

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4888388号
(P4888388)

(45) 発行日 平成24年2月29日 (2012. 2. 29)

(24) 登録日 平成23年12月22日 (2011. 12. 22)

(51) Int. Cl.	F I
H O 1 L 21/027 (2006. 01)	H O 1 L 21/30 5 1 5 D
G O 3 F 7/20 (2006. 01)	H O 1 L 21/30 5 1 6 A
	G O 3 F 7/20 5 2 1

請求項の数 19 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2007-512863 (P2007-512863)	(73) 特許権者	000004112
(86) (22) 出願日	平成18年3月30日 (2006. 3. 30)		株式会社ニコン
(86) 国際出願番号	PCT/JP2006/306682		東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
(87) 国際公開番号	W02006/106836	(74) 代理人	100064908
(87) 国際公開日	平成18年10月12日 (2006. 10. 12)		弁理士 志賀 正武
審査請求日	平成21年3月10日 (2009. 3. 10)	(74) 代理人	100108578
(31) 優先権主張番号	特願2005-103644 (P2005-103644)		弁理士 高橋 詔男
(32) 優先日	平成17年3月31日 (2005. 3. 31)	(74) 代理人	100107836
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 西 和哉
前置審査		(72) 発明者	長坂 博之
			日本国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
		(72) 発明者	萩原 恒幸
			日本国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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露光方法、露光装置、及びデバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液浸機構を用いて基板上に液浸領域を形成するとともに、該液浸領域の液体を介して前記基板に露光光を照射することによって、前記基板を露光する露光方法において、

前記基板の露光条件を決定するために、前記液浸機構を用いて計測部材上に液浸領域を形成するとともに、該液浸領域の液体を介して計測光を受光する計測を実行し、

前記計測時と前記露光時との前記液体の圧力差、及び前記計測結果に基づいて、前記基板を露光すること、を含み、

前記計測部材の表面における前記液体の接触角と、前記基板の表面における前記液体との接触角とは互いに異なる露光方法。

【請求項 2】

前記液体の圧力差、及び前記計測結果を考慮して、前記基板上に投影されるパターン像の結像状態が調整され、該結像状態が調整されたパターン像で前記基板を露光する請求項 1 記載の露光方法。

【請求項 3】

前記露光光は投影光学系を介して前記基板上に照射され、

前記投影光学系を調整することによって、前記パターン像の結像状態が調整される請求項 2 記載の露光方法。

【請求項 4】

前記計測の結果に基づいて、前記基板を露光するための露光条件を求め、

前記圧力差に基づいて前記露光条件を補正して、該補正された露光条件の下で前記基板が露光される請求項1記載の露光方法。

【請求項5】

前記露光条件の補正量と前記圧力差との関係が予め求められている請求項4記載の露光方法。

【請求項6】

前記露光条件は、前記基板上にパターン像を投影する投影光学系の結像特性を含む請求項4又は5記載の露光方法。

【請求項7】

前記液体の圧力を変化させながら前記計測を実行し、

前記露光時の液体の圧力に対応する計測結果に基づいて前記基板を露光する請求項1～6のいずれか一項記載の露光方法。

【請求項8】

前記露光時に、前記液体は、前記露光光が通過する光学部材と前記基板との間に保持され、

前記計測時に、前記液体は、前記光学部材と前記計測部材との間に保持され、

前記液体の圧力によって、前記光学部材が変動する請求項1～7のいずれか一項記載の露光方法。

【請求項9】

前記液体の圧力差に関する情報を得るために、前記計測時及び前記露光時における前記液体の圧力をそれぞれ検出する請求項1～8のいずれか一項記載の露光方法。

【請求項10】

請求項1～9のいずれか一項記載の露光方法を用いるデバイス製造方法。

【請求項11】

基板上に液浸領域を形成するとともに、該液浸領域の液体を介して前記基板に露光光を照射することによって、前記基板を露光する露光装置において、

物体上に液浸領域を形成する液浸機構と、

計測部材を有し、前記液浸機構を用いて前記計測部材上に形成された液浸領域の液体を介して計測光を受光して、前記基板の露光条件を決定するための計測を行う計測装置と、

前記液浸機構を用いて前記基板上に液浸領域を形成するとともに、前記計測装置で計測された計測結果と、前記計測時と前記露光時との前記液体の圧力差とに基づいて、前記基板を露光する露光制御装置と、を備え、

前記計測部材の表面における前記液体の接触角と、前記基板の表面における前記液体との接触角とは互いに異なる露光装置。

【請求項12】

前記露光光が通過する投影光学系と、

前記投影光学系の結像特性を調整する調整装置とを備え、

前記露光制御装置は、前記計測装置で計測された計測結果と、前記計測時と前記露光時との前記液体の圧力差とに基づいて、前記調整装置を制御する請求項11記載の露光装置。

【請求項13】

前記液体の圧力差を求めるために、前記計測時及び前記露光時のそれぞれにおいて前記液体の圧力を検出する圧力センサを備えた請求項11又は12記載の露光装置。

【請求項14】

前記液体の圧力を調整するための圧力調整機構をさらに備え、

前記圧力調整機構を使って前記液体の圧力を変化させながら前記計測装置による計測が実行される請求項11～13のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項15】

前記露光制御装置は、前記計測装置の計測結果に基づいて決定された露光条件を前記圧力差に基づいて補正し、該補正された露光条件の下で前記基板を露光する請求項11～1

10

20

30

40

50

4のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項16】

前記露光条件の補正量と前記圧力差との関係を記憶した記憶装置を更に備えた請求項15記載の露光装置。

【請求項17】

前記基板を保持する基板ステージ上に配置された基準マークに対して液体を介して計測光を照射することにより前記基準マークの位置情報を取得することをさらに含む請求項11～16のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項18】

前記物体に配置された基準マークに対して液体を介して計測光を照射することにより前記基準マークの位置情報を取得する位置計測系をさらに備える請求項11～17のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項19】

請求項11～18のいずれか一項記載の露光装置を用いるデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液体を介して基板を露光する露光方法、露光装置、及びデバイス製造方法に関するものである。

本願は、2005年3月31日に出願された特願2005-103644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】

半導体デバイス、液晶表示デバイス等のマイクロデバイスの製造工程の一つであるフォトリソグラフィ工程では、マスク上に形成されたパターンを感光性の基板上に投影露光する露光装置が用いられる。この露光装置は、マスクを保持して移動可能なマスクステージと、基板を保持して移動可能な基板ステージとを有し、マスクステージ及び基板ステージを逐次移動しながらマスクのパターンを投影光学系を介して基板に投影露光するものである。マイクロデバイスの製造においては、デバイスの高密度化のために、基板上に形成されるパターンの微細化が要求されている。この要求に応えるために露光装置の更なる高解像度化が望まれている。その高解像度化を実現するための手段の一つとして、下記特許文献1に開示されているような、基板上に液体の液浸領域を形成し、液浸領域を形成する液体を介して基板を露光する液浸露光装置が案出されている。

【特許文献1】国際公開第99/49504号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

液浸露光装置においては、基板を液浸露光する前に、所定の計測部材上に液体の液浸領域を形成し、その液体を介して光を受光して、所定の計測を行い、その計測結果に基づいて基板を露光することが考えられる。ところが、計測時における液体の圧力と露光時における液体の圧力との間に差異があると、計測部材を用いた計測結果に基づいて基板を露光した場合、基板を良好に露光できない可能性がある。

【0004】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、基板を良好に露光できる露光方法及び露光装置、その露光方法及び露光装置を用いたデバイス製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記の課題を解決するため、本発明は実施の形態に示す各図に対応付けした以下の構成を採用している。但し、各要素に付した括弧付き符号はその要素の例示に過ぎず、各要素

10

20

30

40

50

を限定するものではない。

【0006】

本発明の第1の態様に従えば、液浸機構（12など）を用いて基板（P）上に液浸領域（LR）を形成するとともに、液浸領域（LR）を形成する液体（LQ）を介して基板（P）上に露光光（EL）を照射することによって、基板（P）を露光する露光方法において、液浸機構（12など）を用いて計測部材（65）上に液浸領域（LR）を形成するとともに、液浸領域（LR）を形成する液体（LQ）を介して計測光を受光して、基板（P）の露光条件を決定するための計測を行い、計測時と露光時との液体（LQ）の圧力差、及び計測結果を考慮して、基板（P）を露光する露光方法が提供される。

【0007】

本発明の第1の態様によれば、計測時における液体の圧力と露光時における液体の圧力との間に差異があっても、計測時と露光時との液体の圧力差、及び計測部材を用いた計測結果を考慮して、基板を露光することにより、基板を良好に露光することができる。

【0008】

本発明の第2の態様に従えば、上記態様の露光方法を用いるデバイス製造方法が提供される。

【0009】

本発明の第2の態様によれば、基板を良好に露光できる露光方法を用いてデバイスを製造することができる。

【0010】

本発明の第3の態様に従えば、液浸機構（12など）を用いて基板（P）上に液浸領域（LR）を形成するとともに、液浸領域（LR）を形成する液体（LQ）を介して基板（P）上に露光光（EL）を照射することによって、基板（P）を露光する露光装置において、計測部材（65）を有し、液浸機構（1）を用いて計測部材（65）上に液浸領域（LR）を形成するとともに、液浸領域（LR）を形成する液体（LQ）を介して計測光を受光して、基板（P）の露光条件を決定するための計測を行う計測装置（60）と、計測装置（60）で計測された計測結果と、計測時と露光時との液体（LQ）の圧力差とに基づいて、基板（P）を露光する露光制御装置（CONT）とを備えた露光装置（EX）が提供される。

【0011】

本発明の第3の態様によれば、計測時における液体の圧力と露光時における液体の圧力との間に差異があっても、計測装置で計測された計測結果と、計測時と露光時との液体の圧力差とに基づいて、基板を露光することにより、基板を良好に露光することができる。

