(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2017-10061
(P2017-10061A)
(43)公開日　平成29年1月12日(2017.1.12)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
G03F 7/20	(2006.01)	G03F	7/20	521	2H197
H01L 21/683	(2006.01)	H01L	21/68	N	5F131

審査請求 有　請求項の数 32　ＯＬ　（全 28 頁）

(21)出願番号　特願2016-197494 (P2016-197494)
(22)出願日　平成28年10月5日 (2016.10.5)
(62)分割の表示　特願2013-501003 (P2013-501003)の分割
原出願日　平成24年2月17日 (2012.2.17)
(31)優先権主張番号　特願2011-35412 (P2011-35412)
(32)優先日　平成23年2月22日 (2011.2.22)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

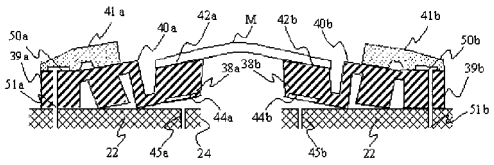
(71)出願人　000004112
株式会社ニコン
東京都港区港南二丁目１５番３号
(74)代理人　100064908
弁理士　志賀　正武
(74)代理人　100108578
弁理士　高橋　詔男
(72)発明者　宮川　智樹
東京都港区港南二丁目１５番３号　株式会社ニコン内

Ｆターム(参考)　2H197 AA06 AA12 CA06 CA08 CD03 CD06 CD13 CD35 CD44 DB31 HA03 HA04 HA05 HA10

最終頁に続く

(54)【発明の名称】保持装置、露光装置、及びデバイスの製造方法

(57)【要約】
【課題】マスクに形成されたパターンを精確に基板に露光するための保持装置を提供する。
【解決手段】物体の一部に接する第１部材、ベースに少なくとも一部が固定された第２部材、及び第１部材と第２部材とを接続する接続部材を含む保持部と、少なくとも物体を保持した第１部材の姿勢が変化するように、保持部を駆動する駆動部とを備え、前記接続部材を介して前記第１部材と前記第２部材との間の相対的な位置関係が変化する。
【選択図】図７Ａ



【特許請求の範囲】
【請求項１】
物体を保持可能な保持装置において、
前記物体の一部に接する第１部材、ベースに少なくとも一部が固定された第２部材、及び前記第１部材と前記第２部材とを接続する接続部材を含む保持部と、
少なくとも前記第１部材の姿勢が変化するように、前記保持部を駆動する駆動部と、
を備え、
前記接続部材を介して前記第１部材と前記第２部材との間の相対的な位置関係が変化することを特徴とする保持装置。
【請求項２】
請求項１に記載の保持装置において、
前記接続部材は、前記第１部材の姿勢の変化が大きいほど、前記第２部材に対する前記第１部材の位置を大きく変化させることを特徴とする保持装置。
【請求項３】
請求項１又は２に記載の保持装置において、
前記接続部材は、前記第１部材の姿勢の変化に応じて、前記第１部材と前記第２部材との相対距離を変化させることを特徴とする保持装置。
【請求項４】
請求項１～３のいずれか一項に記載の保持装置において、
前記保持部は、前記物体の異なる部分に接する複数の前記第１部材を含むことを特徴とする保持装置。
【請求項５】
請求項１～４のいずれか一項に記載の保持装置において、
前記物体は板状物体であり、
前記保持部は、前記板状物体の一方の端部を保持する第１の保持部と、前記板状物体の他方の端部を保持する第２の保持部とを含み、この第１の保持部とこの第２の保持部とはそれぞれ、前記第１部材、前記第２部材、及び前記接続部材をさらに備えることを特徴とする保持装置。
【請求項６】
請求項５記載の保持装置において、
前記駆動部は、前記第１の保持部の前記第１部材の傾きと前記第２の保持部の前記第１部材の傾きとを相異なる向きに変化させて前記板状物体を曲げることを特徴とする保持装置。
【請求項７】
請求項１～６のいずれか一項に記載の保持装置において、
前記ベースを一方向に沿って駆動する本体駆動部をさらに備えることを特徴とする保持装置。
【請求項８】
請求項７記載の保持装置において、
前記駆動部は、前記第１部材を前記一方向と交差する一面に沿って傾けるように前記保持部を駆動し、
前記接続部材は、前記第２部材に対し、前記一方向と交差する方向に前記第１部材の位置を変化させることを特徴とする保持装置。
【請求項９】
請求項８記載の保持装置において、
前記駆動部は、前記第１部材を傾けるように前記保持部を駆動する第１駆動部と、この第１駆動部が前記第１部材を傾ける方向とは相異なる向きに前記第１部材を傾ける第２駆動部とを含むことを特徴とする保持装置。
【請求項１０】
請求項９記載の保持装置において、前記第１駆動部は、前記第１部材を駆動することを

特徴とする保持装置。
【請求項１１】
請求項９又は１０記載の保持装置において、
前記第２駆動部は、前記接続部材を介して前記第１部材を傾けるように前記第２部材を駆動することを特徴とする保持装置。
【請求項１２】
請求項９～１１のいずれか一項に記載の保持装置において、
前記第１駆動部と前記第２駆動部との少なくともどちらか一方は、気体が流通する気体流通口と、この気体流通口と対向し、前記気体の圧力が作用する作用面とを含むことを特徴とする保持装置。
【請求項１３】
請求項１２記載の保持装置において、
前記気体の圧力は負圧であり、前記作用面に吸引力が作用することを特徴とする保持装置。
【請求項１４】
請求項１～１３のいずれか一項に記載の保持装置を備え、
前記保持装置は、パターンが形成されたマスクを前記物体として保持可能であり、
このパターンを基板に転写することを特徴とする露光装置。
【請求項１５】
パターンが形成されたマスクを保持可能な保持装置において、
前記マスクの一部に接する第１部材、前記ベースの少なくとも一部が固定された第２部材、及び前記第１部材と前記第２部材とを接続する接続部材とを含む保持部と、
前記第１部材の傾きを変化させるように前記保持部を駆動する駆動部と、
を備え、
前記保持部は、前記マスクの一方の端部を保持する第１の保持部と、前記マスクの他方の端部を保持する第２の保持部とを含み、この第１の保持部とこの第２の保持部とはそれぞれ、前記第１部材、前記第２部材、及び前記接続部材を備え、
前記駆動部は、前記マスクを曲げるように、前記第１の保持部の前記第１部材の傾きと前記第２の保持部の前記第１部材の傾きとを相異なる向きに変化させ、
前記接続部材は、前記第１部材の傾きの変化に応じて、前記第２部材に対する前記第１部材の位置を変化させることを特徴とする保持装置。
【請求項１６】
請求項１５記載の保持装置を備え、
前記マスクのパターンを基板に転写することを特徴とする露光装置。
【請求項１７】
請求項１４又は１６記載の露光装置を用いて、
前記マスクを変形させることと、
前記マスクのパターンを前記基板に転写することと、
を有することを特徴とする露光方法。
【請求項１８】
光学部材を、第１軸とこの第１軸に直交する第２軸とを含む平面に平行に保持可能な保持装置において、
前記光学部材を保持する保持部と、
前記保持部を駆動して、保持された前記光学部材に前記第１軸周りの曲げモーメントを作用させることで前記光学部材を変形させる駆動部と、
前記曲げモーメントに応じ、前記保持部を前記第２軸に沿って変位自在に支持する支持部と、
を備えることを特徴とする保持装置。
【請求項１９】
請求項１８記載の保持装置において、前記光学部材は、板状光学部材であり、

前記保持部は、前記第１軸に平行な方向において前記板状光学部材の一方の端部を保持する第１の保持部と、前記板状光学部材の他方の端部を保持する第２の保持部とを含むことを特徴とする保持装置。
【請求項２０】
請求項１８又は１９記載の保持装置において、
前記保持部、前記駆動部、及び前記支持部が配置された基材を備えることを特徴とする保持装置。
【請求項２１】
請求項２０記載の保持装置において、
前記第１軸に沿って前記基材を駆動する基材駆動部を備えることを特徴とする保持装置。
【請求項２２】
請求項１８～２１のいずれか一項に記載の保持装置において、
前記支持部は、弾性部材を含むことを特徴とする保持装置。
【請求項２３】
請求項２２記載の保持装置において、
前記弾性部材は、ヒンジ部材を含むことを特徴とする保持装置。
【請求項２４】
請求項１８～２１のいずれか一項に記載の保持装置において、
前記支持部は、前記保持部を前記第２軸と平行な方向に沿って移動可能にガイドするガイド部材を含むことを特徴とする保持装置。
【請求項２５】
請求項２４記載の保持装置において、
前記ガイド部材は、前記第２軸と平行な方向に沿って転がる複数の転動体を用いてガイドするリニアガイドを含むことを特徴とする保持装置。
【請求項２６】
請求項１８～２５のいずれか一項に記載の保持装置において、
前記駆動部は、前記第１軸周りにおける一方の方向の前記曲げモーメントを前記光学部材に作用させる第１の駆動部と、前記第１軸周りにおける他方の方向の前記曲げモーメントを前記光学部材に作用させる第２の駆動部とを含むことを特徴とする保持装置。
【請求項２７】
請求項２６記載の保持装置において、
前記第１の駆動部と前記第２の駆動部との少なくとも一方は、気体が流通する気体流通口と、この気体流通口と対向し、前記気体の圧力が作用する作用面とを含むことを特徴とする保持装置。
【請求項２８】
請求項２７記載の保持装置において、
前記気体の圧力は負圧であり、前記作用面に吸引力が作用することを特徴とする保持装置。
【請求項２９】
請求項１８～２８のいずれか一項に記載の保持装置を備え、
前記保持装置は、パターンが形成されたマスクを前記光学部材として保持可能であり、
このパターンを基板に転写することを特徴とする露光装置。
【請求項３０】
請求項２９記載の露光装置を用いて、
前記マスクを変形させることと、
前記マスクのパターンを前記基板に転写することと、
を有することを特徴とする露光方法。
【請求項３１】
請求項１４、１６又は２９に記載の露光装置を用いて前記基板を露光することと、

