

(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2008-172175

(P2008-172175A)

(43) 公開日 平成20年7月24日(2008.7.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/027 (2006.01)	H O 1 L 21/30 5 1 6 A	5 F O 4 6
G O 3 F 7/20 (2006.01)	H O 1 L 21/30 5 1 5 D	
	G O 3 F 7/20 5 2 1	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2007-6416 (P2007-6416)	(71) 出願人	000001007
(22) 出願日	平成19年1月15日 (2007.1.15)		キヤノン株式会社
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号
		(74) 代理人	100076428
			弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(72) 発明者	杉山 佑輔
			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

最終頁に続く

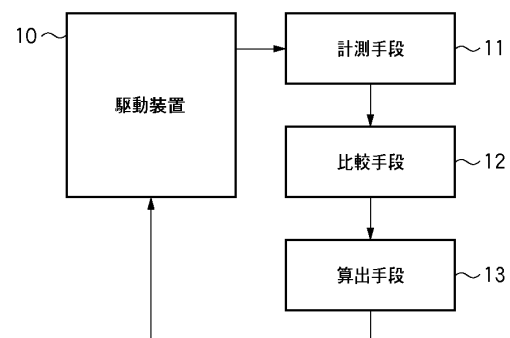
(54) 【発明の名称】 駆動システム及び駆動方法

(57) 【要約】

【課題】簡単な構成で光学素子の移動時の応力を抑えること。

【解決手段】駆動システムは、光学素子1の位置を計測する計測手段11と、計測手段11による計測結果と目標位置とを比較する比較手段12と、比較手段12による比較結果に基づいて光学素子1の駆動時に生じる応力モーメントが最小となるシフト駆動量及びチルト駆動量を算出する算出手段13と、算出手段13による算出結果に基づいてシフト駆動とチルト駆動とを組み合わせる駆動装置10と、を備える。

【選択図】 図8



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光学素子の位置を計測する計測手段と、
前記計測手段による計測結果と目標位置とを比較する比較手段と、
前記比較手段による比較結果に基づいて前記光学素子の駆動時に生じる応力モーメントが最小となるシフト駆動量及びチルト駆動量を算出する算出手段と、
前記算出手段による算出結果に基づいてシフト駆動とチルト駆動とを組み合わせる前記光学素子を光軸に対して等価となるように駆動する駆動手段と、
を備えることを特徴とする駆動システム。

【請求項 2】

前記駆動手段は、前記シフト駆動量と前記チルト駆動量とを一定比率で組み合わせる前記光学素子の位置調整を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の駆動システム。

【請求項 3】

前記光学素子は、球面ミラーであることを特徴とする請求項 1 に記載の駆動システム。

【請求項 4】

前記駆動手段は、パラレルリンク機構であることを特徴とする請求項 1 に記載の駆動システム。

【請求項 5】

前記光学素子を変形させる変形アクチュエータを更に備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の駆動システム。

【請求項 6】

パターンを形成した原版に照射される露光光を基板に投影するための光学系と、
前記基板または前記原版を保持し位置決めを行うステージ装置と、
請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載の駆動システムと、
を備えることを特徴とする露光装置。

【請求項 7】

デバイス製造方法であって、
請求項 6 に記載の露光装置を用いて潜像パターンが形成された基板を用意する工程と、
前記潜像パターンを現像する工程と、
を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

【請求項 8】

光学素子の位置を計測する計測工程と、
前記計測工程での計測結果と目標位置とを比較する比較工程と、
前記比較工程での比較結果に基づいて前記光学素子の駆動時に生じる応力モーメントが最小となるシフト駆動量及びチルト駆動量を算出する算出工程と、
前記算出工程での算出結果に基づいてシフト駆動とチルト駆動とを組み合わせる前記光学素子を光軸に対して等価となるように駆動する駆動工程と、
を含むことを特徴とする駆動方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、駆動システム及び駆動方法、特に、半導体や液晶デバイスを製造する工程において使用する露光装置の光学素子を保持したり、姿勢を微調整したりするための駆動システム及び駆動方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

