

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4852951号
(P4852951)

(45) 発行日 平成24年1月11日(2012.1.11)

(24) 登録日 平成23年11月4日(2011.11.4)

(51) Int. Cl. F I
 HO 1 L 21/027 (2006.01) HO 1 L 21/30 5 1 5 D
 GO 3 F 7/20 (2006.01) GO 3 F 7/20 5 2 1

請求項の数 40 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2005-269975 (P2005-269975)	(73) 特許権者	000004112
(22) 出願日	平成17年9月16日(2005.9.16)		株式会社ニコン
(65) 公開番号	特開2006-114891 (P2006-114891A)		東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
(43) 公開日	平成18年4月27日(2006.4.27)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成20年9月4日(2008.9.4)		弁理士 志賀 正武
(31) 優先権主張番号	特願2004-271635 (P2004-271635)	(74) 代理人	100108578
(32) 優先日	平成16年9月17日(2004.9.17)		弁理士 高橋 詔男
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100101465
			弁理士 青山 正和
		(74) 代理人	100107836
			弁理士 西 和哉
		(72) 発明者	水谷 剛之
			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】 露光装置、露光方法及びデバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

投影光学系と液浸領域の液体を介して基板を露光する露光装置において、
 前記液体を供給する供給口及び前記液体を回収する回収口のうち少なくとも一方を有するノズル部材と、
 前記ノズル部材を支持する支持部材と、
 前記ノズル部材と対向配置された物体の表面位置に応じて、前記ノズル部材の位置及び傾きのうち少なくとも一方を調整するノズル調整機構と、
 前記物体の表面の面位置情報を検出する検出系とを備え、
 前記液浸領域は前記物体上に局所的に形成され、
 前記ノズル調整機構は、前記支持部材に対して前記ノズル部材を駆動する駆動機構を有し、前記検出系の検出結果に基づいて前記駆動機構が前記ノズル部材を駆動し、
 前記ノズル調整機構は、前記ノズル部材の下面と前記物体の表面との相対距離及び相対傾斜のうち少なくとも一方を所定状態に維持するために、前記液浸領域の外側で前記物体の表面に気体を吹き付ける吹出口を有する気体吹出機構を含む露光装置。

【請求項2】

前記気体吹出機構は、前記ノズル部材の外側に接続され、前記物体の表面と対向する下面を有する吹出部材を有し、前記吹出口は前記吹出部材の下面に設けられている請求項1記載の露光装置。

【請求項3】

前記吹出口は前記ノズル部材を囲むように複数設けられている請求項 2 記載の露光装置。

【請求項 4】

前記吹出口は前記ノズル部材の下面に形成されている請求項 1 記載の露光装置。

【請求項 5】

投影光学系と液浸領域の液体を介して前記基板を露光する露光装置において、
前記液体を供給する供給口及び前記液体を回収する回収口のうち少なくとも一方を有するノズル部材と、

前記ノズル部材を支持する支持部材と、

前記ノズル部材と対向配置された物体の表面位置に応じて、前記ノズル部材の位置及び傾きのうち少なくとも一方を調整するノズル調整機構と、

前記物体の表面の面位置情報を検出する検出系と、

前記ノズル部材の下面に設けられ、前記液浸領域の外側で、前記物体の表面に気体を吹き付ける吹出口と、

前記ノズル部材の下面において、前記投影光学系の光軸に対して前記吹出口よりも外側に設けられ、気体を吸引する吸引口と、を備え、

前記ノズル調整機構は、前記支持部材に対して前記ノズル部材を駆動する駆動機構を有し、前記検出系の検出結果に基づいて前記駆動機構が前記ノズル部材を駆動する露光装置。

【請求項 6】

前記ノズル部材の下面において、前記吹出口は、前記投影光学系の光軸に対して前記回収口よりも外側に設けられている請求項 5 記載の露光装置。

【請求項 7】

前記吹出口は前記液浸領域のエッジ部近傍に気体を吹き出す請求項 1 ~ 6 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 8】

前記回収口は前記供給口よりも前記投影光学系の光軸に対して外側に設けられている請求項 1 ~ 7 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 9】

投影光学系と液浸領域の液体を介して前記基板を露光する露光装置において、
前記液体を供給する供給口と、
前記液体を回収する回収口と、

前記液体を回収する回収口を有するノズル部材と、

前記ノズル部材を支持する支持部材と、

前記ノズル部材と対向配置された物体の表面位置に応じて、前記ノズル部材の位置及び傾きのうち少なくとも一方を調整するノズル調整機構と、

前記物体の表面の面位置情報を検出する検出系とを備え、

前記ノズル調整機構は、前記支持部材に対して前記ノズル部材を駆動する駆動機構を有し、前記検出系の検出結果に基づいて前記駆動機構が前記ノズル部材を駆動し、

前記回収口は前記供給口よりも前記投影光学系の光軸に対して外側に設けられている露光装置。

【請求項 10】

前記ノズル部材は、前記投影光学系を囲むように設けられ、前記供給口を有する第 1 ノズル部材と、その第 1 ノズル部材の外側を囲むように設けられ、前記回収口を有する第 2 ノズル部材とを備え、

前記ノズル調整機構は、前記第 2 ノズル部材を調整する請求項 1 ~ 9 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 11】

投影光学系と液浸領域の液体を介して前記基板を露光する露光装置において、

前記液体を供給する供給口及び前記液体を回収する回収口を有するノズル部材と、

10

20

30

40

50

前記ノズル部材を支持する支持部材と、
 前記ノズル部材と対向配置された物体の表面位置に応じて、前記ノズル部材の位置及び傾きのうち少なくとも一方を調整するノズル調整機構と、
 前記物体の表面の面位置情報を検出する検出系とを備え、
 前記ノズル調整機構は、前記支持部材に対して前記ノズル部材を駆動する駆動機構を有し、前記検出系の検出結果に基づいて前記駆動機構が前記ノズル部材を駆動し、
 前記ノズル部材は、前記投影光学系を囲むように設けられ、前記供給口を有する第1ノズル部材と、その第1ノズル部材の外側を囲むように設けられ、前記回収口を有する第2ノズル部材とを備え、
 前記ノズル調整機構は、前記第2ノズル部材を調整する露光装置。

10

【請求項12】

前記第1ノズル部材は、前記投影光学系を構成する光学素子を保持する保持部材に接続されている請求項10又は11記載の露光装置。

【請求項13】

前記第1ノズル部材は、前記投影光学系を構成する光学素子を保持する保持部材に含まれている請求項10又は11記載の露光装置。

【請求項14】

前記回収口は、前記物体が対向する前記ノズル部材の下面に、前記投影光学系の光軸を囲むように環状に形成されている請求項1～13のいずれか一項記載の露光装置。

20

【請求項15】

投影光学系と液浸領域の液体を介して前記基板を露光する露光装置において、
 前記液体を供給する供給口及び前記液体を回収する回収口のうち少なくとも一方を有するノズル部材と、

前記ノズル部材を支持する支持部材と、

前記ノズル部材と対向配置された物体の表面位置に応じて、前記ノズル部材の位置及び傾きのうち少なくとも一方を調整するノズル調整機構と、

前記物体の表面の面位置情報を検出する検出系とを備え、

前記ノズル調整機構は、前記支持部材に対して前記ノズル部材を駆動する駆動機構を有し、前記検出系の検出結果に基づいて前記駆動機構が前記ノズル部材を駆動し、

前記回収口は、前記物体が対向する前記ノズル部材の下面に、前記投影光学系の光軸を囲むように環状に形成されている露光装置。

30

【請求項16】

前記基板を保持する基板ホルダと、前記基板ホルダの周囲に設けられ、前記基板ホルダに保持された前記基板の表面とほぼ面一の上表面とを有する基板ステージを備え、

前記基板ステージの上表面は前記液体に対して撥液性である請求項1～15のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項17】

投影光学系と液浸領域の液体を介して前記基板を露光する露光装置において、

前記液体を供給する供給口及び前記液体を回収する回収口のうち少なくとも一方を有するノズル部材と、

40

前記ノズル部材を支持する支持部材と、

前記ノズル部材と対向配置された物体の表面位置に応じて、前記ノズル部材の位置及び傾きのうち少なくとも一方を調整するノズル調整機構と、

前記物体の表面の面位置情報を検出する検出系と、

前記基板を保持する基板ホルダと、前記基板ホルダの周囲に設けられ、前記基板ホルダに保持された前記基板の表面とほぼ面一の上表面とを有する基板ステージと、を備え、

前記ノズル調整機構は、前記支持部材に対して前記ノズル部材を駆動する駆動機構を有し、前記検出系の検出結果に基づいて前記駆動機構が前記ノズル部材を駆動し、

前記基板ステージの上表面は前記液体に対して撥液性である露光装置。

【請求項18】

50

前記物体上に形成される前記液浸領域の液体と接触する前記ノズル部材の下面は、前記液体に対して親液性である請求項 1 ~ 17 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 19】

投影光学系と液浸領域の液体を介して前記基板を露光する露光装置において、前記液体を供給する供給口及び前記液体を回収する回収口のうち少なくとも一方を有するノズル部材と、

前記ノズル部材を支持する支持部材と、

前記ノズル部材と対向配置された物体の表面位置に応じて、前記ノズル部材の位置及び傾きのうち少なくとも一方を調整するノズル調整機構と、

前記物体の表面の面位置情報を検出する検出系とを備え、

前記ノズル調整機構は、前記支持部材に対して前記ノズル部材を駆動する駆動機構を有し、前記検出系の検出結果に基づいて前記駆動機構が前記ノズル部材を駆動し、

前記物体上に形成される前記液浸領域の液体と接触する前記ノズル部材の下面は、前記液体に対して親液性である露光装置。

【請求項 20】

前記ノズル部材は、前記物体の表面と対向する下面を有し、

前記ノズル調整機構は、前記ノズル部材の下面と前記物体の表面との間の相対距離及び相対傾斜のうち少なくとも一方を調整する請求項 1 ~ 19 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 21】

前記ノズル調整機構は、前記相対距離及び相対傾斜のうち少なくとも一方を所定状態に維持するように調整する請求項 20 記載の露光装置。

【請求項 22】

前記ノズル部材は、前記投影光学系を囲むように環状に形成され、

前記ノズル部材の下面及び前記投影光学系の下面と、前記物体の表面との間に前記液浸領域が形成される請求項 1 ~ 21 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 23】

前記物体は前記基板を含み、

前記基板は所定方向に移動しながら走査露光され、前記ノズル調整機構は、前記走査露光中に前記ノズル部材を調整する請求項 1 ~ 22 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 24】

前記基板表面と前記投影光学系の像面との位置関係を調整するフォーカス調整機構を備え、

前記フォーカス調整機構は、前記位置関係を調整するために前記走査露光中において前記基板の位置又は姿勢を変化させ、

前記ノズル調整機構は、前記走査露光中の前記基板表面の面位置の変化に追従するように、前記ノズル部材を調整する請求項 23 記載の露光装置。

【請求項 25】

前記物体が対向する前記ノズル部材の下面に、前記供給口が設けられている請求項 1 ~ 24 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 26】

前記検出系は、前記液体を介さずに、前記物体の表面の面位置情報を検出する請求項 1 ~ 25 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 27】

請求項 1 ~ 請求項 26 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。

【請求項 28】

投影光学系と基板上の液体を介して前記基板を露光する露光方法であって、

前記投影光学系と前記基板との間、及び前記液体を供給する供給口及び前記液体を回収する回収口のうち少なくとも一方を有するノズル部材と前記基板との間に液体をもたらすことによって、前記基板上に液浸領域を形成することと、

10

20

30

40

50

前記基板の表面の面位置情報を検出することと、

前記ノズル部材を支持する支持部材に対して前記ノズル部材を駆動する駆動装置により、前記検出の結果に基づいて前記ノズル部材を駆動し、前記ノズル部材と対向配置された前記基板の表面位置に応じて、前記ノズル部材の位置及び傾きのうち少なくとも一方を調整することと、

前記投影光学系と前記基板との間にもたらされた前記液体を介して前記基板を露光することと、

前記ノズル部材またはそれに接続された部材に設けられた吹出口から、前記液浸領域の外側で前記基板の表面に気体を吹き付けることと、

前記投影光学系の光軸に対して前記吹出口よりも外側に設けられた吸引口から気体を吸引することと、を含む露光方法。

10

【請求項 29】

前記基板を基板ステージの基板ホルダに保持することをさらに含み、

前記基板ステージは、前記基板ホルダの周囲に設けられ、前記基板ホルダに保持された前記基板の表面とほぼ面一の上を有し、

前記上面は、前記液体に対して撥液性である請求項 28 記載の露光方法。

【請求項 30】

投影光学系と基板上の液体を介して前記基板を露光する露光方法であって、

前記基板を基板ステージの基板ホルダに保持することと、

前記投影光学系と前記基板との間、及び前記液体を供給する供給口及び前記液体を回収する回収口のうち少なくとも一方を有するノズル部材と前記基板との間に液体をもたらすことによって、前記基板上に液浸領域を形成することと、

20

前記基板の表面の面位置情報を検出することと、

前記ノズル部材を支持する支持部材に対して前記ノズル部材を駆動する駆動装置により、前記検出の結果に基づいて前記ノズル部材を駆動し、前記ノズル部材と対向配置された前記基板の表面位置に応じて、前記ノズル部材の位置及び傾きのうち少なくとも一方を調整することと、

前記投影光学系と前記基板との間にもたらされた前記液体を介して前記基板を露光することと、を含み、

前記基板ステージは、前記基板ホルダの周囲に設けられ、前記基板ホルダに保持された前記基板の表面とほぼ面一の上を有し、

30

前記上面は、前記液体に対して撥液性である露光方法。

【請求項 31】

前記液浸領域を形成することは、前記基板の表面が対向する前記ノズル部材の下面に、前記投影光学系の光軸を囲むように環状に形成された前記回収口から前記液体を回収することを含む請求項 28 ~ 30 のいずれか一項記載の露光方法。