露光した前記基板を現像することと、
を有することを特徴とするデバイスの製造方法。
【請求項３２】
物体を保持可能な保持装置であって、
前記物体の一部に接する第１部材と、
第２部材と、
前記第１部材と前記第２部材とを接続する接続部材と、
前記第２部材に対する前記第１部材の姿勢が変化するように、前記第１部材、前記第２部材、及び前記接続部材の少なくとも１つを駆動する駆動部と、
を備えることを特徴とする保持装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、物体を保持可能な保持装置、露光装置、及び露光方法、並びにデバイスの製造方法に関するものである。
本願は、２０１１年２月２２日に出願された日本国特願２０１１－０３５４１２号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。
【背景技術】
【０００２】
マスク又はレチクル（以下「マスク」と総称する）上に形成されたパターンを感光性基板上に転写する、いわゆるリソグラフィ工程において、マスクステージに保持されたマスクのパターンを投影光学系を介して感光性基板上の各ショットに投影する露光装置が使用されている。
【０００３】
近年、この露光装置において、パターンの一層の高集積化に対応するために投影光学系の更なる高解像度化が望まれている。投影光学系の解像度は、使用する露光波長が短くなるほど、また投影光学系の開口数が大きいほど高くなる。そのため露光装置で使用される露光波長は年々短波長化しており、投影光学系の開口数も増大している。現在主流の露光波長は、ＫｒＦエキシマレーザの２４８ｎｍ及び、ＡｒＦエキシマレーザの１９３ｎｍである。また、露光を行う際には、解像度と同様に焦点深度（ＤＯＦ）も重要となる。解像度Ｒ、及び焦点深度δはそれぞれ以下の式（１）および（２）で表される。
【０００４】
$$R = k1 \cdot \lambda / NA \quad \cdots (1)$$
$$\delta = \pm k2 \cdot \lambda / NA2 \quad \cdots (2)$$
ここで、λは露光波長、ＮＡは投影露光系の開口数、ｋ１、ｋ２はプロセス係数である。
【０００５】
（１）式、（２）式より、解像度Ｒを高めるために、露光波長λを短くして、開口数ＮＡを大きくすると、焦点深度δが小さくなることが分かる。
【０００６】
焦点深度δが狭くなり過ぎると、投影光学系の像面に対して基板表面を合致させることが困難となり、露光動作時のフォーカスマージンが不足する恐れがある。そこで実質的に露光波長を短くして、且つ焦点深度を広くする方法として、例えば下記特許文献１に開示されている液浸法が提案されている。この液浸法は、投影光学系の仮面と基板表との間を純水や有機溶媒等の液体で満たし、液体中での露光光の波長が、空気中の１／ｎ（ｎは空気中の屈折率で通常１．２～１．６程度）になることを利用して解像度を向上するとともに、焦点深度を約ｎ倍に拡大するというものであり、液浸法により高解像度で基板を露光する液浸露光装置が利用されている。
【先行技術文献】
【特許文献】

【０００７】
【特許文献１】国際公開第９９／４９５０４号
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００８】
ところで、KrFエキシマレーザやArFエキシマレーザ等のエネルギーの高い光源を用いた露光において、上記光源で投影光学系を介して基板を露光すると、投影光学系を構成するレンズ（一般には屈折光学素子）に収差変動が発生する。この収差変動によりマスクのパターン像面が変化し、基板への露光精度が低下することがある。
【０００９】
本発明の態様は、マスクに形成されたパターンを精確に基板に露光するための保持装置、露光装置、及びデバイスの製造方法を提供することを特徴とする。
【課題を解決するための手段】
【００１０】
本発明の第１の態様に係る保持装置は、物体の一部に接する第１部材、ベースに少なくとも一部が固定された第２部材、及び第１部材と第２部材とを接続する接続部材を含む保持部と、少なくとも物体を保持した第１部材の姿勢が変化するように、保持部を駆動する駆動部とを備え、前記接続部材を介して前記第１部材と前記第２部材との間の相対的な位置関係が変化する。
【００１１】
本発明の第２の態様に係る露光装置は、本発明の第１の態様に係る保持装置を備え、この保持装置は、パターンが形成されたマスクを物体として保持可能であり、パターンを基板に転写する。
【００１２】
本発明の第３の態様に係る保持装置は、マスクの一部に接する第１部材、装置本体の少なくとも一部が固定された第２部材、及び第１部材と第２部材とを接続する接続部材とを含む保持部と、第１部材の傾きを変化させるように保持部を駆動する駆動部とを備え、保持部は、マスクの一方の端部を保持する第１の保持部と、マスクの他方の端部を保持する第２の保持部とを含み、第１の保持部と第２の保持部とはそれぞれ、第１部材、第２部材、及び接続部材を備え、駆動部は、マスクを曲げるように、第１の保持部の第１部材の傾きと第２の保持部の第１部材の傾きとを相異なる向きに変化させ、接続部材は、第１部材の傾きの変化に応じて、第２部材に対する第１部材の位置を変化させる。
【００１３】
本発明の第４の態様に係る露光装置は、本発明の第３の態様に係る保持装置を備え、パターンを基板に転写する。
【００１４】
本発明の第５の態様に係る露光方法は、本発明の第２の態様に係る露光装置又は本発明の第４の態様に係る露光装置を備え、マスクを変形させることと、マスクのパターンを基板に転写することとを有する。
【００１５】
本発明の第６の態様に係る保持装置は、光学部材を保持する保持部と、保持部を駆動して、保持された光学部材に第１軸周りの曲げモーメントを作用させることで光学部材を変形させる駆動部と、曲げモーメントに応じ、保持部を第２軸に沿って変位自在に支持する支持部とを備える。
【００１６】
本発明の第７の態様に係る露光装置は、本発明の第６の態様に係る保持装置を備え、この保持装置は、パターンが形成されたマスクを光学部材として保持可能であり、パターンを基板に転写する。
【００１７】
本発明の第８の態様に係る露光方法は、本発明の第７の態様に係る露光装置を用いて、

マスクを変形させることと、マスクのパターンを基板に転写することを有する。
【００１８】
本発明の第９の態様に係るデバイスの製造方法は、本発明の第２の態様に係る露光装置、本発明の第４の態様に係る露光装置、又は本発明の第７の態様に係る露光装置を用いて、基板を露光することと、露光した基板を現像することを有する。
【００１９】
本発明の第１０の態様に係る保持装置は、物体の一部に接する第１部材と、
第２部材と、第１部材と第２部材とを接続する接続部材と、第２部材に対する第１部材の姿勢が変化するように、第１部材、第２部材、及び接続部材の少なくとも１つを駆動する駆動部とを備える。
【図面の簡単な説明】
【００２０】
【図１】第１実施形態に係る露光装置の一例を示す概略構成図である。
【図２】第１実施形態に係るマスクステージ装置とその周辺の平面図である。
【図３】第１実施形態に係るマスクステージの平面図である。
【図４】図３のマスクステージのＢ－Ｂ断面図である。
【図５】図２のマスクステージ装置のＡ－Ａ断面図である。
【図６】図４のマスクステージにおけるマスク保持部の拡大断面図である。
【図７Ａ】第１実施形態に係るマスクの変形の一例について示したマスク保持部の拡大断面図である。
【図７Ｂ】第１実施形態に係るマスクの変形の一例について示したマスク保持部の拡大断面図である。
【図８】第１実施形態に係るマスク保持部の別の一例について示した拡大断面図である。
【図９】第１実施形態に係る露光装置の動作の一例を説明するためのフローチャートである。
【図１０】第１実施形態に係るマスク保持部の変形例である。
【図１１Ａ】図１０のマスク保持部の拡大図である。
【図１１Ｂ】図１１Ａのマスク保持部の拡大図におけるＣ－Ｃ断面図である。
【図１２】第２実施形態に係る－Ｘ側のマスク保持部の拡大断面図である。
【図１３】マイクロデバイスの製造工程の一例を示すフローチャートである。
【発明を実施するための形態】
【００２１】
以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明するが、本発明はこれに限定されない。
【００２２】
また、以下の説明において、ＸＹＺ直交座標系を設定し、このＸＹＺ直交座標系を参照しながら説明する。水平面内の所定方向をＸ軸方向、水平面内においてＸ軸方向と直交する方向をＹ軸方向、Ｘ軸方向及びＹ軸方向のそれぞれと直交する方向（すなわち鉛直方向）をＺ軸方向とする。また、Ｘ軸、Ｙ軸、及びＺ軸まわりの回転（傾斜）方向をそれぞれ、θＸ、θＹ、及びθＺ方向とする。
【００２３】
＜第１実施形態＞
本発明の第１実施形態について説明する。
【００２４】
まず、本実施形態の露光装置ＥＸの構成について図１を用いて説明する。
【００２５】
図１は、本実施形態における露光装置ＥＸの一例を示す概略構成図である。
【００２６】
本実施形態の露光装置ＥＸは、照明ユニットＩＬと、マスクＭ（物体、板状物体、光学部材、板状光学部材）を走査方向として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θＺ方向に微小駆動するマスクステージ装置１（保持装置、基材）と、マスクステージ装置１の近傍に設けられたマスクアライメント系ＭＡと、投影光学系ＰＬと、投影光学系ＰＬの近傍に設けられた基板アライメント系ＷＡと、基板Ｗを保持可能な基板テーブルＷＴをＸＹ２次元方向に駆動する基板ステージＷＳと、基板Ｗ（基板テーブルＷＴ）上に液体を供給する供給口と供給した液体を回収する回収口とが設けられた液浸装置１５と、マスクステージ装置１及び投影光学系ＰＬを保持するコラム２と、露光装置ＥＸの各要素及び全体の動作を制御する制御装置ＣＯＮＴとを備えている。

【００２７】

以下、露光装置ＥＸの構成の各要素について説明する。

【００２８】

照明ユニットＩＬは、照明光ＥＬを射出する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（マスキングブレード又はレチクルブラインドとも呼ばれる）により規定された矩形又は円弧状の照明領域に照明光ＥＬを照射し、回路パターンが形成されたマスクＭを均一な照度で照明する。照明ユニットＩＬと同様の照明系では、例えば、米国特許第５，５３４，９７０号等に開示されている。ここでは、一例として照明光ＥＬとして、ＡｒＦエキシマレーザ光（波長１９３ｎｍ）が用いられているものとする。

【００２９】

コラム２は、床面Ｆにその下端部が固定された複数の脚部１６と、脚部１６により床面Ｆ上方で支持された天板部４とで構成されている。天板部４の中央部には、上下方向（Ｚ軸方向）に貫通した開口７が形成されている。コラム２は、マスクステージ装置１及び投影光学系ＰＬを保持する。本実施形態において脚部１６は３本である。

【００３０】

マスクステージ装置１は、照明ユニットＩＬの下方（－Ｚ方向）に配置された定盤ＭＢＳと、定盤ＭＢＳ上に配置されたマスクステージＭＳと、マスクステージＭＳを取り囲むように定盤ＭＢＳ上に配置された枠状部材から成るカウンタマス３と、マスクステージＭＳを駆動するマスクステージ駆動装置（不図示）等を備えている。

【００３１】

定盤ＭＢＳは、コラム２の天板部４上に複数の防振ユニット５を介して略水平に支持されており、中央部には天板部４の開口７とＺ方向に連通した開口２１が形成されている。本実施形態において、防振ユニット５は３つ設置されている。定盤ＭＢＳ上に、マスクステージＭＳが配置され、マスクステージＭＳ上にはマスクＭが保持されている。また、マスクステージＭＳには反射面１８が設けられ、反射面１８に対応する位置にマスク側レーザ干渉計１９が設置されている。マスク側レーザ干渉計１９は、マスクステージＭＳの反射面１８へ計測レーザを照射し、反射面１８を介して反射した計測レーザを検出することで、マスクステージＭＳに関する位置情報を計測する。本実施形態において、マスク側レーザ干渉計１９は、マスクステージＭＳのＸＹ平面における位置、及びθＺ方向の回転角をリアルタイムに計測する。制御装置ＣＯＮＴは、マスク側レーザ干渉計１９の計測結果に基づいてマスクステージ駆動装置（不図示）を駆動し、マスクステージＭＳに保持されているマスクＭの位置制御を行う。マスクステージ装置１の具体的な構成等については後述する。