【0012】

本発明の第4の態様に従えば、上記態様の露光装置（EX）を用いるデバイス製造方法が提供される。

【0013】

本発明の第4の態様によれば、基板を良好に露光できる露光装置を用いてデバイスを製造することができる。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、計測時における液体の圧力と露光時における液体の圧力との間に差異があっても、基板を良好に露光できる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】第1実施形態に係る露光装置を示す概略構成図である。

【図2】基板上に液浸領域が形成されている様子を示す図である。

【図3】計測部材上に液浸領域が形成されている様子を示す図である。

【図4】基板ステージを上方から見た平面図である。

【図5】第1実施形態に係る露光方法を説明するためのフローチャート図である。

10

20

30

40

50

【図6】第2実施形態に係る露光装置の要部を示す図である。

【図7】第2実施形態に係る露光方法を説明するためのフローチャート図である。

【図8】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図である。

【符号の説明】

【0016】

1…液浸機構、60…空間像計測装置、65…スリット板、80…圧力センサ、CONT…制御装置、EL…露光光、EX…露光装置、K1…光路空間、LC…結像特性調整装置、LQ…液体、LR…液浸領域、LS1…第1光学素子、MRY…記憶装置、P…基板、PL…投影光学系

【発明を実施するための最良の形態】

10

【0017】

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。

【0018】

<第1の実施形態>

露光装置EXの一実施形態について図1を参照しながら説明する。図1は露光装置EXの一実施形態を示す概略構成図である。図1において、露光装置EXは、マスクMを保持して移動可能なマスクステージMSTと、基板Pを保持する基板ホルダPHと、基板Pを保持した基板ホルダPHを移動可能な基板ステージPSTと、マスクステージMSTに保持されているマスクMを露光光ELで照明する照明光学系ILと、露光光ELで照明されたマスクMのパターン像を基板Pに投影する投影光学系PLと、露光装置EX全体の動作を統括制御する制御装置CONTとを備えている。制御装置CONTには、露光処理に関する各種情報を記憶した記憶装置MRYが接続されている。更に露光装置EXは、露光条件として、投影光学系PLの結像特性（光学特性）を決定するための計測を行う空間像計測装置60を備えている。空間像計測装置60は、投影光学系PLの像面側に配置されたスリット部61を有するスリット板65と、光電変換素子からなる受光素子73と、スリット板65を通過した光を受光素子73に導く光学系74とを備えている。受光素子73は、スリット板65及び光学系74を介して投影光学系PLを通過した光（露光光EL）を受光する。

20

【0019】

30

本実施形態の露光装置EXは、露光波長を実質的に短くして解像度を向上するとともに焦点深度を実質的に広くするために液浸法を適用した液浸露光装置であって、投影光学系PLの像面側における露光光ELの光路空間K1を液体LQで満たすための液浸機構1を備えている。液浸機構1は、投影光学系PLの像面側近傍に設けられ、液体LQを供給する供給口12及び液体LQを回収する回収口22を有するノズル部材70と、ノズル部材70に設けられた供給口12を介して投影光学系PLの像面側に液体LQを供給する液体供給機構10と、ノズル部材70に設けられた回収口22を介して投影光学系PLの像面側の液体LQを回収する液体回収機構20とを備えている。ノズル部材70は、基板P（基板ステージPST）の上方において、投影光学系PLを構成する複数の光学素子のうち、投影光学系PLの像面に最も近い第1光学素子LS1を囲むように環状に形成されている。

40

【0020】

露光装置EXは、少なくともマスクMのパターン像を基板P上に投影している間、液体供給機構10から供給した液体LQにより投影光学系PLの投影領域ARを含む基板P上の一部に、投影領域ARよりも大きく且つ基板Pよりも小さい液体LQの液浸領域LRを局所的に形成する局所液浸方式を採用している。具体的には、露光装置EXは、液浸機構1を用いて、投影光学系PLの像面に最も近い第1光学素子LS1と、基板ホルダPHに保持され、投影光学系PLの像面側に配置された基板Pとの間の露光光ELの光路空間K1を液体LQで満たし、この投影光学系PLと基板Pとの間の液体LQ及び投影光学系PLを介してマスクMを通過した露光光ELを基板Pに照射することによってマスクMのパ

50

ターン像で基板Pを露光する。制御装置CONTは、液浸機構1の液体供給機構10を用いて基板P上に液体LQを所定量供給するとともに、液体回収機構20を用いて基板P上の液体LQを所定量回収することで、投影光学系PLと基板Pとの間の露光光ELの光路空間K1を液体LQで満たし、基板P上に液体LQの液浸領域LRを局所的に形成する。

【0021】

本実施形態では、露光装置EXとしてマスクMと基板Pとをそれぞれの走査方向に同期移動しつつマスクMに形成されたパターンを基板Pに露光する走査型露光装置（所謂スキャニングステッパ）を使用する場合を例にして説明する。以下の説明において、水平面内においてマスクMと基板Pとの同期移動方向（走査方向）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（非走査方向）、X軸及びY軸方向に垂直で投影光学系PLの光軸AXと一致する方向を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。なお、ここでいう「基板」は、半導体ウエハ等の基材上に感光材（レジスト）を塗布したものを含み、「マスク」は基板上に縮小投影されるデバイスパターンを形成されたレチクルを含む。

【0022】

照明光学系ILは、露光用光源、露光用光源から射出された光束の照度を均一化するオプティカルインテグレータ、オプティカルインテグレータからの露光光ELを集光するコンデンサレンズ、リレーレンズ系、及び露光光ELによるマスクM上の照明領域を設定する視野絞り等を有している。マスクM上の所定の照明領域は照明光学系ILにより均一な照度分布の露光光ELで照明される。照明光学系ILから射出される露光光ELとしては、例えば水銀ランプから射出される輝線（g線、h線、i線）及びKrFエキシマレーザ光（波長248nm）等の遠紫外光（DUV光）、ArFエキシマレーザ光（波長193nm）及びF₂レーザ光（波長157nm）等の真空紫外光（VUV光）などが用いられる。本実施形態においてはArFエキシマレーザ光が用いられる。

【0023】

本実施形態においては、液体LQとして純水が用いられている。純水は、ArFエキシマレーザ光のみならず、例えば、水銀ランプから射出される輝線（g線、h線、i線）及びKrFエキシマレーザ光（波長248nm）等の遠紫外光（DUV光）も透過可能である。

【0024】

マスクステージMSTは、マスクMを保持して移動可能である。マスクステージMSTは、マスクMを真空吸着（又は静電吸着）により保持する。マスクステージMSTは、制御装置CONTにより制御されるリニアモータ等を含むマスクステージ駆動装置MSTDの駆動により、マスクMを保持した状態で、投影光学系PLの光軸AXに垂直な平面内、すなわちXY平面内で2次元移動可能及び θZ 方向に微小回転可能である。マスクステージMST上には移動鏡41が設けられている。また、移動鏡41に対向する位置にはレーザ干渉計42が設けられている。マスクステージMST上のマスクMの2次元方向の位置、及び θZ 方向の回転角はレーザ干渉計42によりリアルタイムで計測される。なお、レーザ干渉計42で、 θX 、 θY 方向の回転角も計測してもよい。レーザ干渉計42の計測結果は制御装置CONTに出力される。制御装置CONTは、レーザ干渉計42の計測結果に基づいてマスクステージ駆動装置MSTDを駆動し、マスクステージMSTに保持されているマスクMの位置制御を行う。

【0025】

投影光学系PLは、マスクMのパターンの像を所定の投影倍率 β で基板Pに投影する。マスクMを通過した露光光ELは、投影光学系PL及び液浸領域LRの液体LQを通過して基板P上に到達する。投影光学系PLは、複数の光学素子で構成されており、それら光学素子は鏡筒PKで保持されている。本実施形態において、投影光学系PLは、投影倍率 β が例えば $1/4$ 、 $1/5$ 、あるいは $1/8$ の縮小系である。なお、投影光学系PLは等倍系及び拡大系のいずれでもよい。また、投影光学系PLは、反射光学素子を含まない屈折系、屈折光学素子を含まない反射系、反射光学素子と屈折光学素子とを含む反射屈折系

のいずれであってもよい。また、本実施形態においては、投影光学系 P L を構成する複数の光学素子のうち、投影光学系 P L の像面に最も近い第 1 光学素子 L S 1 は、鏡筒 P K より露出している。

【0026】

投影光学系 P L には、例えば特開昭 60-78454 号公報、特開平 11-195602 号公報、国際公開第 03/65428 号パンフレット等に開示されているような、投影光学系 P L の結像特性を調整可能な結像特性調整装置 L C が設けられている。結像特性調整装置 L C は、投影光学系 P L を構成する複数の光学素子の一部を移動可能な光学素子駆動機構 3 を含む。光学素子駆動機構 3 は、投影光学系 P L を構成する複数の光学素子のうち特定の光学素子を光軸 A X 方向（Z 軸方向）に移動したり、光軸 A X に対して傾斜させたりすることができる。結像特性調整装置 L C は、投影光学系 P L を構成する複数の光学素子のうち特定の光学素子を動かすことで、投影光学系 P L の各種収差（投影倍率、ディストーション、球面収差等）及び像面位置（焦点位置）等を含む結像特性を調整することができる。また、結像特性調整装置 L C として、鏡筒 P K の内部に保持されている一部の光学素子間の空間の気体の圧力を調整する圧力調整機構が含まれていてもよい。結像特性調整装置 L C は、制御装置 C O N T により制御される。

