

(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2006-303312

(P2006-303312A)

(43) 公開日 平成18年11月2日(2006.11.2)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/027 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 O 3 A	5 F O 3 1
HO 1 L 21/68 (2006.01)	HO 1 L 21/68 K	5 F O 4 6

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2005-125272 (P2005-125272)
 (22) 出願日 平成17年4月22日 (2005. 4. 22)

(71) 出願人 000004112
 株式会社ニコン
 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
 (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 CA05 CA07 HA13 HA16
 HA53 JA06 JA17 JA28 JA32
 JA38 KA06 KA07 LA07 LA08
 MA27
 5F046 BA05 CC01 CC02 CC13 CC17

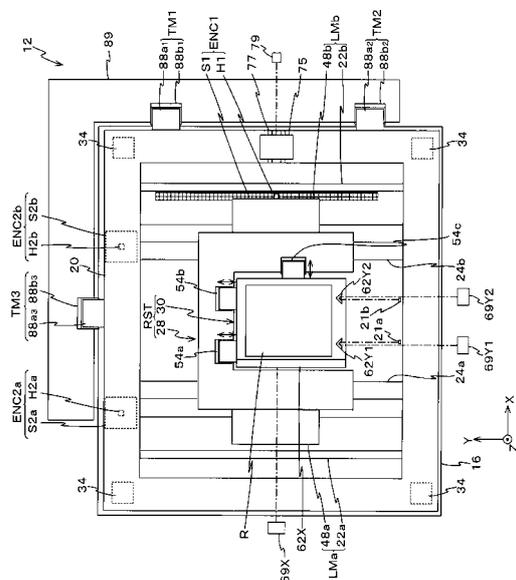
(54) 【発明の名称】 ステージ装置及び露光装置

(57) 【要約】

【課題】 高精度なステージの移動を実現する

【解決手段】 補助カウンタマス75が、少なくともY軸方向に移動可能なレチクルステージRSTの重心位置と、レチクルステージのY軸方向への移動による反力によりレチクルステージとは反対方向に移動するカウンタマス20の重心位置とを一致させるように移動するので、レチクルステージの重心に駆動力を作用させた場合に、レチクルステージとカウンタマスの重心が一致していることにより、ステージの移動に伴う反力がカウンタマスの重心に作用させることができる。これにより、カウンタマスに水平面内での回転方向のトルクを生じさせないので、カウンタマスの回転による影響を受けることなく高精度なステージの移動を実現することができる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

少なくとも水平面内の第 1 軸方向に移動可能なステージと；

前記ステージの第 1 軸方向への移動による反力により前記ステージとは反対方向に移動するカウンタマスと；

前記ステージの重心位置と、前記カウンタマスの重心位置とを一致させるように移動する移動装置と；を備えたことを特徴とするステージ装置。

【請求項 2】

前記移動装置は、前記カウンタマスに設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載のステージ装置。

10

【請求項 3】

前記移動装置は、前記水平面内で前記第 1 軸方向に直交する第 2 軸方向に移動することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のステージ装置。

【請求項 4】

前記移動装置は、前記水平面に直交する第 3 軸方向に移動することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のステージ装置。

【請求項 5】

前記ステージは、粗動ステージと、該粗動ステージに対して微小駆動可能とされた微動ステージとを備え、

前記移動装置は、前記微動ステージの移動に応じて移動することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のステージ装置。

20

【請求項 6】

前記第 1 軸方向に沿って前記ステージに設けられた移動鏡に計測ビームを照射して前記水平面内で前記第 1 軸方向に直交する第 2 軸方向に関する前記ステージの位置を計測する位置計測装置を更に備え、

前記移動装置を前記計測ビームと干渉しない位置に設けたことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載のステージ装置。

【請求項 7】

マスクステージに載置されたマスクのパターンを基板ステージに載置された基板に転写する露光装置であって、

前記マスクステージと前記基板ステージとの一方を前記ステージとして含む請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載のステージ装置を備えることを特徴とする露光装置。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明はステージ装置及び露光装置に係り、更に詳しくは、少なくとも水平面内の第 1 軸方向に移動可能なステージを備えるステージ装置及び該ステージ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、液晶表示素子等を製造するリソグラフィ工程においては、マスク又はレチクル（以下、「レチクル」と総称する）とウエハ又はガラスプレート等の感光物体（以下、「ウエハ」と総称する）とを所定の走査方向（スキャン方向）に沿って同期移動しつつ、レチクルのパターンを投影光学系を介してウエハ上に転写する、ステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置（いわゆるスキャニング・ステッパ）などが比較的多く用いられるようになってきた。

40

【0003】

しかるに、走査型露光装置では、ウエハ側に加え、レチクル側にも、レチクルを駆動する駆動装置が必要である。最近の走査型露光装置では、レチクルの駆動装置として、レチクル定盤上にエアベアリング等により浮上支持されたレチクルステージを、例えば一對の

50

リニアモータによって走査方向に所定ストローク範囲で駆動するとともに、走査方向及び非走査方向に微小駆動する装置が採用されている。また、レチクルの駆動装置としては、走査方向に直交する非走査方向（非スキャン方向）の両側に配置された一対のリニアモータによって、走査方向に所定ストローク範囲で駆動されるレチクル粗動ステージと、該レチクル粗動ステージに対して、スキャン方向及び非スキャン方向及びヨーイング方向にボイスコイルモータ等によって微小駆動されるレチクル微動ステージとを有する粗微動構造のステージ装置も用いられている。

【0004】

また、レチクルステージの駆動に応じてリニアモータの固定子に生じる反力がレチクル定盤の振動要因や姿勢変化の要因となるのを極力抑制するため、前記反力を受けて、運動量保存則に従って、レチクルステージとは反対方向に移動するカウンタマス（錘部材）を有するカウンタマス機構が設けられたレチクルステージ装置もある。

10

【0005】

この種の走査型露光装置が採用するレチクルステージ装置においては、レチクルステージを走査方向に駆動するために、一対のリニアモータの発生推力を、各リニアモータの推力の作用点とレチクルステージの重心との間の距離に応じて配分する必要がある。

【0006】

このように駆動する場合、各リニアモータの発生推力の反力により、カウンタマスがレチクルステージの移動方向と反対方向のみならず、水平面内で回転してしまう場合がある。

20

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0007】

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、少なくとも水平面内の第1軸方向に移動可能なステージ（RST）と；前記ステージの第1軸方向への移動による反力により前記ステージとは反対方向に移動するカウンタマス（20）と；前記ステージの重心位置と、前記カウンタマスの重心位置とを一致させるように移動する移動装置（75）と；を備えたことを特徴とするステージ装置である。

【0008】

これによれば、ステージの重心に駆動力を作用させた場合に、ステージとカウンタマスの重心が一致していることにより、ステージの移動に伴う反力がカウンタマスの重心に作用し、カウンタマスに水平面内での回転方向のトルクが生じないので、カウンタマスの回転による影響を受けることなく高精度なステージの移動を実現することができる。

30

【0009】

本発明は第2の観点からすると、マスクステージ（RST）に載置されたマスク（R）のパターンを基板ステージ（WST）に載置された基板（W）に転写する露光装置であって、前記マスクステージと前記基板ステージとの一方を前記ステージとして含む本発明のステージ装置を備えることを特徴とする露光装置である。