【００３２】

また、マスクステージ装置１の近傍にはマスクＭに形成されたマスクアライメントマーク（不図示）と基板テーブルＷＴに形成されたマスク基準マーク（不図示）とを検出するマスクアライメント系ＭＡが設けられている。本実施形態において、マスクアライメント系ＭＡは、マスク側レーザ干渉計１９で規定される座標系内において、マスク基準マークに対するマスクアライメントマークの位置ズレ量を計測してマスクＭとマスク基準マークとの位置合わせを行う。

【００３３】

投影光学系ＰＬは、Ｚ軸方向の共通の光軸を有する複数のレンズ（レンズエレメント）と投影光学系ＰＬの像面に最も近い終端光学素子１４と反射光学素子とから構成される反

射屈折光学系が用いられおり、両側テレセントリックで所定の投影倍率（１／４）を有する。これにより、照明ユニットＩＬからの照明光ＥＬによってマスクＭの一部（照明領域）が照明され、その像が投影光学系ＰＬを介して縮小像となり、レジスト（感光性材料）が塗布され、投影光学系ＰＬの像面側に配置された基板Ｗの露光領域（ショット）に投影される。

【００３４】

終端光学素子１４は、蛍石で形成されている。蛍石は水との親和性が高いので、終端光学素子１４の液体接触面のほぼ全面に液体を密着させることができる。

【００３５】

なお、投影光学系ＰＬは、複数のレンズのみから構成される屈折光学系又は反射光学素子のみから構成される反射光学系でも良い。また、投影光学系ＰＬの投影倍率は１／４でなくてもよく、１／５や１／８であっても良いし、縮小系でなくても等倍系や拡大系でも良い。また、投影光学系ＰＬは、倒立像と正立像とのいずれを形成しても良い。

【００３６】

なお、終端光学素子１４は水との親和性が高い石英であってもよいし、終端光学素子１４の液体接触面に親水化（親液化）処理を施して、液体との親和性をより高めるようにしてもよい。

【００３７】

また、投影光学系ＰＬには、投影光学系ＰＬを構成するレンズを光軸に対して移動可能に構成したり、投影光学系ＰＬ中の気体の屈折率や温度を調整して収差を補正したりするレンズコントロールＬＣが設けられている。光軸に対してレンズを移動可能に構成する例として、日本国特開平５－４１３４４号（対応米国特許第５，４２４，５５２号）に開示されているような、レンズを光軸方向に移動させたり、レンズを光軸と直交する方向に移動（シフト）させたり、レンズを光軸に対して傾斜（チルト）させたりする、収差補正方法がある。

【００３８】

投影光学系ＰＬの鏡筒のＺ軸方向のほぼ中央にフランジ６が設けられている。投影光学系ＰＬは、天板部４の下面側に一端が固定された複数の吊り下げ機構９を介して、フランジ６部分にて吊り下げ支持されている。これら吊り下げ機構９のそれぞれは、柔構造の連結部材であるコイルばね１０とワイヤ１１とを含む。本実施形態における吊り下げ機構９は３つである。

【００３９】

また、コラム２の脚部１６のそれぞれのＺ軸方向に関する中央部近傍には凸部１２が形成され、凸部１２のそれぞれと投影光学系ＰＬのフランジ６の外周部との間には駆動系１３が設けられている。駆動系１３は、投影光学系ＰＬの鏡筒を半径方向に駆動するボイスコイルモータと、投影光学系ＰＬを光軸方向に駆動するボイスコイルモータとで構成されている。つまり、駆動系１３により投影光学系ＰＬを６自由度方向に移動可能な構成となっている。

【００４０】

フランジ６には、投影光学系ＰＬの６自由度方向の加速度を検出するための加速度センサ（不図示）が設けられている。加速度センサで検出される加速度情報に基づいて、制御装置ＣＯＮＴは、投影光学系ＰＬがコラム２及び床面Ｆに対して静止した状態となるように、駆動系１３のボイスコイルモータの駆動を制御する。

【００４１】

液浸装置１５は、終端光学素子１４を囲うように配置されている。液体を供給する供給口と供給口から供給した液体を回収する回収口が設けられている。供給口には液体供給装置（不図示）が接続しており、回収口には液体回収装置（不図示）が接続している。液体供給装置は、液体を収容するタンク及び加圧ポンプ等を備えており、供給口を介して基板テーブルＷＴ上に液体を供給する。液体回収装置は、真空ポンプ等の真空系（吸引装置）及び回収した液体を収容するタンク等を備えており、基板テーブルＷＴ上の液体を回収口

を介して回収する。基板テーブルＷＴ上に供給する液体の供給量と回収する液体の回収量を調整することにより、液浸装置１５の下面及び終端光学素子１４の下面と基板Ｗ（基板テーブルＷＴ）との間に液浸領域ＡＲを形成する。本実施形態において、液浸領域ＡＲを形成する液体は水である。

【００４２】

なお、液体を供給するためのタンクや加圧ポンプ、液体を回収するための真空系やタンクは必ずしも露光装置ＥＸが備えている必要はなく、露光装置ＥＸが設置されている工場などの設備を利用することもできる。

【００４３】

基板アライメント系ＷＡは、投影光学系ＰＬの先端の近傍に設けられている。

【００４４】

基板アライメント系ＷＡは、日本国特開平４－６５６０３号（対応米国特許第５,４９３,４０３号）に開示されているような、ハロゲンランプからの白色光等の照明光で、基板Ｗの露光領域（ショット）に形成された基板アライメントマーク（不図示）、又は基板テーブルＷＴに形成された基板用基準マーク（不図示）を照明し、それらのマークの像をＣＣＤカメラで撮像してマークの位置を計測する、ＦＩＡ（フィールド・イメージ・アライメント）方式が採用されている。

【００４５】

基板ステージＷＳは、投影光学系ＰＬの下方に配置された定盤ＷＢＳの上面に、エアベアリング等を介して浮上支持されている。基板ステージＷＳは、基板テーブルＷＴを介して基板Ｗを保持しつつ、制御装置ＣＯＮＴの制御によって、基板ステージ駆動系（不図示）を介して、定盤ＷＢＳの上面に沿ってＸＹ平面内で自在に駆動可能である。

【００４６】

定盤ＷＢＳは、床面Ｆに据え付けられている。定盤ＷＢＳの＋Ｚ側の面（上面）は、その平坦度が非常に高くなるように加工されており、基板ステージＷＳの移動基準面（ガイド面）とされている。

【００４７】

基板テーブルＷＴは、基板保持部（不図示）が設けられており、基板保持部で基板Ｗを真空吸着等により保持する。また、基板テーブルＷＴには、マスクアライメント系ＭＡに検出されるマスク基準マーク（不図示）と、基板アライメント系ＷＡに検出される基板基準マークと、が設けられている。また、基板テーブルＷＴには反射面２０が設けられており、反射面２０に対応する位置に基板側レーザ干渉計１７が設置されている。

【００４８】

基板側レーザ干渉計１７は、基板テーブルＷＴの反射面２０へ計測レーザを照射し、反射面２０を介して反射した計測レーザを検出することで、基板テーブルＷＴ（基板Ｗ）に関する位置情報を計測する。本実施形態において、基板側レーザ干渉計１７は、基板テーブルＷＴのＸＹ平面における位置、及びθＺ方向の回転角をリアルタイムに計測する。制御装置ＣＯＮＴは、基板側レーザ干渉計１７の計測結果に基づいて基板ステージ駆動装置（不図示）を駆動し、基板テーブルＷＴに保持されている基板Ｗの位置制御を行う。

【００４９】

また、基板テーブルＷＴの上方の近傍には、不図示のフォーカス検出系が設けられている。フォーカス検出系は、発光部と受光部とを有し、発光部から基板Ｗ表面（露光面）に斜め方向から検出光を投射し、その反射光を受光部で受光する。フォーカス検出系の構成としては、例えば、日本国特開平８－３７１４９号（対応米国特許第６,１９５,１５４号）に開示されているものを用いることができる。フォーカス検出系は、基板Ｗ上（基板テーブル上面）に液体が無い状態（液浸領域ＡＲが形成されていない状態）で、基板ＷのＺ軸方向における位置（フォーカス位置）を検出する。また、基板Ｗにおいて、Ｚ方向における位置（フォーカス位置）を数箇所検出することにより、基板Ｗのθ Ｘ、θ Ｙを検出する。つまり、投影光学系ＰＬと液体とを介して形成されるマスクＭのパターン像の結像面と基板Ｗの上面とのズレを検出する。なお、フォーカス検出系は液体を介して基板Ｗの表

面に検出光を投射するものであっても良い。

【００５０】

次に、マスクステージ装置１の具体的な構成について図２を用いて説明する。

【００５１】

図２は、本実施形態におけるマスクステージ装置１とその周辺の平面図である。

【００５２】

図２に示すように、定盤ＭＢＳは、上方からみて、カウンタマス３の外枠を４辺とする略長方形の板状部材から成り、その中央部には、照明光ＥＬの通路となる開口２１が形成されている。開口２１は、前述の天板部４の開口７（図１参照）とＺ方向に連通した状態となっている。また、定盤ＭＢＳの上面の、中心から－Ｘ方向及び＋Ｘ方向に等距離離れた位置には、凸状部分ＭＢＳａ、ＭＢＳｂがＹ軸方向に延設されている。凸状部分ＭＢＳａ、ＭＢＳｂの上面（＋Ｚ側の面）は、平坦度が非常に高くなるように加工され、マスクステージＭＳが移動する際のガイド面となっている。

【００５３】

定盤ＭＢＳと天板部４との間に設けられた３つの防振ユニット５は、それぞれがエアダンパを含んでいる。防振ユニット５により、比較的高周波の振動がマスクステージＭＳへ伝達するのを防止できる。なお、防振ユニット５に含まれるエアダンパは、油圧式等の機械式ダンパであってもよい。

【００５４】

また、定盤ＭＢＳと天板部４との間には、マスクステージ定盤ＭＢＳにＸ軸方向の駆動力を作用させるＸボイスコイルモータ（不図示）と、Ｙ軸方向の駆動力を作用させるＹボイスコイルモータ（不図示）と、Ｚ軸方向の駆動力を作用させるＺボイスコイルモータ（不図示）が設けられている。

【００５５】

本実施形態において、ＸボイスコイルモータとＹボイスコイルモータはそれぞれ１つずつマスクステージ定盤ＭＢＳと天板部４との間に設けられており、マスクステージ定盤ＭＢＳをＸ軸方向、Ｙ軸方向、及びθＺ方向に駆動可能である。また、Ｚボイスコイルモータは、マスクステージ定盤ＭＢＳと天板部４との間の一直線上に無い３箇所に３つ設けられており、マスクステージ定盤ＭＢＳをＺ軸方向、θＸ方向、及びθＹ方向に駆動可能である。したがって、マスクステージ定盤ＭＢＳは、天板部４に対して６自由度方向（Ｘ軸方向、Ｙ軸方向、Ｚ軸方向、θＸ方向、θＹ方向、及びθＺ方向）に駆動可能である。

【００５６】

なお、ＸボイスコイルモータとＹボイスコイルモータとはそれぞれ１つずつでなくてもよく、双方のボイスコイルモータの少なくとも一方を２つ設ければよい。

【００５７】

なお、Ｚボイスコイルモータは、３つでなくてもよく、マスクステージ定盤ＭＢＳと天板部４との間の一直線上に無い３箇所に３つ設けられていれば、より多くの数のモータが設けられていてもよい。