【0027】

基板ステージ P S T は、投影光学系 P L の像面側で移動可能であって、基板 P を基板ホルダ P H で保持する Z チルトステージ 5 2 と、Z チルトステージ 5 2 を支持する X Y ステージ 5 3 とを備えている。X Y ステージ 5 3 はベース B P 上に移動可能に支持されている。基板ステージ P S T は基板ステージ駆動機構 P S T D により駆動される。基板ステージ駆動機構 P S T D は、例えばリニアモータ等を含み、X Y ステージ 5 3 をベース B P 上で X 軸方向、Y 軸方向、及び θ Z 方向に移動する X Y 駆動機構 5 6 と、例えばボイスコイルモータ等を含み、Z チルトステージ 5 2 を Z 軸方向、 θ X 方向、及び θ Y 方向に移動する Z 駆動機構 5 8 とを備えている。Z 駆動機構 5 8 は 3 つ設けられており（但し、紙面奥側の Z 駆動機構 5 8 は不図示）、Z チルトステージ 5 2 は、3 つの Z 駆動機構 5 8 によって X Y ステージ 5 3 上に 3 点で支持されている。基板ステージ駆動機構 P S T D は制御装置 C O N T により制御される。これにより、Z チルトステージ 5 2 は基板ホルダ P H に保持されている基板 P を Z 軸方向、 θ X 方向、及び θ Y 方向に移動可能であり、X Y ステージ 5 3 は基板ホルダ P H に保持されている基板 P を Z チルトステージ 5 2 を介して X Y 方向、及び θ Z 方向に移動可能である。したがって、基板ホルダ P H に保持された基板 P の表面は、X 軸、Y 軸、Z 軸、 θ X、 θ Y、及び θ Z 方向の 6 自由度の方向に移動可能である。なお、Z チルトステージと X Y ステージとを一体的に設けてよいことは言うまでもない。

【0028】

Z チルトステージ 5 2（基板ステージ P S T）上には凹部 5 0 が設けられており、基板ホルダ P H は凹部 5 0 に配置されている。そして、Z チルトステージ 5 2 の凹部 5 0 の周囲の上面 5 1 は、基板ホルダ P H に保持された基板 P の表面とほぼ同じ高さ（面一）になるような平坦面となっている。基板ステージ P S T の上面 5 1 は液体 L Q に対して撥液性を有している。基板 P の周囲に基板 P の表面とほぼ面一の上面 5 1 を設けたので、基板 P の表面の周縁領域を液浸露光するときにおいても、投影光学系 P L の像面側の光路空間 K 1 を液体 L Q で満たし続けることができ、液浸領域 L R を良好に形成することができる。なお、投影光学系 P L の像面側の光路空間 K 1 を液体 L Q で満たし続けることができるならば、基板ホルダ P H に保持された基板 P の表面と基板ステージ P S T の上面 5 1 との間に段差があっても構わない。

【0029】

Z チルトステージ 5 2 の側面には移動鏡 4 3 が設けられている。また、移動鏡 4 3 に対向する位置にはレーザ干渉計 4 4 が設けられている。基板ステージ P S T 上の基板 P の 2 次元方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計 4 4 によりリアルタイムで計測され、計測結果は制御装置 C O N T に出力される。制御装置 C O N T はレーザ干渉計 4 4 の計測結果に

に基づいて、レーザ干渉計44で規定される2次元座標系内で、基板ステージ駆動機構PSTD(XY駆動機構56)を介してXYステージ53を駆動することで基板ステージPSTに支持されている基板PのX軸方向及びY軸方向における位置決めを行う。

【0030】

また、露光装置EXは、基板Pの表面の面位置情報を検出するフォーカス検出系(不図示)を有している。フォーカス検出系は、投光部と受光部とを有し、投光部から基板Pの表面(露光面)に斜め方向から検出光を投射するとともに、その基板Pからの反射光を受光部で受光することによって、基板Pの表面の面位置情報を検出する。制御装置CONTは、フォーカス検出系の動作を制御するとともに、受光部の受光結果に基づいて、投影光学系PLの像面に対する基板Pの表面の位置を検出する。

10

【0031】

制御装置CONTは、基板ステージ駆動機構PSTD(Z駆動機構58)を介して基板ステージPSTのZチルトステージ52を駆動することにより、Zチルトステージ52に保持されている基板PのZ軸方向における位置(フォーカス位置)、及び θX 、 θY 方向における位置を制御する。すなわち、Zチルトステージ52は、フォーカス検出系の検出結果に基づく制御装置CONTからの指令に基づいて動作し、基板Pのフォーカス位置(Z位置)及び傾斜角(θX 、 θY)を制御して、基板Pの表面(露光面)を投影光学系PL及び液体LQを介して形成される像面に合わせ込む。

【0032】

投影光学系PLの先端近傍には、基板P上のアライメントマークあるいはZチルトステージ52上に設けられた基準部材上の第1基準マークを検出する基板アライメント系350が設けられている。なお本実施形態の基板アライメント系350では、例えば特開平4-65603号公報(対応米国特許第5,493,403号公報)に開示されているような、基板ステージPSTを静止させてマーク上にハロゲンランプからの白色光等の照明光を照射して、得られたマークの画像を撮像素子により所定の撮像視野内で撮像し、画像処理によっ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。

20

【0033】

また、マスクステージMSTの近傍には、マスクMと投影光学系PLとを介してZチルトステージ52上に設けられた基準部材上の第2基準マークを検出するマスクアライメント系360が設けられている。なお本実施形態のマスクアライメント系360では、例えば特開平7-176468号公報に開示されているような、マークに対して光を照射し、CCDカメラ等で撮像したマークの画像データを画像処理してマーク位置を検出するVRA(ビジュアル・レチクル・アライメント)方式が採用されている。

30

【0034】

次に、液浸機構1の液体供給機構10及び液体回収機構20について説明する。液体供給機構10は、液体LQを投影光学系PLの像面側に供給するためのものであって、液体LQを送出可能な液体供給部11と、液体供給部11にその第1端部を接続する供給管13とを備えている。供給管13の第2端部はノズル部材70に接続されている。ノズル部材70の内部には、供給管13の第2端部と供給口12とを接続する内部流路(供給流路)が形成されている。液体供給部11は、液体LQを収容するタンク、加圧ポンプ、供給する液体LQの温度を調整する温度調整機構、及び液体LQ中の異物を取り除くフィルタユニット等を備えている。液体供給部11の液体供給動作は制御装置CONTにより制御される。なお、液体供給機構10のタンク、加圧ポンプ、温度調整機構、フィルタユニット等は、その全てを露光装置EXが備えている必要はなく、露光装置EXが設置される工場等の設備を代用してもよい。

40

【0035】

液体回収機構20は、投影光学系PLの像面側の液体LQを回収するためのものであって、液体LQを回収可能な液体回収部21と、液体回収部21にその第1端部を接続する回収管23とを備えている。回収管23の第2端部はノズル部材70に接続されている。

50

ノズル部材 70 の内部には、回収管 23 の第 2 端部と回収口 22 とを接続する内部流路（回収流路）が形成されている。液体回収部 21 は例えば真空ポンプ等の真空系（吸引装置）、回収された液体 LQ と気体とを分離する気液分離器、及び回収した液体 LQ を収容するタンク等を備えている。なお、液体回収機構 20 の真空系、気液分離器、タンク等は、その全てを露光装置 EX が備えている必要はなく、露光装置 EX が設置される工場等の設備を代用してもよい。

【0036】

図 2 は投影光学系 PL と基板 P との間に液体 LQ が保持されている状態を示す図である。液体 LQ を供給する供給口 12 及び液体 LQ を回収する回収口 22 はノズル部材 70 の下面 70A に形成されている。ノズル部材 70 の下面 70A は、基板 P の表面（基板ステージ PST の上面 51）と対向する位置に設けられている。ノズル部材 70 は、第 1 光学素子 LS1 の側面を囲むように設けられた環状部材であって、供給口 12 は、ノズル部材 70 の下面 70A において、投影光学系 PL の第 1 光学素子 LS1（投影光学系 PL の光軸 AX）を囲むように複数設けられている。また、回収口 22 は、ノズル部材 70 の下面 70A において、第 1 光学素子 LS1 に対して供給口 12 よりも外側に離れて設けられており、第 1 光学素子 LS1 及び供給口 12 を囲むように設けられている。

10

【0037】

なお、供給口 12 は、第 1 光学素子 LS1 の側面と対向するノズル部材 70 の内側面に設けてもよい。また、図 1 においては、第 1 光学素子 LS1 の下面とノズル部材 70 の下面とがほぼ面一になっているが、段差があってもよい。

20

【0038】

また、ノズル部材 70 のうち、液浸領域 LR の液体 LQ と接触する位置には、液浸領域 LR の液体 LQ の圧力を検出可能な圧力センサ 80 が設けられている。本実施形態においては、圧力センサ 80 はノズル部材 70 の下面 70A に設けられている。

【0039】

図 2 に示すように、基板 P は、半導体ウェハ（シリコンウェハ）等の基材 W の表面（上面）に感光材（レジスト）からなる膜 F を被覆したものであり、液浸領域 LR の液体 LQ は、基板 P の膜 F と接触する。すなわち、基板 P の膜 F が液浸領域 LR の液体 LQ と接触する液体接触面となる。なお基板 P によっては、基材 W の表面に被覆された感光材を更に覆う第 2 の膜が形成される場合もある。この第 2 の膜はトップコート膜と呼ばれ、感光材を保護するために設けられる。基板 P が第 2 の膜を有している場合には、第 2 の膜が液体接触面となる。

30

【0040】

液体 LQ の液浸領域 LR を形成する際、制御装置 CONT は、液体供給部 11 及び液体回収部 21 のそれぞれを動作させる。制御装置 CONT の制御のもとで液体供給部 11 から液体 LQ が送出されると、その液体供給部 11 から送出された液体 LQ は、供給管 13 を流れた後、ノズル部材 70 の供給流路を介して、供給口 12 より投影光学系 PL の像面側に供給される。また、制御装置 CONT のもとで液体回収部 21 が動作すると、投影光学系 PL の像面側の液体 LQ は回収口 22 を介してノズル部材 70 の回収流路に流入し、回収管 23 を流れた後、液体回収部 21 に回収される。

40

【0041】

基板 P を液浸露光するときには、制御装置 CONT は、液浸機構 1 を使って投影光学系 PL と基板ホルダ PH に保持されている基板 P との間の露光光 EL の光路空間 K1 を液体 LQ で満たし、投影光学系 PL（光路空間 K1）に対して基板 P を移動しつつ、投影光学系 PL と液体 LQ とを介して基板 P 上に露光光 EL を照射する。