半導体製造プロセスでは、数多くの異なる種類のパターンを有する原版（レチクル）をシリコンウエハ（基板）に転写する半導体露光装置が用いられている。半導体製造プロセスでは、高集積度の回路やデバイスを作製することが求められており、これを実現するためには、半導体露光装置の解像性能のほか、重ね合わせ精度の向上が不可欠である。

10

20

30

40

50

【0003】

半導体露光装置における重ね合わせ誤差の要因としては、アライメント誤差（レチクルとウェハとのアライメント誤差）、像歪み及び倍率誤差等が考えられる。アライメント誤差は、レチクルの位置とウェハの位置とを相対的に調整し、軽減することができる。これに対し、像歪及び倍率誤差は、光学系に含まれる光学素子のうちの一部の光学素子を移動させることによって、軽減することができる。

【0004】

光学素子を移動させる場合、光学素子が、所望の移動方向に移動しなかったり、偏心したり、傾いたりする場合がある。その場合、像歪みや倍率誤差の補正により得られるはずの光学性能が得られなくなる。したがって、光学素子を移動させる場合には、平行偏心の誤差及び傾き偏心の誤差が大きくならないようにしなければならない。

10

【0005】

半導体露光装置において光学素子を移動させる移動装置としては、平行板ばねを用いた機構による装置や、パラレルリンク機構を用いた装置が考案されている。このような移動装置を用いる場合、光学素子を移動させる際に光学素子に力が加わる場合がある。光学素子に対して局所的に力が加わると、光学素子に変形し、光学性能が劣化する。

【0006】

従来、上述した光学素子の変形を抑制する手段として、光学素子の姿勢の変化による応力状態の変化を緩和する技術が開示されている。

【0007】

20

特許文献1は、光学素子と移動装置（駆動力を発生する部分）との間に光学素子への力の伝達を抑える低剛性部材（弾性ヒンジなど）を連結部材として設ける技術を開示している。

【0008】

特許文献2は、キネマティックマウントを介して光学素子を保持することによって、光学素子への力の伝達を低減する技術を開示している。

【特許文献1】特開2004-281644号公報

【特許文献2】特開2003-227986号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0009】

しかしながら、特許文献1の技術のように、連結部材として低剛性部材を用いると、外乱振動等の影響を受けやすくなり、位置決め精度が悪化する。光学素子への位置決め精度要求は、厳しくなっており、位置決め精度が悪化を抑えるように低剛性部材を設計することは困難であるという問題がある。

【0010】

また、特許文献2の技術のように、キネマティックマウントを用いた場合、複雑な機構が必要となるという問題がある。

【0011】

40

本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、簡単な構成で光学素子の移動時の応力を抑えることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の第1の側面は、駆動システムに係り、光学素子の位置を計測する計測手段と、前記計測手段による計測結果と目標位置とを比較する比較手段と、前記比較手段による比較結果に基づいて前記光学素子の駆動時に生じる応力モーメントが最小となるシフト駆動量及びチルト駆動量を算出する算出手段と、前記算出手段による算出結果に基づいてシフト駆動とチルト駆動とを組み合わせる前記光学素子を光軸に対して等価となるように駆動する駆動手段と、を備えることを特徴とする。

【0013】

50

本発明の第2の側面は、露光装置に係り、パターンを形成した原版に照射される露光光を基板に投影するための光学系と、前記基板または前記原版を保持し位置決めを行うステージ装置と、上記の駆動システムと、を備えることを特徴とする。

【0014】

本発明の第3の側面は、デバイス製造方法に係り、上記の露光装置を用いて潜像パターンが形成された基板を用意する工程と、前記潜像パターンを現像する工程と、を含むことを特徴とする。