【００５８】

なお、定盤ＭＢＳの位置は、定盤干渉計（不図示）やＺエンコーダ（不図示）により投影光学系ＰＬを基準に計測される。

【００５９】

マスクステージＭＳは、ステージ本体２２（ベース）と、マスクＭを保持し、ステージ本体２２に一部が固定されたマスク保持部２３（保持部）と、ステージ本体２２に固定され、マスクステージＭＳを駆動させる可動子２５ａ、２５ｂと、で構成されている。可動子２５ａ、２５ｂは、カウンタマス３に支持された固定子２６ａ、２６ｂとそれぞれ係合しており、リニアモータを構成している。

【００６０】

ステージ本体２２には、照明光ＥＬがマスクＭを介して通過する開口２４が形成されている。つまり、マスクＭを照明した照明光ＥＬは、開口２４と、定盤ＭＢＳの開口２１と

、天板部４の開口７と、を介して投影光学系ＰＬに進入する。
【００６１】
以下、本実施形態のマスクステージＭＳの詳細について図３、図４及び図５を用いて説明する。
【００６２】
図３は、本実施形態におけるマスクステージＭＳの平面図上方である。
【００６３】
図４は、図３のマスクステージＭＳのＢ－Ｂ断面図である。
【００６４】
図５は、図２のマスクステージ装置１のＡ－Ａ断面図である。
【００６５】
図３に示すように、ステージ本体２２の裏面（－Ｚ側の面）において、定盤ＭＢＳの凸状部分ＭＢＳａ、ＭＢＳｂのそれぞれに対向した領域にエアスライダ部２７ａ、２７ｂが設置されている。
【００６６】
エアスライダ部２７ａ、２７ｂは、給気溝（不図示）と給気溝のＸ軸方向両側の一対の排気溝（不図示）とが、Ｙ軸方向の全長に渡って形成されている。給気溝と一対の排気溝とのそれぞれの少なくとも一部に対向して定盤ＭＢＳには、凸状部材ＭＢＳａ、ＭＢＳｂの上面に、給気口と一対の排気口とがそれぞれ形成されている。このように本実施形態では、いわゆる定盤給気タイプの差動排気型気体静圧軸受が用いられている。定盤給気タイプの差動排気型気体静圧軸受については、例えば米国特許第７，４８９，３８９号に開示されている。
【００６７】
また、ステージ本体２２には基準部材６０が設けられている。
【００６８】
基準部材６０は熱により線膨張係数の小さい低膨張ガラスで形成されている。図４に示すように、基準部材６０の下面である基準面６１は、マスクＭの下面（パターン面）とほぼ同一面上に配置されるようにステージ本体２２に設けられている。ステージ本体２２には基準部材６０の基準面６１に対応して、開口７０が形成されており、定盤ＭＢＳと天板部４との間から複数の光学系（不図示）と定盤ＭＢＳに形成された開口（不図示）とステージ本体２２に形成された開口７０とを介して基準面６１及びマスクＭの下面（パターン面）へと検出光を照射し（図１参照）、基準面６１及びマスクＭの下面（パターン面）が検出可能なようにマスクステージ装置１の近傍に面位置計測系（不図示）が設けられている。
【００６９】
この面位置計測系（不図示）は、国際公開ＷＯ２００７／１１９８２１号（対応米国公開２００７／０２９１２６１号）に開示されているように、検出光を基準部材６０の基準面及びマスクＭの下面（パターン面）へと射出し、反射光を受光することで、基準部材６０の基準面６１のＺ方向における面位置を基準として、マスクＭの下面（パターン面）のＺ位置における面位置を計測する。
【００７０】
なお、本実施形態において、面位置計測系（不図示）は、マスクステージ装置１の近傍に設けられていなくてもよい。例えば、開口７０を介して基準面６１及びマスクＭの下面（パターン面）へと検出光を照射し、マスクＭの下面（パターン面）の面位置を計測可能なようにマスクステージ装置１の内部に設けられていてもよい。
【００７１】
図３に戻り、ステージ本体２２の－Ｘ側（エアスライダ部２７ａから－Ｘ側）と＋Ｘ側（エアスライダ部２７ｂから＋側）のそれぞれの側面に可動子２５ａ、２５ｂが固定されている。
【００７２】

図５に示すように、一方の可動子２５ａは、Ｚ軸方向に所定間隔で相互に平行に配置された、Ｙ軸方向を長手方向とする３つの可動子部２８、２９、３０を含む。ここで、３つの可動子部２８、２９、３０はステージ本体２２の中立面（重心を通り、ＸＹ平面に平行な面）を基準として上下対称に配置されており、中央に位置する可動子部の中立面が、ステージ本体２２の中立面に一致している。

【００７３】

可動子部２８、２９、３０のそれぞれには、Ｙ軸方向に沿って配列された複数の永久磁石を有する磁石ユニットが内蔵されている。以下では、これらの磁石ユニットを、対応する可動子部と同一の符号を用いて磁石ユニット２８、２９、３０とも表記する。また、本実施形態において、磁石ユニット２８、２９、３０のうち、磁石ユニット２９には、Ｙ軸方向の中央部に突出部（不図示）が設けられている。突出部（不図示）内にＹ軸方向を長手方向とする１つの永久磁石が収容されている。

【００７４】

他方の可動子２５ｂは、可動子２５ａと左右対称に同様に構成されており、３つの可動子部３１、３２、３３を含む。３つの可動子部３１、３２、３３のそれぞれには、Ｙ軸方向に沿って配列された複数の永久磁石を有する磁石ユニットが内蔵されている。可動子部３１、３２、３３、すなわち、磁石ユニット３１、３２、３３のうち、磁石ユニット３２には、Ｙ軸方向の中央部に突出部（不図示）が設けられている。突出部（不図示）内にＹ軸方向を長手方向とする１つの永久磁石が収容されている。

【００７５】

可動子２５ａに係合した固定子２６ａは、Ｚ軸方向に所定間隔隔てて平行に配置された一対の固定子部３４、３５を含む。固定子部３４、３５は、カウンタマス３に固定支持されている（図２参照）。

【００７６】

固定子部３４、３５の内部には、それぞれ、Ｙ軸方向に沿って配列された複数の電機子コイルを含む電機子ユニットが内蔵されている。以下では、これらの電機子ユニットを、対応する固定子部と同一の符号を用いて電機子ユニット３４、３５とも表記する。また、固定子部３４、３５の内部には、－Ｘ側の端部にＹ軸方向に長い長方形の単一のコイル（不図示）が収容されている。

【００７７】

可動子２５ｂに係合した固定子２６ｂは、固定子２６ａと左右対称に同様に構成されており、Ｚ軸方向に所定間隔隔てて平行に配置された一対の固定子部３６、３７を含む。固定子部３６、３７は、カウンタマス３に固定支持されている（図２参照）。

【００７８】

固定子部３６、３７の内部には、それぞれ、Ｙ軸方向に沿って配列された複数の電機子コイルを含む電機子ユニットが内蔵されている。以下では、これらの電機子ユニットは、対応する固定子部と同一の符号を用いて電機子ユニット３６、３７とも表記する。また、固定子部３６、３７の内部には、＋Ｘ側の端部にＹ軸方向に長い長方形の単一コイル（不図示）が収容されている。

【００７９】

つまり、本実施形態では、６つの磁石ユニット２８～３３と４つの電機子ユニット３４～３７とから、４組のＹリニアモータが構成されており、制御装置ＣＯＮＴは、マスクステージ駆動装置を介して４組のＹリニアモータを制御し、マスクステージＭＳをＹ軸方向及びθＺ方向に駆動する。

【００８０】

なお、本実施形態において、Ｙリニアモータは４組としたが、４組でなくても良い。例えば、３組のＹリニアモータでマスクステージＭＳを駆動しても良いし、１組のＹリニアモータでマスクステージＭＳを駆動しても良い。

【００８１】

また、前述した不図示の単一コイルと、これらのコイルに上下の磁極面が対向する不図

示の突出部に設けられた永久磁石とにより、左右対称に１つずつ、合計２つのＸボイスコイルモータが構成される。

【００８２】

制御装置ＣＯＮＴは、マスクステージ駆動装置（不図示）を介し、単一コイルに電流を供給し、２つのＸボイスコイルモータによって、マスクステージＭＳをＸ軸方向に駆動できる。

【００８３】

なお、本実施形態において、Ｘボイスコイルモータは、２つとしたが、２つでなくても良い。例えば、左右対称に２つずつ、合計４つのＸボイスコイルモータが構成されていても良いし、左に１つ、右に２つ、合計３つのＸボイスコイルモータが構成されていても良い。

【００８４】

マスク保持部２３は、開口２４に対して－Ｘ側でマスクＭを保持する第１マスク保持部２３ａ（第１の保持部）と、＋Ｘ側でマスクＭを保持する第２マスク保持部２３ｂ（第２の保持部）とで構成されている。第１マスク保持部２３ａの一部、第２マスク保持部２３ｂの一部は、相異なる方向に傾く。これにより、第１マスク保持部２３ａ及び第２マスク保持部２３ｂに保持されたマスクＭを変形させ、投影光学系ＰＬの収差変動によるマスクＭのパターン像面の変化を補正できるようになっている。

【００８５】

マスク保持部２３の詳細について図６を用いて説明する。

【００８６】

図６は、図４のマスクステージＭＳにおけるマスク保持部２３の拡大断面図である。

【００８７】

本実施形態における、第１マスク保持部２３ａと第２マスク保持部２３ｂは、開口２４に対してＺ軸対称の構造を有している。以下では、開口２４に対して－Ｘ側の第１マスク保持部２３ａの構成について詳説する。また、第２マスク保持部２３ｂの構成の説明は省略するが、第２マスク保持部２３ｂの各構成は、第１マスク保持部２３ａの各構成の添え字をａからｂに付け替えて表すこととする。

【００８８】

第１マスク保持部２３ａは、マスクＭの下面を保持する保持部３８ａ（第１部材）と、ステージ本体２２に一部が固定された下ブロック部３９ａ（第２部材）と、マスクＭの変形に応じて下ブロック部３９ａに対し、保持部３８ａの位置をＸ軸方向に沿って変化させる（保持部３８ａと下ブロック部３９ａとの間の相対的な位置関係が変化する）ように保持部３８ａを支持する支持部であるヒンジ部４０ａ（接続部材、支持部）と、下ブロック部３９ａに一部が固定され、下ブロック部３９ａの上面に配置された上ブロック部４１ａとを含む。

【００８９】

保持部３８ａは、マスクＭを真空吸着して保持する保持面４２ａと、保持面４２ａから保持部３８ａ及びステージ本体２２内を貫通して形成され、真空装置（不図示）へと連通したマスク吸着管４３ａと、保持部３８ａの下面に形成され、ステージ本体２２の上面と所定空間を形成する第１吸着ポケット４４ａ（作用面）と、第１吸着ポケット４４ａからステージ本体２２を貫通し、真空装置（不図示）へ連通する第１連通管４５ａ（気体流通口）とで構成されている。