【請求項 32】

投影光学系と基板上の液体を介して前記基板を露光する露光方法であって、

前記投影光学系と前記基板との間、及び前記液体を供給する供給口及び前記液体を回収する回収口のうち少なくとも一方を有するノズル部材と前記基板との間に液体をもたらすことによって、前記基板上に液浸領域を形成することと、

40

前記基板の表面の面位置情報を検出することと、

前記ノズル部材を支持する支持部材に対して前記ノズル部材を駆動する駆動装置により、前記検出の結果に基づいて前記ノズル部材を駆動し、前記ノズル部材と対向配置された前記基板の表面位置に応じて、前記ノズル部材の位置及び傾きのうち少なくとも一方を調整することと、

前記投影光学系と前記基板との間にもたらされた前記液体を介して前記基板を露光することと、を含み、

前記液浸領域を形成することは、前記基板の表面が対向する前記ノズル部材の下面に、前記投影光学系の光軸を囲むように環状に形成された前記回収口から前記液体を回収する

50

ことを含む露光方法。

【請求項 3 3】

前記基板の表面が対向する前記ノズル部材の下面は、前記液体に対して親液性である請求項 2 8 ~ 3 2 のいずれか一項記載の露光方法。

【請求項 3 4】

投影光学系と基板上の液体を介して前記基板を露光する露光方法であって、
前記投影光学系と前記基板との間、及び前記液体を供給する供給口及び前記液体を回収する回収口のうち少なくとも一方を有するノズル部材と前記基板との間に液体をもたらすことによって、前記基板上に液浸領域を形成することと、

前記基板の表面の面位置情報を検出することと、

前記ノズル部材を支持する支持部材に対して前記ノズル部材を駆動する駆動装置により、前記検出の結果に基づいて前記ノズル部材を駆動し、前記ノズル部材と対向配置された前記基板の表面位置に応じて、前記ノズル部材の位置及び傾きのうち少なくとも一方を調整することと、

前記投影光学系と前記基板との間にもたらされた前記液体を介して前記基板を露光することと、を含み、

前記基板の表面が対向する前記ノズル部材の下面は、前記液体に対して親液性である露光方法。

【請求項 3 5】

前記基板を露光しながら前記ノズル部材の位置及び傾きのうち少なくとも一方を調整する請求項 2 8 ~ 3 4 のいずれか一項に記載の露光方法。

【請求項 3 6】

前記検出の結果に基づいて、前記駆動装置により前記ノズル部材の位置及び傾きのうち少なくとも一方を調整することによって、前記基板の表面が対向する前記ノズル部材の下面と前記基板の表面との間の相対距離及び相対傾斜のうち少なくとも一方を調整する請求項 2 8 ~ 3 5 のいずれか一項に記載の露光方法。

【請求項 3 7】

前記検出の結果に基づいて、前記駆動装置により前記ノズル部材の位置及び傾きのうち少なくとも一方を調整することによって、前記相対距離及び相対傾斜のうち少なくとも一方を所定状態に維持する請求項 3 6 記載の露光方法。

【請求項 3 8】

前記基板の表面の面位置情報の検出は、前記液体を介さずに行われる請求項 2 8 ~ 3 7 のいずれか一項記載の露光方法。

【請求項 3 9】

前記液浸領域を形成することは、前記基板の表面が対向する前記ノズル部材の下面に設けられた前記供給口から前記液体を供給することを含む請求項 2 8 ~ 3 8 のいずれか一項記載の露光方法。

【請求項 4 0】

請求項 2 8 ~ 3 9 のいずれか一項記載の露光方法により基板を露光することを含むデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

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

【背景技術】

【0 0 0 2】

半導体デバイスや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、マスクを支持するマスクステージと基板を支

10

20

30

40

50

持する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おり、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、投影光学系と基板との間を気体よりも屈折率の高い液体で満たした状態で露光処理を行う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】

10

【0003】

液浸露光装置においては、投影光学系とその投影光学系と対向して配置されている物体（基板やステージ）との間に液体を良好に保持することが必要である。液体が良好に保持されないと、液体が流出・拡散したり、液体中に気泡や気体部分（Void）が混入する可能性が高くなる。液体が流出すると、例えばその流出した液体が露光装置を構成する機器に付着してその機器が誤作動する可能性がある。また、その機器が計測器である場合には、流出した液体によりその計測器の計測精度が劣化する可能性がある。このような機器の誤作動や計測精度の劣化が引き起こされると、露光装置の露光精度も劣化する。また、例えば基板の露光中に、投影光学系と基板との間の液体中に気泡や気体部分（Void）が混入してしまうと、基板上へのパターン転写精度が劣化する。

20

【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、液体を良好に保持して、精度良い露光処理を行うことができる露光装置及び露光方法、並びにその露光装置及び露光方法を用いるデバイス形成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、以下の構成を採用している。なお、各要素には実施形態に示す図1～図12と対応させて括弧付きの符号を付しているが、これらはその要素の例示に過ぎず、各要素を限定するものではない。

【0006】

30

本発明の第1の態様に従えば、液浸領域（AR2）の液体（LQ）を介して基板（P）を露光する露光装置において、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）のうち少なくとも一方を有するノズル部材（70, 72）と、ノズル部材（70, 72）と対向配置された物体（P, PST）の表面位置に応じて、ノズル部材（70, 72）の位置及び傾きのうち少なくとも一方を調整するノズル調整機構（80）とを備えた露光装置（EX）が提供される。

【0007】

本発明の第1の態様によれば、液体はノズル部材と物体との間に保持されるが、ノズル調整機構が物体の表面位置に応じてノズル部材の位置及び傾きのうち少なくとも一方を調整することで、ノズル部材と物体との位置関係を所望状態に維持することができる。したがって、例えば露光中において物体としての基板または基板ステージの表面位置が変化しても、その表面位置の変化に応じて、ノズル部材の位置及び傾きの少なくとも一方を調整することで、液体はノズル部材と基板との間に良好に保持される。したがって、液体の流出や液体中への気泡や気体部分の混入が抑制され、露光装置は露光処理を精度良く行うことができる。

40

【0008】

本発明の第2の態様に従えば、上記態様に記載の露光装置（EX）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、高い露光精度を維持した状態でデバイスを製造できるの

50

で、所望の性能を発揮するデバイスを製造できる。

【0010】

本発明の第3の態様に従えば、基板(P)上の液体(LQ)を介して前記基板を露光する露光方法であって、前記液体(LQ)を供給する供給口(12)及び前記液体を回収する回収口(22)のうち少なくとも一方を有するノズル部材(70, 72)と基板(P)との間に液体をもたらすことと、前記ノズル部材(70, 72)と対向配置された物体(P, PST)の表面位置に応じて、前記ノズル部材の位置及び傾きのうち少なくとも一方を調整することと、液体(LQ)を介して基板を露光することを含む露光方法が提供される。

【0011】

本発明の露光方法によれば、物体の表面位置に応じてノズル部材の位置及び傾きのうち少なくとも一方を調整することで、ノズル部材と物体との位置関係を所望状態に維持することができる。したがって、例えば露光中において物体としての基板または基板ステージの表面位置が変化しても、その表面位置の変化に応じて、ノズル部材の位置及び傾きのうち少なくとも一方を調整することで、液体はノズル部材と基板との間に良好に保持される。それゆえ、液体の流出や液体中への気泡や気体部分の混入が抑制され、露光処理を精度良く行うことができる。

【0012】

本発明の第4の態様に従えば、露光方法により基板を露光することと、露光した基板を現像することと、現像した基板を加工することを含むデバイスの製造方法が提供される。この製造方法によれば、高い露光精度を維持した状態でデバイスを製造できるので、所望の性能を発揮するデバイスを製造できる。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、液体を良好に保持して、精度良い露光処理を行うことができ、所望の性能を有するデバイスを製造できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

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。

【0015】

<第1の実施形態>

図1は第1の実施形態に係る露光装置EX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を保持して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ステージPSTに保持されている基板Pに投影露光する投影光学系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、露光処理に関する情報を記憶する記憶装置MRYが接続されている。

【0016】

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、基板P上に液体LQの液浸領域AR2を形成するための液浸機構100を備えている。液浸機構100は、基板P(基板ステージPST)の上方に設けられ、投影光学系PLの像面側先端部近傍において、その投影光学系PLを囲むように設けられた環状のノズル部材70と、ノズル部材70に設けられた供給口12を介して基板P上に液体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を介して基板P上の液体LQを回収する液体回収機構20とを備えている。本実施形態において、ノズル部材70は、液体LQを供給する供給口12を有する第1ノズル部材71と、液体LQを回収する回収口22を有する第2ノズル部材72とを備えている。第1ノズル部材71と第2ノズル部材72と

10

20

30

40

50

は別の部材である。第1ノズル部材71は、基板P（基板ステージPST）の上方において、投影光学系PLの像面側先端部近傍を囲むように環状に設けられている。第2ノズル部材72は、基板P（基板ステージPST）の上方において、第1ノズル部材71の外側を囲むように環状に設けられている。

【0017】

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上に転写している間、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AR1を含む基板P上の一部に、投影領域AR1よりも大きく且つ基板Pよりも小さい液浸領域AR2を局所的に形成する。具体的には、露光装置EXは、投影光学系PLの像面側先端部の光学素子LS1と、その像面側に配置された基板P表面との間に液体LQを満たす局所液浸方式を採用し、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のパターンを基板Pに投影露光する。制御装置CONTは、液体供給機構10を使って基板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を使って基板P上の液体LQを所定量回収することで、基板P上に液体LQの液浸領域AR2を局所的に形成する。

10

【0018】

また、露光装置EXは、基板Pの表面位置に応じて、ノズル部材70の位置及び姿勢（傾き）のうち少なくともいずれか一方を調整するノズル調整機構80を備えている。ノズル調整機構80は、ノズル部材70を駆動可能な駆動機構83を備えており、ノズル部材70の下面70Aの少なくとも一部と基板P表面との間の相対距離及び相対傾斜のうち少なくとも一方を調整する。ここで、ノズル部材70の下面70Aとは、第1ノズル部材71の下面71A及び/または第2ノズル部材72の下面72Aを含むものであり、基板ステージPSTに支持された基板P表面と対向する面である。したがって、ノズル調整機構80は、下面71A、72Aの少なくとも一方と基板P表面との間の相対距離及び相対傾斜のうち少なくとも一方を調整する。なお、以下の説明においては、第1、第2ノズル部材71、72のうち基板P表面と対向する下面71A、72Aを合わせて「ノズル部材70の下面70A」と適宜称する。

20

【0019】

本実施形態では、露光装置EXとしてマスクMと基板Pとを走査方向における互いに異なる向き（逆方向）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。もちろん、マスクMと基板Pとを同一の走査方向に同期移動する走査型露光装置であってもよい。以下の説明において、投影光学系PLの光軸AXと一致する方向をZ軸方向、Z軸方向に垂直な平面内でマスクMと基板Pとの同期移動方向（走査方向）をX軸方向、Z軸方向及びX軸方向に垂直な方向（非走査方向）をY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、X、Y、及びZ方向とする。

30

【0020】

露光装置EXは、床面上に設けられたベース9と、そのベース9上に設置されたメインコラム1とを備えている。メインコラム1には、内側に向けて突出する上側段部7及び下側段部8が形成されている。照明光学系ILは、マスクステージMSTに支持されているマスクMを露光光ELで照明するものであって、メインコラム1の上部に固定された支持フレーム3により支持されている。

40

【0021】

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）や、ArFエキシマレーザ光（波長19

50

3 nm) 及び F_2 レーザ光 (波長 157 nm) 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。

【0022】

本実施形態においては、液体 LQ として純水を用いた。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 248 nm) 等の遠紫外光 (DUV 光) も透過可能である。

【0023】

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 の下面には非接触軸受である気体軸受 (エアベアリング) 45 が複数設けられている。マスクステージ MST は、エアベアリング 45 によりマスク定盤 4 の上面 (ガイド面) に対して非接触支持されている。マスクステージ MST 及びマスク定盤 4 の中央部にはマスク M のパターン像を通過させる開口部 (開口部の側壁を MK1、MK2 で表す) がそれぞれ形成されている。マスク定盤 4 は、メインコラム 1 の上側段部 7 に防振装置 46 を介して支持されている。すなわち、マスクステージ MST は、防振装置 46 及びマスク定盤 4 を介してメインコラム 1 (上側段部 7) に支持された構成となっている。また、防振装置 46 によって、メインコラム 1 の振動が、マスクステージ MST を支持するマスク定盤 4 に伝わらないように、マスク定盤 4 とメインコラム 1 とが振動的に分離されている。

【0024】

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機構 MST D の駆動により、マスク M を保持した状態で、マスク定盤 4 上において、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 Z 方向に微少回転可能である。マスクステージ MST は、X 軸方向に指定された走査速度で移動可能となっており、マスク M の全面が少なくとも投影光学系 PL の光軸 AX を横切ることができるだけの X 軸方向の移動ストロークを有している。

【0025】

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 Z 方向の回転角 (場合によっては X、Y 方向の回転角も含む) はレーザ干渉計 42 によりリアルタイムで計測される。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機構 MST D 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。

【0026】

投影光学系 PL は、マスク M のパターンを所定の投影倍率 で基板 P に投影露光するものであって、基板 P 側の先端部に設けられた光学素子 LS1 を含む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 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、反射素子を含まない屈折系、屈折素子を含まない反射系、屈折素子と反射素子とを含む反射屈折系のいずれであってもよい。

【0027】

投影光学系 PL を保持する鏡筒 PK の外周にはフランジ PF が設けられており、投影光学系 PL はこのフランジ PF を介して鏡筒定盤 5 に支持されている。鏡筒定盤 5 は、メインコラム 1 の下側段部 8 に防振装置 47 を介して支持されている。すなわち、投影光学系 PL は、防振装置 47 及び鏡筒定盤 5 を介してメインコラム 1 (下側段部 8) に支持された構成となっている。また、防振装置 47 によって、メインコラム 1 の振動が、投影光学系 PL を支持する鏡筒定盤 5 に伝わらないように、鏡筒定盤 5 とメインコラム 1 とが振動的に分離されている。