【0015】

本発明の第4の側面は、駆動方法に係り、光学素子の位置を計測する計測工程と、前記計測工程での計測結果と目標位置とを比較する比較工程と、前記比較工程での比較結果に基づいて前記光学素子の駆動時に生じる応力モーメントが最小となるシフト駆動量及びチルト駆動量を算出する算出工程と、前記算出工程での算出結果に基づいてシフト駆動とチルト駆動とを組み合わせる前記光学素子を光軸に対して等価となるように駆動する駆動工程と、を含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、簡単な構成で光学素子の移動時の応力を抑えることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

(第1の実施形態)

以下、本発明の好適な実施の形態について、添付図面を参照しながら詳細に説明する。

【0018】

図1は、本発明の好適な実施の形態に係る駆動装置を概略的に示す図である。本駆動装置10は、光学系に含まれる光学素子1と、光学素子1を3箇所の保持部2で保持する支持部材3と、支持部材3に3箇所の連結部材4で連結された駆動部5とを備える。なお、保持部2及び連結部材4は、3箇所に設けられるもの限定されず、それぞれ3箇所以上に設けられてもよい。

【0019】

駆動部5は、連結部材4を介して支持部材3に変位を与えることによって、光学素子1を移動されるよう構成されている。本実施形態では、一例として、直動アクチュエータ6で構成された一般的な2脚式の平行リンク機構を用いている。ここで、連結部材4は、駆動部5により光学素子1の位置を制御する際に、光学素子1に力が伝わって変形することを抑えるために、弾性ヒンジなどを用いることが好ましい。

【0020】

本実施形態に係る駆動装置は、1つの平行リンク機構につき2個の直動アクチュエータ6が配置された、6個の直動アクチュエータを備える。6個の直動アクチュエータは、それぞれ任意に動作し、3箇所の連結部材4の位置を調整し、可動部(ここでは、光学素子1、保持部2及び支持部材3)を基準部材7に対し、6自由度に位置調整するよう構成されている。ここで、6自由度とは、XYZ直交座標系において、X、Y、Z軸方向への並進3自由度、及び、X、Y、Z軸周りの回転3自由度をいう。

【0021】

次に、光学素子1の動作について説明する。

【0022】

図2は、光学素子1をシフト駆動したときに、光学素子1の駆動点に生じる応力モーメントを示す断面図である。また、図3は、光学素子1をシフト駆動したときに、光学素子1の駆動点に生じる応力モーメントを示す断面図である。図2では、光学素子1を右方向にシフト駆動させており、応力モーメントは右回りに生じる。図3では、光学素子の光軸を右回りに傾けるようチルト駆動させており、応力モーメントは左回りに生じる。すなわち、シフト駆動時とチルト駆動時とで生じる応力モーメントが逆回り方向となる。このように、シフト駆動とチルト駆動とを組み合わせることにより、光学素子1の位置調整を行

うと同時に、応力モーメントを打ち消すことが可能である。また、例えば、右方向のシフト駆動に対して、右回りのチルト駆動が行うことによって、光学素子の駆動前後で光軸に対し光学的に等価な駆動をさせること可能となる。このときの光学素子 1 の動作について、図 4 及び図 5 を用いて詳細に説明する。

【0023】

図 4 は、光学素子 1 として例えば球面ミラーを用いた場合において、球面ミラーのシフト駆動及びチルト駆動時におけるミラー面と曲率中心の位置とを示す図である。ミラー球面の駆動前では、ミラー断面は弧 A B にあり、その曲率中心は点 C にある。球面ミラーを横にシフト（光軸と直交する平面上での並進移動）させると、ミラー断面は弧 D E に移動し、曲率中心も同一方向へ横にシフトして点 F に移動する。

10

【0024】

次いで、駆動前の球面に一致するような角度でチルト（光軸に対する傾き動作）させると、ミラー断面は、弧 A B を延長した円上の弧 G H に移動し、曲率中心が駆動前の曲率中心である点 C に向くことができる。このように、シフト駆動及び回転駆動を組み合わせることにより、球面ミラーの曲率中心の位置が駆動前後で一致し、光学的に等価な駆動を行うことができる。

