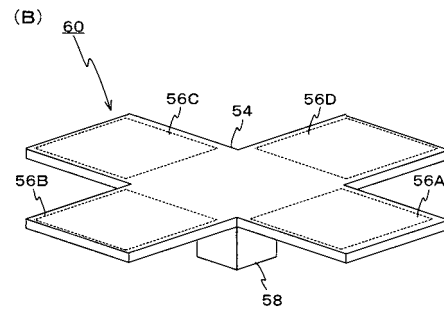
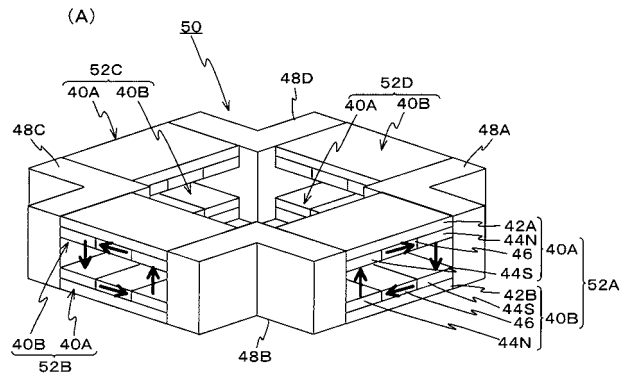
【図 4】