【0042】

次に、空間像計測装置 60 について説明する。図 1 において、空間像計測装置 60 は、投影光学系 PL の結像特性（光学特性）の計測に用いられるものであって、Z チルトステージ 52 に設けられているスリット板 65 と、Z チルトステージ 52 の内部空間 52K においてスリット板 65 に近い位置に配置された第 1 光学素子 66 と、第 1 光学素子 66 を

50

通過した光の光路を折り曲げるミラー６７と、ミラー６７からの光が入射する第２光学素子６８と、第２光学素子６８を通過した光をＺチルトステージ５２外部に送る第３光学素子６９と、Ｚチルトステージ５２外部に設けられ、第３光学素子６９からの光の光路を折り曲げるミラー７１と、ミラー７１からの光を受ける第４光学素子７２と、第４光学素子７２を通過した光を受光する光電変換素子からなる受光素子（光センサ）７３とを備えている。スリット板６５を通過した光を受光素子７３に導く光学系７４は、第１光学素子６６、ミラー６７、第２光学素子６８、第３光学素子６９、ミラー７１、及び第４光学素子７２を含む。受光素子７３には、微弱な光を精度良く検出可能な光電変換素子、例えばフォト・マルチプライヤ・チューブ（ＰＭＴ、光電子増倍管）等が用いられる。受光素子７３は、スリット板６５及び光学系７４を介して投影光学系ＰＬを通過した光（露光光ＥＬ）を受光する。受光素子７３からの光電変換信号は、信号処理装置等を介して制御装置Ｃ

10

【００４３】

また、スリット板６５の上面（表面）は、基板ステージＰＳＴに保持された基板Ｐの表面、及び基板ステージＰＳＴ（Ｚチルトステージ５２）の上面５１とほぼ同じ高さ（面一）に設けられている。

【００４４】

なお、空間像計測装置６０の具体的な構成及びその計測動作は、例えば特開２００２－１４００５号公報、あるいは特開２００２－１９８３０３号公報に開示されているものを用いることができる。

20

【００４５】

図３は投影光学系ＰＬとスリット板６５との間に液体ＬＱが保持されている状態を示す図である。スリット板６５は、平面視長形状のガラス板部材６４の上面中央部に設けられたクロム等からなる遮光膜６２と、その遮光膜６２の周囲、すなわちガラス板部材６４の上面の遮光膜６２以外の部分に設けられたアルミニウム等からなる反射膜６３と、遮光膜６２の一部に形成された開口パターン（光透過部）であるスリット部６１とを備えている。スリット部６１においては透明部材であるガラス板部材６４が露出しており、光はスリット部６１を透過可能である。また、スリット部６１は、遮光膜６２の一部に凹部を形成している。ガラス板部材６４の形成材料としては、ＡｒＦエキシマレーザ光あるいはＫｒＦエキシマレーザ光に対する透過性の良い合成石英あるいは螢石などが用いられる。スリット部６１は、遮光膜６２を例えばエッチング処理することで形成可能である。なお、スリット部６１を形成する凹部と遮光膜６２とを、光透過性の材料（例えばＳｉＯ_２など）で被覆するようにしてもよい。

30

【００４６】

図３に示すように、Ｚチルトステージ５２の上面５１の一部には開口部５１Ｋが形成されており、スリット板６５は開口部５１Ｋに嵌め込まれている。また、Ｚチルトステージ５２の内部には、開口部５１Ｋに接続する内部空間５２Ｋが形成されており、空間像計測装置６０の光学系７４の一部は内部空間５２Ｋに配置されている。光学系７４の一部を構成する第１光学素子６６は、Ｚチルトステージ５２の内部空間５２Ｋにおいてスリット部６１の下方にガラス板部材６４と一体的に配置されている。したがって、液浸用の投影光学系ＰＬの開口数ＮＡが１以上の場合であっても、投影光学系ＰＬからの光を、気体部分を通過することなしに、液体ＬＱ、スリット部６１、及びガラス板部材６４を介して第１光学素子６６に入射させることができる。投影光学系ＰＬとスリット板６５との間を液体ＬＱで満たした場合、投影光学系の開口数ＮＡが向上するため、投影光学系ＰＬの開口数ＮＡに応じて、空間像計測装置６０の第１光学素子６６の開口数ＮＡも向上させないと、第１光学素子６６は、投影光学系ＰＬを通過した光を良好に（全て）取り込むことができない可能性がある。本実施形態においては、スリット板６５のスリット部６１を通過した光が、気体空間を通過しないように第１光学素子６６を配置しているので、第１光学素子６６は投影光学系ＰＬからの光を液体を介して良好に取り込むことができる。

40

【００４７】

50

本実施形態において、遮光膜 6 2 の一部に形成されたスリット部 6 1 は、Y 軸方向を長手方向とする矩形状（長方形）のラインパターンであって、所定幅を有し、所定長さを有している。なお、スリット部はラインパターンに限られず、ラインパターンの数、形状、大きさなどは、空間像計測装置 6 0 による計測内容に応じて適宜変更することができる。

【0048】

ここで、本実施形態においては、スリット板 6 5 の上面は、遮光膜 6 2 の上面及び反射膜 6 3 の上面を含む。したがって、遮光膜 6 2 の上面と、反射膜 6 3 の上面と、基板ステージ P S T の上面 5 1 とがほぼ面一となっており、空間像計測装置 6 0 のスリット部 6 1 は、基板ステージ P S T の上面 5 1 及びスリット板 6 5 の上面を含む所定面内に形成されている。

10

【0049】

また、液浸領域 L R の液体 L Q は、スリット板 6 5 の遮光膜 6 2 及び反射膜 6 3 等と接触する。すなわち、スリット板 6 5 の遮光膜 6 2 等が液浸領域 L R の液体 L Q と接触する液体接触面である。

【0050】

図 4 は基板 P を保持している基板ステージ P S T（Z チルトステージ 5 2）を上方から見た平面図である。基板ステージ P S T（Z チルトステージ 5 2）上の、基板 P 近傍の所定位置には、上述したような空間像計測装置 6 0 の、スリット部 6 1 を有するスリット板 6 5 が設けられている。

20

【0051】

また、基板ステージ P S T 上の、基板 P 近傍の所定位置には基準部材 3 0 0 が配置されている。基準部材 3 0 0 には、基板アライメント系 3 5 0 により検出される第 1 基準マーク P F M と、マスクアライメント系 3 6 0 により検出される第 2 基準マーク M F M とが所定の位置関係で設けられている。基準部材 3 0 0 の上面 3 0 0 A はほぼ平坦面となっており、基板ステージ P S T に保持された基板 P の表面、及び基板ステージ P S T（Z チルトステージ 5 2）の上面 5 1 とほぼ同じ高さ（面一）に設けられている。基準部材 3 0 0 の上面 3 0 0 A は、フォーカス検出系の基準面としての役割も果たすことができる。

【0052】

また、基板ステージ P S T 上の、基板 P 近傍の所定位置には、例えば特開昭 5 7 - 1 1 7 2 3 8 号公報（対応米国特許第 4, 4 6 5, 3 6 8 号）に開示されているような照度ムラセンサ 4 0 0 の一部を構成する上板 4 0 1 が配置されている。上板 4 0 1 の上面 4 0 1 A はほぼ平坦面となっており、基板ステージ P S T に保持された基板 P の表面、及び基板ステージ P S T の上面 5 1 とほぼ同じ高さ（面一）に設けられている。上板 4 0 1 の上面 4 0 1 A には、光を通過可能なピンホール部 4 7 0 が設けられている。上面 4 0 1 A のピンホール部 4 7 0 の周囲はクロムなどの遮光膜で覆われている。

30

【0053】

また、基板ステージ P S T 上の、基板 P 近傍の所定位置には、例えば特開平 1 1 - 1 6 8 1 6 号公報に開示されているような、照射量センサ（照度センサ）6 0 0 を構成する上板 6 0 1 が配置されている。上板 6 0 1 の上面 6 0 1 A もほぼ平坦面となっており、基板ステージ P S T に保持された基板 P の表面、及び基板ステージ P S T の上面 5 1 とほぼ同じ高さ（面一）に設けられている。

40

【0054】

次に、上述した構成を有する露光装置 E X を用いて基板 P を露光する方法について図 5 のフローチャート図を参照しながら説明する。

【0055】

基板 P の露光を行う前に、制御装置 C O N T は、デバイスを製造するための基板 P とは別のテスト露光用のテスト基板 P t に対するテスト露光を実行し、液浸領域 L R を形成する液体 L Q の圧力と、投影光学系 P L 及び液体 L Q を介した結像特性を最適にするための投影光学系 P L の結像特性に関する補正量との関係を導出する（ステップ S A 1）。

50

【0056】

具体的には、制御装置CONTは、投影光学系PLと基板ホルダPHに保持されたテスト基板Ptとの間の光路空間K1を液体LQで満たしてテスト基板Pt上に液浸領域LRを形成するとともに、その液浸領域LRの液体LQの圧力を変化させながら、テスト基板Ptに対するテスト露光を実行する。テスト基板Ptはデバイスを製造するための基板Pとほぼ同じのものであって、テスト基板Ptの基材W上には感光材あるいはトップコート膜からなる膜Fが被覆されている。テスト基板Ptを露光するとき、マスクステージMSTにはテストパターンを有したテストマスクが保持される。テスト基板Ptを露光しているときの液浸領域LRの液体LQの圧力は圧力センサ80に検出されており、圧力センサ80の検出結果は制御装置CONTに出力される。

10

【0057】

制御装置CONTは、液体LQの複数の圧力条件のそれぞれの下で、複数のテスト基板Ptを順次露光する。液体LQの複数の圧力条件のそれぞれの下でテスト露光されたテスト基板Ptは現像処理され、そのテスト基板Ptに形成されたパターン形状が所定のパターン形状計測装置によって計測される。制御装置CONTは、テスト露光が実行されたときの液体LQの圧力（圧力センサ80の検出結果）と、その圧力の下で露光されたテスト基板Pt上に形成されたパターン形状（パターン形状計測装置の計測結果）とに基づいて、液浸領域LRを形成する液体LQの圧力変化と、投影光学系PL及び液体LQを介して形成される像の変動量との関係を導出することができる。制御装置CONTは、この結果に基づいて、液浸領域LRを形成する液体LQの圧力変化と、投影光学系PL及び液体LQを介した結像特性を最適にするための投影光学系PLの結像特性の補正量との関係（関係式、テーブルデータ、マップデータなど）を導出することができる。

