

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3630964号  
(P3630964)

(45) 発行日 平成17年3月23日(2005.3.23)

(24) 登録日 平成16年12月24日(2004.12.24)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F I

G 1 2 B 5/00  
H O 1 L 21/027  
H O 1 L 21/68G 1 2 B 5/00 T  
H O 1 L 21/68 K  
H O 1 L 21/30 5 O 3 A  
H O 1 L 21/30 5 1 5 G

請求項の数 15 (全 17 頁)

|           |                        |           |                     |
|-----------|------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願平9-359832            | (73) 特許権者 | 000001007           |
| (22) 出願日  | 平成9年12月26日(1997.12.26) |           | キヤノン株式会社            |
| (65) 公開番号 | 特開平11-190786           |           | 東京都大田区下丸子3丁目30番2号   |
| (43) 公開日  | 平成11年7月13日(1999.7.13)  | (74) 代理人  | 100090538           |
| 審査請求日     | 平成14年5月23日(2002.5.23)  |           | 弁理士 西山 恵三           |
|           |                        | (74) 代理人  | 100096965           |
|           |                        |           | 弁理士 内尾 裕一           |
|           |                        | (72) 発明者  | 是永 伸茂               |
|           |                        |           | 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ |
|           |                        |           | ノン株式会社内             |
|           |                        | (72) 発明者  | 藪 修一                |
|           |                        |           | 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ |
|           |                        |           | ノン株式会社内             |
|           |                        | 審査官       | 井上 昌宏               |
|           |                        |           | 最終頁に続く              |

(54) 【発明の名称】 ステージ装置、およびこれを用いた露光装置ならびにデバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

移動可能なステージと、該ステージを支持する定盤と、該ステージを駆動する駆動手段と、  
該ステージの移動に伴って発生する反力を軽減するようにモーメントを発生するロータ  
とを備えたことを特徴とするステージ装置。

【請求項2】

前記ステージの移動に伴って発生する反力を受ける部材に前記ロータを設けたことを特徴  
とする請求項1記載のステージ装置。

【請求項3】

前記反力を受ける部材は、前記ステージを支持する定盤であることを特徴とする請求項2  
記載のステージ装置。 10

【請求項4】

前記反力を受ける部材は、前記ステージと独立に配置された反力受けであることを特徴と  
する請求項2記載のステージ装置。

【請求項5】

前記反力受けは、床と一体に固定された部材であることを特徴とする請求項4記載のステ  
ージ装置。

【請求項6】

移動可能なステージと、該ステージを駆動する駆動手段と、該ステージを支持し、移動可  
能な定盤とを備え、ステージの移動に伴って発生する反力を軽減するように定盤が移動す 20

ることを特徴とするステージ装置。

【請求項 7】

前記ステージの移動に伴って発生する反力によって前記定盤が移動することを特徴とする請求項 6 記載のステージ装置。

【請求項 8】

前記移動可能な定盤の回転を拘束するため回転拘束手段を設けたことを特徴とする請求項 6 または 7 記載のステージ装置。

【請求項 9】

前記移動可能な定盤は、前記ステージ移動に伴って発生する反力を軽減するようにモーメントを発生するロータを備えたことを特徴とする請求項 6 ～ 8 いずれか記載のステージ装置。 10

【請求項 10】

前記ステージは前記定盤に設けられたガイドを有する X Y ステージであることを特徴とする請求項 1 ～ 9 いずれか記載のステージ装置。

【請求項 11】

前記駆動手段は前記ステージに取付けられたガイドレスモータであることを特徴とする請求項 1 ～ 9 いずれか記載のステージ装置。

【請求項 12】

前記ガイドレスモータはパルスモータであることを特徴とする請求項 11 記載のステージ装置。 20

【請求項 13】

前記ガイドレスモータは誘導モータであることを特徴とする請求項 11 記載のステージ装置。

【請求項 14】

請求項 1 ～ 13 いずれか記載のステージ装置を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項 15】

請求項 14 記載の露光装置を用いてデバイスを製造するデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は精密な位置決めを行うのに適したステージ装置に関する。特に、半導体露光装置に使用され、ウエハ等を搭載するステージ装置に関する。また、このようなステージ装置を用いた露光装置、ならびにこの露光装置を用いた半導体デバイス等のデバイスを製造するデバイス製造方法の技術分野に属する。 30

【0002】

【従来の技術】

図 14 に従来の露光装置の概略を示す。

【0003】

床 68 から除振手段 62 を介して本体支持部材 66 が支持されている。本体支持部材 66 の下半分には定盤 61 が固定され、定盤上には 2 次元方向 (X Y 方向) に移動可能なウエハステージ 60 が支持されている。本体支持部材 66 の上半分には投影光学系 65、ウエハステージ 60 の位置を計測するための干渉計基準 67、原版であるレチクル 64 が設けられる。さらにその上には露光光を供給するための照明系 63 が設けられる。 40

【0004】

以上の構成においてウエハステージ 60 は不図示のウエハ搬送系で供給されたウエハを不図示のアライメント系によりレチクル 64 に対する目標位置を干渉計データに変換し、この干渉計データを目標にして不図示の X Y 駆動機構によりウエハステージを所定位置に移動させ、レチクルの像を焼き付けて、次の位置に移動するということを繰り返して一枚のウエハ全体にレチクルの像を焼き付けるようになっている。

【0005】

露光装置の生産性を高めるためにステージの移動時間や露光時間を短くする必要がある。ステージの移動時間を短くするために移動時の加減速度を増加させなければならない。一方、後処理工程の生産性を高めるためにウエハの径も大きくする必要があり、これに伴ってウエハチャック、ウエハステージの質量が増加の一途をたどっている。

【 0 0 0 6 】

ステージの駆動機構にはウエハステージの質量と加速度の積の推力が要求されるので、駆動機構が発生する推力はウエハサイズと加速度の相乗効果で極めて大きいものが要求されるようになっている。そのため、ステージを駆動する際に、大きな反力が発生し、露光装置本体を変形させ、露光転写の位置精度の悪化や転写パターンの歪みをもたらす。その対策として反力受け装置（特開平 6 - 1 6 3 3 5 3、特開平 9 - 4 6 7 7）が考案されている。

10

【 0 0 0 7 】

図 1 5 は反力受け装置の従来例の概略を示す。

【 0 0 0 8 】

図中において、5 1 はレチクルステージ、5 2 はステージを支持する定盤、5 3 は定盤を載置し、床面からの振動を軽減する防振ばね、5 4 は床面に固定された基盤である。5 5 は反力受け部材である。定盤に固定された固定子 5 7 と反力受け部材に設けられた可動子 5 8 からアクチュエータ 5 6 が構成され、推力を発生することが可能である。

