

(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2009-33111

(P2009-33111A)

(43) 公開日 平成21年2月12日(2009.2.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/027 (2006.01)	H O 1 L 21/30 5 1 5 D	5 F 0 4 6
G O 3 F 7/20 (2006.01)	H O 1 L 21/30 5 0 3 G	
	G O 3 F 7/20 5 2 1	

審査請求 未請求 請求項の数 60 O L (全 34 頁)

(21) 出願番号	特願2008-137409 (P2008-137409)	(71) 出願人	000004112
(22) 出願日	平成20年5月27日 (2008.5.27)		株式会社ニコン
(31) 優先権主張番号	特願2007-140474 (P2007-140474)		東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(32) 優先日	平成19年5月28日 (2007.5.28)	(74) 代理人	100064908
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 志賀 正武
(31) 優先権主張番号	特願2007-177217 (P2007-177217)	(74) 代理人	100108578
(32) 優先日	平成19年7月5日 (2007.7.5)		弁理士 高橋 詔男
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100107836
			弁理士 西 和哉
		(72) 発明者	長坂 博之
			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
		(72) 発明者	依田 安史
			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

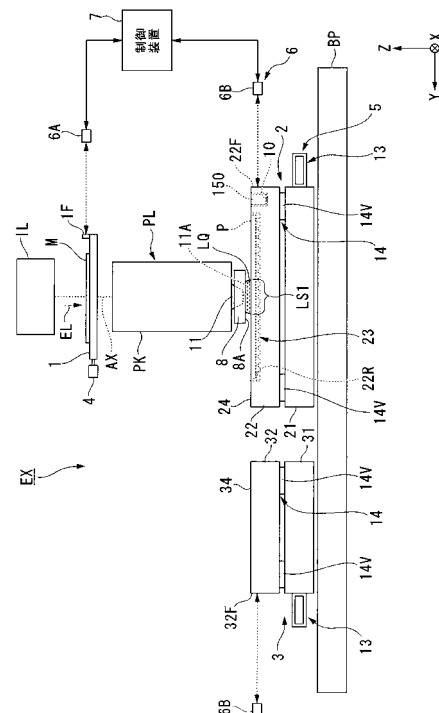
(54) 【発明の名称】 露光装置、デバイス製造方法、洗浄装置、及びクリーニング方法並びに露光方法

(57) 【要約】

【課題】 汚染に起因する性能の劣化を抑制できる露光装置を提供する。

【解決手段】 露光装置 E X は、露光用液体 L Q を介して露光光 E L で基板 P を露光する。露光装置 E X は、露光光を射出する光学素子 1 1 と、光学素子 1 1 の射出側で移動可能なステージ 2 , 3 2 と、ステージに搭載された所定部材 1 5 0 (C) と、所定部材を振動させることによって所定部材上に形成されている液浸空間の液体に振動を与える振動発生装置 (1 0) とを備える。汚染に起因する性能の劣化を抑制できる。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

露光用液体を介して露光光で基板を露光する露光装置であって、
前記露光光を射出する光学素子と、
前記光学素子の射出側で移動可能な可動部材と、
前記可動部材に搭載された所定部材と、
前記所定部材を振動させることによって前記所定部材上のクリーニング用液体に振動を与える振動発生装置と、を備え、
前記所定部材の表面の少なくとも一部は、前記露光用液体と前記クリーニング用液体の少なくとも一方に対して撥液性である露光装置。

10

【請求項 2】

前記振動発生装置は、前記所定部材に接続されている請求項 1 記載の露光装置。

【請求項 3】

前記振動発生装置は、圧電素子を含む請求項 1 又は 2 記載の露光装置。

【請求項 4】

前記振動発生装置は、前記クリーニング用液体に超音波を与える請求項 1 ~ 3 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 5】

前記クリーニング用液体は、所定の気体を水に溶解させたクリーニング水を含む請求項 1 ~ 4 のいずれか一項記載の露光装置。

20

【請求項 6】

前記クリーニング用液体は、前記露光用液体を含む請求項 1 ~ 4 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 7】