【0010】

これによれば、高精度な露光を実現することが可能である。

40

【0011】

なお、本発明を分かりやすく説明するために、一実施形態を表す図面の符号に対応付けて説明したが、本発明が当該実施形態に限定されるものでないことは言うまでもない。

【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5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の概略的な構成が示されている。この露光装置10は、ステップ・アンド・スキャン方式の走査型投影露光装置、すなわちいわゆるスキヤニング・ステッパである。

50

【0014】

この露光装置10は、照明ユニットIOP、マスクとしてのレチクルRをY軸方向に所定のストロークで駆動するとともに、X軸方向、Y軸方向及びz方向（Z軸回りの回転方向）に微少駆動するレチクルステージ装置12、投影光学系PL、基板としてのウエハWを保持してXY平面内でXY2次元方向に移動するウエハステージWST、及びこれらの制御系、並びに投影光学系PLなどが搭載されたボディBD等を備えている。

【0015】

前記照明ユニットIOPは、光源及び照明光学系を含み、その内部に配置された視野絞り（マスクキングブレード又はレチクルブラインドとも呼ばれる）で規定される矩形又は円弧状の照明領域にエネルギービームとしての照明光ILを照射し、回路パターンが形成されたレチクルRを均一な照度で照明する。ここでは、照明光ILとしては、ArFエキシマレーザ光（波長193nm）あるいはF₂レーザ光（波長157nm）などの真空紫外光が用いられるものとする。

10

【0016】

前記レチクルステージ装置12は、照明ユニットIOPの下方に配置されている。レチクルステージ装置12は、図1からわかるように、照明ユニットIOPの下方に所定間隔をあけて配置された、後述する第2コラム234の天板部を構成するレチクルステージ定盤16の上方に載置されている。

【0017】

レチクルステージ定盤16は、後述する第2コラム234を構成する例えば4本の脚241（但し、図1における紙面奥側の2本の脚241は図示省略）によって略水平に支持されている。このレチクルステージ定盤16は、概略板状の部材から成り、そのほぼ中央には、照明光ILを通過させるためのX軸方向を長手方向とする矩形開口16bがZ軸方向に連通状態で形成されている。このレチクルステージ定盤16の上面がレチクルステージRSTの移動面とされている。

20

【0018】

前記レチクルステージRSTは、レチクルステージ定盤16の上面（移動面）の上方に例えば数μm程度のクリアランスを介して浮上支持されている。このレチクルステージRST上には、レチクルRが、例えば真空吸着（又は静電吸着）により固定されている。レチクルステージRSTは、後述するレチクルステージ駆動系により、投影光学系PLの光軸AXに垂直なXY平面内で2次元的に（X軸方向、Y軸方向及びXY平面に直交するZ軸回りの回転方向（z方向）に）微少駆動可能であるとともに、レチクルステージ定盤16上を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。なお、レチクルステージ装置12の詳細な構成等については後に詳述する。

30

【0019】

前記投影光学系PLは、レチクルステージRSTの図1における下方でボディBDを構成する第1コラム232に保持されている。ここで、ボディBDの構成について説明する。

【0020】

ボディBDは、クリーンルームの床面F上に設置された第1コラム232と、この第1コラム232の上面に設置された第2コラム234とを備えている。第1コラム232は、4本の脚部237（但し、図1における紙面奥側の2本の脚部237は図示省略）と、これらの脚部237の上端面がその下端面にそれぞれ接続されるとともに、第1コラム232の天井を構成する鏡筒定盤238とを備えている。

40

【0021】

各脚部237は、床面に設置された支柱240と、この支柱240の上部に設けられた防振ユニット239とを備えている。各防振ユニット239によって、床面Fからの微振動がマイクロGレベルで絶縁され、鏡筒定盤238に殆ど伝達されないようになっている。鏡筒定盤238は、そのほぼ中央部に、不図示の円形開口が形成され、この開口内に投影光学系PLがその光軸AX方向をZ軸方向として上方から挿入されている。

50

【0022】

投影光学系 P L の鏡筒の高さ方向のほぼ中央部には、フランジ F L G が設けられ、該フランジ F L G を介して投影光学系 P L が鏡筒定盤 2 3 8 によって支持されている。鏡筒定盤 2 3 8 の上面には、投影光学系 P L を取り囲む位置に、前述の 4 本の脚 2 4 1 (但し、図 1 における紙面奥側の 2 本の脚 2 4 1 は図示省略) の下端が固定されており、これらの脚 2 4 1 の上部に前述のレチクルステージ定盤 1 6 が載置され、水平に支持されている。すなわち、レチクルステージ定盤 1 6 とこれを支持する 4 本の脚 2 4 1 とによって第 2 コラム 2 3 4 が構成されている。

【0023】

前記投影光学系 P L としては、ここでは両側テレセントリックな縮小系、かつ共通の Z 軸方向の光軸を有する複数枚の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 の投影倍率は、例えば 1 / 4 あるいは 1 / 5 である。このため、前述の如く、照明ユニット I O P からの照明光 I L によりレチクル R が照明されると、レチクル R に形成された前述の照明領域内の回路パターンが投影光学系 P L によりウエハ W 上の照明領域と共役な照明光 I L の照射領域 (露光領域) に縮小投影され、回路パターンの縮小像 (部分等立像) が転写形成される。

10

【0024】

前記ウエハステージ W S T は、ウエハホルダ 2 5 を介してウエハ W を真空吸着等により保持し、例えばリニアモータ等を含むウエハ駆動系 6 0 (図 1 では不図示、図 5 参照) によって、ステージベース B S の上面に沿って X Y 2 次元方向に自在に駆動されるようになってい 20
ている。ステージベース B S は、複数の防振ユニット 8 6 を介してほぼ水平に支持されており、防振ユニット 8 6 によって、床面 F からステージベース B S に伝達される微振動 (暗振動) が例えばマイクロ G レベルで絶縁されるようになっている。なお、この防振ユニット 8 6 として、ステージベース B S の一部に取り付けられた半導体加速度計等の振動センサの出力に基づいてステージベース B S を積極的に制振するいわゆるアクティブ防振装置を用いることも可能である。

20

【0025】

前記ウエハホルダ 2 5 の - Y 側の端部には、平面鏡から成る Y 移動鏡 5 6 Y が X 軸方向に延設されている。この Y 移動鏡 5 6 Y にほぼ垂直に Y 軸レーザ干渉計 5 7 Y からの測長ビームが投射され、その反射光が Y 軸レーザ干渉計 5 7 Y 内部のディテクタによって受光 30
され、 Y 軸レーザ干渉計 5 7 Y 内部の参照鏡の位置を基準として Y 移動鏡 5 6 Y の位置、すなわちウエハ W の Y 位置が検出される。

30

【0026】

同様に、ウエハホルダ 2 5 の + X 側の端部には、平面鏡から成る X 移動鏡が Y 軸方向に延設されている (不図示)。そして、この X 移動鏡を介して X 軸レーザ干渉計 5 7 X (図 1 では不図示、図 5 参照) によって上記と同様にして X 移動鏡の位置、すなわちウエハ W の X 位置が検出される。上記 2 つのレーザ干渉計の検出値 (計測値) は主制御装置 7 0 に供給され、主制御装置 7 0 では、上記 2 つのレーザ干渉計の検出値をモニタしつつウエハ駆動系を介してウエハステージ W S T の位置制御を行うようになっている。