【 0 0 0 9 】

図 1 6 は図 1 5 の装置に作用する力を示している。

20

【 0 0 1 0 】

図 1 6 の構成において、アクチュエータ 5 6 を作動させない場合、質量  $m$  のステージ 5 1 が加速度  $a$  で動くと、反力  $ma$  が定盤に作用する。その反力  $ma$  により本体が変形し、また、防振ばね 5 3 が変位して定盤 5 2 が揺動する。この変形や揺動を防ぐために、定盤 5 2 とは独立に配置された反力受け部材 5 5 からアクチュエータによって力  $f$  を付与し、反力  $ma$  を相殺させる。

【 0 0 1 1 】

【 発明が解決しようとする課題 】

しかし、従来の反力受け装置では床面への反力の伝達が避けられない。図 1 6 に示すように床面には平面内力  $ma$  とモーメント力  $M = Lma$  が作用する。ここで、 $L$  は移動ステージの重心位置と床面との距離である。

30

【 0 0 1 2 】

一般に、床面は平面内力に対する剛性は大きい、モーメント力に対する剛性が小さいため、上述したモーメント力  $M = Lma$  によって床振動が引き起こされる。この床振動がその装置自体や周りの装置の動作に悪影響を及ぼすという解決すべき課題があった。

【 0 0 1 3 】

【 課題を解決するための手段 】

上記の課題を解決するため本発明のステージ装置は、移動可能なステージと、該ステージを支持する定盤と、該ステージを駆動する駆動手段と、該ステージの移動に伴って発生する反力を軽減するようにモーメントを発生するロータとを備えたことを特徴とする。

40

【 0 0 1 4 】

このとき、前記ステージの移動に伴って発生する反力を受ける部材に前記ロータを設けることが望ましく、前記反力を受ける部材は、前記ステージを支持する定盤でも、ステージと独立に配置された反力受けであっても良い。

【 0 0 1 5 】

また、本発明の別のステージ装置は、移動可能なステージと、該ステージを駆動する駆動手段と、該ステージを支持し、移動可能な定盤とを備え、ステージの移動に伴って発生する反力を軽減するように定盤が移動することを特徴とする。このとき、ステージの移動に伴って発生する反力によって前記定盤が移動すると良い。

【 0 0 1 6 】

50

また、前記移動可能な定盤の回転を拘束するため回転拘束手段を設けると好ましい。また、前記移動可能な定盤は、前記ステージ移動に伴って発生する反力を軽減するようにモーメントを発生するロータを備えることが望ましい。

【0017】

さらに、前記ステージは前記定盤に設けられたガイドを有するXYステージでも良い。また、前記駆動手段はガイドレスモータでも良い。前記ガイドレスモータはパルスモータでも誘導モータでも良い。

【0018】

【発明の実施の形態】

<実施形態1>

図1に本発明の第1実施形態のステージ装置の概略斜視図を示す。

【0019】

床16の上に基盤3が固定され、基盤3の上にエアスライドを介して定盤2が基盤3に上面に沿って移動自在に支持されている。

【0020】

座標は図1に示すように定盤の上面の水平面内にXY軸を、XY軸と直交するZ軸を定義する。

【0021】

基盤3と定盤2の間には特にアクチュエータは介在せず、単にエアスライドでガイドされるのみなので、定盤はXY面内で移動および回転自在である。

【0022】

定盤2の4つの側面には各面の法線まわりに回転自在なロータ4が設けられている。また、定盤2の内部にはZ軸まわりに回転自在なロータ4が設けられており、計5つのロータが設けられる。X軸を法線とするロータを $x$ ロータ4 $x$ 、Y軸を法線とするロータを $y$ ロータ4 $y$ 、Z軸を法線とするロータを $z$ ロータ4 $z$ と呼ぶ。

【0023】

各ロータ4の詳細構造を図2に示す。

【0024】

定盤2に固定される固定側ヨーク5、固定側ヨーク5に固定される6個の扇形コイル6、固定側ヨーク5と軸受を介して回転自在に支持される可動側ヨーク8、可動側ヨーク8に固定されコイルと微小空隙をもって対面する回転軸に平行に着磁された8極磁石7とからなる。

【0025】

図2のロータ4は3相コイル2組と8極磁石からACモータを構成している。この中にはコイル6と磁石7の相対的電気角を検出するセンサ（不図示）が設けられ、電気角に応じて3相のコイルに供給する電流を制御するようになっている。

【0026】

定盤2の上面にはウエハステージ1が設けられる。ウエハステージ1は定盤2の上面つまりXY平面に沿ってエアスライドを介して移動および回転自在に支持されている。ウエハステージ1も概ね直方体形状をしており、4つの側面にウエハステージ1を移動するための駆動機構（駆動手段）9を持っている。X方向に移動するための駆動機構をX駆動機構9 $x$ 、Y方向に移動するための駆動機構をY駆動機構9 $y$ とする。

【0027】

駆動機構の原理を図3に示す。図3は一般的なりニアパルスモータの駆動原理である。各駆動機構は図3に示すように永久磁石10、可動歯11a、可動歯11b、各歯に巻き回された4つのコイル12からなる。まず、ピッチPの固定歯13が設けられる。これは本実施形態では定盤2の上面に設けられる。可動歯11a、11bは各々1.5Pはなれた（ピッチPを基準とする電気角で180度はなれた）一对の小歯で構成される。また、可動歯11aと可動歯11bは図3のように着磁された永久磁石10により結合される。可動歯11aと可動歯11bの位置関係は互いに4.25P（電気角で90度）ずれている

10

20

30

40

50

。また、可動歯 11a、可動歯 11b の各々において、コイル 12 は 2 個の小歯に対して逆相になるように巻かれ、2 個の小歯の一方を鉛直上向きに、他方を鉛直下向きに磁化している。この構成において図 3 に示す順にコイル a、b を順に励磁し、永久磁石の磁束の流れが順次振り分けられて一方向に駆動機構全体が移動する。

【0028】

図 3 では電流変化を 4 段階とするモータの原理を示したが、実際は電流波形を正弦波状にして 4 つのステップを連続的に推移させることにより同期モータとして動作させ、連続的な移動を行うようになっている。また、図 3 では 1 次元の動作を示したが、実際は定盤 2 に設けられた固定歯はくし状ではなく、格子状に設けられており、XY 方向に図 3 に示した動作が可能である。