前記光学素子の近傍に配置された液浸部材を備え、
前記振動発生装置は、前記所定部材と前記液浸部材との間の前記クリーニング用液体に振動を与えることによって、前記液浸部材をクリーニングする請求項 1 ~ 6 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 8】

前記振動発生装置は、前記所定部材と前記光学素子との間の前記クリーニング用液体に振動を与えることによって、前記光学素子をクリーニングする請求項 1 ~ 7 のいずれか一項記載の露光装置。

30

【請求項 9】

前記液浸部材は、前記クリーニング用液体を供給する供給口を有する請求項 7 記載の露光装置。

【請求項 10】

前記液浸部材は、前記クリーニング用液体を回収する回収口を有する請求項 7 記載の露光装置。

【請求項 11】

前記クリーニング用液体を供給する供給口を備え、
前記供給口は、前記可動部材に配置されている請求項 7 ~ 10 のいずれか一項記載の露光装置。

40

【請求項 12】

前記所定部材は、前記液浸部材の下面と対向可能な第 1 面を有し、
前記可動部材は、前記液浸部材の下面と対向可能な第 2 面を有し、
前記第 1 面と前記第 2 面とは、所定のギャップを介して配置されている請求項 7 ~ 11 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 13】

前記第 2 面は、前記第 1 面の周囲に配置されている請求項 12 記載の露光装置。

【請求項 14】

50

前記第 1 面と前記第 2 面とは同一平面内に配置されている請求項 1 2 又は 1 3 記載の露光装置。

【請求項 1 5】

前記基板は、前記可動部材に保持され、

前記第 1 面及び前記第 2 面は、前記可動部材に保持された前記基板の表面と面一である請求項 1 4 記載の露光装置。

【請求項 1 6】

前記可動部材は、前記基板を保持せずに、計測器を搭載し、

前記第 1 面及び前記第 2 面は、前記計測器の表面と面一である請求項 1 4 記載の露光装置。

10

【請求項 1 7】

前記振動発生装置が発生する熱の発散を抑制する抑制装置をさらに備えた請求項 1 ~ 1 6 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 1 8】

前記振動発生装置の温度を調整する温度調整装置をさらに備えた請求項 1 ~ 1 7 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 1 9】

露光用液体を介して露光光で基板を露光する露光装置であって、

前記露光光を射出する光学素子と、

前記光学素子の射出側で移動可能な可動部材と、

前記可動部材に搭載された所定部材と、

前記所定部材を振動させることによって前記所定部材上のクリーニング用液体に振動を与える振動発生装置と、

前記振動発生装置が発生する熱の発散を抑制する抑制装置と、を備えた露光装置。

20

【請求項 2 0】

前記抑制装置は、温度調整用の流体を供給する流体供給装置を含む請求項 1 9 記載の露光装置。

【請求項 2 1】

前記抑制装置は、前記振動発生装置の周囲の少なくとも一部に配置された第 1 部材を含み、

前記流体供給装置から供給された前記流体を使って前記第 1 部材の温度を調整する請求項 2 0 記載の露光装置。

30

【請求項 2 2】

前記第 1 部材は、内部流路を有し、

前記流体は、前記内部流路を流れる請求項 2 1 記載の露光装置。

【請求項 2 3】

前記抑制装置は、前記振動発生装置の周囲の少なくとも一部に配置された第 1 部材を含む請求項 1 9 記載の露光装置。

【請求項 2 4】

前記抑制装置は、前記所定部材の周囲の少なくとも一部に配置された第 2 部材を含む請求項 2 1 ~ 2 3 のいずれか一項記載の露光装置。

40

【請求項 2 5】

前記振動発生装置は、圧電素子を含む請求項 1 9 ~ 2 4 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 2 6】

前記振動発生装置は、前記クリーニング用液体に超音波を与える請求項 1 9 ~ 2 5 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 2 7】

前記光学素子の近傍に配置された液浸部材を備え、

前記振動発生装置は、前記所定部材と前記液浸部材との間の前記クリーニング用液体に

50

振動を与えることによって、前記液浸部材をクリーニングする請求項 19 ~ 26 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 28】