【0028】

10

20

30

40

50

基板ステージ P S T は、基板 P を保持する基板ホルダ P H を支持して移動可能である。基板ホルダ P H は、例えば真空吸着等により基板 P を保持する。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 P を保持するための基板ホルダ P H は凹部 5 0 に配置されている。そして、基板ステージ P S T のうち凹部 5 0 以外の上面 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（平坦部）となっている。

【 0 0 2 9 】

基板ステージ P S T の下面には非接触軸受である気体軸受（エアベアリング）4 8 が複数設けられている。基板ステージ P S T は、エアベアリング 4 8 により基板定盤 6 の上面（ガイド面）に対して非接触支持されている。基板定盤 6 は、ベース 9 上に防振装置 4 9 を介して支持されている。また、防振装置 4 9 によって、ベース 9（床面）やメインコラム 1 の振動が、基板ステージ P S T を支持する基板定盤 6 に伝わらないように、基板定盤 6 とメインコラム 1 及びベース 9（床面）とが振動的に分離されている。

【 0 0 3 0 】

基板ステージ P S T は、制御装置 C O N T により制御されるリニアモータ等を含む基板ステージ駆動機構 P S T D の駆動により、基板 P を基板ホルダ P H に保持した状態で、基板定盤 6 上において、X Y 平面内で 2 次元移動可能及び Z 方向に微小回転可能である。更に基板ステージ P S T は、Z 軸方向、X 方向、及び Y 方向にも移動可能である。したがって、基板ステージ P S T に支持された基板 P の表面は、X 軸、Y 軸、Z 軸、X、Y、及び Z 方向の 6 自由度の方向に移動可能である。

【 0 0 3 1 】

基板ステージ P S T 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る。

【 0 0 3 2 】

また、露光装置 E X は、例えば特開平 8 - 3 7 1 4 9 号公報に開示されているような、基板ステージ P S T に支持されている基板 P 表面の面位置情報を検出する斜入射方式のフォーカス・レベリング検出系 3 0 を備えている。フォーカス・レベリング検出系 3 0 は、基板 P 表面に液体 L Q を介して検出光 L a を照射する投光系 3 1 と、基板 P 表面に照射された検出光 L a の反射光を受光する受光系 3 2 とを備えている。フォーカス・レベリング検出系 3 0 は、基板 P 表面の面位置情報（Z 軸方向の位置情報、及び基板 P の X 及び Y 方向の傾斜情報）を検出する。なお、フォーカス・レベリング検出系は、基板 P 表面に液体 L Q を介さずに検出光 L a を照射する方式のものを採用してもよいし、静電容量型センサを使った方式のものを採用してもよい。

【 0 0 3 3 】

レーザ干渉計 4 4 の計測結果は制御装置 C O N T に出力される。フォーカス・レベリング検出系 3 0 の検出結果も制御装置 C O N T に出力される。制御装置 C O N T は、フォーカス・レベリング検出系 3 0 の検出結果に基づいて、基板ステージ駆動機構 P S T D を駆動し、基板 P のフォーカス位置（Z 位置）及び傾斜角（X、Y）を制御して基板 P 表面をオートフォーカス方式、及びオートレベリング方式で投影光学系 P L の像面に合わせ込むとともに、レーザ干渉計 4 4 の計測結果に基づいて、基板 P の X 軸方向、Y 軸方向、及び Z 方向における位置制御を行う。

【 0 0 3 4 】

液浸機構 1 0 0 の液体供給機構 1 0 は、液体 L Q を投影光学系 P L の像面側に供給するためのものであって、液体 L Q を送出可能な液体供給部 1 1 と、液体供給部 1 1 にその一端部を接続する供給管 1 3 とを備えている。供給管 1 3 の他端部は第 1 ノズル部材 7 1 に接続されている。液体供給部 1 1 は、液体 L Q を収容するタンク、加圧ポンプ、供給する液体 L Q の温度を調整する温調装置、及び液体 L Q 中の異物（気泡を含む）を除去するフィルタユニット等を備えている。液体供給部 1 1 の動作は制御装置 C O N T により制御される。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

なお、タンク、加圧ポンプ、温調装置、フィルタユニット等の全てを露光装置 E X の液体供給機構 1 0 が備えている必要はなく、それらの少なくとも一部を露光装置 E X が設置される工場などの設備で代替してもよい。

【 0 0 3 6 】

液浸機構 1 0 0 の液体回収機構 2 0 は、投影光学系 P L の像面側の液体 L Q を回収するためのものであって、液体 L Q を回収可能な液体回収部 2 1 と、液体回収部 2 1 にその一端部を接続する回収管 2 3 とを備えている。回収管 2 3 の他端部は第 2 ノズル部材 7 2 に接続されている。液体回収部 2 1 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 L Q と気体とを分離する気液分離器、及び回収した液体 L Q を収容するタンク等を備えている。液体回収部 2 1 の動作は制御装置 C O N T により制御される。

10

【 0 0 3 7 】

なお、真空系、気液分離器、タンク等の全てを露光装置 E X の液体回収機構 2 0 が備えている必要はなく、それらの少なくとも一部を露光装置 E X が設置される工場などの設備で代替することもできる。

【 0 0 3 8 】

図 2 は投影光学系 P L の像面側先端部近傍を示す側断面図である。なお図 2 においては、投影光学系 P L を構成する光学素子として 3 つの光学素子 L S 1 ~ L S 3 が示されているが、実際には投影光学系 P L は 3 つ以上の複数の光学素子によって構成されている。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 の像面側先端部に設けられた光学素子 L S 1 は、レンズ作用を有しない無屈折力の光学素子であって、平行平板である。すなわち、光学素子 L S 1 の下面 T 1 及び上面 T 2 のそれぞれは略平面であり、且つ、互いに略平行である。なお、光学素子 L S 1 としては、その上面 T 2 が投影光学系 P L の物体面側（マスク M 側）に向かって膨らむように形成され、屈折力を有した光学素子であってもよい。

20

【 0 0 3 9 】

光学素子 L S 1 の上面 T 2 の外径は下面 T 1 の外径よりも大きく形成されており、光学素子 L S 1 の上面 T 2 近傍にはフランジ部 F 1 が形成されている。鏡筒 P K は光学素子 L S 1 の外側面 C 1 を取り囲むように設けられており、鏡筒 P K の内側には、光学素子 L S 1 のフランジ部 F 1 を支持する支持部 P K F が設けられている。そして、鏡筒 P K の下面 T K と、鏡筒 P K に支持（保持）された光学素子 L S 1 の下面 T 1 とはほぼ面一となっている。

30

【 0 0 4 0 】

鏡筒 P K の内側面 P K S と光学素子 L S 1 の外側面 C 1 との間には所定の隙間（ギャップ）G 1 が設けられている。ギャップ G 1 にはシール部材 6 0 が設けられている。シール部材 6 0 は、液浸領域 A R 2 の液体 L Q がギャップ G 1 に浸入することを抑制するとともに、ギャップ G 1 に存在する気体が液浸領域 A R 2 の液体 L Q に混入することを抑制するものである。ギャップ G 1 に液体 L Q が浸入すると、光学素子 L S 1 の外側面 C 1 に対して力を作用する可能性があり、その力によって光学素子 L S 1 が振動したり変形したりする可能性がある。また、ギャップ G 1 に存在する気体が液浸領域 A R 2 の液体 L Q に混入し、混入した気体（気泡）が露光光 E L の光路上に浸入する可能性がある。本実施形態においては、鏡筒 P K の内側面 P K S と光学素子 L S 1 の外側面 C 1 との間のギャップ G 1 にはシール部材 6 0 が設けられているので、上述の不都合の発生を防止できる。

40

【 0 0 4 1 】

本実施形態においては、シール部材 6 0 は断面が V 形の V リングであり、V リングの本体部が鏡筒 P K の内側面 P K S に保持されている。また、V リングのうち可撓性を有する先端部が光学素子 L S 1 の外側面 C 1 に接触している。なお、シール部材 6 0 は、ギャップ G 1 への液浸領域 A R 2 の液体 L Q の浸入、及びギャップ G 1 に存在する気体の液浸領域 A R 2 への混入を抑制でき、光学素子 L S 1 への応力が小さいものであれば、例えば O リング、C リングなど、種々のシール部材を使用することができる。

50

【 0 0 4 2 】

ノズル部材 7 0 は、投影光学系 P L の像面側先端部近傍において、その投影光学系 P L を囲むように環状に形成されており、投影光学系 P L の光学素子 L S 1 を囲むように配置された第 1 ノズル部材 7 1 と、その第 1 ノズル部材 7 1 の外側を囲むように配置された第 2 ノズル部材 7 2 とを備えている。第 1 ノズル部材 7 1 は、投影光学系 P L を構成する光学素子を保持する鏡筒 P K に支持されている。第 1 ノズル部材 7 1 は、環状部材であって、鏡筒 P K の外側面 P K C に接続されている。そして、鏡筒 P K の外側面 P K C と第 1 ノズル部材 7 1 の内側面 7 1 S との間には隙間（ギャップ）が無い。すなわち、鏡筒 P K と第 1 ノズル部材 7 1 とは隙間無く接合されており、ほぼ一体となっている。したがって、液浸領域 A R 2 の液体 L Q が、鏡筒 P K の外側面 P K C と第 1 ノズル部材 7 1 の内側面 7 1 S との間には浸入しない。また、鏡筒 P K の外側面 P K C と第 1 ノズル部材 7 1 の内側面 7 1 S との間隙間に起因して液浸領域 A R 2 の液体 L Q に気体が混入することも防止できる。

10

【 0 0 4 3 】

第 2 ノズル部材 7 2 は、支持機構 8 1 を介してメインコラム 1 の下側段部 8 に支持されている。支持機構 8 1 は、連結部材 8 2 と、連結部材 8 2 の一端部（上端部）と下側段部 8 との間に設けられた駆動機構 8 3 とを備えており、連結部材 8 2 の他端部（下端部）は第 2 ノズル部材 7 2 の上面に接続（固定）されている。支持機構 8 1 は、駆動機構 8 3 を駆動することにより、メインコラム 1 の下側段部 8 に対して第 2 ノズル部材 7 2 を移動可能である。また、不図示ではあるが、支持機構 8 1 は、第 2 ノズル部材 7 2 で発生した振動がメインコラム 1 の下側段部 8 に伝わらないように防振するパッシブ防振機構も備えている。パッシブ防振機構は、連結部材 8 2 とメインコラム 1 の下側段部 8 との間に設けられ、空気バネ（例えばエアシリンダやエアベローズ）等によって構成されており、気体（空気）の弾性作用によって第 2 ノズル部材 7 2 の振動がメインコラム 1 に伝わらないように防振する。なお、パッシブ防振機構はコイルバネを含むものであってもよい。第 2 ノズル部材 7 2 も、第 1 ノズル部材 7 1 と同様、環状部材であって、第 1 ノズル部材 7 1 の外側面 7 1 C を取り囲むように設けられている。そして、鏡筒 P K に接続された第 1 ノズル部材 7 1 の外側面 7 1 C と、支持機構 8 1 に支持された第 2 ノズル部材 7 2 の内側面 7 2 S との間には所定の隙間（ギャップ）G 2 が設けられている。このため、第 1 ノズル部材 7 1 と第 2 のズル部材 7 2 は直接接続されておらず、振動的に分離されている。

20

30

【 0 0 4 4 】

第 1、第 2 ノズル部材 7 1、7 2 のそれぞれは、基板 P 表面（基板ステージ P S T 上面）と対向する下面 7 1 A、7 2 A を有している。鏡筒 P K に接続された第 1 ノズル部材 7 1 の下面 7 1 A と、支持機構 8 1 に支持された第 2 ノズル部材 7 2 の下面 7 2 A とはほぼ面一である。また、第 1、第 2 ノズル部材 7 1、7 2 の下面 7 1 A、7 2 A と、光学素子 L S 1 の下面 T 1 とはほぼ面一である。したがって、本実施形態においては、第 1 ノズル部材 7 1 の下面 7 1 A と、第 2 ノズル部材 7 2 の下面 7 2 A と、鏡筒 P K の下面 T K と、光学素子 L S 1 の下面 T 1 とがほぼ面一となっている。

【 0 0 4 5 】

基板 P 上に液体 L Q を供給する供給口 1 2 は、第 1 ノズル部材 7 1 の下面 7 1 A に設けられている。また、基板 P 上の液体 L Q を回収する回収口 2 2 は、第 2 ノズル部材 7 2 の下面 7 2 A に設けられている。供給口 1 2 は、第 1 ノズル部材 7 1 の下面 7 1 A において、投影光学系 P L の光軸 A X を囲むように複数設けられている（図 3 参照）。また、回収口 2 2 は、第 2 ノズル部材 7 2 の下面 7 2 A において、第 1 ノズル部材 7 1 の下面 7 1 A に設けられた供給口 1 2 よりも投影光学系 P L の光軸 A X に対して外側に離れて設けられている。回収口 2 2 は、第 2 ノズル部材 7 2 の下面 7 2 A において、投影光学系 P L の光軸 A X を囲むように、例えば環状のスリット状に形成されている（図 3 参照）。また本実施形態においては、回収口 2 2 には多孔部材（メッシュ部材）2 2 P が配置されている。

40

【 0 0 4 6 】

第 1 ノズル部材 7 1 の内部には、複数の供給口 1 2 のそれぞれと供給管 1 3 とを接続す

50

る内部流路14が設けられている。第1ノズル部材71に形成された内部流路14は、複数の供給口12のそれぞれに接続可能なように途中から分岐している。また、第2ノズル部材72の内部には、環状の回収口22と回収管23とを接続する内部流路24が設けられている(図2参照)。内部流路24は、環状の回収口22に対応するように環状に形成され、その回収口22に接続した環状流路と、その環状流路の一部と回収管23とを接続するマニホールド流路とを備えている。基板P上に液体LQを供給するときには、制御装置CONTは、液体供給部11より液体LQを送出し、供給管13、及び第1ノズル部材71の内部流路14を介して、基板Pの上方に設けられている供給口12より基板P上に液体LQを供給する。基板P上の液体LQを回収するときには、制御装置CONTは液体回収部21を駆動する。液体回収部21が駆動することにより、基板P上の液体LQは、基板Pの上方に設けられた回収口22を介して第2ノズル部材72の内部流路24に流入し、回収管23を介して液体回収部21に回収される。