【００９０】

保持面４２ａは平坦度が高く、マスク吸着管４３ａを所定の負圧に設定することで、保持面４２ａに載置したマスクＭを吸着保持する。また、第１連通管４５ａは、Ｙ軸方向に沿って複数本、形成されている。また、本実施形態において、第１吸着ポケット４４ａのギャップ（ステージ本体２２の上面とこの上面に対向する第１吸着ポケット４４ａの面との間隔）は１０μｍである。また、本実施形態において、第１連通管４５ａを介して第１吸着ポケット４４ａ内において設定可能な圧力は、０Ｐａ～－５５ｋＰａであり、複数の

第１連通管４５ａはそれぞれ独立に吸気圧を設定できる。第１吸着ポケット４４ａ及び第１連通管４５ａについては後に説明する。

【００９１】

下ブロック部３９ａは、ステージ本体２２に第１連結部４６ａで固定されており、上ブロック部４１ａとは、第２連結部４７ａで固定されている。また、ステージ本体２２側に開口が形成されるように第１スリット４８ａが形成されている。上ブロック部４１ａには、第１スリット４８ａとＺ方向に対応して、下ブロック部３９ａの上面側に開口が形成されるように第２スリット４９ａが形成されている。また、上ブロック部４１ａの下面と下ブロック部３９ａの上面との間に第２吸着ポケット５０ａ（作用面）が形成されており、第２吸着ポケット５０ａから下ブロック部３９ａ及びステージ本体２２内を貫通し、真空装置（不図示）へ連通する第２連通管５１ａ（気体流通口）が形成されている。

【００９２】

第２連通管５１ａは、Ｙ軸方向に沿って複数本、形成されている。また、本実施形態において、第２吸着ポケット５０ａのギャップ（下ブロック部３９ａの上面とこの上面に対向する第２吸着ポケット５０ａの面との間隔）は１０μｍである。また、本実施形態において、第２連通管５１ａを介して第２吸着ポケット５０ａ内において設定可能な圧力は、第１吸着ポケット４４ａ内と同様に０Ｐａ～－５５ｋＰａである。複数の第２連通管５１ａはそれぞれ独立に吸気圧を設定できる。第２吸着ポケット５０ａ及び第２連通管５１ａについては後に説明する。

【００９３】

ヒンジ部４０ａは、本実施形態において保持部３８ａと下ブロック部３９ａとを接続する支持部である。ヒンジ部４０ａは、保持部３８ａと下ブロック部３９ａとが一体的に形成されている。ヒンジ部４０ａと保持部３８ａと下ブロック部３９ａとはセラミックで形成されている。本実施形態において、下ブロック部３９ａは、第１連結部４６ａでステージ本体２２に固定されている。そのため、ヒンジ部４０ａは、下ブロック部３９ａに対して、保持部３８ａがＸ軸方向に変位可能であるように、保持部３８ａと下ブロック部３９ａとに接続されている。

【００９４】

第１吸着ポケット４４ａ及び第１連通管４５ａと、第２吸着ポケット５０ａ及び第２連通管５１ａについて、図７を用いて説明する。

【００９５】

図７は、本実施形態におけるマスクＭの変形の一例について示したマスク保持部２３の拡大断面図である。

【００９６】

本実施形態において、第１連通管４５ａと第２連通管５１ａとの吸気圧はそれぞれ、独立に調整可能な構成になっている。図７Ａに示すように、第１連通管４５ａの吸気圧に対して第２連通管５１ａの吸気圧を高く設定し、所定の差圧にすることで、下ブロック部３９ａがステージ本体２２に固定された第１連結部４６ａ（図７Ａには不図示）を支点として、保持部３８ａはＹ軸回りにおいて反時計周りに駆動する（保持部３８ａが＋Ｘ方向上がりに傾く）。言い換えると、保持部３８ａは、＋Ｘ方向側に位置する部分ほど高くなるように傾いている。従って、マスクＭの－Ｘ側の端部には、Ｙ軸周りにおいて反時計回りの曲げモーメントが作用する。

【００９７】

また、本実施形態の第１マスク保持部２３ａと第２マスク保持部２３ｂの構成は、前述のように開口２４に対してＺ軸対称である。そのため、第２マスク保持部２３ｂにおいても第１マスク保持部２３ａと同様に、第１連通管４５ｂ（気体流通口）の吸気圧に対して第２連通管５１ｂ（気体流通口）の吸気圧を高く設定し、所定の差圧にすることで、下ブロック部３９ｂ（第２部材）がステージ本体２２に固定された第１連結部４６ｂを支点として、保持部３８ｂ（第１部材）はＹ軸回りにおいて時計周りに駆動する（保持部３８ｂが＋Ｘ方向下がりに傾く）。言い換えると、保持部３８ｂは、－Ｘ方向側に位置する部分

ほど高くなるように傾いている。従って、マスクＭの＋Ｘ側の端部には、Ｙ軸周りにおいて時計周りの曲げモーメントが作用する。

【００９８】

つまり、マスクＭを保持する第１マスク保持部２３ａと第２マスク保持部２３ｂとが相異なる方向に傾くため、マスクＭは＋Ｚ方向に凸な形状に変形する。ここで、曲げモーメントとはマスクＭを変形させる力である。

【００９９】

一方、図７Ｂに示すように、第１連通管４５ａの吸気圧に対して第２連通管５１ａの吸気圧を低く設定し、所定の差圧にすることで、下ブロック部３９ａが第１連結部４６ａ（図７Ｂには不図示）を支点として、保持部３８ａはＹ軸回りにおいて時計周りに駆動する（保持部３８ａが＋Ｘ方向下がりに傾く）。言い換えると、保持部３８ａは、－Ｘ方向側に位置する部分ほど高くなるように傾いている。従って、マスクＭの－Ｘ側端部には、Ｙ軸周りにおいて時計周りの曲げモーメントが作用する。また、開口２４に対して＋Ｘ側の第２マスク保持部２３ｂで、上記と同様の差圧に設定することで、下ブロック部３９ｂがステージ本体２２に固定された第１連結部４６ｂを支点として、保持部３８ｂはＹ軸周りにおいて反時計周りに駆動する（保持部３８ｂが＋Ｘ方向上がりに傾く）。言い換えると、保持部３８ｂは、＋Ｘ方向側に位置する部分ほど高くなるように傾いている。従って、マスクＭの＋Ｘ側端部にはＹ軸周りにおいて反時計周りの曲げモーメントが作用する。よって、マスクＭは－Ｚ方向に凸な形状に変形する。

【０１００】

例えば、マスクＭをＸ軸に平行な形状（図６参照）から＋Ｚ方向に凸な形状へと変形（図７Ａ参照）させる際には、第２連通管５１ａの吸気圧を第１連通管４５ａより高くすることで保持部３８ａ（保持面４２ａ）の姿勢（傾きなど）をＸ軸に平行な状態から＋Ｘ方向上がりに変化させる。このとき、保持部３８ａの傾き（姿勢）の変化量が大きいほど、マスクＭの－Ｘ側の端部はステージ本体２２に対して＋Ｘ方向に変位する。このマスクＭの－Ｘ側の端部の変位量に応じ、保持部３８ａに接続したヒンジ部４０ａが下ブロック３９ａに対して＋Ｘ方向に延伸する。つまり、ヒンジ部４０ａを介して保持部３８ａと下ブロック３９ａとの間の相対的な位置関係が変化する。

【０１０１】

一方、マスクＭを＋Ｚ方向に凸な形状（図７Ａ参照)からＸ軸に平行な形状（図６参照）へと変形する際には、第１連通管４５ａの吸気圧と第２連通管５１ａの吸気圧とを等しくすることで保持部３８ａ（保持面４２ａ）の傾き（姿勢）を＋Ｘ方向上がりの状態からＸ軸に平行な状態に変化させる。このとき、保持部３８ａの傾き（姿勢）の変化量が大きいほど、マスクＭの－Ｘ側の端部はステージ本体２２に対して－Ｘ方向に変位する。このマスクＭの－Ｘ側の端部の変位量に応じ、保持部３８ａに接続したヒンジ部４０ａが下ブロック３９ａに対して－Ｘ方向に縮む。つまり、ヒンジ部４０ａを介して保持部３８ａと下ブロック３９ａとの間の相対的な位置関係が変化する。

【０１０２】

つまり、本実施形態におけるヒンジ部４０ａは、保持部３８ａ（保持面４２ａ）の傾き（姿勢）の変化に応じて、保持部３８ａの位置をＸ軸方向に沿って変化させるように保持部３８ａに接続されている。

【０１０３】

これにより、保持部３８ａの保持面４２ａとマスクＭとの界面において、Ｘ軸方向に生じるせん断力を抑制可能となる。そのため、保持部３８ａにおいてマスクＭを保持する力（例えば吸引力）が、保持面４２ａとマスクＭとの界面で生じるせん断力によりも減少しないので、マスクＭを保持部３８ａから脱離させることなく、所望の形状まで変形させることができる。したがって、投影光学系ＰＬの収差変動に起因するマスクＭのパターン像面の変化を十分に補正でき、マスクＭに形成されたパターンを基板Ｗへと精確に露光できるようになる。

【０１０４】

また、第１連通管４５ａの吸気圧と第２連通管５１ａの吸気圧との差圧により、第１スリット４８ａ及び第２スリット４９ａのスリット間隔が伸縮するため、第１マスク保持部２３ａの可動範囲が大きくなり、効率良くマスクＭにＹ軸周りの曲げモーメントを作用させることができる。

【０１０５】

なお、本実施形態において、第１連通管４５ａ及び第２連通管５１ａの吸引圧力は、最大で－５５ｋＰａであるが、－５５ｋＰａでなくてもよく、マスクＭの変形量に応じて吸引圧力をより高くしてもよい。

【０１０６】

なお、本実施形態において、第１吸着ポケット４４ａ及び第２吸着ポケット５０ａ内には負圧を設定したが、陽圧であってもよい。陽圧に設定する場合は、第１連通管４５ａ及び第２連通管５１ａには、圧縮装置を接続すればよい。

【０１０７】

なお、本実施形態において、第１吸着ポケット４４ａ及び第１連通管４５ａと、第２吸着ポケット５０ａ及び第２連通管５１ａとは独立して保持部３８ａを駆動する２つの駆動部を形成していたが、この駆動部は、２つでなくてもよい。例えば、３つ以上であってもよく、多くの駆動部があることにより、より高精度に保持部３８ａを駆動させることが可能となる。

【０１０８】

なお、本実施形態において、第１連通管４５ａと第２連通管５１ａとのそれぞれに第１吸着ポケット４４ａと第２吸着ポケット５０ａとが連通しているが、第１吸着ポケット４４ａと第２吸着ポケット５０ａとは無くてもよいし、どちらか一方だけがあってもよい。例えば、第１吸着ポケット４４ａが無い場合は、不図示の真空装置に接続した第１連通管４５ａの他端と保持部３８ａの下面とを接続し、第１連通管４５ａ内を負圧に設定する。

【０１０９】

なお、本実施形態において、第１吸着ポケット４４ａ及び第２吸着ポケット５０ａのギャップは共に１０μｍだが、１０μｍでなくてもよい。また、第１吸着ポケット４４ａと第２吸着ポケット５０ａのギャップが異なっていてもよい。

【０１１０】

なお、本実施形態において、ヒンジ部４０ａは、下ブロック部３９ａ及び保持部３８ａと一体的に形成しているが、一体的に形成していなくてもよい。例えば、ヒンジ部４０ａを別部材の板バネで形成し、下ブロック部３９ａ及び保持部３８ａに固定してもよい。別部材とは、例えば、ステンレスやチタンである。