【0027】

次にレチクルステージ装置 1 2 について詳細に説明する。図 2 には、レチクルステージ装置 1 2 の構成部分が平面図にて示されている。

40

【0028】

レチクルステージ装置 1 2 は、図 2 に示されるように、レチクルステージ定盤 1 6 上方に配置されたレチクルステージ R S T、及び該レチクルステージ R S T を取り囲む状態で、レチクルステージ定盤 1 6 上方に配置されたカウンタマス本体 2 0、及びレチクルステージ R S T を駆動するレチクルステージ駆動系等を備えている。

【0029】

前記カウンタマス本体 2 0 は、図 2 から分かるように、平面視矩形の枠状の形状を有し、下面の四隅近傍に設けられた差動排気型の気体静圧軸受 3 4 により、レチクルステージ 50

50

定盤 16 上面に対して非接触で支持されている。このため、このカウンタマス本体 20 は、水平方向の力の作用により自由運動を行う。

【0030】

このカウンタマス本体 20 の + X 側端面には、図 2 に示されるように、2 つのトリムモータ TM 1, TM 2 の可動子 88 a₁, 88 a₂ の一端が固定されている。そしてこれら可動子 88 a₁, 88 a₂ には、固定子 88 b₁, 88 b₂ が係合しており、可動子 88 a₁ 及び固定子 88 b₁ によって、カウンタマス本体 20 を X 軸方向に微小駆動して、カウンタマス本体 20 の X 軸方向の位置調整を行うトリムモータ TM 1 が構成され、可動子 88 a₂ 及び固定子 88 b₂ によって、カウンタマス本体 20 を X 軸方向に微小駆動して、カウンタマス本体 20 の X 軸方向の位置調整を行うトリムモータ TM 2 が構成されている。各モータの発生推力を異ならせることによりカウンタマス本体 20 を Z 軸回りの回転方向に微小駆動することも可能である。

10

【0031】

また、カウンタマス本体 20 の + Y 側端面には、トリムモータ TM 3 の可動子 88 a₃ の一端が固定されている。そして該可動子 88 a₃ には固定子 88 b₃ が係合しており、可動子 88 a₃、固定子 88 b₃ によって、カウンタマス本体 20 を Y 軸方向に微小駆動して、カウンタマス本体 20 の Y 軸方向の位置調整を行うトリムモータ TM 3 が構成されている。

【0032】

トリムモータ TM 1 ~ TM 3 を構成する各固定子 88 b₁, 88 b₂, 88 b₃ は、レチクルステージ定盤 16 とは物理的に分離された状態で床面 F 上で支持された平面視（上方から見て）略 L 字状の支持部材 89 に支持されている。

20

【0033】

前記カウンタマス本体 20 の内部空間（枠内）には、- X 側端部近傍、+ X 側端部近傍に Y 軸方向に伸びる Y 軸固定子 22 a、22 b がそれぞれ配置され、これら Y 軸固定子 22 a、22 b の内側に Y 軸方向に伸びる Y 軸ガイド 24 a, 24 b がそれぞれ配置されている。

【0034】

これら Y 軸固定子 22 a、22 b 及び Y 軸ガイド 24 a, 24 b それぞれの + Y 側の端部は、カウンタマス本体 20 の + Y 側の辺の内壁面に固定され、それぞれの - Y 側の端部は、カウンタマス本体 20 の - Y 側の辺の内壁面に固定されている。すなわち、これら Y 軸固定子 22 a、22 b 及び Y 軸ガイド 24 a, 24 b は、カウンタマス本体 20 の + Y 側辺と - Y 側辺の相互間に架設されている。この場合、Y 軸固定子 22 a, 22 b は平面視で図 2 における左右対称に配置され、Y 軸ガイド 24 a, 24 b は平面視で図 2 における左右対称に配置されている。

30

【0035】

前記 Y 軸固定子 22 a、22 b のそれぞれは、X Z 断面 T 字状の形状を有し、Y 軸方向に沿って所定ピッチで配置された複数の電機子コイルを有する電機子ユニットから成る。

【0036】

前記 Y 軸ガイド 24 a, 24 b は、X Z 断面矩形の形状を有し、その周囲の四面（上面、下面、右側面、左側面）の平坦度が高く設定されている。

40

【0037】

前記レチクルステージ R S T は、図 2 に示されるように、Y 軸ガイド 24 a, 24 b に沿って移動するレチクル粗動ステージ 28 と、該レチクル粗動ステージ 28 に対して X 軸方向、Y 軸方向及び z 方向（Z 軸回りの回転方向）に 3 つのアクチュエータ（ボイスコイルモータ）54 a, 54 b, 54 c により微小駆動されるレチクル微動ステージ 30 とを備えている。

【0038】

これを更に詳述すると、前記レチクル粗動ステージ 28 は、平面視（上方から見て）逆 U 字状の形状を有し、その U 字の両端部（Y 軸方向を長手方向とする部分）が、不図示で

50

はあるが X Z 断面が矩形棒状で Y 軸方向に伸び、その内部に Y 軸ガイド 24 a , 24 b がそれぞれ挿入された状態となっている。これら U 字の両端部それぞれの内面 (4 面) には、複数の差動排気型の気体静圧軸受が設けられており、これら複数の差動排気型の気体静圧軸受により、Y 軸ガイド 24 a、24 b と粗動ステージとの Z 軸方向及び X 軸方向の間隔が数 μm 程度に維持されるようになっている。また、レチクル粗動ステージ 28 の - X 側端面及び + X 側端面には、磁極ユニットから成る Y 軸可動子 48 a , 48 b が設けられている。

【0039】

前記 Y 軸可動子 48 a , 48 b は、図 2 に示されるように、前述した一对の Y 軸固定子 22 a , 22 b にそれぞれ係合し、レチクルステージ R S T を Y 軸方向に駆動する、ムービングマグネット型の電磁力駆動リニアモータから成る一对の Y 軸リニアモータ L M a , L M b を、それぞれ構成する。なお、Y 軸リニアモータ L M a , L M b として、ムービングコイル型のリニアモータを用いても良い。

10

【0040】

前記レチクル微動ステージ 30 は、真空チャックや静電チャック等から成るレチクルホルダを備え、該レチクルホルダによってレチクル R が吸着保持されている。このレチクル微動ステージ 30 上面の - X 側端部には、X 軸移動鏡 62 X が Y 軸方向に延設されており、レチクル微動ステージ 30 の - Y 側端部には、Y 軸移動鏡 (たとえば、一对のレトロリフレクタ等から構成される) 62 Y 1、62 Y 2 が設けられている。

【0041】

レチクル微動ステージ 30 と前述のレチクル粗動ステージ 28 との間には、3 つの水平駆動用のボイスコイルモータ 54 a ~ 54 c が設けられている。これらのボイスコイルモータ 54 a ~ 54 c のうち、1 つのボイスコイルモータ 54 c は、図 2 に示されるように、レチクル微動ステージ 30 の + X 側に設けられ、その他 2 つのボイスコイルモータ 54 a , 54 b は、レチクル微動ステージ 30 の + Y 側に設けられている。