20

【0058】

ここで、テスト基板Ptを露光するときの液体LQの圧力を変化させる方法を説明する。

液浸領域LRを形成する液体LQの圧力は、第1光学素子LS1と対向して配置され、液体LQに接触する物体の液体接触面の液体LQとの接触角に応じて変化する。例えば、物体の液体接触面の液体LQとの接触角が大きい場合、換言すれば、物体の液体接触面が撥液性である場合、その物体に接触する液浸領域LRの液体LQの圧力は高くなりやすい。一方、物体の液体接触面の液体LQとの接触角が小さい場合、換言すれば、物体の液体接触面が親液性である場合、その物体に接触する液浸領域LRの液体LQの圧力は低くなりやすい。したがって、液浸領域LRの液体LQの圧力を変化させながらテスト露光を行うために、液体LQとの接触角が互いに異なる膜（液体接触面）Fを有する複数のテスト基板Ptのそれぞれを液浸露光すればよい。この場合、テスト基板Ptの液体接触面を形成する膜は、感光剤（レジスト）であってもよいし、感光剤の保護などに使用される保護膜（トップコート膜）であってもよい。

30

【0059】

また、液浸領域LRを形成する液体LQの圧力は、その液体LQに接触する物体の移動速度に応じて変化する。したがって、液浸領域LRの液体LQの圧力を変化させながらテスト露光を行うために、光路空間K1に満たされた液体LQに対するテスト基板Ptの移動速度（スキャン速度）を変えながら液浸露光してもよい。

40

【0060】

また、液浸領域LRを形成する液体LQの圧力は、液体供給量及び液体回収量の少なくとも一方を調整することによっても変化する。したがって、液浸領域LRの液体LQの圧力を変化させながらテスト露光を行うために、液体供給機構10による液体供給量と液体回収機構20による液体回収量との少なくとも一方を変えながら液浸露光してもよい。

なお、本実施形態においては、複数のテスト基板Ptを液体LQの圧力条件を変えて露光しているが、一つのテスト基板Pt上の複数の異なる領域を、液体LQの圧力条件を変えて露光するようにしてもよい。

【0061】

50

こうして、制御装置CONTは、液体LQの圧力変化と、投影光学系PL及び液体LQを介して形成されるパターン像の結像特性を最適にするための投影光学系PLの結像特性に関する補正量との関係を導出し、記憶装置MRYに記憶する（ステップSA2）。

【0062】

次に、制御装置CONTは、空間像計測装置60を用いて、露光条件として投影光学系PL及び液体LQを介して形成されるパターン像の計測を行う（ステップSA3）。空間像計測装置60を用いた計測を行うに際し、マスクステージMSTには、空間像計測用パターンが形成された計測用マスクが保持される。なお、計測用マスクを使わずに、マスクステージMSTの一部に設けられた計測用のパターンを使用してもよい。また、基板ステージPST（基板ホルダPH）上には、デバイスを形成するための基板Pが予め保持（ロード）されている。

10

【0063】

空間像計測装置60を用いた計測時においては、制御装置CONTは、液浸機構1を用いて投影光学系PL（第1光学素子LS1）とスリット板65との間の光路空間K1を液体LQで満たし、スリット板65上に液体LQの液浸領域LRを形成する。すなわち、空間像計測装置60を用いた計測時においては、液体LQは投影光学系PL（第1光学素子LS1）とスリット板65との間に保持される。液浸機構1は、スリット部61が液体LQで覆われるようにスリット板65上に液浸領域LRを形成する。

【0064】

第1光学素子LS1とスリット板65との間の光路空間K1を液体LQで満たした状態で、制御装置CONTは、照明光学系ILより露光光ELを射出する。露光光ELは、計測用マスク、投影光学系PL、及び液浸領域LRの液体LQを通過した後、スリット板65に照射される。スリット板65のスリット部61を通過した光は、光学系74の第1光学素子66に入射する。

20

【0065】

第1光学素子66で集光された光は、この第1光学素子66を含む光学系74によって受光素子73に導かれる。このように、空間像計測装置60の受光素子73は、投影光学系PL、液浸領域LRを形成する液体LQ、及びスリット部61を介して露光光ELを受光する。受光素子73は、受光量に応じた光電変換信号（光量信号）を信号処理装置を介して制御装置CONTに出力する。制御装置CONTは、受光素子73の受光結果に基づいて所定の演算処理を行い、投影光学系PL及び液体LQを介した結像特性を求める。

30

【0066】

また、制御装置CONTは、空間像計測装置60を用いた計測時における液浸領域LRの液体LQの圧力を圧力センサ80を使って検出している。制御装置CONTは、空間像計測装置60を用いた計測時における液浸領域LRの液体LQの圧力情報（圧力センサ80の検出結果）を記憶装置MRYに記憶する。

【0067】

次に、制御装置CONTは、基板ステージPSTをXY方向に移動し、投影光学系PLの像面側に形成されている液体LQの液浸領域LRをスリット板65上より照度ムラセンサ400の上板401上に移動する。そして、制御装置CONTは、投影光学系PL及び液浸領域LRの液体LQを介して上板401に露光光ELを照射し、照度ムラセンサ400を使って投影領域ARにおける露光光ELの照度ムラを求める。また、照度ムラセンサ400による計測処理が完了した後、制御装置CONTは、基板ステージPSTをXY方向に移動し、投影光学系PLの像面側に形成されている液体LQの液浸領域LRを、照射量センサ600の上板601上に移動する。そして、制御装置CONTは、投影光学系PL及び液浸領域LRの液体LQを介して上板601に露光光ELを照射し、照射量センサ600を使って露光光ELの照度を求める。また、照射量センサ600による計測処理が完了した後、制御装置CONTは、基板ステージPSTをXY方向に移動し、投影光学系PLの像面側に形成されている液体LQの液浸領域LRを、基準部材300上に移動する。そして、制御装置CONTは、マスクアライメント系360を使って、投影光学系PL

40

50

及び液浸領域 L R の液体 L Q を介して基準マーク M F M を計測する。また、制御装置 C O N T は、基板アライメント系 3 5 0 を使って基準マーク P F M を計測し、基板アライメント系 3 5 0 の検出基準位置とパターン像の投影位置との位置関係（ベースライン量）を、基板 P を露光する前に予め求めておく。

【0068】

なおここでは、空間像計測装置 6 0 のスリット板 6 5 上、照度ムラセンサ 4 0 0 の上板 4 0 1 上、照射量センサ 6 0 0 の上板 6 0 1 上、及び基準部材 3 0 0 上の順に液体 L Q の液浸領域 A R 2 を移動して計測処理を順次行うように説明したが、計測する順序は上述の順序に限られず、任意に設定可能である。また、空間像計測装置 6 0、照度ムラセンサ 4 0 0、照射量センサ 6 0 0、基準部材 3 0 0 の一部のみの計測動作を行うこともできるし、一部の計測動作を液体 L Q の液浸領域 L R を形成せずに実行してもよい。

10

【0069】

そして、制御装置 C O N T は、空間像計測装置 6 0 を使った計測処理、照度ムラセンサ 4 0 0、あるいは照射量センサ 6 0 0 を使った計測処理に基づいて、基板 P を液浸露光するときの露光条件として、投影光学系 P L 及び液体 L Q を介して形成されるパターン像の結像特性を決定する（ステップ S A 4）。具体的には、制御装置 C O N T は、空間像計測装置 6 0 の計測結果に基づいて、投影光学系 P L 及び液体 L Q を介して形成されるパターン像の結像特性を調整するための結像特性調整装置 L C の駆動量（補正量）を決定する。

【0070】

次に、制御装置 C O N T は、デバイスを製造するための基板 P を露光するために、基板ステージ P S T を X Y 方向に移動し、投影光学系 P L の像面側に形成されている液体 L Q の液浸領域 L R を基板 P 上に移動する。これにより、基板 P の露光時においては、液体 L Q は投影光学系 P L（第 1 光学素子 L S 1）と基板 P との間に保持される。デバイス製造のために基板 P を露光するときには、当然のことながら、マスクステージ M S T にはデバイスを形成するためのマスク M が保持される。

20

【0071】

液体 L Q の液浸領域 L R を基板 P 上に移動して、投影光学系 P L と基板 P との間の光路空間 K 1 を液体 L Q で満たした状態で、制御装置 C O N T は、照明光学系 I L より露光光 E L を射出し、マスク M を露光光 E L で照明し、投影光学系 P L と基板 P 上に形成された液浸領域 L R の液体 L Q とを介して基板 P 上にマスク M のパターン像を投影する。上述のように、本実施形態の露光装置 E X は、所謂スキャニングステッパであるため、制御装置 C O N T は、光路空間 K 1 に満たされた液体 L Q に対して基板 P を移動しつつ、基板 P を露光する。

30

【0072】

ここで、上述のように、液浸領域 L R を形成する液体 L Q の圧力は、その液体 L Q に接触する物体の液体接触面の液体 L Q との接触角に応じて変化する。したがって、スリット板 6 5 の表面（液体接触面）の液体 L Q との接触角と、基板 P の表面（液体接触面）の液体 L Q との接触角とが異なる場合、スリット板 6 5 上に形成された液浸領域 L R の液体 L Q の圧力と、基板 P 上に形成された液浸領域 L R の液体 L Q の圧力とが互いに異なる場合がある。すなわち、空間像計測装置 6 0 を用いた計測時における液浸領域 L R の液体 L Q の圧力と、基板 P の露光時における液浸領域 L R の液体 L Q の圧力とが互いに異なる可能性がある。このように、スリット板 6 5 の表面及び基板 P の表面それぞれの液体 L Q との接触角の違いに起因して、空間像計測装置 6 0 を使った計測時の液体 L Q と基板 P の露光時の液体 L Q とに圧力差が生じる可能性がある。