【０１１１】

なお、本実施形態において、第１マスク保持部２３ａの下ブロック部３９ａには、それぞれ第１スリット４８ａが設けられており、上ブロック部４１ａには、それぞれ第２スリット４９ａ設けられているが、これらのスリットは設けられていなくても良い。また、本実施形態において、第１スリット４８ａと第２スリット４９ａとのそれぞれのスリットは１つずつ切ってあるが、１つでなくてもよく、複数切ってもよい。

【０１１２】

また、スリットの代わりに図８に示すような構成を採用してもよい。図６の構成と異なる部分は、ブロック部５０ａに形成され、ステージ本体２２に第３連結部５７ａで固定された回転部５２ａである。この回転部５２ａの左右に真空装置（不図示）に接続した第３連通管５４ａ（気体流通口）と第４連通管５６ａがそれぞれ、第３吸着ポケット５３ａ（作用面）と第４吸着ポケット５５
ａ（作用面）に対向して連通している。この構成の場合、第３吸着ポケット５３ａの吸気圧と第４吸着ポケット５５ａの吸気圧との差圧により、回転部５２ａが支点となって保持部３８ａが駆動し、マスクＭにＹ軸において時計回り又は反時計回りの曲げモーメントが作用する。

【０１１３】

なお、本実施形態において、ヒンジ部４０ａは、少なくともＸ軸方向に変位する弾性体であればヒンジでなくてもよく、例えば、ばね部材を用いてもよいし、ヒンジとばね部材とを組み合わせてもよい。

【０１１４】

なお、本実施形態において、保持部３８ａを駆動させる駆動部として、第１吸着ポケット４４ａ及び第２吸着ポケット５０ａと、この吸着ポケットと対向し、吸引する第１連通管４５ａ及び第２連通管５１ａとを採用したが、これらのように吸気圧で保持部３８ａを駆動させなくてもよい。

【０１１５】

例えば、電磁力を利用して保持部３８ａを駆動させてもよい。この場合、例えば、第１吸着ポケット４４ａ及び第２吸着ポケット５０ａの位置に磁石を設置し、第１吸着ポケット４４ａに設けた磁石と対向するステージ本体２２と第２吸着ポケット５０ａに設けた磁石と対向する下ブロック部３９ａの上面とにそれぞれ、コイルを設置することで２つのボイスコイルモータを構成し、これらのボイスコイルモータによる電磁力で保持部３８ａを駆動させてもよい。

【０１１６】

また、例えば、圧電素子を利用して保持部３８ａを駆動させてもよい。この場合、例えば、第１吸着ポケット４４ａと第２吸着ポケット５０ａの位置にそれぞれ、ピエゾ素子を設置し、それぞれのピエゾ素子に対向する面を押圧することで保持部３８ａを駆動させてもよい。

【０１１７】

次に、上述の構成を有する露光装置ＥＸの基本的な動作の一例について図９を用いて説明する。

【０１１８】

図９は、本実施形態に露光装置ＥＸの動作の一例を説明するための概略フローチャートであり、基本的な露光処理の工程の一例を示している。

【０１１９】

まず、マスクＭがロボットアーム（不図示）を含む搬送系の駆動により、マスクステージＭＳの保持部３８ａ（３８ｂ）に搬送され、吸着保持される（ステップ１０１）。

【０１２０】

続いて、基板Ｗがロボットアーム（不図示）を含む搬送系の駆動により、基板テーブルＷＴにロードされる（ステップ１０２）。

【０１２１】

そして、ロードされた基板Ｗのアライメントが実行される（ステップ１０３）。具体的には、まず、基板Ｗの複数の露光領域（ショット）に形成された複数の基板アライメントマーク（不図示）が基板アライメント系ＷＡで検出され、日本国特開昭６１－４４４２９号（対応米国特許第４，７８０，６１７号）に開示されているＥＧＡ（Enhanced Global Alignment）処理により、基板Ｗの全ての露光領域（ショット）の配列が推定される。続いて、基板アライメント系ＷＡで基板テーブルＷＴ上に設けられた基板基準マーク（不図示）が検出され、基板アライメント系ＷＡと基板基準マークとの位置関係が計測される。また、本ステップ１０３にてＥＧＡ処理及び基板基準マークが検出されている間に基板Ｗの各露光領域（ショット）のＺ方向における位置（フォーカス位置）及び姿勢（θＸ，θＹ）が順次、計測されていく。

【０１２２】

次に、液浸領域ＡＲが形成される（ステップ１０４）。具体的には、液体供給装置の駆動により、基板Ｗ（基板テーブルＷＴ）上への液体供給動作が開始されると共に、液体回収装置の駆動により、基板Ｗ（基板テーブルＷＴ）上からの液体回収動作が開始されることで液浸装置１５の下面及び終端光学素子１４の下面（投影光学系ＰＬの下面）と基板Ｗ（基板テーブルＷＴ）との間に液浸領域ＡＲが形成される。

【０１２３】

次に、これから露光を行う基板Ｗがロットの一番初めの基板であるか否かが判断される（ステップ１０５）。

【０１２４】

ステップ１０５にて、これから露光を行う基板Ｗがロットの一番初めの基板であると判断された場合、面位置計測系（不図示）により、基準部材６０の基準面６１に対するマスクＭの下面（パターン面）のＺ位置が計測され、基準面６１に対するマスクＭのＺ方向における変位量が測定される（ステップ１０６）。より詳しくは、制御装置ＣＯＮＴにより、マスクステージ駆動装置（不図示）を介してマスクステージＭＳが駆動されるとともに、面位置計測系（不図示）により、基準部材６０の基準面６１とマスクＭの下面（パターン面）の複数点とに順次、検出光が照射される。続いて、その反射光を受光することで、基準面６１に対するマスクＭの下面（パターン面）のＺ位置が計測されていき、マスクＭの形状が測定される。

【０１２５】

続いて、マスク保持部２３でマスクＭを変形させる変形量を求める（ステップ１０７）。

【０１２６】

このステップでは、予め算出しておいたマスクＭのパターン像面の変化を補正するためのマスクＭの暫定の変形量、及びレンズコントロールＬＣの設定値のうち、マスクＭの暫定の変形量と、ステップ１０６で計測したマスクＭの形状とに基づいて、後のステップ１０８においてマスク保持部２３で変形させるマスクＭの変形量を算出する。

【０１２７】

なお、予め算出されるマスクＭの暫定の変形量、及びレンズコントロールＬＣの設定値は、任意のロットでロット枚数分の基板を露光した際の投影光学系ＰＬの収差変動によるマスクＭのパターン像面の変化量を求め、このパターン像面の変化を低減するように求める。つまり本実施形態では、予め、ロット毎にマスクＭの暫定の変形量、及びレンズコントロールの設定値を算出しておく。

【０１２８】

なお、投影光学系ＰＬの収差変動の計測については、例えば、国際公開ＷＯ２００６／０１６５８４号（対応米国特許第７，６６７，８２９号）の計測装置が用いられる。

【０１２９】

続いて、ステップ１０７で算出されたマスクＭの変形量に基づいて、保持部３８ａ（３８ｂ）が傾けられることにより、マスクＭが変形される（ステップ１０８）。また、本ステップでは、ステップ１０７で算出されたレンズコントロールＬＣの設定値に基づき、レンズコントロールＬＣが設定される。つまり、本実施形態では、マスクＭの形状の変形とレンズコントロールＬＣとを協働させて、マスクＭのパターン像面の変化を補正する。

【０１３０】

次に、ロードされたマスクＭのアライメントが実行される（ステップ１０９）。具体的には、マスクＭに形成されたマスクアライメントマーク（不図示）と基板テーブルＷＴ上に設けられたマスク基準マーク（不図示）とが、ステップ１０４で形成された液浸領域ＡＲ及び投影光学系ＰＬを介して同時にマスクアライメント系ＭＡで検出され、マスクアライメントマークとマスク基準マークとの位置関係が計測される。このとき、ステップ１０３で計測された基板アライメント系ＷＡと基板基準マークとの位置関係と、本ステップ１０９で計測されたマスクアライメントマークとマスク基準マークとの位置関係とにより、基板アライメント系ＷＡとマスクアライメントマークとの位置関係が算出され、基板アライメント系ＷＡとマスクＭのパターン像との間隔であるベースライン量が算出される。

【０１３１】

そして、ステップ１０３で推定された露光領域（ショット）の配列と、同ステップ１０３で計測された各露光領域（ショット）のＺ方向における位置（フォーカス位置）及び姿勢（θＸ、θＹ）と、ステップ１０９で計測されたベースライン量とに基づいて、マスクＭのパターン像が、基板Ｗ上の各露光領域（各ショット）へと順次、露光されていく（ス

テップ１１０）。
【０１３２】
一方、ステップ１０５にて、これから露光を行う基板Ｗがロットの一番初めの基板ではないと判断された場合、基板Ｗは、液浸領域ＡＲを介して露光される（ステップ１１０）。
【０１３３】
そして、ステップ１１０で基板Ｗが露光された後、この基板Ｗがロット最後の基板であるか否かが判断される（ステップ１１１）。
【０１３４】
ステップ１１１にて、基板Ｗがロット最後の基板であると判断された場合は、使用していたマスクＭがマスクステージＭＳからアンロードされ、ステップ１０１で新たなマスクＭがマスクステージＭＳにロードされる。
【０１３５】
一方、ステップ１１１にて、基板Ｗがロット最後の基板ではないと判断された場合は、ステップ１０２で新たな基板Ｗが基板テーブルＷＴにロードされる。
【０１３６】
以上、説明した本実施形態の露光装置ＥＸの動作において、投影光学系ＰＬの収差変動に起因するマスクＭのパターン像面の変化に応じて（レンズコントロールＬＣと協働しつつ）マスクＭを所望の形状に変化させることにより、マスクＭのパターン像面の変化を十分に補正でき、マスクＭに形成されたパターンを精確に基板Ｗへと露光できる。
【０１３７】
なお、本実施形態では、レンズコントロールＬＣの設定値とマスクＭの形状の変形量をロット毎に算出したが、ロット毎でなくてもよく、例えば、露光する基板毎に算出し、基板毎にレンズコントロールＬＣ、及びマスクＭの形状を設定していっても良い。
【０１３８】
なお、本実施形態では、マスクＭのパターン像面の変化を補正するためのマスクＭの暫定の変形量、及びレンズコントロールＬＣの設定値を予め算出した。しかし、基板Ｗの露光処理中（上記ステップ１０１からステップ１１０にかけて）、所定のタイミングで投影光学系ＰＬの収差を計測し、この収差に起因するマスクＭのパターン像の像面形状を補正するようにレンズコントロールＬＣの設定値、及びマスクＭの変形量を求めてもよい。
【０１３９】
なお、本実施形態では、レンズコントロールＬＣの設定とマスクＭの形状の変形とを協働させてマスクＭのパターン像面の変化を補正している。しかし、レンズコントロールＬＣは使用せずにマスクＭの形状だけ変形させて補正を行ってもよい。
【０１４０】
この場合、予め、任意のロットでロット枚数分の基板を露光した際の投影光学系ＰＬの収差変動によるマスクＭのパターン像面の変化を補正するマスクＭの暫定の変形量を求めておく。このマスクＭの暫定の変形量と上記ステップ１０６で計測したマスクＭの形状とに基づいて、ステップ１０８で、マスク保持部２３で変形させるマスクＭの変形量を算出し、マスクＭを変形させればよい。
【０１４１】
＜変形例＞
次に、本実施形態のマスク保持部２３の変形例について、図１０及び図１１を用いて説明する。
【０１４２】
図１０は、第１実施形態に係るマスク保持部２３の変形例である。
【０１４３】
図１１Ａは、図１０の第１マスク保持部６８ａ（第１の保持部）の拡大図であり、図１１Ｂは、図１１Ａの第１マスク保持部６８ａの拡大図におけるＣ－Ｃ断面図である。
【０１４４】