20

【0042】

これらのボイスコイルモータ 54 a ~ 54 c のそれぞれは、レチクル粗動ステージ 28 側に固定された側面視 T 字状の電機子ユニットから成る固定子と、レチクル微動ステージ 30 側に固定され、前記固定子に対して、図 2 中の矢印方向に微小駆動される磁極ユニットから成る可動子とを有している。すなわち、レチクル微動ステージ 30 は、ボイスコイルモータ 54 c により、レチクル粗動ステージ 28 に対して X 軸方向に微小駆動されるとともに、ボイスコイルモータ 54 a , 54 b により、レチクル粗動ステージ 28 に対して Y 軸方向及び z 方向に微小駆動されるようになっている。

30

【0043】

レチクル微動ステージ 30 上の X 軸移動鏡 62 X の反射面に向けて X 軸干渉計 69 X からの干渉計ビームが照射され、干渉計ではその反射光を受光して基準面に対する相対変位を計測することにより、レチクル微動ステージ 30 の X 軸方向に関する位置を計測する。

【0044】

一方、レチクル微動ステージ 30 上の一对の Y 軸移動鏡 62 Y 1 , 62 Y 2 の反射面に向けて、一对のダブルパス干渉計 (以下、Y 軸干渉計と呼ぶ) 69 Y 1 , 69 Y 2 からの干渉計ビームが照射される。各干渉計ビームは、Y 軸移動鏡 62 Y 1 , 62 Y 2 を介して、レチクルステージ定盤 16 上に設けられた反射面 21 a , 21 b に照射され、該反射面 21 a , 21 b で反射したそれぞれの反射光が同一光路を戻り、それぞれの Y 軸干渉計で受光され、それぞれの Y 軸移動鏡 62 Y 1 , 62 Y 2 の基準位置からの Y 軸方向に関する相対位置が計測される。また、Y 軸干渉計 69 Y 1 , 69 Y 2 による各計測結果に基づいて、レチクル微動ステージ 30 のヨーイング量 (z 回転量) を計測することが可能となっている。

40

【0045】

各干渉計 69 X , 69 Y 1 , 69 Y 2 の計測値は、図 5 の主制御装置 70 に供給され、該主制御装置 70 によって前述のリニアモータ L M a , L M b、ボイスコイルモータ 54

50

a ~ 5 4 c が制御され、レチクル微動ステージ 3 0 の 3 自由度方向の位置及び姿勢制御が行われるようになっている。なお、図 1 においては、代表的に干渉計 6 9 Y 2 が図示されている。

【 0 0 4 6 】

ここで、一方のリニアモータ L M b には、可動子と固定子との X 軸方向及び Y 軸方向に関する位置関係を検出するための 2 次元エンコーダ E N C 1 が設けられている（図 5 参照）。この場合、リニアモータ L M b の可動子 4 8 b に 2 次元エンコーダ E N C 1 を構成するヘッド H 1 が設けられ、リニアモータ L M b の固定子 2 2 b に 2 次元エンコーダ E N C 1 を構成する 2 次元スケール S 1 が設けられている。

【 0 0 4 7 】

また、カウンタマス本体 2 0 の下面（+ Y 側端部近傍）とレチクルステージ定盤 1 6 の上面との間にも、2 つの 2 次元エンコーダ E N C 2 a、E N C 2 b が設けられている。この場合、カウンタマス本体 2 0 の下面にヘッド H 2 a、H 2 b が設けられ、レチクルステージ定盤 1 6 の上面に 2 次元スケール S 2 a、S 2 b が設けられている。

【 0 0 4 8 】

各エンコーダ E N C 1、E N C 2 a、E N C 2 b による計測結果は図 5 の主制御装置 7 0 に送られるようになっている。主制御装置 7 0 では、レチクル粗動ステージ 2 8 のレチクルステージ定盤 1 6 基準の位置を、カウンタマス本体 2 0 とレチクルステージ定盤 1 6 との相対位置関係を計測する 2 次元エンコーダ E N C 2 a、E N C 2 b による検出結果と、レチクル粗動ステージ 2 8 とカウンタマス本体 2 0 との相対位置関係を計測するエンコーダ E N C 1 による検出結果とに基づいて検出する。

【 0 0 4 9 】

ところで、本実施形態のレチクルステージ装置 1 2 においては、図 2 に示されるように、カウンタマス本体 2 0 の + X 側端部近傍に補助マス 7 5 が設けられている。この補助マス 7 5 は、X 軸駆動用のリニアモータ 7 7 を介してカウンタマス本体 2 0 に取り付けられており、該リニアモータ 7 7 を介して、X 軸に沿って駆動されるようになっている。

【 0 0 5 0 】

補助マス 7 5 の + X 側面には反射面が形成されており、該反射面に対向するように補助マス 7 5 の + X 側に設けられた干渉計 7 9 により補助マスの X 軸方向に関する位置が検出され、その検出値が主制御装置 7 0（図 5 参照）に出力されるようになっている。

【 0 0 5 1 】

なお、本実施形態においては、レチクルステージ R S T の Y 軸に沿った移動により、リニアモータ L M a、L M b の固定子 2 2 a、2 2 b に反力が作用し、リニアモータ L M a、L M b の固定子 2 2 a、2 2 b、カウンタマス本体 2 0、及びガイド 2 4 a、2 4 b を含む構造体がレチクルステージ R S T とは反対方向に移動するようになっている。従って、以下においては、この構造体をレチクルステージ用カウンタマスと呼ぶものとする。また、レチクルステージ用カウンタマスと補助マス 7 5 及び該補助マス 7 5 を駆動するリニアモータ 7 7 とを含んでカウンタマス全体と呼ぶものとする。

【 0 0 5 2 】

次に、前述した補助マス 7 5 をカウンタマス本体 2 0 に設けた理由等について、図 3（A）、図 3（B）及び図 4 に基づいて説明する。

【 0 0 5 3 】

図 3（A）には、レチクルステージ R S T の重心 G R とレチクルステージ用カウンタマス（但し、図 3（A）では補助マス 7 5 が設けられていない状態が図示されている）の重心 G C の X 軸方向に関する位置関係等が模式的に示されている。この図 3（A）の上半部の図に示されるように、レチクルステージ R S T の重心 G R の位置は、リニアモータ L M a、L M b が推力を発生する点（作用点）A、作用点 B から等距離の位置には存在しないものとし、図 3（A）に示されるように、作用点 A からの距離が a、作用点 B からの距離が b（ $b < a$ ）であるものとする。

【 0 0 5 4 】

10

20

30

40

50

このような場合に、レチクルステージ R S T (の重心) に対して Y 軸に平行な方向の推力を作用させるためには、それぞれのリニアモータ L M a , L M b に、次式 (1) に示される関係を満たすような推力 F a , F b を発生させる必要がある。

【 0 0 5 5 】

$$F a \times a = F b \times b \dots (1)$$

この場合、図 3 (A) の下半部の図に示されるように、リニアモータ L M a , L M b の固定子には、各リニアモータ L M a , L M b が発生した推力の反力 (- F a 及び - F b) が作用するようになっている。ここで、図 3 (A) に示されるように、重心 C G の位置が作用点 A から距離 a ' で、かつ作用点 B から距離 b ' の位置にあり、レチクルステージ R S T の重心 G R とレチクルステージ用カウンタマスの重心 G C との X 軸方向位置が一致していない場合には、モーメントの関係からレチクルステージ用カウンタマスの重心 G C に時計回り方向のトルクが生じてしまうことになる。