10

【0047】

制御装置CONTは、液体LQの液浸領域AR2を形成する際、液浸機構100の液体供給機構10及び液体回収機構20を使って基板P上に対する液体LQの供給及び回収を行う。液体LQは、ノズル部材70の下面70A(71A、72A)及び投影光学系PLの光学素子LS1の下面T1と、基板P表面との間に満たされて液浸領域AR2を形成する。

【0048】

図3は、ノズル部材70を下側から見た図である。図3に示すように、第2ノズル部材72を支持する支持機構81は、3つの連結部材82と、それら連結部材82に対応して設けられた3つの駆動機構83とを備えている。連結部材82のそれぞれは、第2ノズル部材72の周方向(Z方向)に沿ってほぼ等間隔(120°間隔)で配置されている。連結部材82のそれぞれの下端部は、第2ノズル部材72の上面の3つの所定位置のそれぞれに固定されている。駆動機構83は、3つの連結部材82の上端部のそれぞれとメインコラム1の下側段部8との間に設けられている。すなわち、本実施形態においては、駆動機構83もほぼ等間隔(120°間隔)で3つ設けられている。また、上述のパッシブ防振機構も連結部材82に対応するように3つ設けられている。駆動機構83は、例えばローレンツ力で駆動するボイスコイルモータやリニアモータ等によって構成されている。ローレンツ力で駆動するボイスコイルモータ等はコイル部とマグネット部とを有し、それらコイル部とマグネット部とは非接触状態で駆動する。そのため、駆動機構83を、ボイスコイルモータ等のローレンツ力で駆動する駆動機構によって構成することで、振動の発生を抑制することができる。

20

30

【0049】

駆動機構83の動作は制御装置CONTに制御される。制御装置CONTは、3つの駆動機構83を使って、連結部材82に接続されている第2ノズル部材72を、メインコラム1の下側段部8に対して駆動する(変位または移動させる)。すなわち、制御装置CONTは、複数の駆動機構83のそれぞれの駆動量を調整することで、連結部材82に接続されている第2ノズル部材72の位置及び姿勢(傾き)のうち少なくともいずれか一方を調整する。本実施形態においては、駆動機構83は3つ設けられており、制御装置CONTは、複数の駆動機構83のそれぞれの駆動量を調整することで、第2ノズル部材72を、X方向、Y方向、及びZ軸方向の3自由度の方向に関して駆動することができる。

40

【0050】

そして、制御装置CONTは、基板P表面の面位置情報を検出するフォーカス・レベリング検出系30の検出結果に基づいて、第2ノズル部材72の位置及び姿勢のうち少なくともいずれか一方を調整する。

【0051】

なおここでは、ノズル調整機構80は3つの駆動機構83を有しているが、駆動機構83の数及び位置は任意に設定可能である。例えば駆動機構83を6つ設け、第2ノズル部材72が、6自由度の方向(X軸、Y軸、Z軸、X、Y、及びZ方向)に関して駆

50

動（変位または移動）されるようにしてもよい。このように、駆動機構 83 の数及び位置は、第 2 ノズル部材 72 を駆動したい自由度の数に応じて適宜設定すればよい。

【0052】

次に、上述した構成を有する露光装置 EX を用いてマスク M のパターン像を基板 P に投影することによって基板 P を露光する方法について説明する。

【0053】

基板ホルダ PH に基板 P がロードされた後、制御装置 CONT は、液浸機構 100 の液体供給機構 10 及び液体回収機構 20 を使って基板 P 上に対する液体 LQ の供給及び回収を行う。液浸機構 100 による液体供給動作及び液体回収動作によって、ノズル部材 70 の下面 70A 及び投影光学系 PL の下面 T1 と基板 P 表面との間に液体 LQ が満たされ、基板 P 上には液体 LQ の液浸領域 AR2 が局所的に形成される。

10

【0054】

本実施形態における露光装置 EX は、マスク M と基板 P とを X 軸方向（走査方向）に移動しながらマスク M のパターン像を基板 P に投影するものであって、基板 P は X 軸方向に移動しながら走査露光される。走査露光時には、液浸領域 AR2 の液体 LQ 及び投影光学系 PL を介してマスク M の一部のパターン像が投影領域 AR1 内に投影され、マスク M が - X 方向（又は + X 方向）に速度 V で移動するのに同期して、基板 P が投影領域 AR1 に対して + X 方向（又は - X 方向）に速度 $\cdot V$ （ \cdot は投影倍率）で移動する。基板 P 上には複数のショット領域が設定されており、1つのショット領域への露光終了後に、基板 P のステップ移動によって次のショット領域が走査開始位置に移動し、以下、ステップ・アンド・スキャン方式で基板 P を移動しながら各ショット領域に対する走査露光処理が順次行われる。

20

【0055】

各ショット領域の走査露光中においては、基板 P の面位置情報（Z 方向の位置情報及び傾斜情報）がフォーカス・レベリング検出系 30 によって検出される。制御装置 CONT は、基板 P の走査露光中に、フォーカス・レベリング検出系 30 の検出結果に基づいて、基板 P 表面と投影光学系 PL の像面との位置関係を調整する。具体的には、制御装置 CONT は、基板 P 表面と投影光学系 PL 及び液体 LQ を介して形成される像面とを合致させるように、基板ステージ駆動機構 PSTD を介して基板ステージ PST を駆動して、その基板ステージ PST に支持されている基板 P の面位置（Z 位置、 X 、 Y ）を調整する。なお、基板 P と投影光学系 PL の像面との位置関係を調整する調整機構としては、基板 P 表面の面位置を調整する基板ステージ PST（基板ステージ駆動機構 PSTD）のみならず、例えば特開昭 60-78454 号公報に開示されているような、投影光学系 PL に設けられている結像特性調整装置であってもよい。結像特性調整装置は、投影光学系 PL を構成する複数の光学素子のうち特定の光学素子を駆動したり、鏡筒 PK 内部の圧力調整を行うことで、投影光学系 PL の像面位置を調整可能である。したがって、制御装置 CONT は、フォーカス・レベリング検出系 30 の検出結果に基づいて、結像特性調整装置を駆動することで、基板 P 表面と投影光学系 PL の像面との位置関係を調整し、投影光学系 PL の像面と基板 P 表面とを合致させることができる。また、基板ステージ PST の駆動と結像特性調整装置の駆動とを併用して、基板 P 表面と投影光学系 PL の像面とを合致させるようにしてもよい。

30

40

【0056】

また、制御装置 CONT は、基板 P の面位置（Z 位置、 X 、 Y ）に応じて、第 2 ノズル部材 72 の位置及び姿勢（Z 位置、 X 、 Y ）の少なくとも一方を調整する。具体的には、制御装置 CONT は、基板 P 表面の面位置情報、すなわちフォーカス・レベリング検出系 30 の検出結果に基づいて、第 2 ノズル部材 72 の位置及び姿勢の少なくとも一方を調整して、第 2 ノズル部材 72 の環状の下面 72A と基板 P 表面と相対距離及び相対傾斜のうち少なくとも一方を所望状態に維持するように調整する。

【0057】

第 2 ノズル部材 72 の下面 72A と基板 P 表面との相対距離又は相対傾斜が変動すると

50

、液体LQを良好に保持できず、液浸領域AR2の液体LQが流出したり、液浸領域AR2へ気泡が混入する可能性がある。制御装置CONTは、基板Pの走査露光中において、第2ノズル部材72の下面72Aと基板P表面との相対距離及び相対傾斜をほぼ一定に維持するように、駆動機構83を駆動して、第2ノズル部材72の位置と姿勢の少なくとも一方を調整する。これにより、第2ノズル部材72の下面72Aと基板Pとの間に液体LQを良好に保持して、液浸領域AR2の液体LQが流出したり、液浸領域AR2へ気泡が混入するなどといった不都合の発生を防止することができる。

【0058】

本実施形態においては、制御装置CONTは、基板P表面と第2ノズル部材72の下面72Aとの距離をL1（ほぼ1mm）で、且つ基板P表面と下面72Aとがほぼ平行となるように第2ノズル部材72の位置及び姿勢の少なくとも一方を調整する。すなわち、図4（A）に示す模式図のように、基板Pの走査露光中において、投影光学系PLの像面と基板P表面とを合致させるために、基板P表面のZ軸方向の位置が変動した場合には、制御装置CONTは、駆動機構83によって第2ノズル部材72のZ軸方向に関する位置を変え、第2ノズル部材72の下面72Aと基板P表面との相対距離を所定距離L1に維持する。また、図4（B）、図4（C）に示すように、基板P表面がX方向又はY方向に傾斜した場合には、制御装置CONTは、第2ノズル部材72の下面72Aと基板P表面との相対距離を所定距離L1に維持しつつ、駆動機構83によって第2ノズル部材72のX方向又はY方向に関する位置（第2ノズル部材72の傾き）を変え、第2ノズル部材72の下面72Aと基板P表面との相対傾斜をほぼ平行に維持する。すなわち、制御装置CONTは、基板Pの表面位置の変化に応じて、駆動機構83を駆動し、第2ノズル部材72の下面72Aを、基板P表面の法線方向、及び傾斜方向に移動させる。なお、本実施形態においては、第2のズル部材72の初期位置及び初期傾きは、基板Pの基準面位置（設計値）との関係で、それぞれ予め所定の値に設定されており、駆動機構83はその設定された初期値を基準として第2ノズル部材72を変位させて、第2ノズル部材72の下面72Aと基板P表面との相対距離を所定距離L1を維持するとともに、第2ノズル部材72の下面72Aと基板P表面との平行を維持する。

【0059】

このように、制御装置CONTは、基板Pの走査露光中において、基板Pの面位置の変化に追従するように、第2ノズル部材72の位置及び姿勢の少なくとも一方を調整することにより、第2ノズル部材72の下面72Aと基板P表面との相対距離及び相対傾斜を一定に維持することができる。

【0060】

また、本実施形態においては、ノズル部材70の下面70A（71A、72A）と、鏡筒PKの下面TKと、投影光学系PL（光学素子LS1）の下面T1とがほぼ面一となっている。したがって、液浸領域AR2は、ノズル部材70の下面70A及び投影光学系PLの下面T1と基板Pとの間に良好に形成される。ただし、下面71A、下面72A、下面TK、及び下面T1は、必ずしも面一になっている必要はなく、液浸領域AR2が良好に維持できるように各下面のZ方向の位置を設定することができる。なお、液浸領域AR2の液体LQと接触する液体接触面であるノズル部材70の下面70Aや投影光学系PLの下面T1、鏡筒PKの下面TKを液体LQに対して親液性にしておくことで、液浸領域AR2を更に良好に所望状態に維持することができる。また、基板Pの周囲には基板P表面とほぼ面一の上面51が設けられており、基板Pのエッジ部の外側には段差部がほぼ無い状態となっている。したがって、基板P表面のエッジ領域を液浸露光するとき等において、投影光学系PLの像面側に液体LQを保持して液浸領域AR2を良好に形成することができる。また、基板Pのエッジ部とその基板Pの周囲に設けられた平坦面（上面）51との間には0.1～1mm程度の隙間があるが、液体LQの表面張力によりその隙間に液体LQが浸入することは殆ど無い。なお、上面51を液体LQに対して撥液性にしておくことで、液浸領域AR2の一部が上面51上に配置された場合（即ち、液浸領域AR2を形成する液体LQが、基板Pと基板ステージPSTの上面51とノズル部材の下面70A

と投影光学系 P L の下面 T 1 の間に保持される場合)であっても、基板ステージ P S T 外側への液体 L Q の流出を抑制することができ、上面 5 1 上に液体 L Q が残留する等の不都合も防止できる。

【 0 0 6 1 】

本実施形態においては、液体回収機構 2 0 は、液体回収部 2 1 に設けられた真空系を駆動することで、回収口 2 2 を介して液体 L Q を回収する。その場合、液体 L Q は周囲の気体とともに回収口 2 2 を介して回収される可能性がある。そのため、回収口 2 2 を有する第 2 ノズル部材 7 2 は、第 1 ノズル部材 7 1 に比べて振動が発生しやすい可能性がある。ところが、第 1 ノズル部材 7 1 と第 2 ノズル部材 7 2 との間にはギャップ G 2 が設けられているので、第 2 ノズル部材 7 2 で発生した振動が、第 1 ノズル部材 7 1 及びその第 1 ノズル部材 7 1 に接続されている鏡筒 P K (投影光学系 P L) に直接的に伝達されることはない。

10

【 0 0 6 2 】

また、第 2 ノズル部材 7 2 は、パッシブ防振機構を含む支持機構 8 1 によってメインコラム 1 (下側段部 8) に支持されているので、第 2 ノズル部材 7 2 で発生した振動が、メインコラム 1 に伝わることも抑制されている。

【 0 0 6 3 】

また、第 2 ノズル部材 7 2 を支持機構 8 1 を介して支持しているメインコラム 1 と、投影光学系 P L の鏡筒 P K をフランジ P F を介して支持している鏡筒定盤 5 とは、防振装置 4 7 を介して振動的に分離されている。したがって、支持機構 8 1 のパッシブ防振機構と防振装置 4 7 とのそれぞれの機能によって、第 2 ノズル部材 7 2 で発生した振動が投影光学系 P L に伝達されることが防止されている。また、メインコラム 1 と、基板ステージ P S T を支持している基板定盤 6 とは、防振装置 4 9 を介して振動的に分離している。したがって、第 2 ノズル部材 7 2 で発生した振動が、メインコラム 1 及びベース 9 を介して基板ステージ P S T に伝達されることも防止されている。また、メインコラム 1 と、マスクステージ M S T を支持しているマスク定盤 4 とは、防振装置 4 6 を介して振動的に分離されている。したがって、第 2 ノズル部材 7 2 で発生した振動がメインコラム 1 を介してマスクステージ M S T に伝達されることも防止されている。