10

【0029】

さらに固定歯 13 と駆動機構 9 の間には不図示のエア吹き出しが設けられ、永久磁石とコイルの磁束による吸引力とエア圧をバランスさせ、エアスライドを形成するようになっている。エアの流れを安定させるために固定歯 13 の凹部には樹脂が埋め込まれて機械的には平坦で、磁気的には格子状の凹凸がある状態になっている。

【0030】

ウエハステージ 1 にはミラー 14 が設けられ、不図示の干渉計基準からの距離が測定できるようになっている。

【0031】

以上の構成におけるウエハステージ移動動作は以下の通りである。

20

【0032】

図 4 にウエハステージ 1 の重心が定盤 2 の Y 方向重心に沿って X 方向に移動する場合の動作を示す。

【0033】

X 方向に移動するには X 駆動機構のコイルに図 3 の手順で連続的に電流を流す。このとき両側の X 駆動機構の電流を適当な比にすると合力の作用線はウエハステージの重心を通るようにできる。したがってウエハステージ 1 には回転力は発生しない。逆に、干渉計で回転角を検出しながら両側の X 駆動機構の電流の比を逐次制御すればウエハステージ 1 の回転を制御できる。

【0034】

30

ウエハステージ 1 の移動に伴って発生する反力は、ウエハステージ 1 の X 駆動機構が移動する際に定盤の固定歯にも駆動力が作用することで定盤 2 に伝達される。ウエハステージ 1 が + X 方向に移動した時、この反力は定盤 2 に - X 方向に働く。前述したように、定盤 2 は基盤 3 にエアスライドで支持されているため、この反力により定盤 2 は - X 方向に移動する。

【0035】

図 4 ではウエハステージ 1 の重心は定盤 2 の Y 方向の重心に沿って移動するので、上記 - X 方向の力の Y 方向の作用点は定盤 2 の重心の Y 座標と等しい。したがって、反力による Z 軸回りのモーメントは発生しない。

【0036】

40

ウエハステージ 1 が X 方向に  $X_w$  移動すると、定盤 2 は - X 方向に  $X_b$  だけ移動する。 $X_w$  と  $X_b$  との移動比はウエハステージ 1 と定盤 2 の質量比の逆数に等しい。

【0037】

ステージ 1 の並進移動による駆動反力の並進成分は定盤 2 の並進移動により吸収され、基盤 3 については床 16 には並進力は伝わらない。

【0038】

次に同様の動作を Y 方向から見たものを図 5 に示す。

【0039】

ウエハステージ 1 の駆動力、およびその反力はほぼウエハステージ 1 と定盤 2 とのエアスライドの位置に働く。ところがウエハステージ 1 と定盤 2 の重心の Z 座標はエアスライド

50

からずれた所にあるので、上記駆動力や反力はウエハステージ 1 や定盤 2 に Y 軸まわりのモーメントを発生する。

【 0 0 4 0 】

図 5 のように駆動力作用線とウエハステージ重心の Z 座標の偏差を  $Z_w$ 、反力作用線と定盤重心の Z 座標の偏差を  $Z_b$ 、定盤上面からウエハステージに作用するモーメントを  $M_{wb}$ 、基盤上面から定盤下面に作用するモーメントを  $M_{bg}$ 、ウエハステージに作用する駆動力および反力を  $f$  とする。

【 0 0 4 1 】

ウエハステージ 1 および定盤 2 に角加速度を生じさせないためには、Y 軸右回りを + とし

10

$$M_{wb} - f \quad Z_w = 0$$

$$M_{bg} - f \quad Z_b - M_{wb} = 0$$

これをとくと

$$M_{bg} = f ( \quad Z_b + \quad Z_w )$$

となつて、定盤 2 は基盤 3 ひいては床 1 6 と  $M_{bg}$  だけのモーメントを伝達することになる。そこで  $y$  ロータ 4 y を構成する AC モータのトルク定数を  $K_y$  とするとき、3 相コイルの電流のベクトル和が  $f ( \quad Z_b + \quad Z_w ) / 2 K_y$  となるように電流を制御してやれば良い。この結果、定盤 2 に関するモーメントの釣り合い式は、

$$M_{bg} + f ( \quad Z_b + \quad Z_w ) - f \quad Z_b - M_{wb} = 0$$

となり、

20

$$M_{bg} = 0$$

つまり、定盤 2 と基盤 3 はモーメントの伝達がゼロになり、床 1 6 にもモーメントの伝達がゼロになる。

【 0 0 4 2 】

ここでは X 方向に移動する場合を示したが、Y 方向に移動する場合は X 軸まわりのモーメントが発生するので、これを  $x$  ロータ 4 x で相殺すれば良い。また、X 方向と Y 方向の移動が同時に起る場合は各々のモーメントを  $y$ 、 $x$  ロータで相殺すれば良い。

【 0 0 4 3 】

次に図 6 に Y だけウエハステージと定盤が Y 方向に変移した状態で X 方向に移動する場合を示す。

30

【 0 0 4 4 】

ウエハステージ 1 の動作方法は前述の場合と同様であり、駆動反力の並進成分は定盤の並進移動により吸収され、基盤 3 ひいては床 1 6 には並進力は伝わらない。しかし、今回はウエハの重心と定盤の重心が Y ずれているため、定盤 2 には反力によって並進力  $f$  以外にモーメント  $f \quad Y$  がかかる。

【 0 0 4 5 】

定盤 2 と基盤 3 は並進回転自在にエアスライドで支持されているだけなので、何もしなければ、 $f \quad Y$  のモーメントで回転してしまう。そこで  $z$  ロータ 4 x を図 6 のように回転させてモーメント  $f \quad Y$  を発生させる。この為には  $z$  ロータ 4 x を構成する AC モータのトルク定数を  $K_z$  とするとき、3 相コイルの電流のベクトル和が  $f \quad Y / K_z$  となるように電流を制御すれば良い。

40

【 0 0 4 6 】

この結果、定盤 2 はウエハステージ 1 の駆動反力で Z 軸まわりのモーメントが発生しても姿勢を保持することができる。

【 0 0 4 7 】

また、この場合の Y 軸まわりのモーメントの処理は前述の方法と同様である。

【 0 0 4 8 】

本実施形態では X Y 方向に関する駆動機構 9 にガイドレスモータとしてパルスモータを用いたが、これに限るものではなく、例えば誘導モータをガイドレスモータとして用いても良い。誘導モータを用いた場合、定盤 2 の上面の格子状凹凸は不要となるが、この場合、