10

【 0 0 5 6 】

この時計回り方向のトルクが生じると、レチクルステージ R S T の重心 G R に Y 軸方向の推力を作用させているにもかかわらず、レチクルステージ R S T を Y 軸方向に並進させることができなくなる。

【 0 0 5 7 】

そこで、本実施形態では、上記トルクの発生を防止するために、レチクルステージ用カウンタマスの重心 G C から距離 L だけ離れた位置に補助マス 7 5 を設けることにより、図 3 (B) に示されるように、カウンタマス全体の重心を (a - a ') だけずらし、カウンタマス全体の重心 G C ' とレチクルステージ R S T の重心とを一致させる (静的な重心を一致させる) こととしている。ここで、レチクルステージ R S T の重心位置とカウンタマス全体の重心 G C ' とを一致させるとは、それぞれの重心位置を一致させるのみならず、所定の軸方向に関して一致させる場合も含んでいる。

20

【 0 0 5 8 】

この場合の距離 L は、重心回りの M₁ と M₂ とのモーメントの釣り合いから、次式 (2) にて求められる。

【 0 0 5 9 】

$$L = (M_1 + M_2) (a - a ') / M_2 \dots (2)$$

【 0 0 6 0 】

ところで、レチクルステージ R S T では、レチクル微動ステージ 3 0 がボイスコイルモータ 5 4 c により X 軸方向に微小駆動されることから、これに応じて、レチクルステージ R S T の重心 G R も X 軸方向に移動する。

30

【 0 0 6 1 】

図 4 の上半部の図には、レチクルステージ R S T の重心 G R が x だけ移動した状態が模式的に示されている。この場合の、レチクルステージ R S T の重心 G R の移動量は、レチクル微動ステージ 3 0 の X 軸方向に関する位置を検出する X 軸干渉計 6 9 X の検出結果に基づいて算出できる。

【 0 0 6 2 】

この場合、レチクルステージ R S T の重心 G R の移動に追従するように、カウンタマス全体の重心 G C ' を移動させる必要があるので、補助マス 7 5 をリニアモータ 7 7 を介して y だけ移動する。この場合における補助マス 7 5 の移動量 y は、重心回りの M₁ と M₂ とのモーメントの釣り合いから、次式 (3) にて求めることができる。

40

【 0 0 6 3 】

$$y = L - (M_1 + M_2) (a - a ' - x) / M_2 \dots (3)$$

【 0 0 6 4 】

また、この式 (3) と上述した式 (2) とにより、次式 (4) が得られる。

【 0 0 6 5 】

$$y = (M_1 + M_2) x / M_2 \dots (4)$$

【 0 0 6 6 】

50

従って、本実施形態においては、レチクルステージ R S T の重心の移動量 x に応じて、式 (4) に基づいて、補助マス 75 を y だけ駆動することにより、レチクルステージ R S T の重心 (動的な重心) G R とカウンタマス全体の重心 (動的な重心) G C ' との X 軸方向に関する位置を常に一致させるようにしている。

【0067】

このようにすることで、リニアモータ L M a、L M b による反力がカウンタマス全体の重心 G C ' に作用するようになっているので、図 3 (A) のように、補助マス 75 を設けない場合において発生していたカウンタマス全体の回転を防止することが可能となっている。

【0068】

上述のように構成された本実施形態の露光装置 10 によると、通常のスキャニング・ステップと同様に、レチクルアライメント、不図示のアライメント系のベースライン計測、並びに E G A (エンハnst・グローバル・アライメント) 方式のウエハアライメント等の所定の準備作業が行われた後、以下のようにしてステップ・アンド・スキャン方式の露光動作が行なわれる。

【0069】

まず、ウエハ W の X Y 位置が、ウエハ W 上の最初のショット領域 (ファースト・ショット) の露光のための走査開始位置 (加速開始位置) となるように、ウエハステージ W S T が移動される。同時に、レチクル R の位置が走査開始位置となるように、レチクルステージ R S T が移動される。そして、2次元エンコーダ E N C 1, E N C 2 a, E N C 2 b、X 軸干渉計 69 X、Y 軸干渉計 69 Y 1, 69 Y 2 によって計測されたレチクル R の位置情報、及びウエハ側の Y 軸レーザ干渉計 57 Y 及び X 軸レーザ干渉計によって計測されたウエハ W の位置情報に基づき、レチクル R (レチクルステージ R S T) とウエハ W (ウエハステージ W S T) とを同期移動させることにより、走査露光が行なわれる。

【0070】

このようにして、最初のショット領域に対するレチクルパターンの転写が終了すると、ウエハステージ W S T が非走査方向 (X 軸方向) に 1 ショット領域分だけステップングされた後、次のショット領域に対する走査露光が行なわれる。このようにして、ショット間ステップング動作と走査露光とが順次繰り返され、ウエハ W 上に複数のショット領域にレチクル R のパターンが転写される。

【0071】

上記の走査露光に際して、主制御装置 70 によりウエハステージ W S T に対するレチクルステージ R S T の追従制御が行われるが、この際にレチクルステージ R S T の移動に伴う反力が、上記カウンタマス全体の移動によりキャンセルされている。

【0072】

また、上述したように、レチクル微動ステージ 30 の X 軸方向に関する移動に追従して、補助マス 75 を X 軸方向に移動し、レチクルステージ R S T の重心 G R とカウンタマス全体の重心 G C ' とを一致させるようにしている。

【0073】

従って、本実施形態では、レチクルステージ R S T の駆動時に、該レチクルステージ R S T の駆動に伴って生じる反力 (X 軸方向及び Y 軸方向の反力) を確実にキャンセルし、かつ反力に起因するヨーイングモーメントの発生を防止することができるので、レチクルステージ R S T の駆動に伴う振動を抑制し、かつ、高精度なレチクルステージ R S T の移動及び位置決めを実現することが可能となっている。

【0074】

また、本実施形態では、上記の反力キャンセルのため、レチクルステージ定盤 16 上方をレチクルステージ用カウンタマスが移動する際に、その基準位置からのずれ量が許容値を超えないように、例えば露光に影響を与えない適宜なときに、主制御装置 70 により前述の 3 つのトリムモータ T M 1, T M 2, T M 3 を用いてカウンタマス本体 20 を所定の基準位置に戻すようになっている。

10

20

30

40

50

【0075】

この場合、トリムモータ $TM1$ 、 $TM2$ 、 $TM3$ がボディ BD とは振動的に分離された支持定盤 69 により支持されているので、各モータの固定子に発生する振動は、床面 F に逃がされるようになっており、投影光学系 PL 等への振動の伝達が防止されている。