20

【 0 0 6 4 】

一方、第 1 ノズル部材 7 1 は、回収口を有しておらず、液体 L Q を供給する供給口 1 2 のみを有しており、供給口 1 2 を介して液体 L Q を供給するときには、露光精度に影響を及ぼすほどの振動が発生する可能性は小さい。したがって、第 1 ノズル部材 7 1 が投影光学系 P L の鏡筒 P K に接続されていても、第 1 ノズル部材 7 1 に起因して露光精度に影響を及ぼすほどの振動が投影光学系 P L (鏡筒 P K) に生じる可能性は低く、露光精度は維持される。

30

【 0 0 6 5 】

また、ギャップ G 2 は、第 2 ノズル部材 7 2 が駆動機構 8 3 によって駆動されても、第 2 ノズル部材 7 2 と第 1 ノズル部材 7 1 とが当たらない (干渉しない) 程度の距離を有している。したがって、駆動機構 8 3 による第 2 ノズル部材 7 2 の駆動は妨げられない。なお、第 2 ノズル部材 7 2 の駆動を妨げないように、第 2 ノズル部材 7 2 に接続される回収管 2 3 の少なくとも一部は、伸縮可能で可撓性を有するチューブなどによって構成されていることが好ましい。

40

【 0 0 6 6 】

また、走査露光のための基板 P の移動に伴って、投影光学系 P L の下面 T 1 及びノズル部材 7 0 の下面 7 0 A と基板 P との間の液浸領域 A R 2 の液体 L Q が、移動する基板 P に引っ張られるように移動する可能性がある。例えば図 5 に示すように、基板 P の + X 方向への移動に伴って、液浸領域 A R 2 の液体 L Q の一部が + X 方向に移動する可能性がある。ところが、第 1 ノズル部材 7 1 と第 2 ノズル部材 7 2 との間にはギャップ G 2 が形成されており、そのギャップ G 2 の上端部は大気開放されているので、液体 L Q はギャップ G 2 に出入りすることができる。したがって、ノズル部材 7 0 の大きさ (径) が小さくても

50

、回収口 2 2 の外側への液体 L Q の流出を抑えることができる。

【 0 0 6 7 】

また、ギャップ G 2 に存在する気体が液浸領域 A R 2 の液体 L Q に混入する可能性が考えられるが、ギャップ G 2 は、露光光 E L の光路（投影領域 A R 1）に対して、供給口 1 2 よりも外側に設けられており、供給口 1 2 から供給された液体 L Q の一部は、供給口 1 2 よりも外側へ向かう液体の流れを形成している（図 5 中、矢印 y 1 参照）。したがって、ギャップ G 2 から液浸領域 A R 2 の液体 L Q 中に気泡が混入しても、供給口 1 2 より供給された液体 L Q の一部の流れによって、その混入した気泡は露光光 E L の光路に対して遠ざかるように移動する。そのため、混入した気体（気泡）が露光光 E L の光路に浸入して基板 P 上へのマスク M のパターンの転写精度が劣化するといった不都合の発生を防止することができる。

10

【 0 0 6 8 】

以上説明したように、ノズル部材 7 0 の下面 7 0 A と基板 P 表面との間に液体 L Q を保持することによって液浸領域 A R 2 を形成した場合、基板 P の面位置に応じてノズル部材 7 0 の位置及び姿勢のうち少なくともいずれか一方を調整することで、ノズル部材 7 0 と基板 P との位置関係を所望状態に維持することができる。したがって、走査露光中において基板 P の面位置が変化しても、液体 L Q はノズル部材 7 0 と基板 P との間に良好に保持され、ひいては投影光学系 P L と基板 P との間にも良好に保持される。したがって、基板 P の外側への液体 L Q の流出や液体 L Q 中への気泡の混入が抑制され、露光装置 E X は露光処理を精度良く行うことができる。

20

【 0 0 6 9 】

特に、本実施形態においては、第 1、第 2 ノズル部材 7 1、7 2 のうち、回収口 2 2 を有する第 2 ノズル部材 7 2 の位置及び姿勢の少なくとも一方が調整されるので、基板 P の面位置の変化に追従しながら、第 2 ノズル部材 7 2 の回収口 2 2 を介して液体 L Q を良好に回収することができる。したがって、基板 P の走査露光中においても、液体回収機構 2 0 は液体 L Q を良好に回収することができる。なお、第 1 ノズル部材 7 1 を鏡筒 P K に接続せずに、第 2 ノズル部材 7 2 と同様に駆動機構を有する支持機構を介してメインコラム 1 の下側段部に支持し、第 1 ノズル部材 7 1 の位置及び姿勢（Z 方向の位置及び傾斜）の少なくとも一方を、第 2 ノズル部材 7 2 とは独立して、基板 P の面位置に応じて調整するようにしてもよい。

30

【 0 0 7 0 】

< 第 2 の実施形態 >

次に、本発明の第 2 の実施形態について図 6 を参照しながら説明する。ここで、以下の説明において、上述した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。

【 0 0 7 1 】

第 2 の実施形態の特徴的な部分は、ノズル部材 7 0 は 1 つの部材によって構成されており、ノズル部材 7 0 の下面 7 0 A に、液体 L Q を供給する供給口 1 2 と液体 L Q を回収する回収口 2 2 とのそれぞれが設けられている点にある。図 6 において、ノズル部材 7 0 は、投影光学系 P L を囲むように形成された環状部材であって、投影光学系 P L の鏡筒 P K の外側面 P K C とノズル部材 7 0 の内側面 7 0 S との間には所定のギャップ G 3 が設けられている。このギャップ G 3 によって、液体 L Q の供給や回収に伴ってノズル部材 7 0 に振動が発生しても、その振動が投影光学系 P L に直接的に伝達されることが防止されている。そして、そのノズル部材 7 0 が駆動機構 8 3 を有する支持機構 8 1 を介してメインコラム 1 の下側段部 8 に支持されている。基板 P を走査露光する際には、制御装置 C O N T は、フォーカス・レベリング検出系 3 0 の検出結果に基づいて、ノズル部材 7 0 の位置及び姿勢のうち少なくともいずれか一方を調整する。このように、ノズル部材 7 0 が 1 つの部材によって構成されている場合においても、基板 P の面位置に応じて、ノズル部材 7 0 の位置及び姿勢のうち少なくともいずれか一方を調整することで、液体 L Q の流出や、液浸領域 A R 2 への気泡の混入を防止することができる。

40

50

【 0 0 7 2 】

< 第 3 の実施形態 >

次に、図 7 を参照しながら本発明の第 3 の実施形態について説明する。第 3 の実施形態の第 1 の実施形態との違い、すなわち、第 3 の実施形態の特徴的な部分は、液体 L Q を供給する供給口 1 2 が鏡筒 P K の下面 T K に設けられており、その供給口 1 2 と供給管 1 3 とを接続する内部流路 1 4 が鏡筒 P K 内部に設けられている点にある。すなわち、本実施形態においては、投影光学系 P L を構成する光学素子 L S 1 を保持する鏡筒 P K に、液体 L Q を供給するための第 1 ノズル部材が含まれている。そして、その供給口 1 2 を有する鏡筒 P K を囲むように第 2 ノズル部材 7 2 が設けられている。第 2 ノズル部材 7 2 はその下面 7 2 A に回収口 2 2 を有しており、支持機構 8 1 を介してメインコラム 1 の下側段部 8 に支持されている。第 2 ノズル部材 7 2 は、投影光学系 P L を囲むように形成された環状部材であって、投影光学系 P L の鏡筒 P K の外側面 P K C と第 2 ノズル部材 7 2 の内側面 7 2 S との間には所定のギャップ G 4 が設けられている。このギャップ G 4 によって、回収口 2 2 を介して液体 L Q を回収したことに伴って第 2 ノズル部材 7 2 に振動が発生しても、その振動が投影光学系 P L に直接的に伝達されることが防止されている。一方、上述したように、供給口 1 2 を介して基板 P 上に液体 L Q を供給するときの振動は小さいため、供給口 1 2 が鏡筒 P K に形成されていても、露光精度に影響を及ぼすほどの振動が液体 L Q の供給に起因して鏡筒 P K に発生することは殆ど無い。また、供給口 1 2 を鏡筒 P K に設けたことにより、液浸領域 A R 2 の大きさを小さくすることができる。そして、液浸領域 A R 2 の小型化に伴って、基板ステージ P S T の移動ストロークを短くすることができ、ひいては露光装置 E X 全体の小型化を図ることができる。

10

20

【 0 0 7 3 】

< 第 4 の実施形態 >

次に、本発明の第 4 の実施形態について図 8 を参照しながら説明する。第 4 の実施形態の第 1 の実施形態との違い、すなわち、第 4 の実施形態の特徴的な部分は、露光装置 E X は、ノズル部材 7 0 (第 2 ノズル部材 7 2) と基板ステージ P S T との相対的な位置関係を検出する検出器 1 1 0 を備えた点にある。そして、制御装置 C O N T は、検出器 1 1 0 の検出結果に基づいて、第 2 ノズル部材 7 2 の位置及び姿勢のうち少なくともいずれか一方を調整する。

【 0 0 7 4 】

検出器 1 1 0 は、基板ステージ P S T と第 2 ノズル部材 7 2 との X 軸方向に関する位置関係を計測する X 干渉計 1 1 1 と、基板ステージ P S T と第 2 ノズル部材 7 2 との Y 軸方向に関する位置関係を計測する Y 干渉計 1 1 2 (但し、図 8 には図示されていない) と、基板ステージ P S T と第 2 ノズル部材 7 2 との Z 軸方向に関する位置関係を計測する Z 干渉計 1 1 3 とを備えている。これら各干渉計 1 1 1 ~ 1 1 3 は基板ステージ P S T のうち露光処理を妨げない所定位置に設けられている。図 8 においては、各干渉計 1 1 1 ~ 1 1 3 は基板ステージ P S T の側面に設けられている。

30

【 0 0 7 5 】

検出器 1 1 0 は複数 (2 つ) の X 干渉計 1 1 1 (1 1 1 A 、 1 1 1 B) を備えている。具体的には、検出器 1 1 0 は、基板ステージ P S T の側面において Y 軸方向に並んで設けられた 2 つの X 干渉計 1 1 1 A 、 1 1 1 B を備えている。また、第 2 ノズル部材 7 2 の側面には、X 干渉計 1 1 1 A 、 1 1 1 B のそれぞれに対応する反射面 1 1 4 (1 1 4 A 、 1 1 4 B) が設けられている。X 干渉計 1 1 1 の計測ビームは反射ミラーを介して反射面 1 1 4 に照射されるようになっている。制御装置 C O N T は、X 干渉計 1 1 1 A 、 1 1 1 B のうち少なくともいずれか一方の計測結果に基づいて、基板ステージ P S T に対する第 2 ノズル部材 7 2 の X 軸方向に関する位置を求めることができる。また制御装置 C O N T は、複数の X 干渉計 1 1 1 A 、 1 1 1 B のそれぞれの計測結果に基づいて、基板ステージ P S T に対する第 2 ノズル部材 7 2 の Z 方向に関する位置を求めることができる。

40

【 0 0 7 6 】

また、検出器 1 1 0 は Y 干渉計を 1 つ備えている (図 8 には図示されていない) 。具体

50

的には、検出器 110 は、基板ステージ P S T の側面に設けられた Y 干渉計を備えている。また、第 2 ノズル部材 72 の側面には、Y 干渉計に対応する反射面が設けられている。制御装置 C O N T は、Y 干渉計の計測結果に基づいて、基板ステージ P S T に対する第 2 ノズル部材 72 の Y 軸方向に関する位置を求めることができる。

【 0 0 7 7 】

また、検出器 100 は複数 (3 つ) の Z 干渉計 113 を備えている。具体的には、検出器 110 は、基板ステージ P S T の側面において X 軸方向に並んで設けられた Z 干渉計 113 A、113 B と、その Z 干渉計 113 B に対して Y 軸方向に関して並ぶ位置に設けられた Z 干渉計 113 C (但し、図 8 には図示されていない) とを備えている。また、第 2 ノズル部材 72 の側面には、Z 干渉計 113 A、113 B、113 C のそれぞれに対応する反射面 116 (116 A、116 B、116 C) が設けられている。Z 干渉計 113 の計測ビームは反射ミラーを介して反射面 116 に照射される。制御装置 C O N T は、Z 干渉計 113 A、113 B、113 C のうち少なくともいずれか一つの計測結果に基づいて、基板ステージ P S T に対する第 2 ノズル部材 72 の Z 軸方向に関する位置を求めることができる。また制御装置 C O N T は、複数の Z 干渉計 113 A、113 B、113 C のうち少なくともいずれか 2 つの計測結果に基づいて、基板ステージ P S T に対する第 2 ノズル部材 72 の X 方向及び Y 方向に関する位置、すなわち基板ステージ P S T に対する第 2 ノズル部材 72 の傾きを求めることができる。

【 0 0 7 8 】

このように、制御装置 C O N T は、複数の干渉計 111 ~ 113 の計測結果に基づいて、6 自由度の方向 (X 軸、Y 軸、Z 軸、X、Y、及び Z 方向) に関する基板ステージ P S T に対する第 2 ノズル部材 72 の位置を求めることができる。

【 0 0 7 9 】

なお、X 干渉計、Y 干渉計、及び Z 干渉計の数及び配置は任意に設定可能である。例えば X 干渉計を 1 つとし、Y 干渉計を 2 つ設けてもよい。要は、複数の干渉計を用いて第 2 ノズル部材 72 の 6 自由度 (少なくとも Z 位置、X、Y) の方向に関する位置を計測可能なように構成されていればよい。また、検出器 110 としては、干渉計に限られず、例えば静電容量センサ、エンコーダ等、他の構成を有する位置計測器を用いることも可能である。

【 0 0 8 0 】

各干渉計 111 ~ 113 と制御装置 C O N T とは接続されており、各干渉計 111 ~ 113 の計測結果は、制御装置 C O N T に出力される。制御装置 C O N T は、複数の干渉計 111 ~ 113 の計測結果に基づいて、6 自由度の方向 (X 軸、Y 軸、Z 軸、X、Y、及び Z 方向) に関する基板ステージ P S T に対する第 2 ノズル部材 72 の位置を求めることができる。制御装置 C O N T は、求めた位置情報に基づいて、基板 P の走査露光中に、駆動機構 83 を駆動して、基板ステージ P S T と第 2 ノズル部材 72 との位置関係を調整する。ここで、制御装置 C O N T に接続されている記憶装置 M R Y には、基板ステージ P S T と第 2 ノズル部材 72 との最適な位置関係に関する情報が予め記憶されている。制御装置 C O N T は、検出器 100 の検出結果に基づいて、基板ステージ P S T と第 2 ノズル部材 72 との最適な位置関係を維持するように、記憶装置 M R Y に記憶されている記憶情報に基づいて、基板 P の走査露光中に、第 2 ノズル部材 72 の位置及び姿勢の少なくとも一方を調整する。