40

【0073】

液体 L Q の圧力によって、露光光 E L が通過する第 1 光学素子 L S 1 が変動したり変形したりする可能性があり、液体 L Q の圧力の値によって、その第 1 光学素子 L S 1 の変動量あるいは変形量が変化する可能性がある。第 1 光学素子 L S 1 の変動及び／又は変形は、投影光学系 P L 及び液体 L Q を介した結像特性を変化させるため、ステップ S A 4 において、空間像計測装置 6 0 の計測結果に基づいて結像特性調整装置 L C を用いて投影光学

50

系 P L の結像特性を調整しても、基板 P の露光時には、投影光学系 P L 及び液体 L Q を介して形成されるパターン像の結像状態が最適とはならない可能性がある。

【0074】

そこで、制御装置 C O N T は、基板 P の露光時における液浸領域 L R の液体 L Q の圧力を圧力センサ 8 0 を用いて検出し、その圧力検出結果から計測時と露光時との液体 L Q の圧力差を導出する。ステップ S A 3 において、空間像計測装置 6 0 を用いた計測時の液体 L Q の圧力は圧力センサ 8 0 によって検出されているため、制御装置 C O N T は、ステップ S A 3 で検出した空間像計測装置 6 0 を用いた計測時における液浸領域 L R の液体 L Q の圧力と、基板 P の露光時における液浸領域 L R の液体 L Q の圧力とに基づいて、空間像計測装置 6 0 を使った計測時と基板 P の露光時との液体 L Q の圧力差を求めることができる。

10

【0075】

また、ステップ S A 2 において、液浸領域 L R を形成する液体 L Q の圧力変化に応じた、投影光学系 P L の結像特性に関する補正量が予め記憶されているため、制御装置 C O N T は、空間像計測装置 6 0 で計測された計測結果と、計測時と露光時との液体 L Q の圧力差とに基づいて、結像特性調整装置 L C を制御することにより、最適な結像状態で基板 P にパターン像を投影することができる。すなわち、制御装置 C O N T は、ステップ S A 4 の空間像計測装置 6 0 の計測結果に基づいて決定された投影光学系 P L の結像特性（その結像特性を得るための結像特性調整装置 L C の補正量）を、計測時と露光時との圧力差に基づいて補正し、その補正された結像特性の下で基板 P を露光する（ステップ S A 5）。

20

【0076】

なお、液浸領域 L R を形成する液体 L Q の圧力は、その液体 L Q に接触する物体の移動速度に応じて変化する。したがって、空間像計測装置 6 0 を使った計測時における光路空間 K 1 の液体 L Q に対するスリット板 6 5 の移動状態と、基板 P の露光時における光路空間 K 1 の液体 L Q に対する基板 P の移動状態とが互いに異なる場合、スリット板 6 5 上に形成された液浸領域 L R の液体 L Q の圧力と、基板 P 上に形成された液浸領域 L R の液体 L Q の圧力とが互いに異なる可能性がある。

【0077】

この場合も、制御装置 C O N T は、基板 P の露光時における液浸領域 L R の液体 L Q の圧力を圧力センサ 8 0 を用いて検出し、その圧力検出結果から計測時と露光時との液体 L Q の圧力差を求めることができる。そして、制御装置 C O N T は、空間像計測装置 6 0 で計測された計測結果と、計測時と露光時との液体 L Q の圧力差とに基づいて、結像特性調整装置 L C を制御することにより、最適な結像状態で基板 P にパターン像を投影することができる。

30

【0078】

以上説明したように、空間像計測装置 6 0 を用いた計測時における液体 L Q の圧力と基板 P の露光時における液体 L Q の圧力との間に差異があっても、計測時と露光時との液体 L Q の圧力差、及びスリット板 6 5 を用いた計測結果を考慮して、基板 P を露光することにより、基板 P を良好に露光することができる。基板 P の膜 F の種類（物性）は、デバイスを製造するときの各種プロセス条件に応じて種々変更される可能性が高く、それに伴って基板 P の液体 L Q との接触角も変化する。また、基板 P を露光するときの基板 P の移動状態（速度など）も各種プロセス条件に応じて種々変更される可能性が高い。一方、空間像計測装置 6 0（スリット板 6 5）は露光装置 E X に設置されるものであり、スリット板 6 5 の液体 L Q との接触角を、基板 P に応じて変更することは困難である。本実施形態においては、計測時と露光時との液体 L Q の圧力差に着目し、空間像計測装置 6 0 の計測結果に基づいて決定された結像特性（露光条件）を、計測時と露光時との液体 L Q の圧力差に基づいて補正することで、露光時の液体 L Q の圧力に応じた最適な結像特性を得ることができる。

40

【0079】

なお、上述の実施形態において、空間像計測装置 6 0 の計測時の液体 L Q の圧力は変動

50

が少ない（再現性が高い）ので、空間像計測装置 60 の計測時の液体 L Q の圧力を基準圧力として、上述のステップ S A 1 において、その基準圧力に対する圧力変化と結像特性の変動量との関係性を求め、ステップ S A 2 において、その基準圧力に対する圧力変化と結像特性の補正量との関係を記憶装置 M R Y に記憶するようにしてもよい。

【0080】

また、本実施形態においては、液体 L Q の圧力を圧力センサ 80 を使って検出し、圧力センサ 80 の検出結果に基づいて、計測時と露光時との液体 L Q の圧力差に起因する露光誤差を低減するように、投影光学系 P L の結像特性を結像特性調整装置 L C を使って調整しつつ基板 P を露光しているが、例えば、基板 P に露光光 E L を照射する前に、光路空間 K 1 に満たされた液体 L Q に対して基板 P（あるいは、基板 P と同一の膜が表面に形成された計測用の基板）を移動しつつ液体 L Q の圧力を圧力センサ 80 を使って検出し、その検出結果に基づいて、ステップ S A 4 で決定された結像特性を補正するための補正量を導出するようにしてもよい。この場合、基板 P に露光光 E L を照射して基板 P を露光するときにおいては、圧力センサ 80 を用いずに、投影光学系 P L の結像特性を結像特性調整装置 L C を使って調整して、基板 P に露光光 E L を照射することができる。

【0081】

また、液体 L Q の圧力が既知である場合には、制御装置 C O N T は、圧力センサ 80 を用いることなく、空間像計測装置 60 の計測結果と、既知である計測時の液体 L Q の圧力情報と、既知である露光時の液体 L Q の圧力情報とに基づいて、投影光学系 P L 及び液体 L Q を介して形成されるパターン像の結像状態が最適となるように、結像特性調整装置 L C の駆動量（補正量）を導出するようにしてもよい。

【0082】

具体的には、使用するスリット板 65 及び基板 P の液体 L Q との接触角情報が既知である場合には、その接触角情報に応じた液体 L Q の圧力情報を実験及び／又はシミュレーションで求めることができるため、スリット板 65 の表面及び基板 P の表面それぞれの液体 L Q との接触角に応じて、結像特性調整装置 L C を使って、投影光学系 P L の結像特性を調整することによって所望のパターン像で基板 P を露光することができる。

【0083】

同様に、スリット板 65 及び基板 P の移動情報（速度情報など）が既知である場合には、その移動情報に応じた液体 L Q の圧力情報を求めることができるため、計測時におけるスリット板 65 の移動状態と露光時における基板 P の移動状態とに応じて、結像特性調整装置 L C を使って、投影光学系 P L の結像特性を調整することによって所望のパターン像で基板 P を露光することができる。

【0084】

なお、本実施形態においては、空間像計測装置 60 の計測結果に基づいて決定された結像特性を、計測時と露光時との液体 L Q の圧力差に基づいて補正し、その補正された結像特性の条件の下で基板 P を露光しているが、空間像計測装置 60 の計測結果を計測時と露光時との圧力差に基づいて補正し、その補正された計測結果に基づいて決定された露光条件（結像特性）の下で基板 P を露光するようにしてもよい。

【0085】

<第2実施形態>

第2実施形態について図6を参照しながら説明する。本実施形態の特徴的な部分は、露光装置 E X が、光路空間 K 1 に満たされた液体 L Q の圧力を調整可能な圧力調整機構 90 を備えている点にある。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。

【0086】

図6において、露光装置 E X は、光路空間 K 1 に満たされた液体 L Q の圧力を調整可能な圧力調整機構 90 を備えている。圧力調整機構 90 は、液体供給機構 10 から供給された液体 L Q に更に液体 L Q を追加可能な圧力調整用液体供給部 91 と、液体 L Q の一部を回収可能な圧力調整用液体回収部 92 とを備えている。圧力調整機構 90 の動作は制御装

10

20

30

40

50

置CONTにより制御される。圧力調整用液体供給部91には供給管93の第1端部が接続されており、供給管93の第2端部はノズル部材70の内部に形成されている供給流路を介して、圧力調整用供給口97に接続されている。圧力調整用液体供給部91は液体LQを収容するタンク、及び加圧ポンプ等を備えている。圧力調整用供給口97は、ノズル部材70の下面70Aに設けられており、光路空間K1に対して液体供給機構10の供給口12よりも近くに配置されている。圧力調整用液体供給部91が駆動されることにより、圧力調整用供給口97を介して液体LQを供給することができる。

【0087】

圧力調整用液体回収部92には、回収管95の第1端部が接続されており、回収管95の第2端部はノズル部材70の内部に形成されている回収流路を介して、圧力調整用回収口98に接続されている。圧力調整用液体回収部92は、例えば真空ポンプ等の真空系（吸引装置）、回収された液体LQと気体とを分離する気液分離器、及び回収した液体LQを収容するタンク等を備えている。圧力調整用回収口98は、ノズル部材70の下面70Aに設けられており、光路空間K1に対して液体供給機構10の供給口12よりも近くに配置されている。圧力調整用液体回収部92が駆動されることにより、圧力調整用回収口98を介して液体LQを回収することができる。