50

定盤 2 の表面は電流の抵抗が小さいアルミニウム等の伝導性の層を有することが望ましい。

【 0 0 4 9 】

以上のように定盤 2 を水平面内で移動自在に支持し、定盤 2 に回転可能でモーメントを発生するロータ 4 を設けることで、ウエハステージ 1 を移動した時の反力やモーメントを床 1 6 に伝えないようにすることができる。

【 0 0 5 0 】

また、ウエハステージ 1 と定盤 2 の移動量比が質量比の逆数に等しくなっているため、装置全体としての重心が移動しないという効果もある。

【 0 0 5 1 】

また、ガイドレスモータを用いることで、ステージ装置の軽量化を図ることができるほか、反力が固定子である定盤に直接伝わり定盤が駆動されるため、従来の装置と比べ発生する振動が大幅に軽減される。

【 0 0 5 2 】

< 実施形態 2 >

図 7 は本発明の第 2 実施形態のステージ装置の概略を示している。

【 0 0 5 3 】

前述の第 1 実施形態と同様の構成部材には同一の番号をつけている。また、同一部材についての説明は省略する。

【 0 0 5 4 】

第 2 実施形態では、第 1 実施形態の構成に加えて口の字形のガイド枠 2 0 が設けられている。口の字形ガイド枠 2 0 は 2 本の X ビーム 2 1 と 2 本の Y ビーム 2 3 で構成され、2 本の Y ビーム 2 3 の内側面と基盤 3 の側面とで Y 方向のエアスライドを形成し、口の字形ガイド枠 2 0 は、基盤 3 に対して Y 方向に滑動自在に拘束される。また、2 本の X ビーム 2 1 の内側面と定盤 2 の側面とで X 方向のエアスライドを形成し、定盤 2 は口の字形ガイド枠 2 0 に対して X 方向に滑動自在に拘束される。この結果、定盤 2 は基盤 3 に対して X Y 平面内に並進のみ可能に支持されることになる。

【 0 0 5 5 】

以上の構成におけるステージの駆動動作は第 1 実施例と同様であり、第 1 実施形態と同様の効果が得られるほか、本実施形態では不慮の誤動作による定盤の Z 軸まわりの回転が起  
らなくなるという効果が見込める。正常に動作していれば定盤の回転運動は結果的に生じ  
ないので、口の字形枠は必要ないが、実際には不慮の誤動作が懸念され、また電気が入  
っていない時の定盤の姿勢補償手段も必要である。この点で口の字形枠 2 0 のような回転拘  
束手段は実際上必要である。しかし、回転拘束手段は口の字形枠 2 0 の形状に限るもの  
ではない。このような拘束を設けても Z 軸まわりのモーメントは図 7 に示す手順で相殺さ  
れるので、反力は床には伝達されない。

【 0 0 5 6 】

本実施形態では、定盤の回転を拘束する手段を設けているので、モーメントを発生するロータ 4 を定盤ではなく、床の上に固定された基盤上に設けても床の振動を軽減させることが可能である。

【 0 0 5 7 】

< 実施形態 3 >

図 8 に本発明のステージ装置の第 3 実施形態を示す。

【 0 0 5 8 】

前述の実施形態では定盤上にガイドレスのウエハステージを設けたが、本実施形態では定盤上にガイドを有する X Y ステージを設けた例である。前述の実施形態と本実施形態とは定盤より上の構成が異なっている。前述の第 1 実施形態と同様の構成部材には同一の番号をつけている。また、同一部材についての説明は省略する。

【 0 0 5 9 】

定盤上面の一辺にはヨーガイド 3 6 が設けられ、Y ステージ 3 3 の側部スライダの側面と

10

20

30

40

50

の間にエアスライドを形成し、Yステージ33をY方向に案内するようになっている。また、Yステージ33には2つのXガイドと側部スライダの部材で概ね構成されるが、側部スライダの下面と定盤2の上面との間でエアスライドを形成している。この結果、Yステージ33はヨーガイド36と定盤上面にガイドされてY方向に滑動自在に支持される。Xステージ30は天板、底板、2枚の側板で構成される。Xステージ30の2枚の側板の内側とYステージ33の2本のXガイドとの間でエアスライドを形成し、Xステージ30をX方向に案内する。また、Xステージ30の底板と定盤上面の間でエアスライドを形成し、Xステージ30のZ方向の位置を拘束する。この結果、Xステージ30は定盤上面とYステージ33のXガイドによって案内され、定盤上面に沿ってXY方向の並進が可能に支持される。

10

#### 【0060】

このXYステージの駆動機構としてY方向に関して2つ、X方向に関して1つのリニアモータが設けられる。リニアモータは4極磁石を内蔵する可動子と6相コイルからなる固定子で構成され、磁石の位置により6相コイルから駆動すべきコイル、電流方向を選択して可動子に力が働くようになっている。Yリニアモータの固定子35は定盤2に固定され、Yリニアモータ可動子34はYステージ33に固定される。また、Xリニアモータの固定子32はYステージ33に固定され、Xリニアモータの可動子31はXステージ30に固定される。この結果、X方向の駆動力の反力はX固定子32からYステージ33、ヨーガイド36を経て定盤2に伝達される。また、Y方向の駆動力の反力はY固定子35から定盤2に伝わる。この駆動反力の伝わりかたは、本実施形態のステージ装置も前述の実施形態のステージ装置と同様である。

20

#### 【0061】

定盤上面より下のロータ4の構成は前述の実施形態のステージ装置と同様であるので、駆動時の反力を床に伝えないようにするためのロータ4の動作も前述の実施形態のステージ装置と同様である。そのため、前述のステージ装置の実施形態と同様の効果が見込める。また、前述の実施形態のステージ装置ではウエハステージの駆動力はウエハステージ下面に作用するため、ウエハステージの重心のZ座標と駆動力の作用線のZ座標を一致させることができないが、本実施形態のステージ装置ではXリニアモータ、Yリニアモータとも駆動作用線のZ座標とXステージ30、Yステージ33の重心のZ座標を一致させる設計が可能である。このため、図5における $Z_w$ を零とすることができ、ロータの発生する回転モーメントを軽減することができる。

30

#### 【0062】

また、本実施形態においても第2実施形態と同様に定盤の回転拘束手段を設けることが望ましい。

#### 【0063】

本実施形態においてXY方向に関する駆動機構にリニアモータを用いたが、駆動機構はこれに限るものではない。例えば、送りネジ等の一般的な直線駆動機構を用いても良い。また、XYステージも積層された2段ステージを適用しても良い。