【0025】

図 5 は、光学素子 1 の光軸に対する曲率中心のずれを駆動部 5 により光学的に等価な位置に調整する際における、シフト駆動及びチルト駆動による支持部材の変位量のシミュレーションを示している。このシミュレーションでは、光学素子 1 に生じる応力モーメントを間接的に評価することができる。このシミュレーション結果によれば、シフト駆動又はチルト駆動のいずれか一方による光学素子 1 の変位量と比較すると、シフト駆動とチルト駆動との組み合わせにより、光学素子 1 の変位量が小さく抑えられていることが分かる。このように、シフト駆動とチルト駆動とを組み合わせることによって、光学素子 1 の位置調整の際に生じる光学素子 1 への応力を打ち消すことができる。

20

【0026】

また、図 6 及び図 7 は、駆動部 5 による光学素子 1 のシフト駆動及びチルト駆動をそれぞれ単独で行った場合における光学素子 1 のシフト駆動量対変形量及びチルト駆動量対変形量の関係を示す図である。図 6 では、横軸は X 方向移動量（シフト駆動量）を示し、縦軸は Z 方向の変形量を示す。図 7 では、横軸は ϕ 方向移動量（シフト駆動量）を示し、縦軸は Z 方向の変形量を示す。図 6 及び図 7 のいずれの場合にも、両者の関係はほぼ線形であり、シフト駆動とチルト駆動との組み合わせが略一定比率で実現可能であることを示唆している。

30

【0027】

したがって、上記の構成により、駆動部により光学素子の位置調整を行う際、駆動部がシフト駆動量とチルト駆動量とを略一定比率で組み合わせて位置調整を行うことによって、光学素子に加わる力を低減することができる。さらに、連結部材に低剛性な構成を用意する必要のない簡単な構成で高剛性化を実現することができる。

【0028】

図 8 は、本実施形態の好適な実施の形態に係る駆動装置 10 を備える駆動システムの構成を示す図である。本駆動システムは、光学素子 1 の位置を計測する計測手段 11 と、計測手段 11 による計測結果と目標位置とを比較する比較手段 12 とを備える。本駆動システムはまた、比較手段 12 による比較結果に基づいて光学素子 1 の駆動時に生じる応力モーメントが最小となるシフト駆動量及びチルト駆動量を算出する算出手段 13 を備える。さらに、算出手段 13 による算出結果に基づいてシフト駆動とチルト駆動とを組み合わせる光学素子 1 を光軸に対して等価となるように駆動する駆動手段としての駆動装置 10 を備える。次に、本駆動システムを用いた駆動方法について説明する。

40

【0029】

図 9 は、本実施形態に係る駆動方法を示すフローチャートである。まず、計測手段 11 は、光学素子 1 の現在位置又は駆動前の光学素子 1 の位置を計測する（S1）。次に、比

50

較手段 1 2 は、予め設定された目標位置（基準値）と S 1 で計測した位置とを比較し（S 2）する。次に、算出手段 1 3 は、目標位置（基準値）へ光学素子 1 を駆動する際に生じる応力モーメントが最小となるシフト駆動量及びチルト駆動量を算出する（S 3）。そして、駆動装置 1 0 は、光学素子 1 を駆動する不図示の各アクチュエータに対して、各駆動量に対応する指令値を与え（S 4）、光学素子 1 を駆動する（S 5）。光学素子 1 を駆動した後は、光学素子 1 の駆動後の位置を新たな現在位置として S 1 に戻り、同様の制御を繰り返すことが可能である。

【0030】

（第 2 の実施形態）

本発明の好適な第 2 の実施形態として、第 1 の実施形態の駆動装置において、光学素子 1 の保持部 2、連結部材 4、支持部材 3 及び基準部材 7 は、必ずしも備えてなくてもよい。