【 0 0 8 1 】

なお、第 4 の実施形態においては、制御装置 C O N T の記憶装置 M R Y には、基板 P 表面と第 2 ノズル部材 72 の下面 72 A との距離を L1 (ほぼ 1 mm)、且つ基板 P 表面と下面 72 A とをほぼ平行にするための情報が記憶されている。

【 0 0 8 2 】

このように、制御装置 C O N T は、フォーカス・レベリング検出系 30 の検出結果によらずに、検出器 110 で検出した基板ステージ P S T の位置情報に基づいて、第 2 ノズル部材 72 (ノズル部材 70) の位置及び姿勢の少なくとも一方を調整して、第 2 ノズル部

10

20

30

40

50

材 7 2 の下面 7 2 A と基板 P 表面との位置関係を所望状態に維持することができる。

【 0 0 8 3 】

なお、フォーカス・レベリング検出系 3 0 の検出結果と検出器 1 1 0 の検出結果とに基づいて、第 2 ノズル部材 7 2 (ノズル部材 7 0) の位置及び姿勢の少なくとも一方を調整して、第 2 ノズル部材 7 2 の下面 7 2 A と基板 P 表面との位置関係を所望状態に維持するようにしてもよい。

【 0 0 8 4 】

また、上述の第 2 実施形態の露光装置 E X に本実施形態の検出器 1 1 0 を設けて、ノズル部材 7 0 の位置及び傾きの少なくとも一方を調整するようにしてもよいし、上述の第 3 実施形態の露光装置 E X に本実施形態の検出器 1 1 0 を設けて第 2 ノズル部材 7 2 の位置及び傾きの少なくとも一方を調整するようにしてもよい。

【 0 0 8 5 】

< 第 5 の実施形態 >

次に、本発明の第 5 の実施形態について図 9 を参照しながら説明する。第 5 の実施形態の特徴的な部分は、ノズル部材 7 0 の下面 7 0 A と基板 P 表面との相対距離及び相対傾斜の少なくとも一方を所定状態に維持するためのノズル調整機構 8 0 ' が、液浸領域 A R 2 よりも外側の基板 P 表面に気体を吹き付ける吹出口 1 5 1 を有する気体吹出機構 1 5 0 を含んでいる点にある。

【 0 0 8 6 】

図 9 において、液体 L Q を供給する供給口 1 2 を有する第 1 ノズル部材 7 1 は投影光学系 P L の鏡筒 P K に隙間無く接続され、液体 L Q を回収する回収口 2 2 を有する第 2 ノズル部材 7 2 は支持機構 8 1 ' を介してメインコラム 1 の下側段部 8 に支持されている。支持機構 8 1 ' は、連結部材 8 2 と、連結部材 8 2 の上端部と下側段部 8 との間に設けられたパッシブ防振機構 8 4 とを備えている。パッシブ防振機構 8 4 は、例えば空気バネやコイルバネを含んで構成されている。すなわち、本実施形態における支持機構 8 1 ' は、アクチュエータを含む駆動機構 8 3 を有していない。そして、連結部材 8 2 の下端部と第 2 ノズル部材 7 2 の上面とが接続されている。

【 0 0 8 7 】

第 2 ノズル部材 7 2 の外側面 7 2 C には、接続部材 1 5 3 を介して、基板 P 表面と対向する下面 1 5 2 A を有する吹出部材 1 5 2 が接続されている。吹出部材 1 5 2 の下面 1 5 2 A はノズル部材 7 0 の下面 7 0 A (7 1 A 、 7 2 A) とほぼ面一である。吹出部材 1 5 2 の下面 1 5 2 A には、基板 P 表面に気体を吹き付ける吹出口 1 5 1 が設けられている。気体吹出機構 1 5 0 は気体供給部 1 5 5 を有しており、気体供給部 1 5 5 から供給された気体は、供給管 1 5 4 を介して、吹出口 1 5 1 より吹き出る。上述した実施形態同様、液浸機構 1 0 0 は、液体 L Q の液浸領域 A R 2 を基板 P 上に局所的に形成するが、気体吹出機構 1 5 0 の吹出口 1 5 1 は、液浸機構 1 0 0 によって形成される液浸領域 A R 2 よりも外側の基板 P 表面に気体を吹き付ける。気体吹出機構 1 5 0 の吹出口 1 5 1 は、液浸領域 A R 2 のエッジ部近傍に気体を吹き出すように設けられている。

【 0 0 8 8 】

図 1 0 は、第 2 ノズル部材 7 2 の外側に接続された吹出部材 1 5 2 と基板 P との関係を模式的に示した平面図である。図 1 0 に示すように、接続部材 1 5 3 は 3 つ設けられ、接続部材 1 5 3 のそれぞれは、第 2 ノズル部材 7 2 の周方向 (Z 方向) に沿ってほぼ等間隔 (1 2 0 ° 間隔) で配置されている。その接続部材 1 5 3 に接続された吹出部材 1 5 2 もほぼ等間隔 (1 2 0 ° 間隔) で 3 つ設けられており、第 2 ノズル部材 7 2 を囲むように配置されている。したがって、吹出部材 1 5 2 の下面 1 5 2 A に設けられた吹出口 1 5 1 は、第 2 ノズル部材 7 2 を囲むように複数設けられている。複数の吹出口 1 5 1 のそれぞれから吹き出される単位時間あたりの気体供給量 (気体吹き出し量) はほぼ同じ値に設定されている。

【 0 0 8 9 】

ノズル調整機構 8 0 ' は、気体吹出機構 1 5 0 の吹出部材 1 5 2 に設けられた吹出口 1

10

20

30

40

50

5 1より基板P表面に向かって吹き付ける気体の力によって、吹出部材152に接続部材153を介して接続されている第2ノズル部材72を、基板Pに対して浮上するように支持する。基板Pに対して浮上支持される第2ノズル部材72は、基板P表面との間の相対距離及び相対傾斜を維持される。したがって、基板Pの走査露光中において、基板Pの面位置が変化した場合、気体吹出機構150を含むノズル調整機構80'は、基板Pに対して浮上支持されている第2ノズル部材72の位置及び姿勢の少なくとも一方を、基板Pの面位置の変化に追従させることができる。第2ノズル部材72に連結された連結部材82とメインコラム1の下側段部8との間には、空気バネやコイルバネを含むパッシブ防振機構84が設けられている。したがって、第2ノズル部材72は、パッシブ防振機構84によって、メインコラム1の下側段部8に対して揺動可能となっている。そのため、第2ノズル部材72が基板Pの面位置に追従するように移動することは妨げられない。なお、基板Pの面位置は前述の実施形態のようにフォーカス・レベリング検出系またはその他の検出系で検出することができる。

10

【0090】

本実施形態においては、気体吹出機構150は、液浸領域AR2のエッジ部近傍に気体を吹き出している。液浸領域AR2のエッジ近傍に気体が吹き出されるので、その気体の流れによって、液浸領域AR2の拡大や、液浸領域AR2の液体LQの流出を抑えることができる。なお、液浸領域AR2の近傍に気体が行れるので、液浸領域AR2にはその液浸領域AR2のエッジ部を介して気体(気泡)が混入する可能性がある。ところが、液浸領域AR2のエッジ部近傍には回収口22が設けられているので、液浸領域AR2のエッジ部を介して気泡が混入したとしても、その気泡は直ちに回収口22より回収される。また、図5を参照して説明したように、供給口15より供給される液体LQの流れによって、液浸領域AR2のエッジ部を介して混入した気泡が露光光ELの光路上に浸入する不都合も防止されている。なお、気体を吹き出す吹出口151を液浸領域AR2から離れた位置に設けることももちろん可能である。こうすることにより、液浸領域AR2に気体(気泡)が混入する可能性を低減することができる。

20

【0091】

なお本実施形態においては、吹出部材152は3つ設けられているが、第2ノズル部材72を基板Pに対して浮上支持することができれば、その数及び配置は任意に設定可能である。あるいは、吹出部材152は第2ノズル部材72を囲む環状部材であってもよい。そして、環状に設けられた吹出部材152の下面152Aの複数の所定位置のそれぞれに、吹出口151が設けられていてもよい。また、本実施形態においては、吹出口151を有する吹出部材152は第2ノズル部材72に接続されているが、例えば図6を参照して説明したような、供給口12及び回収口22の双方を有するノズル部材70に、吹出口151を有する吹出部材152が接続されてもよい。また、ノズル部材70の下面70Aと吹出部材152の下面152Aとは、液浸領域AR2が良好に形成される条件においては、必ずしも面一としなくてもよい。

30

【0092】

<第6の実施形態>

次に、図11を参照しながら本発明の第6の実施形態について説明する。第6の実施形態の特徴的な部分は、ノズル部材70の下面70Aに、気体を吹き出す吹出口151が設けられている点にある。より具体的には、吹出口151は、第2ノズル部材72の下面72Aに設けられており、投影光学系PLの光軸AXに対して、回収口22よりも外側に設けられている。また、吹出口151よりも更に外側には、気体を吸引する吸引口156が設けられている。ノズル調整機構80'は、吹出口151から吹き出される気体と、吸引口156を介して吸引される気体とのバランスによって、第2ノズル部材72の下面72Aと基板P表面との間の相対距離及び相対傾斜を所定状態に維持する。このように、ノズル部材70の下面70Aに吹出口151及び吸引口156を設けることも可能である。そして本実施形態においては、気体を吸引する吸引口156が設けられているので、基板Pに対する第2ノズル部材72の浮上支持を良好に行うことができる。また、吸引口156

40

50

は吹出151に対して液浸領域AR2よりも外側（液浸領域AR2とは離れた位置）に設けられているので、吸引口156に液体LQが浸入することが抑制されている。もちろん、吸引口156を吹出口151と回収口22との間に設けるようにしてもよい。また、吸引口156を、図9等を参照して説明した吹出部材152の下面152Aに設けることができる。更には、図6を参照して説明したような、供給口12及び回収口22の双方を有するノズル部材70の下面70Aに、吹出口151及び吸引口156を設けてもよい。また、図11の第2ノズル部材72の下面72Aにおいて、吹出口151が形成されている面と回収口22が形成されている面とは、液浸領域AR2が良好に形成される条件においては、必ずしも面一としなくてもよい。

【0093】

なお、第6実施形態においても、基板Pの面位置は前述の実施形態のようにフォーカス・レベリング検出系またはその他の検出系で検出することができる。

【0094】

また、第1～第4実施形態で採用されている支持機構81と、第5及び第6実施形態で採用されている吹出口151及び/又は吸引口156とを組み合わせ使用してもよい。

【0095】

なお、上述の第1～第6の実施形態においては、基板P上に液浸領域AR2を形成する場合に、基板Pの表面とノズル部材（70や72）の下面との位置関係を所望の状態に維持する場合について説明しているが、基板ステージPST上、あるいは基板Pと基板ステージPSTとに跨って液浸領域AR2を形成する場合など、ノズル部材（70、72）に

対向して配置されている物体表面の面位置の変化に合わせてノズル部材（70、72）の位置及び姿勢の少なくとも一方を調整することができる。したがって、基板Pの走査露光中に限らず、投影光学系PLの像面側に液体LQの液浸領域AR2を形成している各種の動作中に、必要に応じて、ノズル部材（70や72）の位置及び姿勢（傾き）の少なくとも一方の調整を実行することができる。

【0096】

また、上述の第1～第6の実施形態においては、物体（基板P）の表面とノズル部材（70、72）の下面とが所定間隔で、ほぼ平行となるようにノズル部材の位置及び姿勢の少なくとも一方を調整しているが、物体（基板P）とノズル部材（70、72）との相対距離及び相対傾斜は、液体LQの粘性、物体（基板P）表面と液体LQとの親和性（物体

表面での液体LQの接触角）、物体（基板P）の移動速度などを考慮して、液浸領域AR2を良好に維持できるように調整することができる。

【0097】

また、上述の実施形態においては、各種のノズル部材が使用されているが、ノズル部材70などの液浸機構100の構造は、上述のものに限られず、本発明の範囲内で変更し得る。例えば、欧州特許公開第1420298号公報、国際公開第2004/055803号公報、国際公開第2004/057589号公報、国際公開第2004/057590号公報、国際公開第2005/029559号公報に記載されている構造を採用することができる。

【0098】

また、上述した第1～第4の実施形態においては、フォーカス・レベリング検出系30や検出器100を使って、基板P若しくは基板ステージPSTの位置を光学的に検出し、その検出結果に基づいて、ノズル部材70の位置及び姿勢の少なくとも一方を調整している。一方、フォーカス・レベリング検出系30等の検出結果に基づくフィードバック制御を行わずに、ノズル部材（70、72）の位置及び姿勢の少なくとも一方を調整することができる。すなわち、制御装置CONTは、基板Pの走査露光前に、物体表面（基板P表面）の面位置情報を予め検出し、その検出結果をマップデータとして記憶装置MRYに記憶しておく。そして、制御装置CONTは、フォーカス・レベリング検出系30（あるいは検出器100）を使わずに、記憶装置MRYに記憶してある記憶情報（マップデータ）に基づいて、駆動機構83を使って、ノズル部材（70、72）の位置及び姿勢の少なく

10

20

30

40

50

とも一方を調整することができる。この場合、投影光学系 P L の像面側の近傍で、物体（基板 P）表面の面位置情報を検出するフォーカス・レベリング検出系 30 を省略してもよい。たとえば、特開 2002-158168 号公報に開示されているように、基板 P の露光を行う露光ステーションから離れた計測ステーションで基板 P の表面位置情報（マップデータ）を露光前に取得する場合には、そのマップデータに基づいてノズル部材（70、72）の位置及び姿勢（傾斜）の少なくとも一方を調整する（フィードフォワード制御する）ことができる。