#### 【0064】

また、第2実施形態のように定盤のZ軸まわりの回転を拘束する手段を持つ場合は、 $x$ ロータ、 $y$ ロータ、 $z$ ロータを基盤あるいは床の一部に設けても良い。

40

#### 【0065】

<実施形態4>

図9は本発明の第4実施形態のステージ装置の概略図である。

#### 【0066】

図中において、41はレチクルステージである。42はレチクル定盤で、レチクルステージ41を支持する。43はレチクル定盤を載置し、床面からの振動を防ぐ防振ばね。44は床50に固定された基盤44である。45は反力受け部材で、ステージ41と独立に配置され、床50と一体に固定されている。47はレチクル定盤に固定された固定子と、反力受け部材45に設けられた可動子48からアクチュエータ46が構成され、推力を発生

50



することができる。また、４９は反力受け部材に設けられた回転自在なロータで、前述のロータと同様の構造を持ち、モーメントを発生することができる。

【００６７】

図１０は図９のステージ装置に作用する力を示している。

【００６８】

図１０において、 $m$ はステージ４１の質量、 $L$ はステージ４１の重心位置と床面との距離である。また、 $I$ はロータ４９の慣性モーメントである。

【００６９】

図の構成において、ステージ４１を加速度 $a$ で動かすとき、定盤４２はステージ４１から反力 $ma$ を受ける。この反力を相殺するように、反力受け部材４５から定盤４２へアクチュエータ４６を介して力 $f = ma$ を付与する。同時にロータ４９を回転加速度で回転させ、 $I = Lma$ となるようにを制御することにより、前記反力 $ma$ が床におよぼすモーメント力 $M = Lma$ が相殺される。

【００７０】

本実施形態により、反力受け部材がステージの移動に伴って発生する反力を受けるが、反力受け部材に設けたロータによってモーメント力を発生させることで、反力を軽減させることができる。これにより、反力受け部材から発生される床振動を抑えることができ、周囲の他の装置への振動による外乱等の影響を軽減させることができる。

【００７１】

<実施形態５>

次に前述した実施形態のいずれかのステージ装置をレチクルステージまたはウエハステージとして搭載した走査型露光装置の実施形態を、図１１を用いて説明する。

【００７２】

レチクルステージ７３を支持するレチクル定盤７１ $a$ は基盤９２と別に床面 $F$ に直接固定された支持枠９０に支持される。また、レチクルステージ７３上のレチクルを経てウエハステージ９３上のウエハ $W$ を露光する露光光は、破線で示す光源装置９５から発生される。

【００７３】

フレーム９４はレチクルステージ７３とウエハステージ９３の間に投影光学系９６を支持する。７５はレチクルステージ７３を加速および減速するリニアモータの固定子である。

【００７４】

なお、ウエハステージ９３は、駆動部によってレチクルステージ７３と同期して走査される。レチクルステージ７３とウエハステージ９３の走査中、両者の位置はそれぞれ干渉計９７、９８によって継続的に検出され、レチクルステージ７３とウエハステージ９３の駆動部にそれぞれフィードバックされる。これによって両者の走査開始位置を正確に同期させるとともに、定速走査領域の走査速度を高精度で制御することができる。

【００７５】

<実施形態６>

次に上述した露光装置を利用した半導体デバイスの製造方法の実施形態を説明する。図１２は半導体デバイス（ＩＣやＬＳＩ等の半導体チップ、液晶パネル、ＣＣＤ、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の製造のフローを示す。ステップＳ１１（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップＳ１２（マスク製作）では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップＳ１３（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いて基板であるウエハを製造する。ステップＳ１４（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップＳ１５（組立）は後工程と呼ばれ、ステップＳ１４によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップＳ１６（検査）ではステップＳ１５で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出

10

20

30

40

50

荷（ステップS17）される。

【0076】

図13は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップS21（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップS22（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップS23（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップS24（イオン打ち込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップS25（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップS26（露光）では上記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。ステップS27（現像）では露光したウエハを現像する。ステップS28（エッチング）では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップS29（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行なうことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。本実施形態の製造方法を用いれば、高集積度の半導体デバイスを製造することができる。

10

【0077】

【発明の効果】

本発明の請求項1記載のステージ装置によれば、モーメント力を発生するロータによって反力を軽減することができる。特に請求項2記載のごとく、発生する反力を受ける部材にロータを設ければ、反力を有効に軽減できる。さらに、反力を受ける部材を請求項3記載のように定盤、または請求項4記載のように反力受け部材とすれば、ステージ装置またはステージ装置を設置した基盤や床の振動を軽減することができる。これにより、高速、高精度な位置決めが可能になるほか、周囲の他の装置に床振動による外乱等の影響を軽減させることができる。

20

【0078】

また、本発明の請求項6記載のステージ装置によれば、定盤が移動することにより、ステージの移動に伴う反力を軽減させることができる。これによって反力が軽減することで、ステージ装置またはステージ装置を設置した基盤や床の振動を軽減することができる。さらに、請求項7記載のように反力によって定盤が移動すれば、反力を軽減させる効果のほかに、ステージ装置の重心が移動しないといった特別の効果が得られる。また、定盤の回転を拘束する回転拘束手段を設けることで、定盤の無用な回転を抑えることができるほか、誤動作時や停電時等の非常時の姿勢補償が行える。

30

【0079】

また、請求項10のステージ装置によれば、ステージをXYステージとすることで、駆動の作用線のZ座標とステージの重心のZ座標を一致させることができるため、発生するモーメント力を軽減させることができる。

【0080】

また、本発明の請求項11の発明によれば、上述したステージ装置の駆動手段をガイドレスモータとし、ガイドレスモータとして請求項12によればパルスモータ、請求項13によれば誘導モータを用いた。これにより、ステージ装置の軽量化を図ることができるほか、反力を固定子に速やかに伝えることができ、反力を軽減させる手段とを併用すれば、従来の装置と比べ、反力や振動の軽減が改善される。

40

【0081】

本発明の請求項14の露光装置によれば、上述のステージ装置を用いているため、ウエハ、レチクルの高速、高精度な位置決めが期待でき、高スループット化を図れるほか、装置自身の低振動化により、周囲の他の装置への振動による外乱等の影響を軽減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態のステージ装置の概略斜視図