前記振動発生装置は、前記所定部材と前記光学素子との間の前記クリーニング用液体に振動を与えることによって、前記光学素子をクリーニングする請求項 19 ~ 27 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 29】

前記可動部材は、前記基板を保持する請求項 19 ~ 28 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 30】

前記可動部材は、前記基板を保持せずに、計測器を搭載する請求項 19 ~ 28 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 31】

前記振動部材が前記可動部材に非接触で配置されている請求項 1 ~ 30 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 32】

前記振動発生装置は、振動防止部材を介して可動部材に設けられている請求項 1 ~ 31 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 33】

前記振動部材のクリーニング液と接する表面の大きさが、前記液浸部材と可動部材との間に形成される液浸空間よりも小さい請求項 7 または 27 に記載の露光装置。

【請求項 34】

請求項 1 ~ 33 のいずれか一項記載の露光装置を用いて基板を露光することと、露光された基板を現像することと、を含むデバイス製造方法。

【請求項 35】

露光用液体を介して露光光で基板を露光する液浸露光装置に用いられる洗浄装置であって、

所定部材と、

前記所定部材を振動させることによって前記所定部材に接触するクリーニング用液体に振動を与える振動発生装置と、を備え、

前記所定部材の表面の少なくとも一部は、前記露光用液体と前記クリーニング用液体の少なくとも一方に対して撥液性である洗浄装置。

【請求項 36】

前記振動発生装置は、前記所定部材に接続されている請求項 35 記載の洗浄装置。

【請求項 37】

前記振動発生装置は、圧電素子を含む請求項 35 又は 36 記載の洗浄装置。

【請求項 38】

前記振動発生装置が発生する熱の発散を抑制する抑制装置をさらに備えた請求項 35 ~ 37 のいずれか一項記載の洗浄装置。

【請求項 39】

前記振動発生装置の温度を調整する温度調整装置をさらに備えた請求項 35 ~ 38 のいずれか一項記載の洗浄装置。

【請求項 40】

前記クリーニング用液体は、所定の気体を水に溶解させたクリーニング水を含む請求項 35 ~ 39 のいずれか一項記載の洗浄装置。

【請求項 41】

前記クリーニング用液体は、前記露光用液体を含む請求項 35 ~ 40 のいずれか一項記載の洗浄装置。

【請求項 42】

前記振動発生装置は、前記クリーニング用液体に超音波振動を与える請求項 35 ~ 41

10

20

30

40

50

のいずれか一項記載の洗浄装置。

【請求項 4 3】

露光用液体を介して露光光で基板を露光する液浸露光装置に用いられる洗浄装置であって、

所定部材と、

前記所定部材を振動させることによって前記所定部材に接触するクリーニング用液体に振動を与える振動発生装置と、

前記振動発生装置が発生する熱の発散を抑制する抑制装置と、を備えた洗浄装置。

【請求項 4 4】

前記抑制装置は、温度調整用の流体を供給する流体供給装置を含む請求項 4 3 記載の洗浄装置。

【請求項 4 5】

前記抑制装置は、前記振動発生装置の周囲の少なくとも一部に配置された第 1 部材を含み、

前記流体供給装置から供給された前記流体を使って前記第 1 部材の温度を調整する請求項 4 4 記載の洗浄装置。

【請求項 4 6】

前記第 1 部材は、内部流路を有し、

前記流体は、前記内部流路を流れる請求項 4 5 記載の洗浄装置。

【請求項 4 7】

前記抑制装置は、前記所定部材の周囲の少なくとも一部に配置された第 2 部材を含む請求項 4 5 又は 4 6 記載の洗浄装置。

【請求項 4 8】

前記振動発生装置は、圧電素子を含む請求項 4 3 ~ 4 7 のいずれか一項記載の洗浄装置。

【請求項 4 9】

前記クリーニング用液体は、所定の気体を水に溶解させたクリーニング水を含む請求項 4 3 ~ 4 8 のいずれか一項記載の洗浄装置。