10

【0031】

例えば、図 1 0 に示すように、保持部 2、支持部材 3 を具備しない場合には、駆動部 5 が連結部材 4 を介して光学素子 1 に連結される。この構成においても、光学素子 1 に対してシフト駆動及びチルト駆動を組み合わせたことが可能であり、第 1 の実施形態と同様なシステムをより簡単な構成で実現することができる。

【0032】

（第 3 の実施形態）

本発明の好適な第 3 の実施形態として、第 1、第 2 の実施形態に係る駆動装置は、光学素子 1 を変形するための変形アクチュエータを有してもよい。

20

【0033】

図 1 1 は、第 3 の実施形態における変形アクチュエータ 8 を有する駆動装置の構成を示す側面図である。

【0034】

変形アクチュエータとしては、空気圧ベローズ、リニアモータ、電磁石、圧電素子、磁歪素子又は球面ミラーと一体で加工形成させた圧電薄膜、球面ミラー材料内に一体で加工形成された加減圧室などが含まれる。

【0035】

上記の構成において、光学素子 1 の裏面に取り付けられた複数の変形アクチュエータにより、光学素子 1 を任意の形状に変形させることによって、より高次の光学収差を補正することができる。

30

（応用例）

図 1 2 は、本発明の駆動システムを半導体デバイスの製造プロセスに用いられる露光装置に適用した場合における露光装置の構成を示す概略図である。本発明の駆動システムは、露光装置の投影光学系を構成する不図示のミラーに適用可能である。照明光学系 1 0 0 1 から出た光は原版であるレチクル 1 0 0 2 上に照射される。レチクル 1 0 0 2 はレチクルステージ 1 0 0 3 上に保持され、レチクル 1 0 0 2 のパターンは、縮小投影レンズ 1 0 0 4 の倍率で縮小投影されて、その像面にレチクルパターン像を形成する縮小投影レンズ 1 0 0 4 の像面は、Z 方向と垂直な関係にある。露光対象の試料である工作物（基板）1 0 0 5 表面には、レジストが塗布されており、露光工程で形成されたショットが配列されている。基板 1 0 0 5 は、ステージ装置 1 0 0 6 上に載置される。ステージ装置 1 0 0 6 は、基板 1 0 0 5 を固定するチャック、X 軸方向と Y 軸方向に各々水平移動可能な駆動器としての X Y ステージ等を有する。

40

【0036】

次に、本発明の好適な実施の形態に係る露光装置を利用した半導体デバイスの製造プロセスを説明する。図 1 3 は半導体デバイスの全体的な製造プロセスのフローを示す図である。ステップ S 1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行う。ステップ S 2（マスク作製）では設計した回路パターンに基づいてマスク（原版又はレチクルともいう）を作製する。一方、ステップ S 3（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハ（基

50

板ともいう)を製造する。ステップS4(ウエハプロセス)は前工程と呼ばれ、上記のマスクとウエハを用いて、上述の露光装置によりリソグラフィ技術を利用してウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップS5(組み立て)は後工程と呼ばれ、ステップS4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)等の組み立て工程を含む。ステップS6(検査)ではステップS5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う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、ステップS7でこれを出荷する。

【0037】

上記ステップS4のウエハプロセスは以下のステップを有する。すなわち、ウエハの表面を酸化させる酸化ステップ、ウエハ表面に絶縁膜を成膜するCVDステップ、ウエハ上に電極を蒸着によって形成する電極形成ステップ、ウエハにイオンを打ち込むイオン打ち込みステップを有する。また、ウエハに感光剤を塗布するレジスト処理ステップ、上記の露光装置を用いて、レジスト処理ステップ後のウエハをマスクのパターンを介して露光し、レジストに潜像パターンを形成する露光ステップを有する。また、露光ステップで露光したウエハを現像する現像ステップを有する。さらに、現像ステップで現像した潜像パターン以外の部分を削り取るエッチングステップ、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除くレジスト剥離ステップを有する。これらのステップを繰り返し行うことによって、ウエハ上に多重に回路パターンを形成する。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明の好適な実施の形態に係る駆動装置を概略的に示す図である。