【図2】本発明に用いられるロータの構成図

【図3】本発明に用いられるパルスモータの駆動原理図

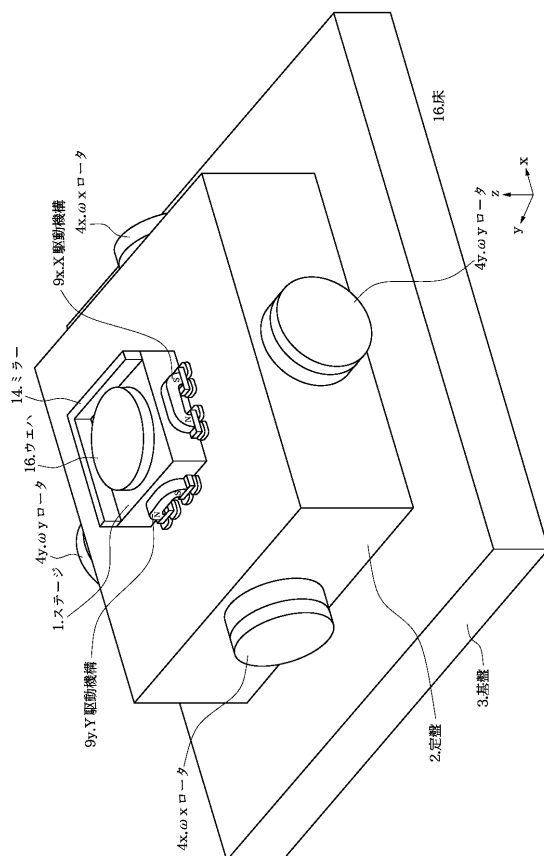
【図4】第1実施形態のステージ装置の説明図

50

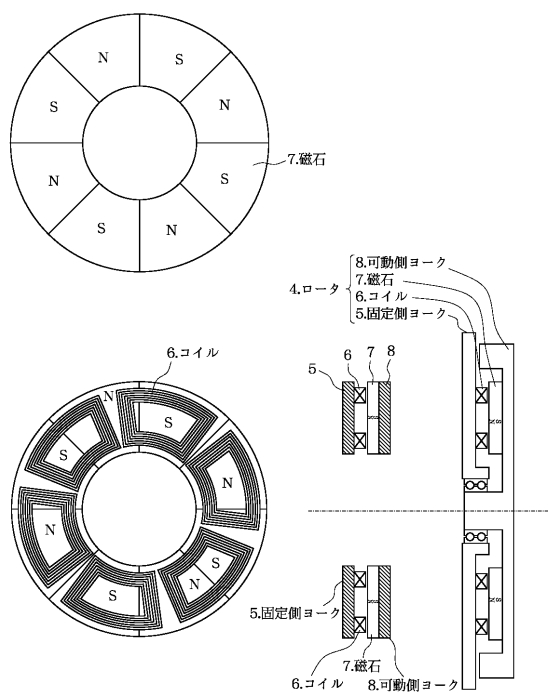
|                            |    |
|----------------------------|----|
| 【図 5】第 1 実施形態のステージ装置の説明図   |    |
| 【図 6】第 1 実施形態のステージ装置の説明図   |    |
| 【図 7】第 2 実施形態のステージ装置の概略図   |    |
| 【図 8】第 3 実施形態のステージ装置の概略斜視図 |    |
| 【図 9】第 4 実施形態のステージ装置の概略図   |    |
| 【図 10】第 4 実施形態のステージ装置の説明図  |    |
| 【図 11】第 5 実施形態の露光装置の概略図    |    |
| 【図 12】半導体デバイス製造方法のフロー図     |    |
| 【図 13】ウエハプロセスのフロー図         |    |
| 【図 14】従来の露光装置の概略図          | 10 |
| 【図 15】従来のステージ装置の概略図        |    |
| 【図 16】従来のステージ装置の説明図        |    |
| 【符号の説明】                    |    |
| 1 ステージ                     |    |
| 2 定盤                       |    |
| 3 基盤                       |    |
| 4 ロータ                      |    |
| 5 固定側ヨーク                   |    |
| 6 コイル                      |    |
| 7 磁石                       | 20 |
| 8 可動側ヨーク                   |    |
| 9 駆動機構                     |    |
| 10 磁石                      |    |
| 11 可動歯                     |    |
| 12 コイル                     |    |
| 13 固定歯                     |    |
| 14 ミラー                     |    |
| 15 ウエハ                     |    |
| 16 床                       |    |
| 20 口の字形枠                   | 30 |
| 21 X ビーム                   |    |
| 23 Y ビーム                   |    |
| 30 X ステージ                  |    |
| 31 X リニアモータ可動子             |    |
| 32 X リニアモータ固定子             |    |
| 33 Y ステージ                  |    |
| 34 Y リニアモータ可動子             |    |
| 35 Y リニアモータ固定子             |    |
| 36 ヨーガイド                   |    |
| 43 防振ばね                    | 40 |
| 45 反力受け部材                  |    |
| 46 アクチュエータ                 |    |
| 47 固定子                     |    |
| 48 可動子                     |    |
| 49 ロータ                     |    |
| 50 床                       |    |
| 51 ステージ                    |    |
| 52 定盤                      |    |
| 53 防振ばね                    |    |
| 54 基盤                      | 50 |

- 5 5 反力受け部材
- 5 6 アクチュエータ
- 5 7 固定子
- 5 8 可動子
- 5 9 ロータ
- 6 0 ステージ
- 6 1 定盤
- 6 2 除振手段
- 6 3 照明系
- 6 4 レチクル
- 6 5 投影光学系
- 6 6 本体支持部材
- 6 7 干渉計基準
- 7 3 レチクルステージ
- 9 0 支持枠
- 9 2 定盤
- 9 3 ウエハステージ
- 9 4 フレーム
- 9 5 光源装置