【請求項 5 0】

前記クリーニング用液体は、前記露光用液体を含む請求項 4 3 ~ 4 9 のいずれか一項記載の洗浄装置。

【請求項 5 1】

前記振動発生装置は、前記クリーニング用液体に超音波を与える請求項 4 3 ~ 5 0 のいずれか一項記載の洗浄装置。

【請求項 5 2】

前記振動発生装置から発生する振動が前記露光装置に伝達されることを防止する振動防止部材を備える請求項 4 3 ~ 5 1 のいずれか一項記載の洗浄装置。

【請求項 5 3】

請求項 4 3 ~ 5 2 のいずれか一項記載の洗浄装置を液浸露光装置内で用いるクリーニング方法であって、

前記洗浄装置の所定部材上にクリーニング用液体で液浸空間を形成することと、

前記液浸空間のクリーニング用液体に超音波振動を与えることとを含むクリーニング方法。

【請求項 5 4】

前記液浸露光装置の露光用液体と接する部位をクリーニング用液体で洗浄する請求項 5 3 記載のクリーニング方法。

【請求項 5 5】

前記露光用液体と接する部位は、前記露光装置に設けられた光学素子の一部または露光用液体を供給する液体供給部材の一部である請求項 5 4 に記載のクリーニング方法。

【請求項 5 6】

10

20

30

40

50

第 1 及び第 2 テーブルを有する露光装置を用いて露光光で露光液体を介して基板を露光する液浸露光方法であって、

光学素子と、前記第 1 テーブルに設けられた計測器との間に置かれた露光液体を介して露光条件を決定するための計測を実行することと；

基板と前記光学素子との間の露光液体を介して露光光で前記基板を露光することと；

前記第 1 または前記第 2 テーブルに設けられた振動子と前記光学素子との間にクリーニング液体を置いて、前記振動子を振動させることにより前記露光装置の前記露光液体と接する部位を洗浄することを含む液浸露光方法。

【請求項 57】

前記第 1 テーブルに設けられた振動子と前記光学素子との間にクリーニング液体を置いて、前記振動子を振動させることによりまたは前記露光装置の前記露光液体と接する部位を洗浄する請求項 56 に記載の露光方法。

【請求項 58】

前記第 2 テーブルで基板の交換を行う間に、前記露光装置の前記露光液体と接する部位の洗浄を行う請求項 57 に記載の露光方法。

【請求項 59】

前記クリーニング液体と接する表面が撥液性である請求項 56 ~ 58 のいずれか一項に記載の露光方法。

【請求項 60】

前記振動子に、前記クリーニング液体と接する振動部材が接続されている請求項 56 ~ 59 のいずれか一項に記載の露光方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板を露光する露光装置、デバイス製造方法、洗浄装置、及び露光装置のクリーニング方法並びに露光方法に関する。

【背景技術】

【0002】

フォトリソグラフィ工程で用いられる露光装置において、下記特許文献に開示されているような、液体を介して露光光で基板を露光する液浸露光装置が知られている。

【特許文献 1】国際公開第 99 / 49504 号パンフレット

【特許文献 2】特開 2004 - 289127 号公報

【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、液浸空間の液体と接触する部材が汚染する可能性がある。その部材が汚染された状態を放置しておくと、露光装置の性能が劣化し、基板を良好に露光できなくなる可能性がある。

【0004】

本発明は、汚染に起因する性能の劣化を抑制できる露光装置、及びその露光装置を用いるデバイス製造方法を提供することを目的とする。また本発明は、液浸露光装置を良好にクリーニングできる洗浄装置、及びその洗浄装置を用いるクリーニング方法並びに露光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】

本発明の第 1 の態様に従えば、露光用液体を介して露光光で基板を露光する露光装置であって、露光光を射出する光学素子と、光学素子の射出側で移動可能な可動部材と、可動部材に搭載された所定部材と、所定部材を振動させることによって所定部材上のクリーニング用液体に振動を与える振動発生装置と、を備え、前記所定部材の表面の少なくとも一部は、前記露光用液体と前記クリーニング用液体の少なくとも一方に対して撥液性である