【0099】

また、基板 P を支持した基板ステージ P S T が、基板ステージ駆動機構 P S T D の駆動に基づいて、Z 軸方向、X 方向、Y 方向に移動する場合に、制御装置 C O N T は、基板ステージ駆動機構 P S T D の駆動量に応じて、駆動機構 83 を使って、ノズル部材 70、72 の位置及び姿勢の少なくとも一方を調整するようにしてもよい。この場合も、フォーカス・レベリング検出系 30 等の検出結果に基づくフィードバック制御を行わずに、物体（基板 P）の表面とノズル部材（70、72）の下面との位置関係を所望状態に維持することができる。

【0100】

上述したように、本実施形態における液体 L Q 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や光学素子（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 P L 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。

【0101】

そして、波長が 193 nm 程度の露光光 E L に対する純水（水）の屈折率 n はほぼ 1.44 とされており、露光光 E L の光源として A r F エキシマレーザ光（波長 193 nm）を用いた場合、基板 P 上では $1/n$ 、すなわち約 134 nm 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 P L 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。

【0102】

なお、上述したように液浸法を用いた場合には、投影光学系の開口数 N A が 0.9 ~ 1.3 になることもある。このように投影光学系の開口数 N A が大きくなる場合には、従来から露光光として用いられているランダム偏光光では偏光効果によって結像性能が悪化することもあるので、偏光照明を用いるのが望ましい。その場合、マスク（レチクル）のライン・アンド・スペースパターンのラインパターンの長手方向に合わせた直線偏光照明を行い、マスク（レチクル）のパターンからは、S 偏光成分（T E 偏光成分）、すなわちラインパターンの長手方向に沿った偏光方向成分の回折光が多く射出されるようにするとよい。投影光学系 P L と基板 P 表面に塗布されたレジストとの間が液体で満たされている場合、投影光学系 P L と基板 P 表面に塗布されたレジストとの間が空気（気体）で満たされている場合に比べて、コントラストの向上に寄与する S 偏光成分（T E 偏光成分）の回折光のレジスト表面での透過率が高くなるため、投影光学系の開口数 N A が 1.0 を越えるような場合でも高い結像性能を得ることができる。また、位相シフトマスクや特開平 6-188169 号公報に開示されているようなラインパターンの長手方向に合わせた斜入射照明法（特にダイポールダイポール照明法）等を適宜組み合わせると更に効果的である。特に、直線偏光照明法とダイポール照明法との組み合わせは、ライン・アンド・スペースパターンの周期方向が所定の一方方向に限られている場合や、所定の一方方向に沿ってホールパターンが密集している場合に有効である。例えば、透過率 6% のハーフトーン型の位相シフトマスク（ハーフピッチ 45 nm 程度のパターン）を、直線偏光照明法とダイポール照明法とを併用して照明する場合、照明系の瞳面においてダイポールを形成する二光束の外接円で規定される照明を 0.95、その瞳面における各光束の半径を 0.125、

10

20

30

40

50

投影光学系 P L の開口数を $NA = 1.2$ とすると、ランダム偏光光を用いるよりも、焦点深度 (DOF) を 150 nm 程度増加させることができる。

【0103】

また、直線偏光照明と小照明法 (照明系の開口数 NA_i と投影光学系の開口数 NA_p との比を示す値が 0.4 以下となる照明法) との組み合わせも有効である。

【0104】

また、例えば ArF エキシマレーザを露光光とし、 $1/4$ 程度の縮小倍率の投影光学系 P L を使って、微細なライン・アンド・スペースパターン (例えば $25 \sim 50\text{ nm}$ 程度のライン・アンド・スペース) を基板 P 上に露光するような場合、マスク M の構造 (例えばパターンの微細度やクロムの厚み) によっては、Wave guide 効果によりマスク M が偏光板として作用し、コントラストを低下させる P 偏光成分 (TM 偏光成分) の回折光より S 偏光成分 (TE 偏光成分) の回折光が多くマスク M から射出されるようになる。この場合、上述の直線偏光照明を用いることが望ましいが、ランダム偏光光でマスク M を照明しても、投影光学系 P L の開口数 NA が $0.9 \sim 1.3$ のように大きい場合でも高い解像性能を得ることができる。

10

【0105】

また、マスク M 上の極微細なライン・アンド・スペースパターンを基板 P 上に露光するような場合、Wire Grid 効果により P 偏光成分 (TM 偏光成分) が S 偏光成分 (TE 偏光成分) よりも大きくなる可能性もあるが、例えば ArF エキシマレーザを露光光とし、 $1/4$ 程度の縮小倍率の投影光学系 P L を使って、 25 nm より大きいライン・アンド・スペースパターンを基板 P 上に露光するような場合には、S 偏光成分 (TE 偏光成分) の回折光が P 偏光成分 (TM 偏光成分) の回折光よりも多くマスク M から射出されるので、投影光学系 P L の開口数 NA が $0.9 \sim 1.3$ のように大きい場合でも高い解像性能を得ることができる。

20

【0106】

更に、マスク (レチクル) のラインパターンの長手方向に合わせた直線偏光照明 (S 偏光照明) だけでなく、特開平 6 - 53120 号公報に開示されているように、光軸を中心とした円の接線 (周) 方向に直線偏光する偏光照明法と斜入射照明法との組み合わせも効果的である。特に、マスク (レチクル) のパターンが所定の一方方向に伸びるラインパターンだけでなく、複数の異なる方向に伸びるラインパターンが混在 (周期方向が異なるライン・アンド・スペースパターンが混在) する場合には、同じく特開平 6 - 53120 号公報に開示されているように、光軸を中心とした円の接線方向に直線偏光する偏光照明法と輪帯照明法とを併用することによって、投影光学系の開口数 NA が大きい場合でも高い結像性能を得ることができる。例えば、透過率 6% のハーフトーン型の位相シフトマスク (ハーフピッチ 63 nm 程度のパターン) を、光軸を中心とした円の接線方向に直線偏光する偏光照明法と輪帯照明法 (輪帯比 $3/4$) とを併用して照明する場合、照明を 0.95 、投影光学系 P L の開口数を $NA = 1.00$ とすると、ランダム偏光光を用いるよりも、焦点深度 (DOF) を 250 nm 程度増加させることができ、ハーフピッチ 55 nm 程度のパターンで投影光学系の開口数 $NA = 1.2$ では、焦点深度を 100 nm 程度増加させることができる。

30

40

【0107】

更に、上述の各種照明法に加えて、例えば特開平 4 - 277612 号公報や特開 2001 - 345245 号公報に開示されている累進焦点露光法や、多波長 (例えば二波長) の露光光を用いて累進焦点露光法と同様の効果を得る多波長露光法を適用することも有効である。

【0108】

本実施形態では、投影光学系 P L 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 P L 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 P L の先端に取り付ける光学素子としては、投影光学系 P L 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。

50

【 0 1 0 9 】

なお、液体 L Q の流れによって生じる投影光学系 P L 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。

【 0 1 1 0 】

なお、本実施形態では、投影光学系 P L と基板 P 表面との間は液体 L Q で満たされている構成であるが、例えば基板 P の表面に平行平板からなるカバーガラスを取り付けた状態で液体 L Q を満たす構成であってもよい。

【 0 1 1 1 】

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 2 0 0 4 / 0 1 9 1 2 8 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。

10

【 0 1 1 2 】

上記実施形態では、投影光学系を備えた露光装置を例に挙げて説明してきたが、本発明は投影光学系を持たないタイプの露光装置にも適用することができる。この場合、光源からの露光光が光学素子を通過して液浸領域に照射されることになる。例えば、国際公開第 2 0 0 1 / 0 3 5 1 6 8 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。

20

【 0 1 1 3 】

なお、本実施形態の液体 L Q 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 E L 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 L Q 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）や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 L Q 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 L Q としては、その他にも、露光光 E L に対する透過性があるだけ屈折率が高く、投影光学系 P L や基板 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。この場合も表面処理は用いる液体 L Q の極性に依拠して行われる。

30

【 0 1 1 4 】

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らず、ディスプレイデバイス用のガラス基板や、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。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（レチクル）を用いたが、このレチクルに代えて、例えば米国特許第 6, 7 7 8, 2 5 7 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良い。

【 0 1 1 5 】

露光装置 E X 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（スキヤニングステッパ）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。

40

【 0 1 1 6 】

また、露光装置 E X 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

50

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ッチ方式の一括露光装置にも適用できる。また、ステ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・ステッチ方式の露光装置にも適用できる。

【0117】

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ツインステージ型の露光装置にも適用できる。

【0118】

更に、特開平11-135400号公報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や各種の光電センサ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。この場合、計測ステージ上に液浸領域が形成されている場合には、計測ステージの上面の位置に応じてノズル部材(70, 72)の位置及び/又は傾きを調整するのが望ましい。

【0119】

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や、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。

【0120】

基板ステージPSTやマスクステージMSTにリニアモータ(USP5,623,853またはUSP5,528,118参照)を用いる場合は、エアベアリングを用いたエア浮上型およびローレンツ力またはリアクタンス力を用いた磁気浮上型のどちらを用いてもよい。また、各ステージPST、MSTは、ガイドに沿って移動するタイプでもよく、ガイドを設けないガイドレスタイプであってもよい。

【0121】

各ステージPST、MSTの駆動機構としては、二次元に磁石を配置した磁石ユニットと、二次元にコイルを配置した電機子ユニットとを対向させ電磁力により各ステージPST、MSTを駆動する平面モータを用いてもよい。この場合、磁石ユニットと電機子ユニットとのいずれか一方をステージPST、MSTに接続し、磁石ユニットと電機子ユニットとの他方をステージPST、MSTの移動面側に設ければよい。

【0122】

基板ステージPSTの移動により発生する反力は、投影光学系PLに伝わらないように、特開平8-166475号公報(USP5,528,118)に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床(大地)に逃がしてもよい。

【0123】

マスクステージMSTの移動により発生する反力は、投影光学系PLに伝わらないように、特開平8-330224号公報(US S/N 08/416,558)に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床(大地)に逃がしてもよい。

【0124】

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

10

20

30

40

50

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。

【0125】

半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図12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基板処理ステップ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、パッケージ工程などの加工工程を含む）205、検査ステップ206等を経て製造される。

【図面の簡単な説明】

【0126】

【図1】第1の実施形態に係る露光装置を示す概略構成図である。

【図2】図1の要部拡大断面図である。

【図3】ノズル部材を下側から見た図である。

【図4】ノズル部材の動作を説明するための模式図である。

【図5】液浸領域の液体の挙動を説明するための模式図である。

【図6】第2の実施形態に係る露光装置を示す図である。

【図7】第3の実施形態に係る露光装置を示す図である。

【図8】第4の実施形態に係る露光装置を示す図である。

【図9】第5の実施形態に係る露光装置を示す図である。

【図10】ノズル部材に接続された吹出部材と基板との位置関係を模式的に示す平面図である。

【図11】第6の実施形態に係る露光装置を示す図である。

【図12】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】

【0127】

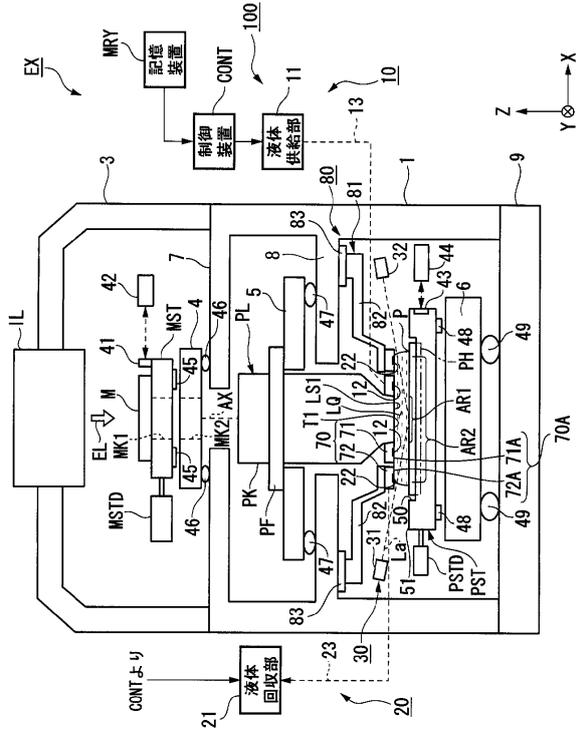
1...メインコラム、8...下側段部、10...液体供給機構、12...供給口、20...液体回収機構、22...回収口、30...フォーカス・レベリング検出系、70...ノズル部材、70A...下面、71...第1ノズル部材、71A...下面、72...第2ノズル部材、72A...下面、80、80'...ノズル調整機構、81...支持機構、83...駆動機構、100...液浸機構、150...気体吹出機構、151...吹出口、152...吹出部材、152A...下面、AR1...投影領域、AR2...液浸領域、EX...露光装置、LQ...液体、LS1...光学素子、P...基板、PK...鏡筒、PL...投影光学系、PST...基板ステージ、PSTD...基板ステージ駆動機構