【0076】

以上詳細に説明したように、本実施形態のレチクルステージ装置 12 によると、 Y 軸方向に移動可能なレチクルステージ RST の重心 GR の位置（本実施形態では X 軸方向に関する位置）と、レチクルステージ RST の Y 軸方向への移動による反力によりレチクルステージ RST とは反対方向に移動するカウンタマス全体の重心 GC' の位置（ X 軸方向に関する位置）とを一致させるように、補助マス 75 をリニアモータ 77 を介して X 軸方向に移動するので、レチクルステージ RST の重心位置が移動した場合であっても、補助マス 75 の移動によりカウンタマス全体の重心 GC' をレチクルステージ RST の重心 GR に追従させることができるので、カウンタマス全体 GC' に水平面内の回転方向のトルクが生じることがなく、レチクルステージ RST を高精度で移動し、かつ位置決めすることが可能となる。

10

【0077】

また、本実施形態の露光装置によると、高精度な移動及び位置決めが可能なステージ装置をレチクルステージ装置として備えているので、レチクルの移動及び位置決めを高精度で行うことができ、露光精度を向上することが可能となる。

【0078】

また、レチクルステージ RST に設けられた移動鏡 $62X$ にビームを照射してレチクルステージ RST の X 軸方向に関する位置を計測するレーザ干渉計のビームと干渉しない位置に、補助マス 75 を設けているので、高精度なレチクルステージの位置検出及び位置決めを実現することができる。

20

【0079】

なお、上記実施形態では、補助マスを $+X$ 側端部近傍にのみ設ける場合について説明したが、これに限らず、 X 軸方向の両側（ $+X$ 側端部近傍及び $-X$ 側端部近傍）に一对の補助マスを設け、各補助マスの位置又は質量を調整することにより、カウンタマス全体の重心をレチクルステージの重心と一致させるようにしても良い。

【0080】

なお、上記実施形態では、補助マス 75 を X 軸方向に駆動する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、補助マスを Z 軸方向に駆動することとしても良い。

30

【0081】

例えば、図 6 に示されるように、補助マス 75 の上面に Z 軸方向に駆動可能な補助マス $75B$ を設け、カウンタマス本体 20 の $-X$ 側端部近傍に補助マス $75C$ を設けることとしても良い。この場合、補助マス $75B$ 、 $75C$ には、 Z 軸方向の駆動力を発生する一对のボイスコイルモータ 74 が接続されており、該ボイスコイルモータ 74 により、 Z 軸方向に駆動されるようになっている。

【0082】

このような構成を採用することにより、まず、補助マス $75B$ 、 $75C$ を所定の高さ位置に設定することにより、レチクルステージ RST の重心の Z 軸方向に関する位置とカウンタマス全体の重心の Z 軸方向に関する位置とを一致させる（静的な重心を一致させる）こととし、レチクルステージ RST の重心の Z 位置が何らかの要因により変更された場合には、適宜、補助マス $75B$ 、 $75C$ を Z 軸に沿って駆動することにより、レチクルステージ RST の重心の Z 軸方向に関する位置とカウンタマス全体の重心の Z 軸方向に関する位置とを一致させる（動的な重心位置を一致させる）こととすることができる。

40

【0083】

この場合のレチクルステージ RST の重心の Z 位置の変更は、例えば、レチクル微動ステージ 30 がレチクル粗動ステージ 28 に対して 6 自由度で移動可能な場合において、レ

50

チクル微動ステージ 30 の Z 位置が変更された場合や、レチクルステージ R S T が保持するレチクル R の重量の変化による重心位置の変更等が考えられる。

【0084】

なお、図 6 のような構成に限らず、図 7 に示されるように、補助マス 75 とは別に、カウンタマス本体 20 の - X 側端部及び + X 側端部に補助マス 75 B , 75 C を設けることとしても良い。このような構成を採用する場合にも、まず、補助マス 75 B , 75 C を所定の高さ位置に設定することにより、レチクルステージ R S T の重心の Z 軸方向に関する位置とレチクルステージ用カウンタマスの重心の Z 軸方向に関する位置とを一致させ（静的な重心位置を一致させ）、レチクルステージ R S T の重心の Z 位置が何らかの要因により変更された際には、適宜、補助マス 75 B , 75 C を Z 軸に沿って駆動することにより、レチクルステージ R S T の重心の Z 軸方向に関する位置カウンタマス全体の重心の Z 軸方向に関する位置とを一致させる（動的な重心位置を一致させる）こととすることができる。

10

【0085】

なお、上記実施形態で説明した X 軸方向に移動可能な補助マス 75 を設けずに、Z 軸方向に移動可能な補助マス 75 B、75 C のみを設けることとしても良い。また、補助マス 75 が X 軸方向及び Z 軸方向に駆動自在な構成を採用することとしても良い。

【0086】

なお、上記実施形態では、レチクルステージがレチクル微動ステージとレチクル粗動ステージとで構成される場合について説明したが、これに限らず、レチクルステージを一体物で構成し、該レチクルステージの所定方向の微動に伴う重心の移動に応じて、補助マスを駆動することとしても良い。

20

【0087】

なお、上記実施形態では、レチクルステージ装置に本発明のステージ装置を採用した場合について説明したが、これに限らず、ウエハステージ装置に本発明のステージ装置を採用することも可能である。

【0088】

すなわち、例えば、図 8 (A) に示されるように、ウエハステージ装置にカウンタマス本体 20 ' を設けることとし、カウンタマス本体 20 ' の内壁面 (4 面) それぞれに、ウエハステージ W S T を駆動するリニアモータ L M 1 ~ L M 4 の固定子を固定する。そして、カウンタマス本体 20 ' の四隅のうちの 1 箇所 (図 8 (A) では、+ X 側かつ - Y 側の端部) に、リニアモータ 177 X , 177 Y により X Y 方向に移動可能とされた補助マス 75 ' を設ける。

30

【0089】

この場合、補助マス 75 ' の X Y 面内の位置を所定位置に設定することによりカウンタマスとウエハステージの静的な重心を合わせることとし、ウエハステージ W S T が例えば図 8 (B) に示されるように、+ X 方向かつ - Y 方向に移動した場合には、ウエハステージ W S T の重心とカウンタマス全体の重心とが一致するように、補助マス 75 ' をリニアモータ 177 X , 177 Y を介して + X かつ - Y 方向に移動させるようにする (静的な重心を合わせる) 。

40

【0090】

なお、ウエハステージ装置に採用される場合の補助マスの構成は、図 8 (A)、図 8 (B) の構成に限らず、図 9 (A) に示されるような構成を採用することも可能である。すなわち、カウンタマス本体 20 ' の四隅近傍に、補助マス 175 A , 175 B , 175 C , 175 D をそれぞれ設けることとし、リニアモータにより補助マス 175 A、175 C が Y 軸方向に、補助マス 175 B、175 D が X 軸方向に移動可能に設定する。これにより、例えば図 9 (B) のようにウエハステージ W S T を + X 方向かつ - Y 方向に移動した際にも、ウエハステージの重心移動に追従して、各補助マス 175 A ~ 175 D を駆動し、カウンタマス全体の重心をウエハステージの重心に一致させる (動的な重心を一致させる) ことができる。

50

【0091】

なお、ウエハステージ装置及びレチクルステージ装置のいずれか一方に本発明のステージ装置を採用する場合に限らず、本発明のステージ装置をウエハステージ装置とレチクルステージ装置の両方に採用することとしても良い。