【図2】光学素子をシフト駆動したときに光学素子の駆動点に生じる応力モーメントを示す断面図である。

【図3】光学素子をチルト駆動したときに光学素子の駆動点に生じる応力モーメントを示す断面図である。

【図4】球面ミラーのシフト駆動及びチルト駆動時におけるミラー面と曲率中心の位置とを示す図である。

【図5】シフト駆動及びチルト駆動による支持部材の変位量のシミュレーション結果を示す図である。

【図6】光学素子のシフト駆動量と変形量との関係を示す図である。

【図7】光学素子のチルト駆動量と変形量との関係を示す図である。

【図8】本実施形態の好適な実施の形態に係る駆動装置を備える駆動システムの構成を示す図である。

【図9】本実施形態に係る駆動方法を示すフローチャートである。

【図10】本発明の好適な第2の実施形態に係る駆動装置の構成図である。

【図11】本発明の好適な第3の実施形態に係る駆動装置の構成図である。

【図12】露光装置の構成を示す概略図である。

【図13】半導体デバイスの全体的な製造プロセスのフローを示す図である。

【符号の説明】

【0039】

- 1 光学素子
- 10 駆動装置
- 11 計測手段
- 12 比較手段
- 13 算出手段

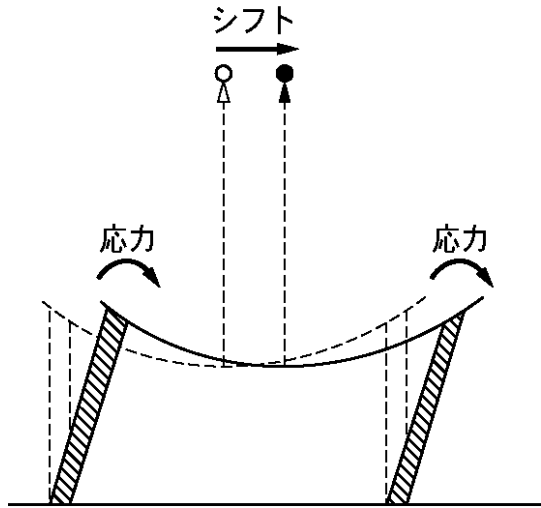
10

20

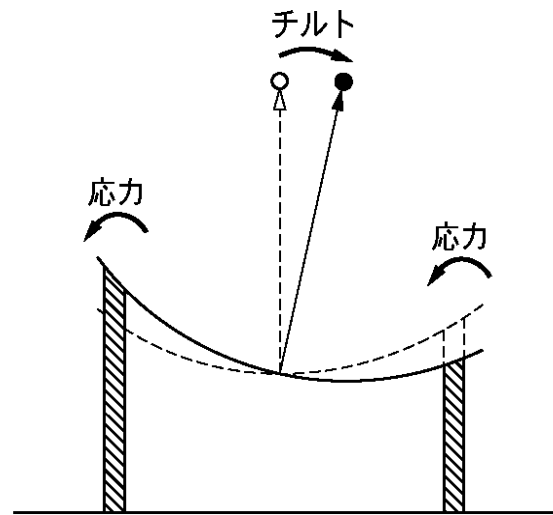
30

40

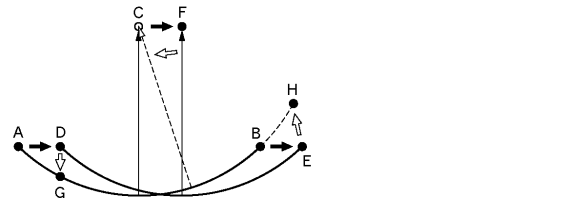
【図 2】



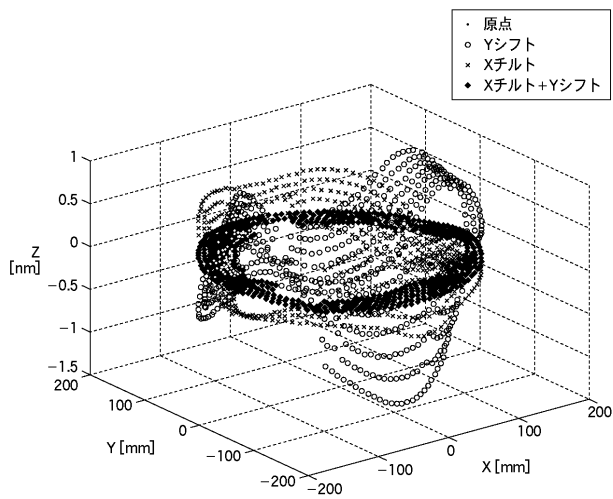
【図 3】



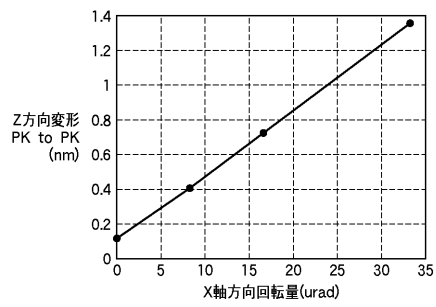
【図 4】



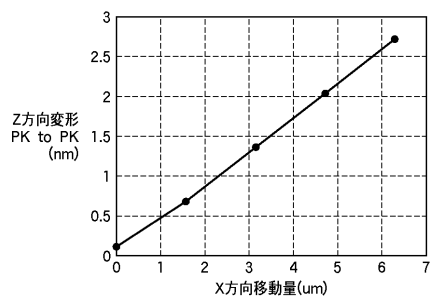
【図 5】



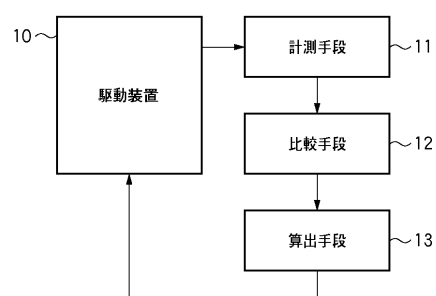
【図 7】



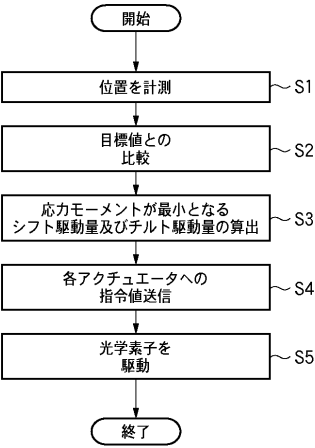
【図 6】