この変形例において、マスク保持部２３（図３、図６参照）と異なる構成は、図１０に示すように、Ｙ軸に沿って３つに分割された分割保持部７８ａ、８８ａ、９８ａを備える第１マスク保持部６８ａと、分割保持部７８ｂ、８８ｂ、９８ｂを備える第２マスク保持部６８ｂ（第２の保持部）とを設けていることである。

【０１４５】

第１マスク保持部６８ａと第２マスク保持部６８ｂとは、開口２４に対してＺ軸対称の構造を有しているため、これより、第１マスク保持部６８ａについてのみ説明する。

【０１４６】

第１マスク保持部６８ａは、図１１Ａに示すように、マスクＭの－Ｘ側の端部をＹ軸に沿って３箇所で吸着保持する分割保持部７８ａ、８８ａ、９８ａを備える。この分割保持部７８ａ、８８ａ、９８ａのそれぞれには、図６に示すヒンジ部４０ａが接続されている（図１１には不図示）。本変形例において、ヒンジ部４０ａは、分割保持部７８ａ、８８ａ、９８ａのマスクＭを保持する保持面それぞれを、Ｙ軸方向に傾けられるように分割保持部７８ａ、８８ａ、９８ａのそれぞれに接続している。

【０１４７】

以上の構成により、平坦な面でマスクＭを保持する構成に対し、図１１Ｂに示すように、マスクＭの下面の形状に従って、分割保持部７８ａ、８８ａ、９８ａでマスクＭを吸着保持できるため、保持したマスクＭに生じる歪みを抑制できる。

【０１４８】

したがって、図９のステップ１０８におけるマスクＭの形状の変形が容易になる。

【０１４９】

＜第２実施形態＞

次に本発明の第２実施形態について、図１２を用いて説明する。

【０１５０】

以下の説明において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略若しくは省略する。

【０１５１】

図１２は、本実施形態における－Ｘ側の第１マスク保持部２３ａの拡大断面図である。

【０１５２】

本実施形態において、第１マスク保持部２３ａと第２マスク保持部２３ｂとは開口２４に対してＺ軸対称なため、第２マスク保持部２３ｂの構成の説明は省略する。

【０１５３】

図１２に示すように、本実施形態の第１マスク保持部２３ａには、第１実施形態のヒンジ部４０ａ（図６参照）の代わりにガイド部５８ａ（ガイド部材）が、保持部３８ａをＸ軸方向に変位自在に支持する支持部として、下ブロック部３９ａと保持部３８ａとの間に設置されている。

【０１５４】

ガイド部５８ａは、Ｘ軸方向に延びたレール（不図示）とこのレールに嵌合した可動体（不図示）とで構成されたリニアガイドである。レールと可動体との摺動抵抗を低減するため、可動体はＸ軸方向に沿って転がる複数のボール（転動体）を介してレールと嵌合しており、レール上をＸ軸方向に沿って移動可能である。

【０１５５】

この場合、例えば、第１連通管４５ａの吸気圧に対して第２連通管５１ａの吸気圧を高く設定し、所定の差圧にすることで、保持部３８ａはＹ軸回りにおいて反時計周りに駆動し（保持部３８ａが＋Ｘ方向上がりに傾き）、マスクＭの－Ｘ側の端部にＹ軸において反時計回りの曲げモーメントが作用する（図７Ａ参照）。その際、マスクＭの－側の端部は＋Ｘ方向に所定の変位量だけ変位するが、ガイド部５８ａの可動体（不図示）に固定された保持部３８ａは、この変位量に応じ、下ブロック部３９ａに対して＋Ｘ方向に変位する。

【０１５６】

つまり、本実施形態におけるガイド部５８ａは、保持部３８ａの傾き（姿勢）に応じて保持部３８ａの位置をＸ軸方向に変化させる。

【０１５７】

本実施形態において、ガイド部５８ａは、他の構成（例えば、下ブロック部３９ａ）に対してほぼ独立して保持部３８ａを支持する。そのため、保持部３８ａが変位した際、他の構成に応力を作用させることなく円滑に保持部３８ａの位置をＸ軸方向に変化させることが可能となる。

【０１５８】

以上により、マスクＭと、保持部３８ａの保持面４２ａとの界面において、Ｘ軸方向に生じるせん断力を抑制可能となり、マスクＭを所望の形状まで変形させることができる。したがって、投影光学系ＰＬの収差変動に起因するマスクＭのパターン像面の変化を十分に補正でき、マスクＭに形成されたパターンを基板Ｗへと精確に露光できるようになる。

【０１５９】

なお、本実施形態において、保持部３８ａはガイド部５８ａの可動体（不図示）に固定されているが、可動体を保持部３８ａとしてもよい。

【０１６０】

なお、本実施形態において、保持部３８ａをＸ軸方向に変位自在に支持する支持部としてＸ軸方向に転がる複数の転動体を用いたリニアガイドを採用した。しかし、例えば、空圧で保持部３８ａを下ブロック部３９ａに対し非接触でＸ軸方向に変位自在に支持するエアガイドを採用してもよいし、電磁力で保持部３８ａをＸ軸方向に移動させる１軸のリニアモータを採用してもよい。１軸のリニアモータを採用する場合には、曲げモーメントにより変位するマスクＭ端部のＸ方向への変位量に応じ、保持部３８ａのＸ軸方向の移動量を制御装置ＣＯＮＴで制御する（図１参照）。

【０１６１】

なお、例えば米国特許６,６１１,３１６号に開示されているように、２つのマスクのパターンを、投影光学系を介して基板上で合成し、１回の走査露光によって基板上の１つのショット領域をほぼ同時に二重露光する露光装置などにも本発明を適用できる。また、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を適用出来る。

【０１６２】

なお、本発明は、米国特許第６,４００,４４１号、国際公開９８／２８６６５号、米国特許６,３４１,００７号、米国特許６,４００,４４１号、米国特許６,５４９,２６９号、及び米国特許６,５９０,６３４号、米国特許６,２０８,４０７号、米国特許６,２６２,７９６号などに開示されているような複数の基板ステージを備えたツインステージ型の露光装置にも適用出来る。

【０１６３】

なお、露光装置ＥＸの種類としては、基板Ｗに半導体素子パターンを露光する半導体素子製造用の露光装置に限られず、液晶表示素子製造用又はディスプレイ製造用の露光装置や、薄膜磁気ヘッド、撮像素子（ＣＣＤ）、マイクロマシン、ＭＥＭＳ、ＤＮＡチップ、あるいはレチクル又はマスクなどを製造するための露光装置などにも広く適用出来る。

【０１６４】

なお、上述の各実施形態においては、マスク側レーザ干渉計１９及び基板側レーザ干渉計１７を用いてマスクステージＭＳ及び基板テーブルＷＴの各位置を計測するものとした。これに限らず、例えば、マスクステージＭＳ及び基板テーブルＷＴに設けられるスケール（回折格子）を検出するエンコーダシステムを用いてもよい。この場合、マスク側レーザ干渉計１９及び基板側レーザ干渉計１７の少なくともどちらか一方とエンコーダシステムとの両方を備えるハイブリッドシステムとし、マスク側レーザ干渉計１９及び基板側レーザ干渉計１７の少なくともどちらか一方の計測結果を用いてエンコーダシステムの計測結果の較正（キャリブレーション）を行うことが好ましい。また、マスク側レーザ干渉計１９及び基板側レーザ干渉計１７の少なくともどちらか一方とエンコーダシステムとを切

り換えて用いる、あるいはその両方を用いて、ステージの位置制御を行うようにしても良い。

【０１６５】

なお、上述の各実施形態では、ＡｒＦエキシマレーザを用いている。しかし、例えば、米国特許第７,０２３,６１０号に開示されているように、ＤＦＢ半導体レーザ又はファイバーレーザなどの固体レーザ光源、ファイバーアンプなどを有する光増幅部、及び波長変換部などを含み、波長１９３ｎｍのパルス光を出力する高調波発生装置を用いてもよい。さらに、上記実施形態では、前述の各照明領域と、投影領域がそれぞれ矩形状であるものとしたが、他の形状、例えば円弧状などでも良い。

【０１６６】

なお、上述の各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を用いた。このマスクに代えて、例えば米国特許第６,７７８,２５７号に開示されているように、露光すべきパターンの電子データに基づいて透過パターン又は反射パターン、あるいは発光パターンを形成する可変成形マスク（電子マスク、アクティブマスク、あるいはイメージジェネレータとも呼ばれる）を用いてもよい。可変成形マスクは、例えば非発光型画像表示素子（空間光変調器）の一種であるＤＭＤ（Digital Micro-mirror Device）等を含む。また、可変成形マスクとしては、ＤＭＤに限られるものでなく、ＤＭＤに代えて、以下に説明する非発光型画像表示素子を用いても良い。ここで、非発光型画像表示素子は、所定方向へ進行する光の振幅（強度）、位相あるいは偏光の状態を空間的に変調する素子であり、透過型空間光変調器としては、透過型液晶表示素子（ＬＣＤ：Liquid Crystal Display）以外に、エレクトロクロミックディスプレイ（ＥＣＤ）等が例として挙げられる。また、反射型空間光変調器としては、上述のＤＭＤの他に、反射ミラーアレイ、反射型液晶表示素子、電気泳動ディスプレイ（ＥＰＤ：Electro Phonetic Display）、電子ペーパー（または電子インク）、光回折型ライトバルブ（Grating Light Valve）等が例として挙げられる。

【０１６７】

また、非発光型画像表示素子を備える可変成形マスクに代えて、自発光型画像表示素子を含むパターン形成装置を備えるようにしても良い。この場合、照明系は不要となる。ここで自発光型画像表示素子としては、例えば、ＣＲＴ（Cathode Ray Tube）、無機ＥＬディスプレイ、有機ＥＬディスプレイ（ＯＬＥＤ：Organic Light Emitting Diode）、ＬＥＤディスプレイ、ＬＤディスプレイ、電界放出ディスプレイ（ＦＥＤ：Field Emission Display）、プラズマディスプレイ（ＰＤＰ：Plasma Display Panel）等が挙げられる。また、パターン形成装置が備える自発光型画像表示素子として、複数の発光点を有する固体光源チップ、チップを複数個アレイ状に配列した固体光源チップアレイ、または複数の発光点を１枚の基板に作り込んだタイプのもの等を用い、この固体光源チップを電気的に制御してパターンを形成しても良い。なお、固体光源素子は、無機、有機を問わない。