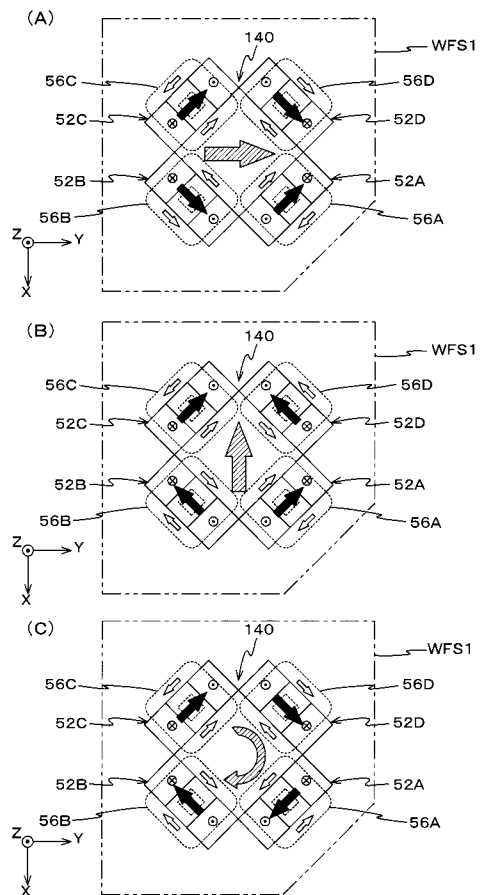
【図 5】



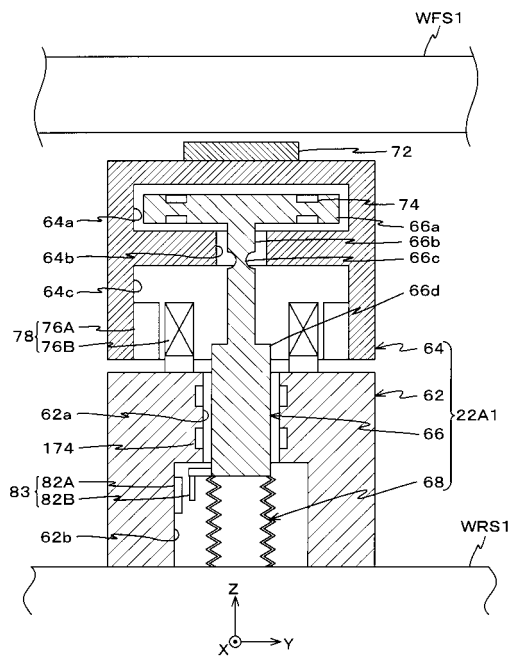
【図 6】



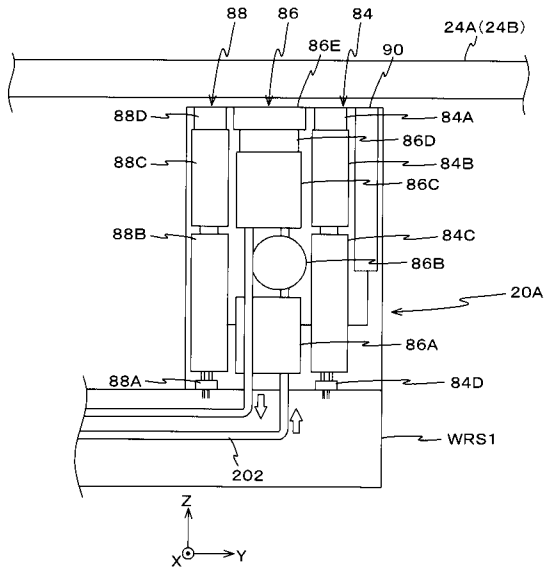
【図 7】



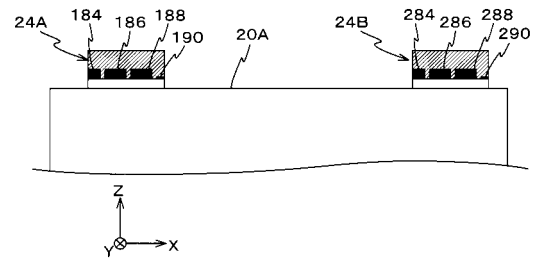
【図 8】



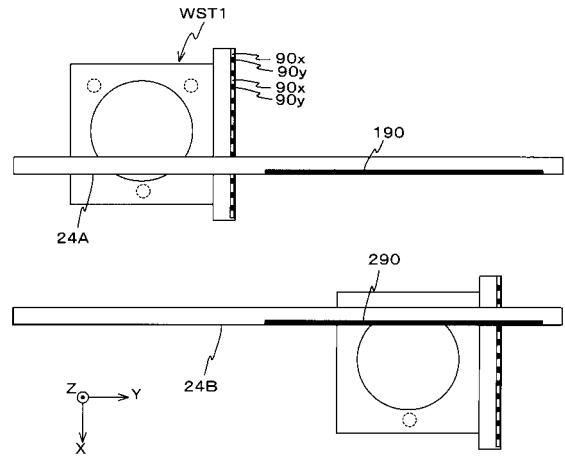
【図 9】



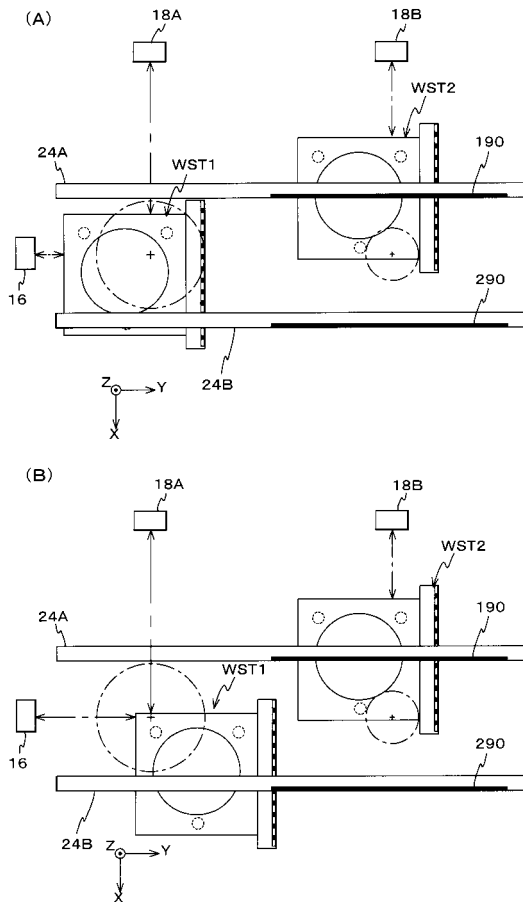
【図 10】



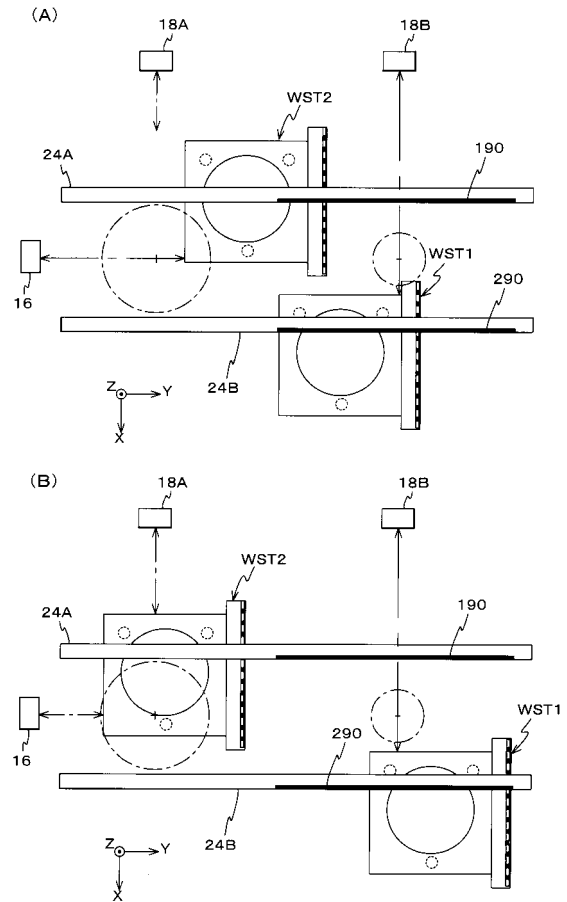
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 21/68

K

F ターム(参考) 5H641 BB07 BB16 GG03 GG07 GG20 HH02 HH05 HH20 JA07 JB10