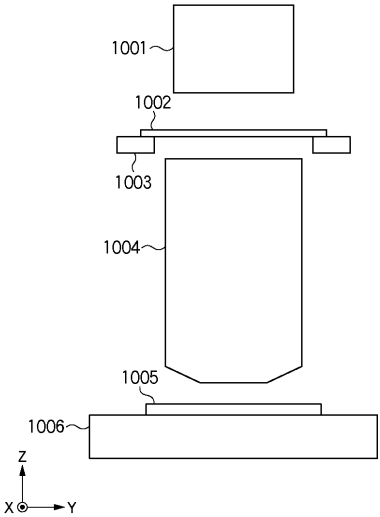
【図 8】



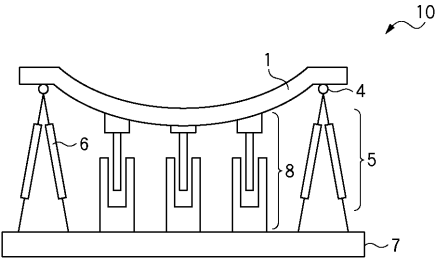
【図 9】



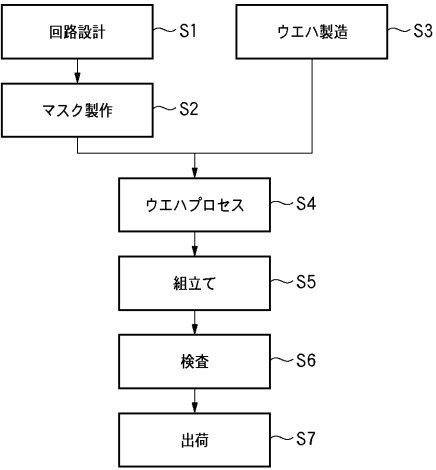
【図 1 2】



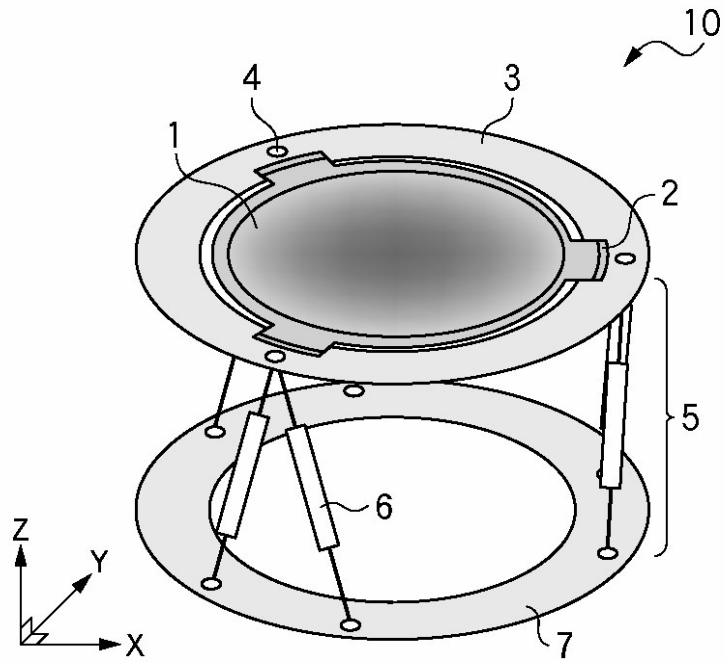
【図 1 1】



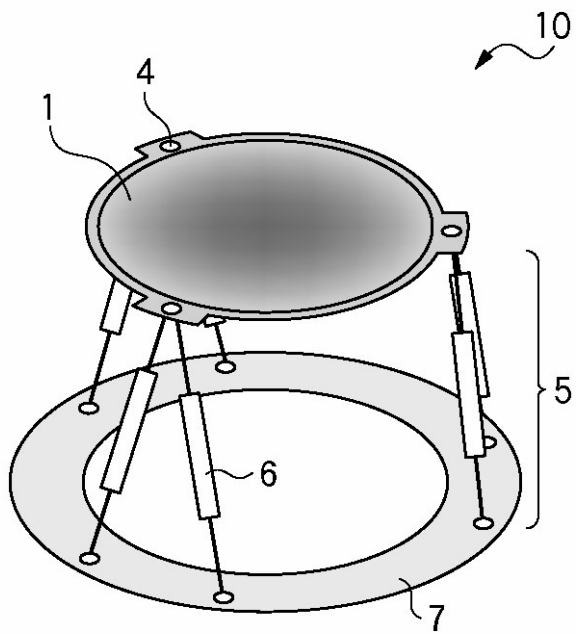
【図 1 3】



【図 1】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 伊藤 博仁

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 布施 直人

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

Fターム(参考) 5F046 BA03 CB12 CB25 DA13 DA14