【0092】

なお、上記実施形態では、レーザ干渉計と2次元エンコーダを用いて、レチクルステージとカウンタマスの位置を検出する場合について説明したが、本発明がこれに限らず、レーザ干渉計のみを用いる場合、又は2次元エンコーダのみを用いる場合のいずれかを採用することとしても良い。また、上記実施形態では、補助マスの位置をレーザ干渉計を用いて検出することとしたが、エンコーダ又はその他の計測装置を用いて補助マスの位置を検出することとしても良い。

10

【0093】

また、上記実施形態ではカウンタマス側に補助マスを設けることにより、ステージの重心とカウンタマスの重心とを一致させる場合について説明したが、これに限らず、ステージ側に補助マスを設けることにより、ステージの重心とカウンタマスの重心とを一致させるようにしても良い。

【0094】

また、上記実施形態では、レチクルステージを構成するレチクル微動ステージがレチクル粗動ステージに対してX、Y、z方向に微小駆動される場合について説明したが、これに限らず、Z軸駆動用のボイスコイルモータ等の微動機構を設けることにより、Z、x、y方向にレチクル微動ステージを微小駆動することとしても良い。

20

【0095】

なお、上記実施形態では、本発明に係るステージ装置が真空紫外光を用いた走査型の露光装置のレチクルステージ装置に適用された場合について説明したが、これに限らず、本発明に係るステージ装置は、投影光学系を用いることなくマスクと基板とを密着させてマスクパターンを基板に転写するプロキシミティタイプのアライナーのマスクステージ装置や、液晶用の一括転写方式の走査型露光装置などのマスクステージ装置あるいはプレートステージ装置などに好適に適用できる。その他、E B P S方式の電子線露光装置、波長5~30nm程度の軟X線領域の光を露光光として用いるいわゆるE U V L等の露光装置にも本発明に係るステージ装置は適用できる。

30

【0096】

また、露光装置に限らず、その他の精密機械などにも本発明に係るステージ装置は好適に適用できる。

【0097】

また、上記実施形態では、投影光学系P Lとして縮小系を用いる場合について説明したが、投影光学系は等倍系および拡大系のいずれでも良い。また、いわゆるカタディオプトリック系(反射屈折系)、あるいは反射光学素子のみから成る反射系を用いても良い。

【0098】

なお、上記実施形態例では、本発明が半導体製造用の露光装置に適用された場合について説明したが、これに限らず、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、薄膜磁気ヘッド、撮像素子、有機E L、マイクロマシン、DNAチップなどを製造するための露光装置などにも本発明は広く適用できる。

40

【0099】

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。

【0100】

なお、例えば国際公開W O 9 9 / 4 9 5 0 4号などに開示される、投影光学系P Lとウエハとの間に液体が満たされる液浸露光装置に本発明を適用しても良い。

50

【産業上の利用可能性】

【0101】

以上説明したように、本発明のステージ装置は、ステージを少なくとも水平面内の第1軸方向に移動するのに適している。また、本発明の露光装置は、マスクステージに載置されたマスクのパターンを基板ステージに載置された基板に露光するのに適している。

【図面の簡単な説明】

【0102】

【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のレチクルステージ装置の平面図である。

【図3】図3(A)はレチクルステージとレチクルステージ用カウンタマスの重心位置の関係等を模式的に示す図であり、図3(B)はレチクルステージとカウンタマス全体の静的な重心を一致させた場合を模式的に示す図である。

10

【図4】レチクルステージとカウンタマス全体の動的な重心を一致させた場合を模式的に示す図である。

【図5】図1の露光装置の制御系を示す図である。

【図6】補助マスの変形例(その1)である。

【図7】補助マスの変形例(その2)である。

【図8】図8(A)、図8(B)は、カウンタマス本体及び補助マスをウエハステージ装置に採用した場合(その1)を示す図である。

【図9】図9(A)、図9(B)は、カウンタマス本体及び補助マスをウエハステージ装置に採用した場合(その2)を示す図である。

20

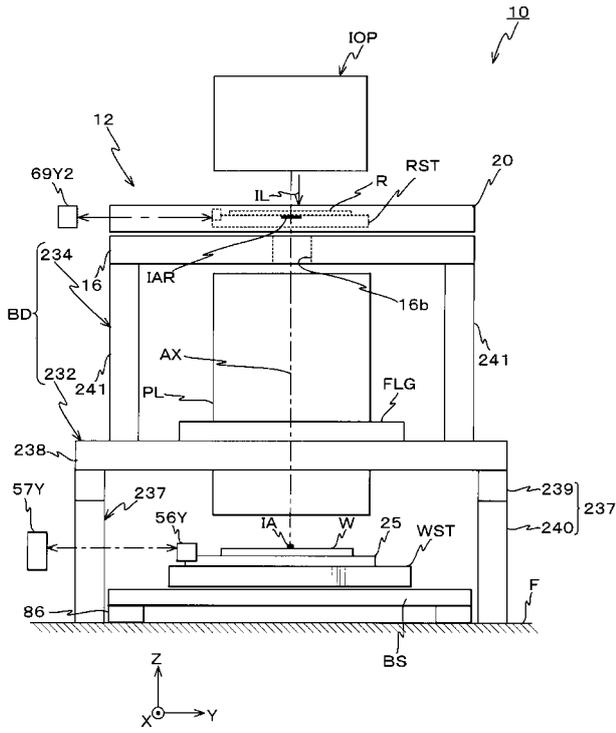
【符号の説明】

【0103】

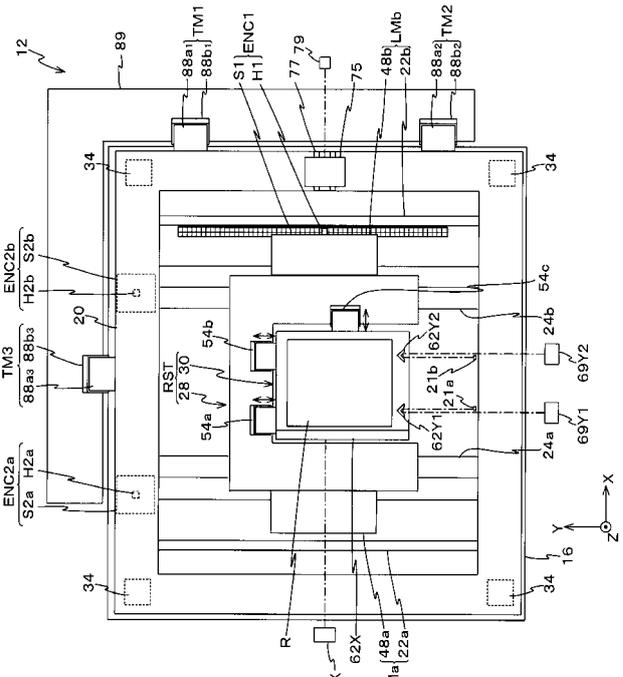
10...露光装置、12...レチクルステージ装置(ステージ装置)、18...カウンタマス本体(カウンタマスの一部)、22a, 22b...固定子(カウンタマスの一部)、24a, 24b...Y軸ガイド(カウンタマスの一部)、28...レチクル粗動ステージ(粗動ステージ)、30...レチクル微動ステージ(微動ステージ)、69X...X軸干渉計(位置計測装置)、75...補助マス(移動装置)、R...(マスク)、RST...レチクルステージ(ステージ、マスクステージ)、W...ウエハ(基板)、WST...ウエハステージ(基板ステージ)。