10

【0088】

次に、基板Pを露光する方法について図7のフローチャート図を参照しながら説明する。制御装置CONTは、基板Pの露光を行うに際し、空間像計測装置60を用いて、露光条件として投影光学系PL及び液体LQを介して形成される像の結像特性の計測を行う（ステップSB1）。このとき、制御装置CONTは、圧力調整機構90を使って、投影光学系PLとスリット板65との間に満たされた液体LQの圧力を変化させながら、空間像計測装置60を用いた計測を実行する。これにより、液体LQの複数の圧力条件のそれぞれに応じた結像特性の計測が行われる。制御装置CONTは、空間像計測装置60を使って計測したときの液体LQの圧力（圧力センサ80の検出結果）と、その圧力に対応する結像特性（空間像計測装置60の計測結果）との関係を記憶装置MRYに記憶する（ステップSB2）。

20

【0089】

制御装置CONTは、ステップSB1で求めた、液浸領域LRを形成する液体LQの圧力と、投影光学系PL及び液体LQを介した結像特性との関係に基づいて、液体LQの複数の圧力条件のそれぞれに応じた、投影光学系PL及び液体LQを介した結像特性を最適にするための投影光学系PLの結像特性に関する補正量を導出する。すなわち、制御装置CONTは、液浸領域LRを形成する液体LQの圧力と、投影光学系PL及び液体LQを介した結像特性との関係に基づいて、液体LQの複数の圧力条件のそれぞれに応じた、投影光学系PL及び液体LQを介して形成されるパターン像の結像状態が最適となるような結像特性調整装置LCの駆動量（補正量）を導出する。制御装置CONTは、液体LQの複数の圧力条件のそれぞれに応じた、投影光学系PL及び液体LQを介した結像特性を最適にするための投影光学系PLの結像特性に関する補正量に関する情報を記憶装置MRYに記憶する。

30

【0090】

次に、制御装置CONTは、基板ステージPSTをXY方向に移動し、投影光学系PLの像面側に形成されている液体LQの液浸領域LRをスリット板65上から移動し、上述の第1実施形態同様、照度ムラセンサ400及び／又は照射量センサ600を使った計測処理、あるいは、基板アライメント系350の検出基準位置とパターン像の投影位置との位置関係（ベースライン量）を、基板Pを露光する前に予め求めておく。

40

【0091】

次に、制御装置CONTは、デバイスを製造するための基板Pを露光するために、基板ステージPSTをXY方向に移動し、投影光学系PLの像面側に形成されている液体LQの液浸領域LRを基板P上に移動する。これにより、基板Pの露光時においては、液体LQは投影光学系PL（第1光学素子LS1）と基板Pとの間に保持される。デバイス製造

50

のために基板Pを露光するときには、当然のことながら、マスクステージMSTにはデバイスを形成するためのマスクMが保持される。

【0092】

制御装置CONTは、投影光学系PLと基板Pとの間の光路空間K1を液体LQで満たし、その液体LQの圧力を圧力センサ80を使って検出する（ステップSB3）。圧力センサ80を使って液体LQの圧力を検出するときには、制御装置CONTは、基板Pを露光するときと同じ条件で、投影光学系PLと基板Pとの間の光路空間K1を液体LQで満たした状態で、光路空間K1に対して基板Pを移動させながら、液体LQの圧力を検出する。

【0093】

制御装置CONTは、投影光学系PLと基板Pとの間の光路空間K1に満たされた液体LQの圧力、すなわち基板Pの露光時の液体LQに対応する空間像計測装置60の計測結果に基づいて、その露光時の液体LQの圧力に最適な結像特性を決定する。すなわち、ステップSB2において、記憶装置MRYには、液体LQの複数の圧力条件のそれぞれに応じた結像特性の計測結果が記憶されている。制御装置CONTは、記憶装置MRYを参照することにより、露光時の液体LQの圧力に応じた最適な結像特性を求めることができる。

【0094】

そして、制御装置CONTは、その求められた結像特性に基づいて、投影光学系PLの結像特性を結像特性調整装置LCを用いて調整する。そして、投影光学系PLと基板Pとの間の光路空間K1を液体LQで満たした状態で、照明光学系ILより露光光ELを射出し、マスクMを露光光ELで照明し、投影光学系PLと基板P上に形成された液浸領域LRの液体LQとを介して基板P上にマスクMのパターン像を投影する（ステップSB4）。

【0095】

以上説明したように、液体LQの圧力を変化させながら計測を実行し、露光時の液体LQの圧力に対応する計測結果に基づいて基板Pを露光することができる。

【0096】

なお、上述の第2実施形態においては、基板Pの露光を開始する前に投影光学系PLと基板Pとの間の液体LQの圧力を検出するようにしているが、基板Pの露光中に、液体LQの圧力を検出して、その検出結果に基づいて、結像特性調整装置LCを制御するようにしてもよい。

【0097】

また、本実施形態のステップSB3において、露光時の液体LQの圧力を圧力センサ80を用いて検出しているが、露光時の液体LQの圧力が既知である場合には、圧力センサ80を用いることなく、既知である露光時の液体LQの圧力に対応する空間像計測装置60の計測結果に基づいて基板Pを露光することができる。

【0098】

なお、上述の各実施形態においては、液体LQの圧力をノズル部材70に設けられた圧力センサ80を用いて計測しているが、液浸領域LRの圧力変動に伴って、Z駆動機構58を構成する例えばボイスコイルモータの駆動電力が変動するため、その駆動電力に基づいて、液体LQの圧力を検出することも可能である。

【0099】

また、上述の各実施形態においては、投影光学系PLの結像特性を調整する結像特性調整装置LCを制御して、基板P上におけるパターン像の結像状態を調整するようにしているが、マスクMを動かしたり、露光光ELの波長を調整したりするようにしてもよい。また、露光時と計測時との液体LQの圧力差が投影光学系PLと液体LQとを介して形成される像面位置に影響する場合には、液体LQの圧力差を考慮して、Zチルトステージ52を制御するようにしてもよい。

【0100】

なお、上述の各実施形態においては、液浸領域LRが形成される計測部材を有する計測装置として空間像計測装置60を例にして説明したが、例えば、国際公開第99/60361号パンフレット（対応US特許第6,819,414号）、US特許第6650399号公報などに開示されている波面収差計測装置での計測実行時の液体LQの圧力と基板Pの露光時の液体LQの圧力との差を考慮して、パターン像の結像状態を調整し、基板Pを露光するようにしてもよい。

なお、上述の実施形態においては、計測実行時の液体LQの圧力と基板Pの露光時の液体LQの圧力との差を考慮して、パターン像の結像状態を調整し、基板Pを露光するようにしているが、計測実行時の液体LQの圧力と基板Pの露光時の液体LQの圧力との差が生じないようにしてもよい。

10

【0101】

上述したように、本実施形態における液体LQは純水である。純水は、半導体製造工場等で容易に大量に入手できるとともに、基板P上のフォトレジスト、光学素子（レンズ）等に対する悪影響がない利点がある。また、純水は環境に対する悪影響がないとともに、不純物の含有量が極めて低いため、基板Pの表面、及び投影光学系PLの先端面に設けられている光学素子の表面を洗浄する作用も期待できる。なお工場等から供給される純水の純度が低い場合には、露光装置が超純水製造器を持つようにしてもよい。

【0102】

そして、波長が193nm程度の露光光ELに対する純水（水）の屈折率nはほぼ1.44程度と言われており、露光光ELの光源としてArFエキシマレーザ光（波長193nm）を用いた場合、基板P上では $1/n$ 、すなわち約134nmに短波長化されて高い解像度が得られる。更に、焦点深度は空気中に比べて約n倍、すなわち約1.44倍に拡大されるため、空気中で使用する場合と同程度の焦点深度が確保できればよい場合には、投影光学系PLの開口数をより増加させることができ、この点でも解像度が向上する。

20

【0103】

本実施形態では、投影光学系PLの先端に光学素子LS1が取り付けられており、このレンズにより投影光学系PLの光学特性、例えば収差（球面収差、コマ収差等）の調整を行うことができる。なお、投影光学系PLの先端に取り付ける光学素子としては、投影光学系PLの光学特性の調整に用いる光学プレートであってもよい。あるいは露光光ELを透過可能な平行平板であってもよい。

30

【0104】

なお、液体LQの流れによって生じる投影光学系PLの先端の光学素子と基板Pとの間の圧力が大きい場合には、その光学素子を交換可能とするのではなく、その圧力によって光学素子が動かないように堅固に固定してもよい。

【0105】

また、上述の実施形態の投影光学系は、先端の光学素子の像面側の光路空間を液体で満たしているが、国際公開第2004/019128号パンフレットに開示されているように、先端の光学素子のマスク側の光路空間も液体で満たす投影光学系を採用することもできる。

【0106】

なお、本実施形態の液体LQは水であるが、水以外の液体であってもよい、例えば、露光光ELの光源がF₂レーザである場合、このF₂レーザ光は水を透過しないので、液体LQとしてはF₂レーザ光を透過可能な例えば、過フッ化ポリエーテル（PFPE）、フッ素系オイル等のフッ素系流体であってもよい。この場合、液体LQと接触する部分には、例えばフッ素を含む極性の小さい分子構造の物質で薄膜を形成することで親液化処理する。また、液体LQとしては、その他にも、露光光ELに対する透過性があるだけ屈折率が高く、投影光学系PL及び基板P表面に塗布されているフォトレジストに対して安定なもの（例えばセダー油）を用いることも可能である。

40

【0107】

なお、上記各実施形態の基板Pとしては、半導体デバイス製造用の半導体ウエハのみな

50

らず、ディスプレイデバイス用のガラス基板、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウエハ、あるいは露光装置で用いられるマスクまたはレチクルの原版（合成石英、シリコンウエハ）等が適用される。

【0108】

露光装置EXとしては、マスクMと基板Pとを同期移動してマスクMのパターンを走査露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置（スキャニングステッパ）の他に、マスクMと基板Pとを静止した状態でマスクMのパターンを一括露光し、基板Pを順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置（ステッパ）にも適用することができる。