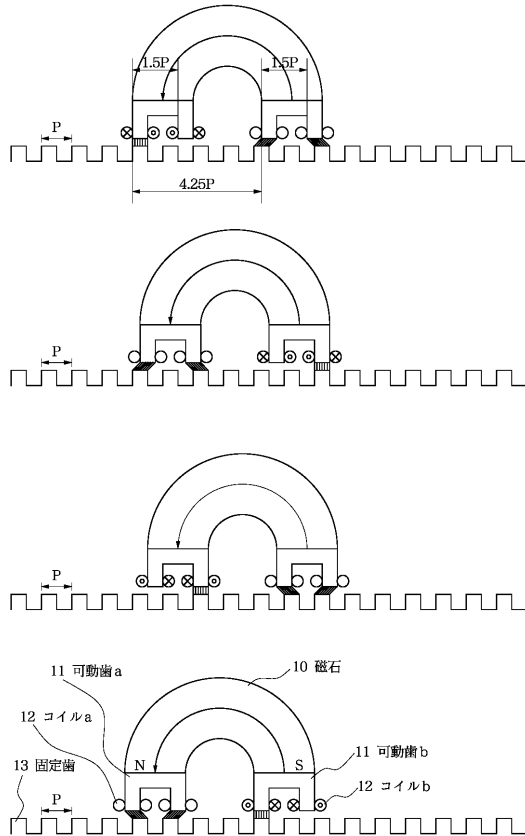
【図 1】



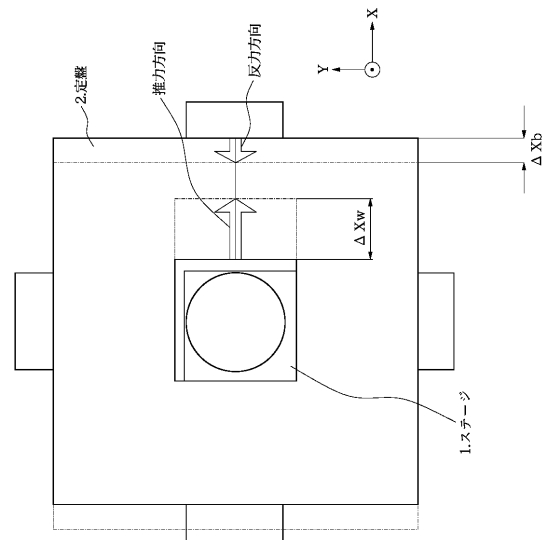
【図 2】



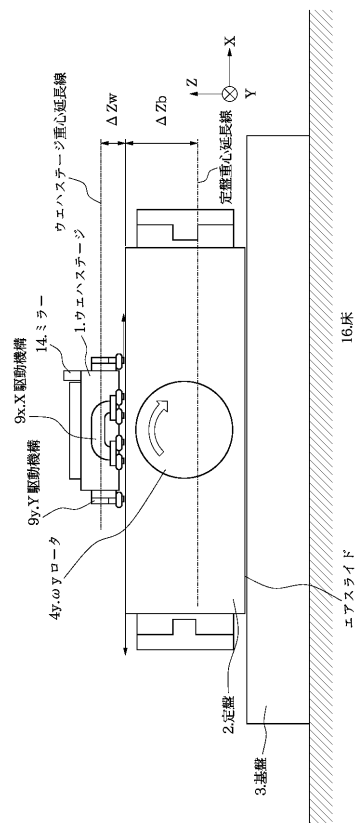
【図 3】



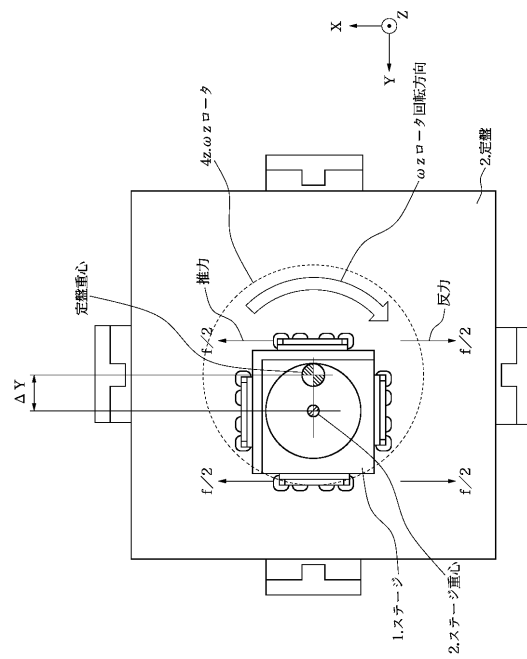
【図 4】



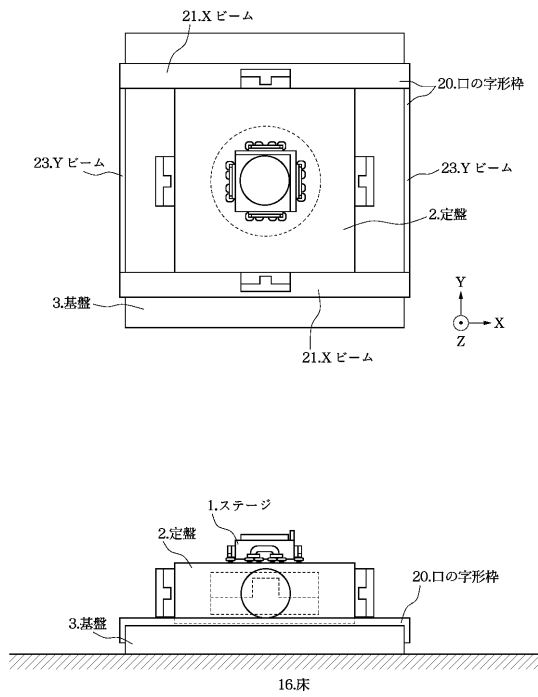
【図 5】



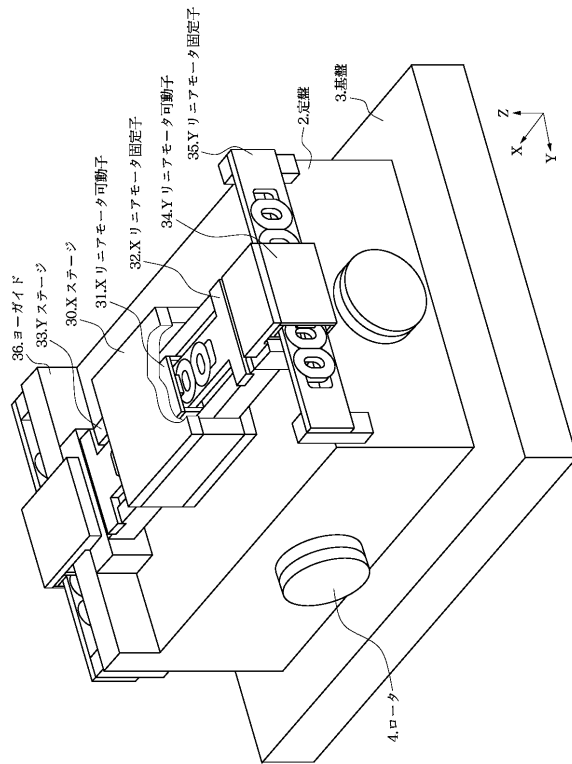
【図 6】



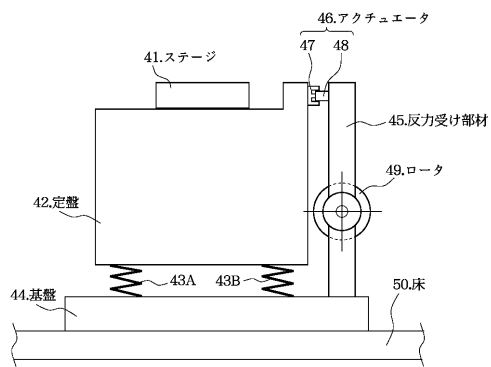
【図 7】



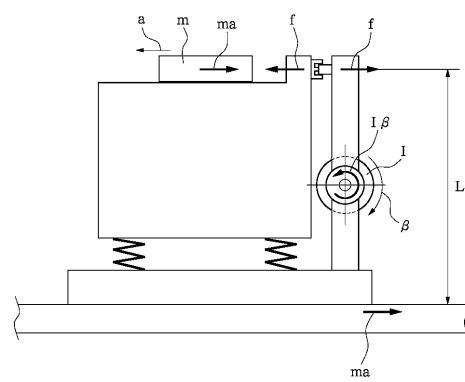
【図 8】



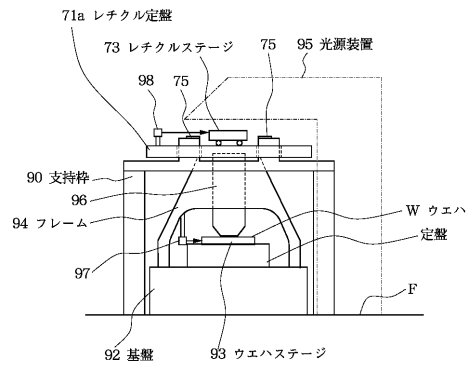
【図 9】



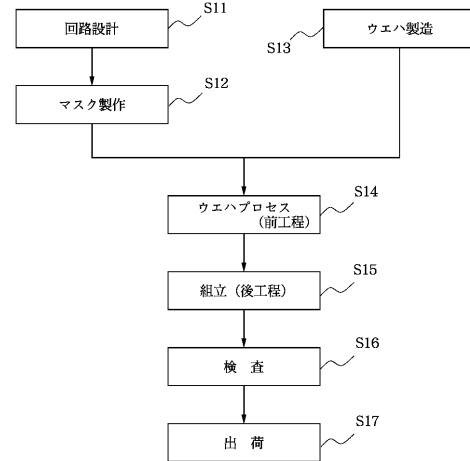
【図 10】