30

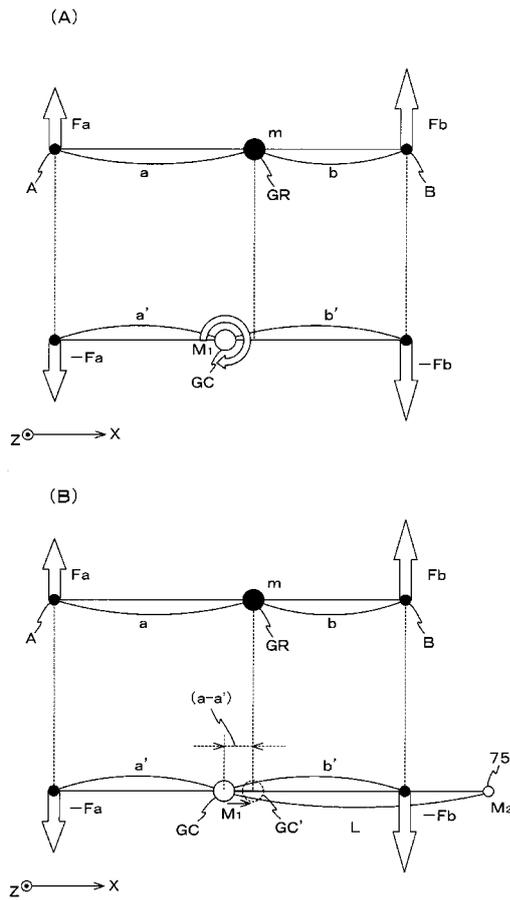
【 図 1 】



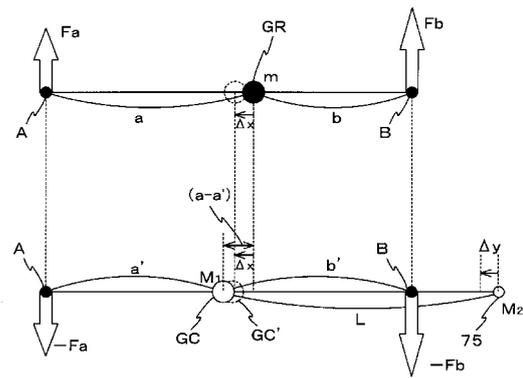
【 図 2 】



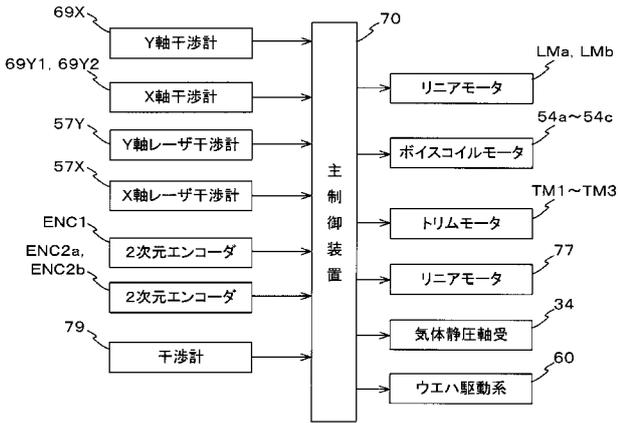
【 図 3 】



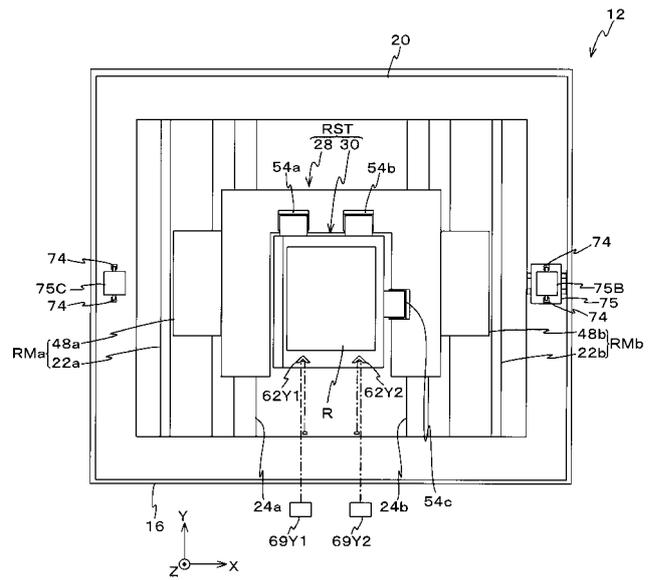
【 図 4 】



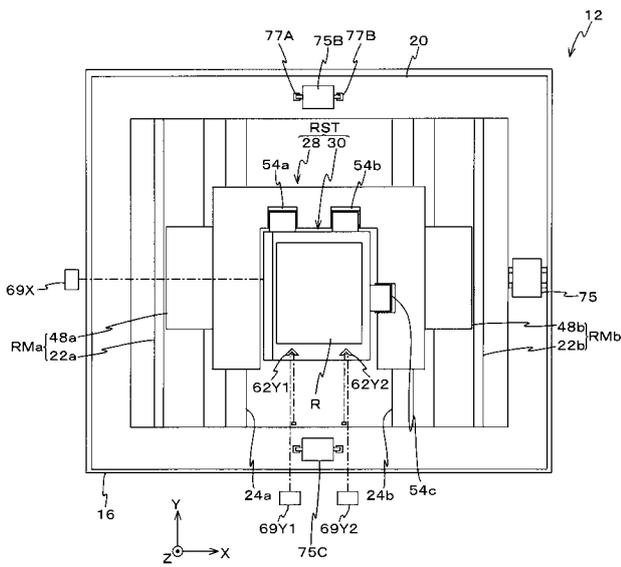
【 図 5 】



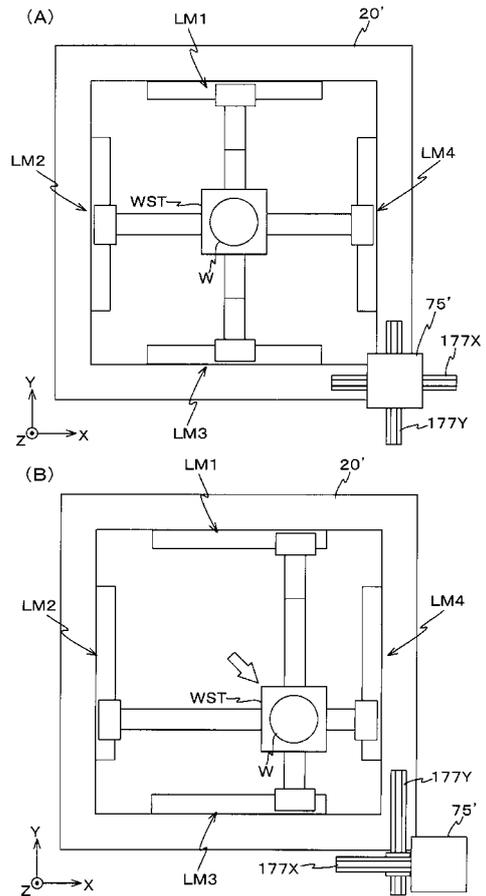
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】