10

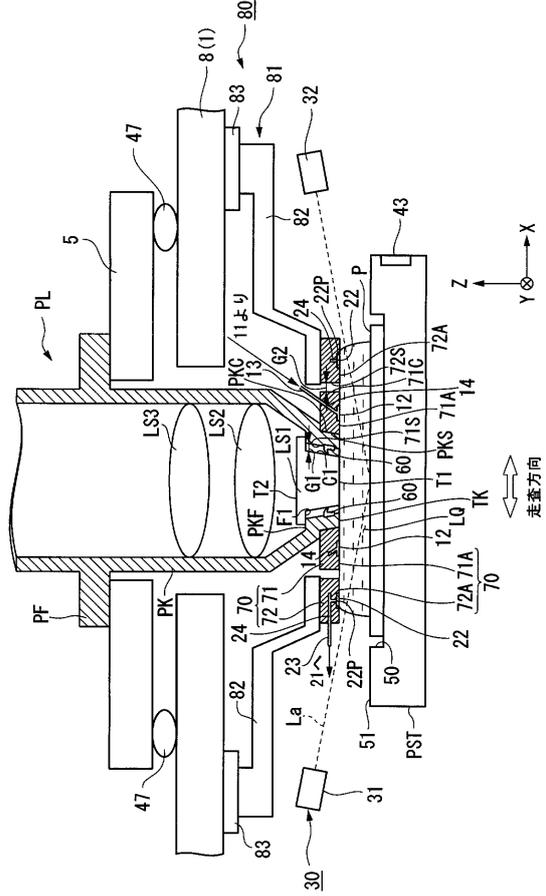
20

30

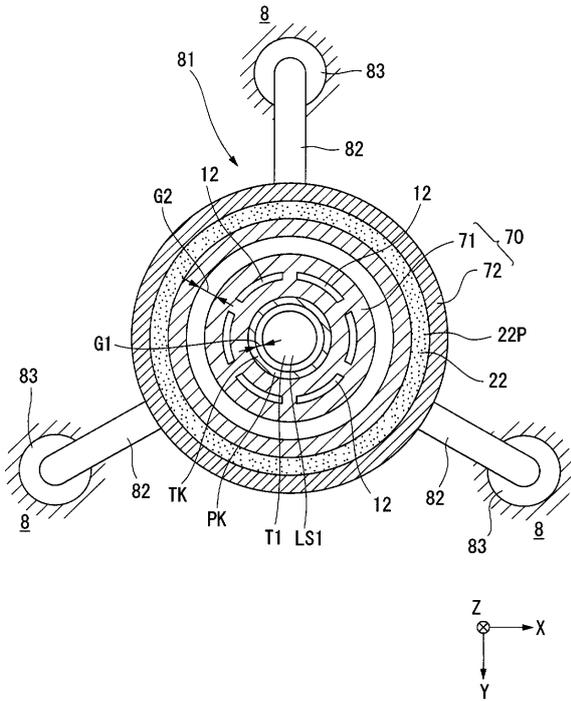
【図1】



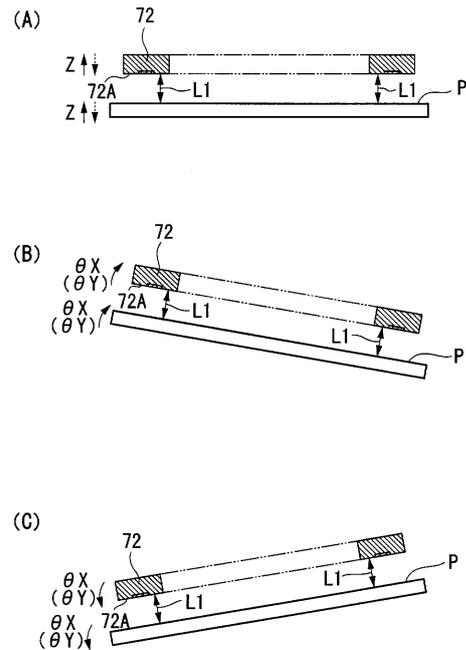
【図2】



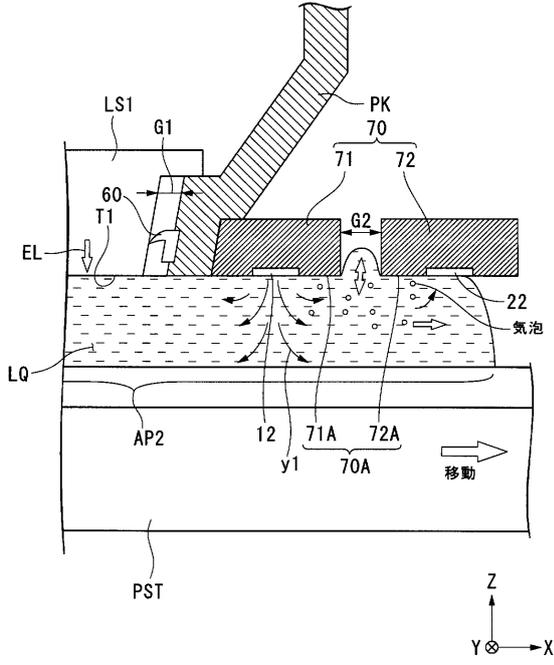
【図3】



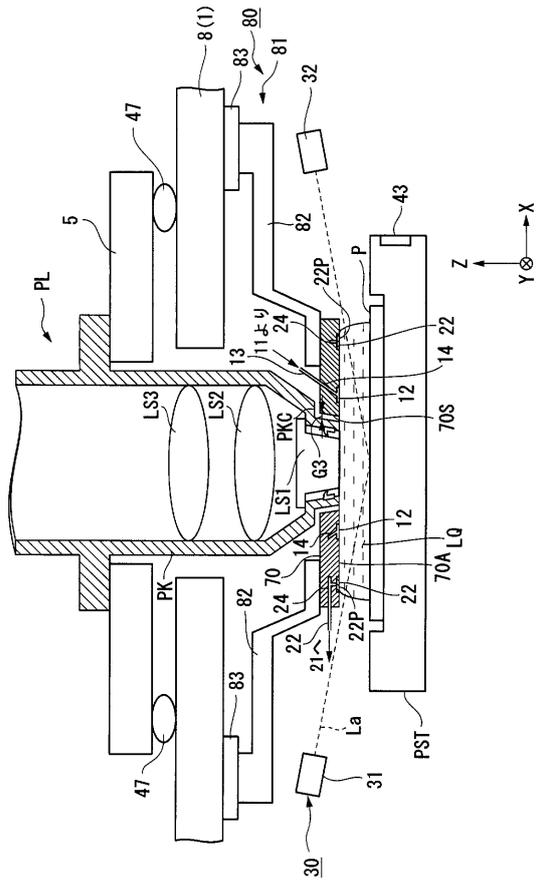
【図4】



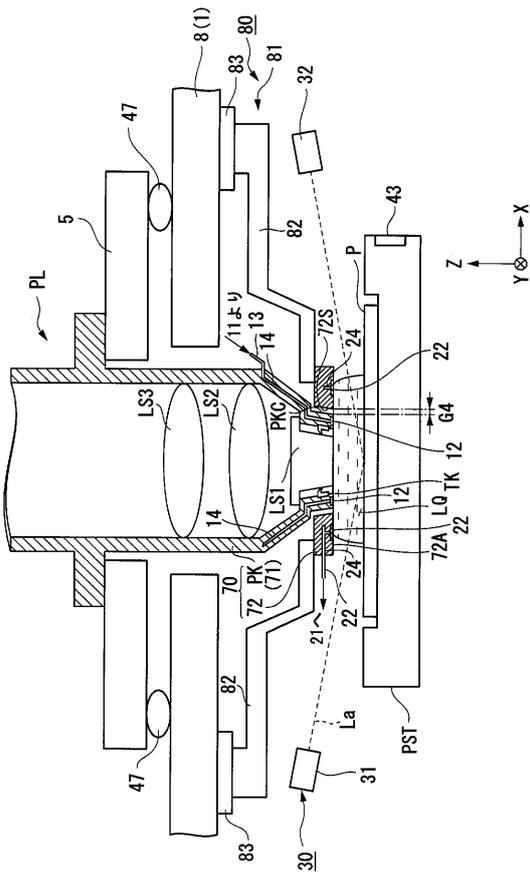
【図5】



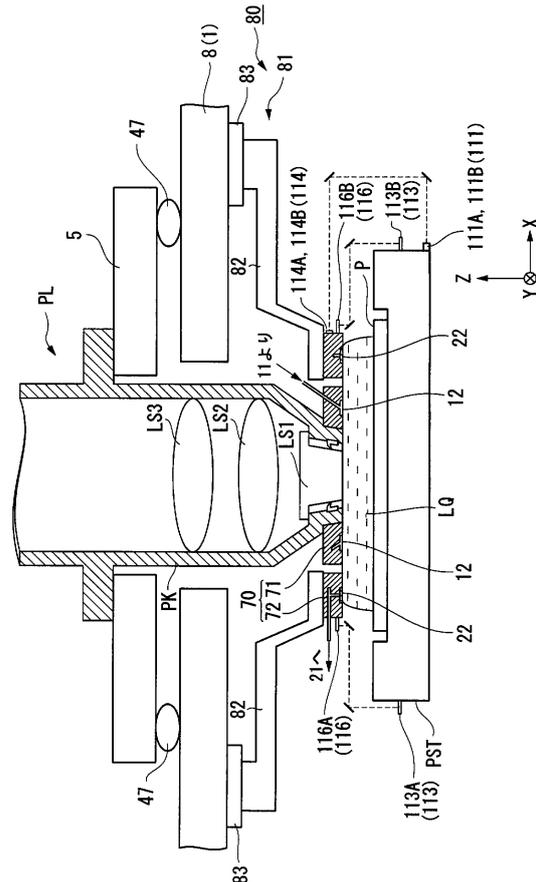
【図6】



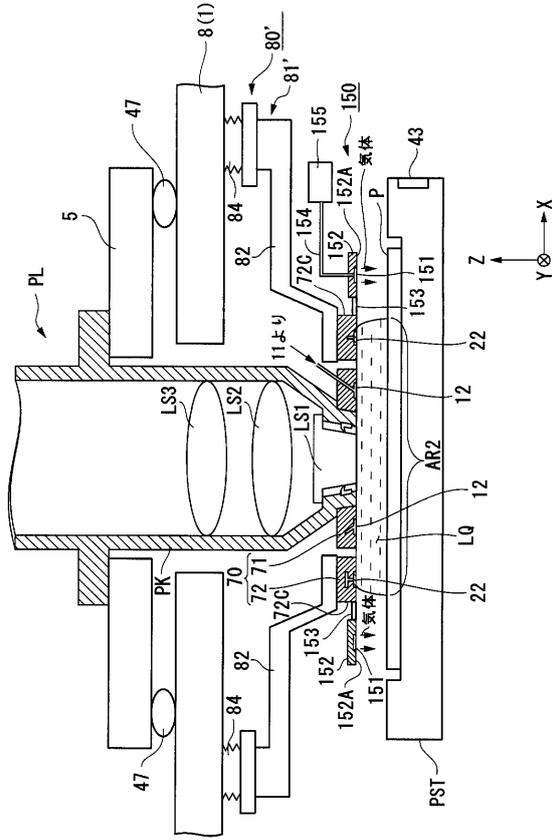
【図7】



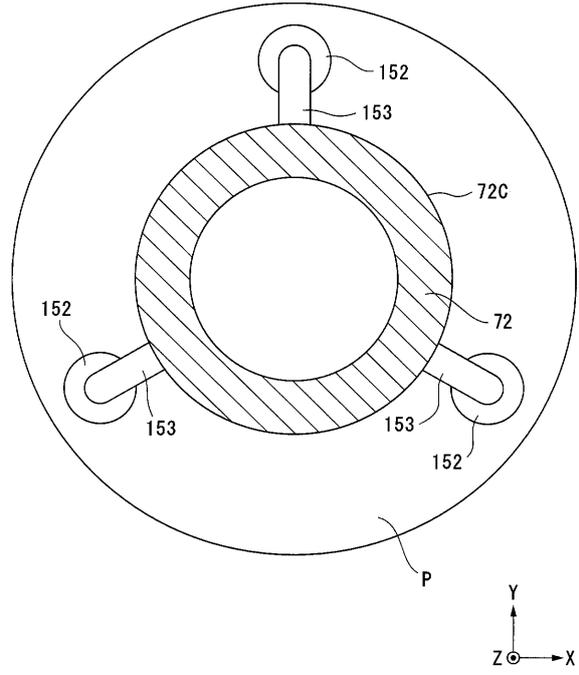
【図8】



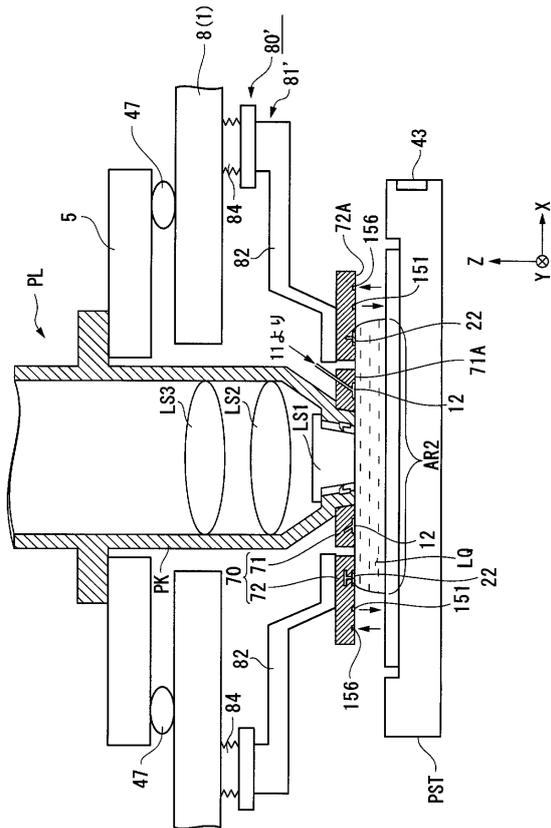
【図9】



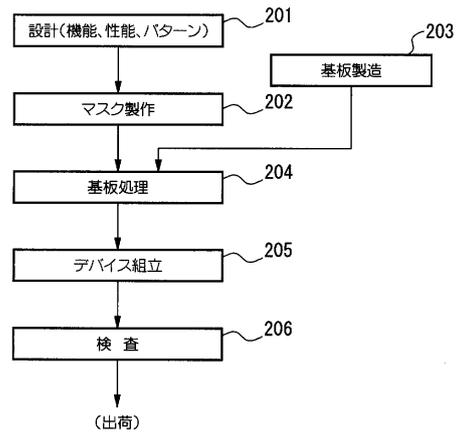
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

審査官 新井 重雄

- (56)参考文献 特開2005 - 340815 (JP, A)
特開2005 - 303167 (JP, A)
特開2005 - 191394 (JP, A)
特開2005 - 183744 (JP, A)
特開2005 - 159322 (JP, A)
特開2005 - 129914 (JP, A)

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