【０１６８】

また、例えば国際公開第２００１／０３５１６８号に開示されているように、干渉縞を基板Ｗ上に形成することによって、基板Ｗ上にライン・アンド・スペースパターンを露光する露光装置（リソグラフィシステム）にも本発明を適用できる。

【０１６９】

以上のように、本願実施形態の露光装置ＥＸは、各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程がある。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度

が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

【０１７０】

次に上述の露光装置ＥＸを使用した半導体デバイス等のマイクロデバイスの製造方法について図１３を用いて説明する。

【０１７１】

図１３は、マイクロデバイスの製造工程の一例を示すフローチャートである。半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図１３に示すように、マイクロデバイスの機能・性能設計を行うステップ２０１、この設計ステップに基づいたマスク（レチクル）を製作するステップ２０２、デバイスの基材である基板を製造するステップ２０３、上述の実施形態にしたがって、マスクＭを介した露光光で基板を露光すること、及び露光された基板を現像することを含む基板処理（露光処理）を含む基板処理ステップ２０４、デバイス組立ステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程などの加工プロセスを含む）２０５、検査ステップ２０６等を経て製造される。

【０１７２】

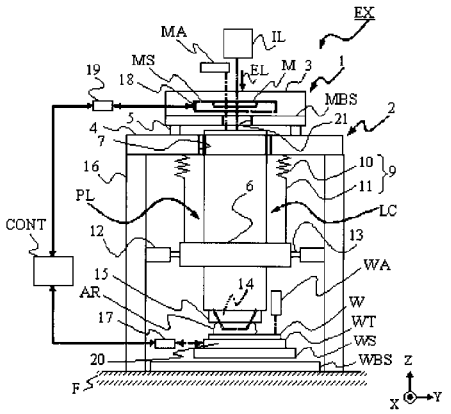
なお、上述の各実施形態及びそれらの変形例の要件は、適宜組み合わせることができる。また、上述の各実施形態で引用した全ての公開公報及び米国特許の開示に援用して本文の記載の一部とする。

【符号の説明】

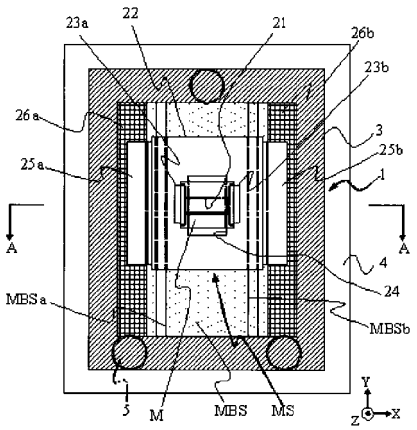
【０１７３】

Ｍ：マスク（物体、板状物体、光学部材、板状光学部材）、１：マスクステージ装置（保持装置、基材）、ＭＳ：マスクステージ、２２：ステージ本体（ベース）、２３：マスク保持部（保持部）、２３ａ：第１マスク保持部（第１の保持部）、２３ｂ：第２マスク保持部（第２の保持部）、２５ａ、２５ｂ：可動子、３８ａ、３８ｂ：保持部（第１部材）、３９ａ、３９ｂ：下ブロック部（第２部材）、４０ａ：ヒンジ部（接続部材、支持部）、４４ａ：第１吸着ポケット（作用面）、４５ａ、４５ｂ：第１連通管（気体流通口）、４６ａ、４６ｂ：第１連結部、５０ａ：第２吸着ポケット（作用面）、５１ａ、５１ｂ：第２連通管（気体流通口）、５３ａ：第３吸着ポケット（作用面）、５４ａ：第３連通管（気体流通口）、５５ａ：第４吸着ポケット（作用面）、６８ａ：第１マスク保持部（第１の保持部）、６８ｂ：第２マスク保持部（第２の保持部）、７８ａ、７８ｂ、８８ａ、８８ｂ、９８ａ、９８ｂ：分割保持部、５８ａ：ガイド部（ガイド部材）

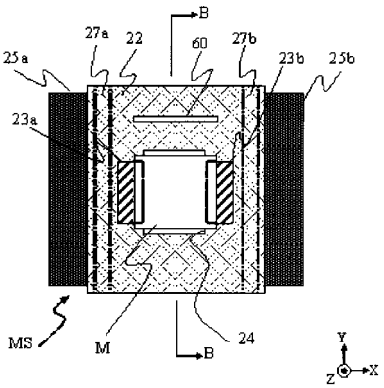
【図１】



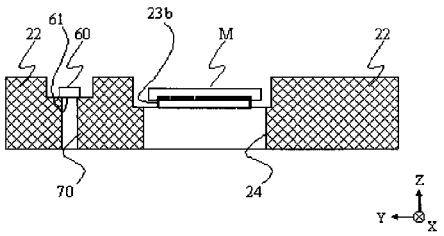
【図２】



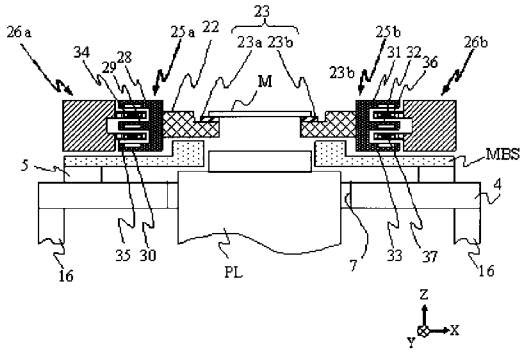
【図３】



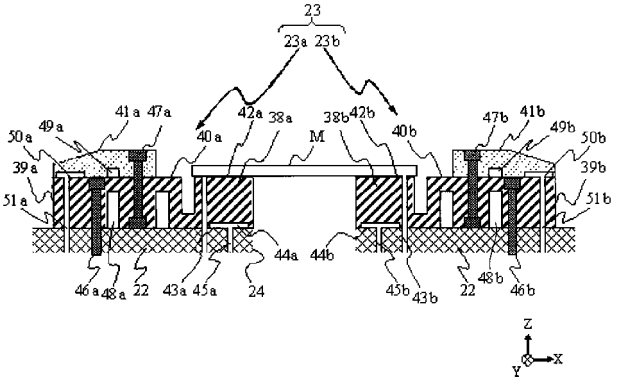
【図４】



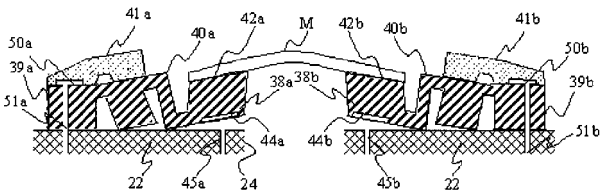
【図５】



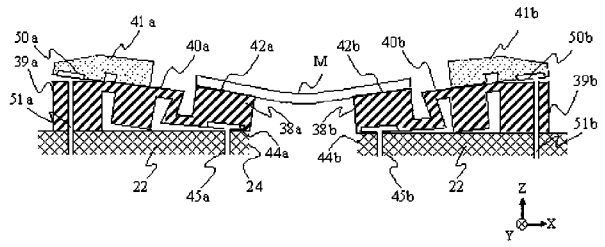
【図６】



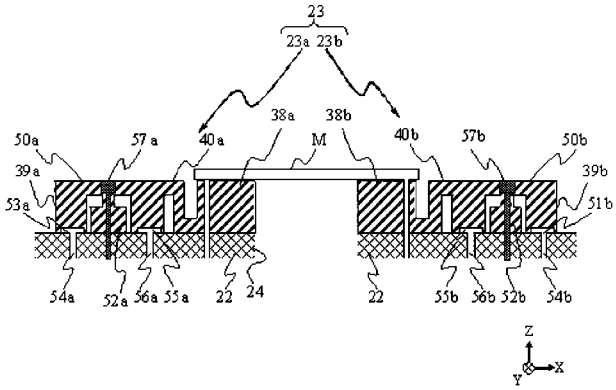
【図７Ａ】



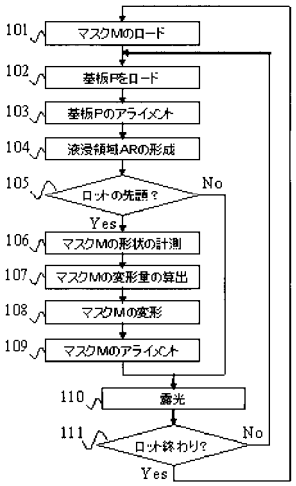
【図７Ｂ】



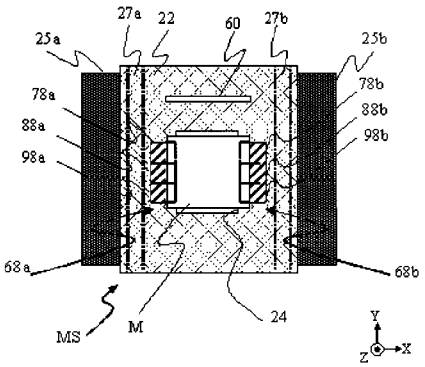
【図８】



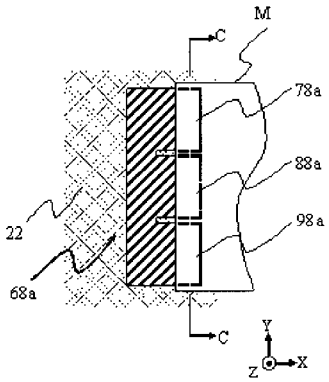
【図９】



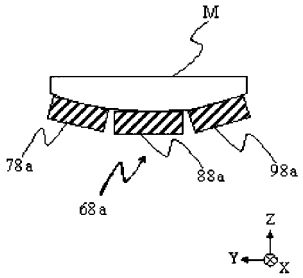
【図１０】



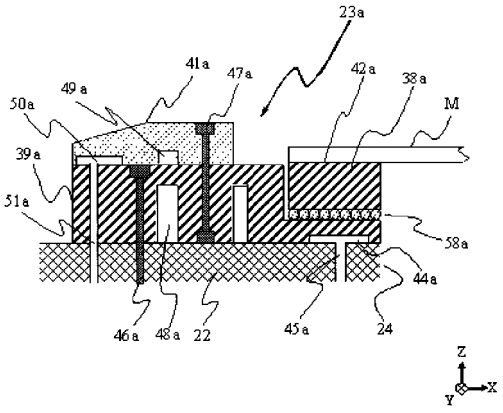
【図１１Ａ】



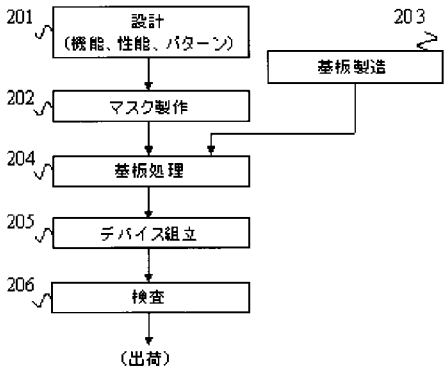
【図１１Ｂ】



【図１２】



【図１３】


201
設計
（機能、性能、パターン）
203
基板製造
202
マスク製作
204
基板処理
205
デバイス組立
206
検査
（出荷）

フロントページの続き

Ｆターム(参考) 5F131 BA13 CA18 DA09 EA02 EA06 EA14 EA15 EA22 EA23 EB01
FA17 FA37 KA14 KA16 KA44 KB07 KB53 KB56