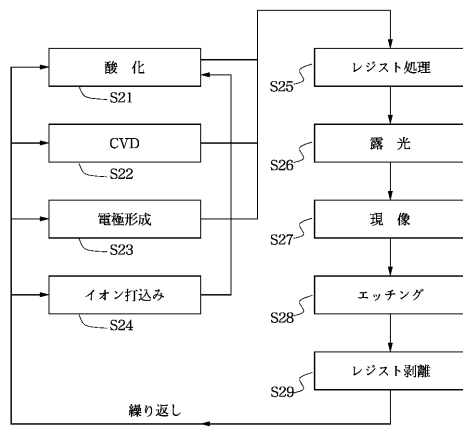
【図 1 1】



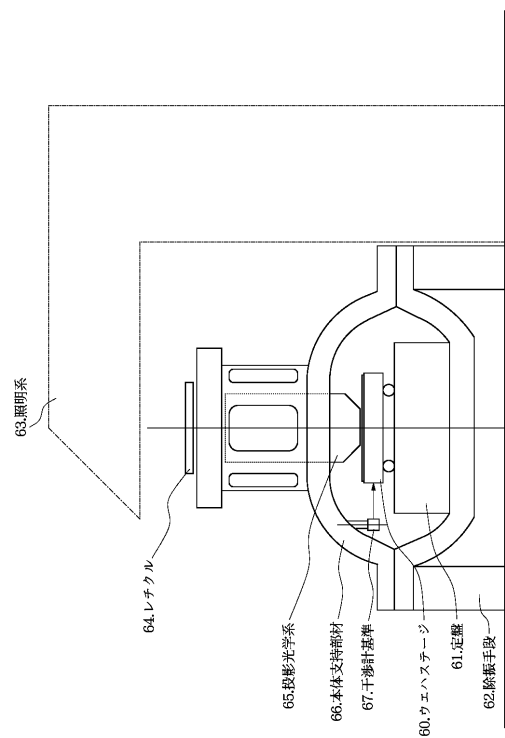
【図 1 2】



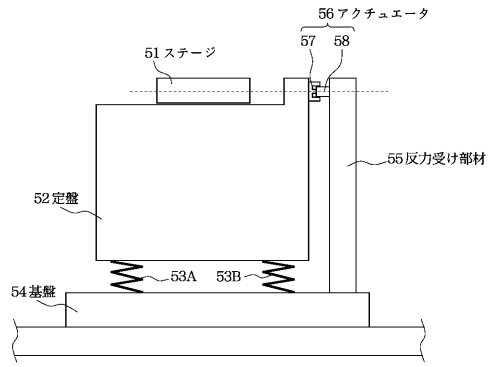
【図 1 3】



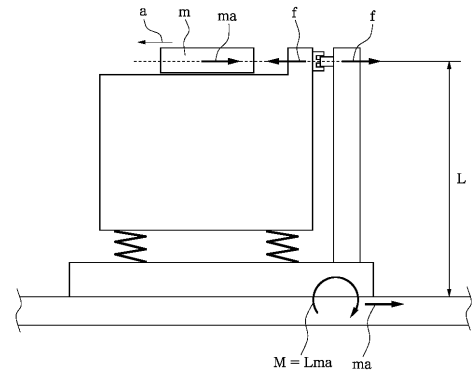
【図 1 4】



【図 15】



【図 16】





---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 9 - 4 6 7 7 ( J P , A )  
特開平 6 - 1 6 3 3 5 3 ( J P , A )  
特開平 6 - 3 1 8 1 1 5 ( J P , A )

- (58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, D B 名)  
G12B1/00 ~ 17/08  
H01L21/68  
H01L21/30 ~ 21/46