【0109】

10

また、露光装置EXとしては、第1パターンと基板Pとをほぼ静止した状態で第1パターンの縮小像を投影光学系（例えば1/8縮小倍率で反射素子を含まない屈折型投影光学系）を用いて基板P上に一括露光する方式の露光装置にも適用できる。この場合、更にその後、第2パターンと基板Pとをほぼ静止した状態で第2パターンの縮小像をその投影光学系を用いて、第1パターンと部分的に重ねて基板P上に一括露光するスティッチ方式の一括露光装置にも適用できる。また、スティッチ方式の露光装置としては、基板P上で少なくとも2つのパターンを部分的に重ねて転写し、基板Pを順次移動させるステップ・アンド・スティッチ方式の露光装置にも適用できる。

【0110】

また、本発明は、特開平10-163099号公報、特開平10-214783号公報、特表2000-505958号公報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できる。

20

【0111】

更に、特開平11-135400号公報、特開2000-164504号公報などに開示されているように、基板を保持する基板ステージと基準マークが形成された基準部材及び各種の光電センサ（空間像計測装置、波面収差計測装置など）を搭載した計測ステージとを備えた露光装置にも本発明を適用することができる。

【0112】

また、上述の実施形態においては、投影光学系PLと基板Pとの間に局所的に液体を満たす露光装置を採用しているが、本発明は、特開平6-124873号公報、特開平10-303114号公報、米国特許第5,825,043号などに開示されているような露光対象の基板の表面全体が液体中に浸かっている状態で露光を行う液浸露光装置にも適用可能である。

30

【0113】

露光装置EXの種類としては、基板P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、薄膜磁気ヘッド、撮像素子（CCD）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できる。

【0114】

なお、上述の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が、このマスクに代えて、例えば米国特許第6,778,257号公報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電子マスクを用いてもよい。

40

【0115】

また、国際公開第2001/035168号パンフレットに開示されているように、干渉縞を基板P上に形成することによって、基板P上にライン・アンド・スペースパターンを露光するマスクレス露光装置（リソグラフィシステム）にも本発明を適用することができる。

【0116】

50

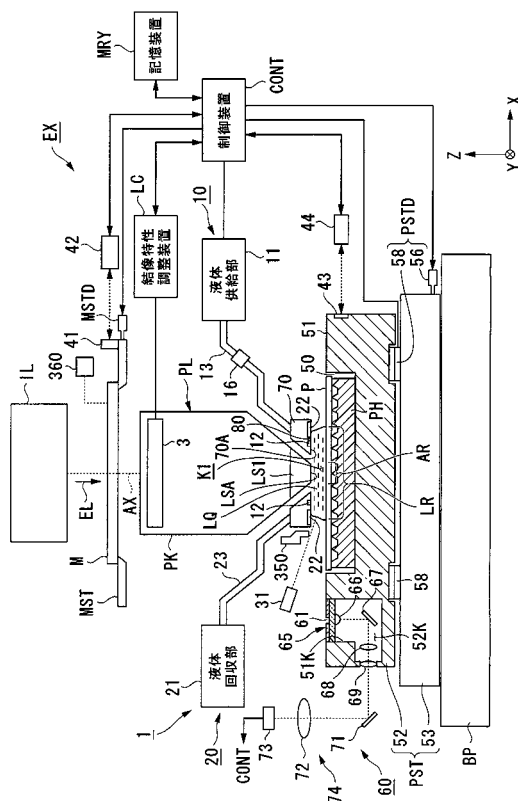
以上のように、本願実施形態の露光装置EXは、本願特許請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学の精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学の精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。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。

10

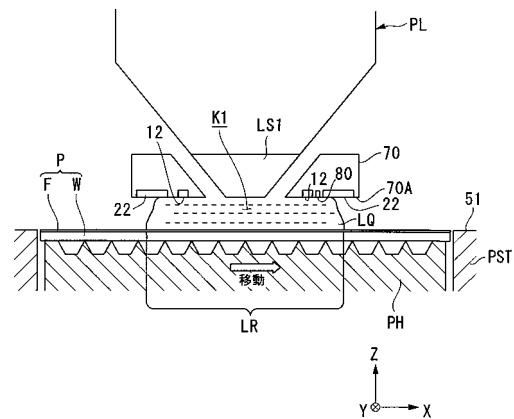
【0117】

半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図8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、前述した実施形態の露光装置EXによりマスクのパターンを基板に露光する処理を含むステップ204、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）205、検査ステップ206等を経て製造される。

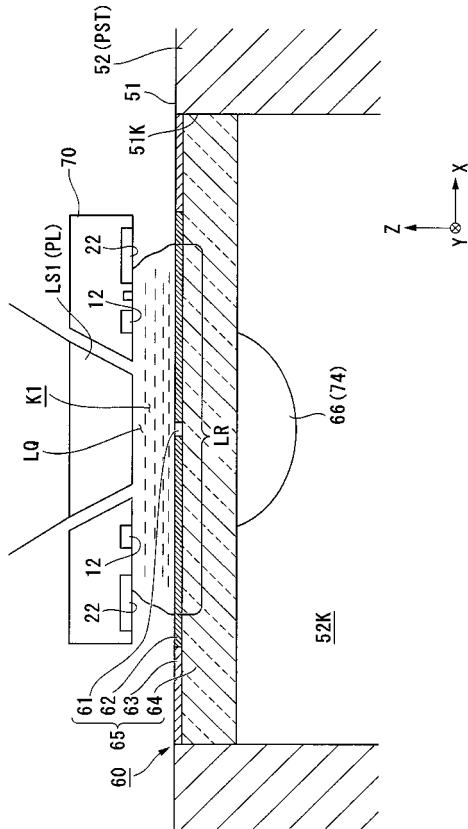
【図1】



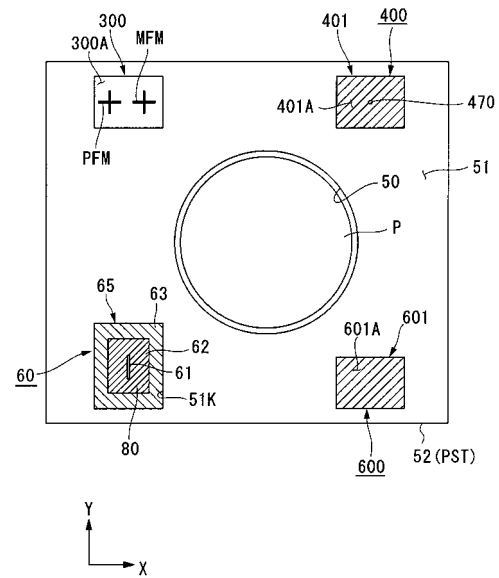
【図2】



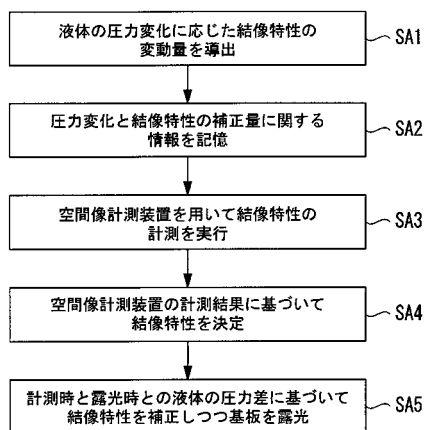
【図 3】



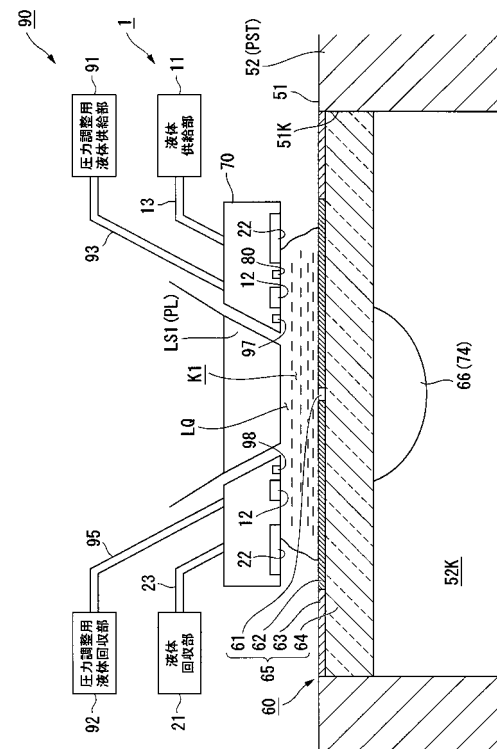
【図 4】



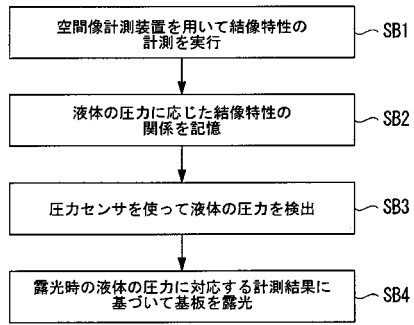
【図 5】



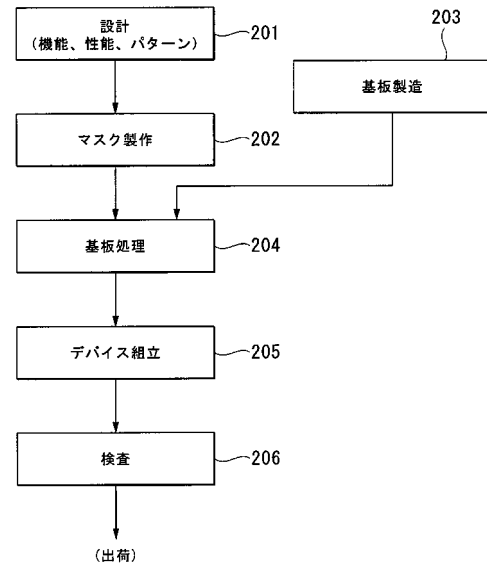
【图 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

審査官 秋田 将行

- (56)参考文献 特開2005-051215 (JP, A)
特開2006-191079 (JP, A)
国際公開第2004/053955 (WO, A1)
国際公開第2004/114380 (WO, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/027
G03F 7/20 -7/24
G03F 9/00 -9/02