10

20

30

40

50

露光装置が提供される。

【0006】

本発明の第2の態様に従えば、露光用液体を介して露光光で基板を露光する露光装置であって、露光光を射出する光学素子と、光学素子の射出側で移動可能な可動部材と、可動部材に搭載された所定部材と、所定部材を振動させることによって所定部材上のクリーニング用液体に振動を与える振動発生装置と、振動発生装置が発生する熱の発散を抑制する抑制装置と、を備えた露光装置が提供される。

【0007】

本発明の第3の態様に従えば、上記態様の露光装置を用いて基板を露光することと、露光された基板を現像することと、を含むデバイス製造方法が提供される。

10

【0008】

本発明の第4の態様に従えば、露光用液体を介して露光光で基板を露光する液浸露光装置に用いられる洗浄装置であって、所定部材と、所定部材を振動させることによって所定部材に接触するクリーニング用液体に振動を与える振動発生装置と、を備え、所定部材の表面の少なくとも一部は、露光用液体とクリーニング用液体の少なくとも一方に対して撥液性である洗浄装置が提供される。

【0009】

本発明の第5の態様に従えば、露光用液体を介して露光光で基板を露光する液浸露光装置に用いられる洗浄装置であって、所定部材と、所定部材を振動させることによって所定部材に接触するクリーニング用液体に振動を与える振動発生装置と、振動発生装置が発生する熱の発散を抑制する抑制装置と、を備えた洗浄装置が提供される。

20

【0010】

本発明の第6の態様に従えば、露光用液体を介して露光光で基板を露光する液浸露光装置において、上記態様の洗浄装置の所定部材上にクリーニング用液体で液浸空間を形成することと、液浸空間のクリーニング用液体に超音波振動を与えることと、を含むクリーニング方法が提供される。

【0011】

本発明の第7の態様に従えば、第1及び第2テーブルを有する露光装置を用いて露光光で露光液体を介して基板を露光する液浸露光方法であって、光学素子と、第1テーブルに設けられた計測器との間に置かれた露光液体を介して露光条件を決定するための計測を実行することと；基板と前記光学素子との間に維持しつつ露光光で露光液体を介して基板を露光することと；前記第1または前記第2テーブルに設けられた振動子と前記光学素子との間にクリーニング液体を置いて、前記振動子を振動させることにより前記露光装置の露光液体と接する部位を洗浄することを含む液浸露光方法が提供される。

30

【発明の効果】

【0012】

上記本発明の各態様によれば、汚染に起因する露光装置の性能の劣化を抑制できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明の露光装置及びそれに用いる洗浄装置に関する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。なお、以下の説明においては、XYZ直交座標系を設定し、このXYZ直交座標系を参照しつつ露光装置及びそれに用いる洗浄装置の各部材の位置関係について説明する。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軸方向のそれぞれに直交する方向（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、X、Y、及びZ方向とする。

40

【0014】

<第1実施形態>

第1実施形態について説明する。図1は、第1実施形態に係る露光装置EXを示す概略構成図である。本実施形態においては、露光装置EXが、例えば米国特許第6,897,

50

9 6 3 号公報、欧州特許出願公開第 1, 7 1 3, 1 1 3 号公報等に掲載されているような、基板 P を保持して移動可能な基板ステージ 2 と、基板 P を保持せずに、露光に関する所定の計測を実行可能な計測器を搭載して移動可能な計測ステージ 3 とを備えた露光装置である場合を例にして説明する。

【0015】

図 1 において、露光装置 E X は、マスク M を保持して移動可能なマスクステージ 1 と、基板 P を保持して移動可能な基板ステージ 2 と、基板 P を保持せずに、露光に関する所定の計測を実行可能な計測器を搭載し、基板ステージ 2 とは独立して移動可能な計測ステージ 3 と、マスクステージ 1 を移動する第 1 駆動システム 4 と、基板ステージ 2 及び計測ステージ 3 を移動する第 2 駆動システム 5 と、各ステージの位置情報を計測するレーザ干渉計 6 A、6 B を含む干渉計システム 6 と、マスク M を露光光 E L で照明する照明系 I L と、露光光 E L で照明されたマスク M のパターンの像を基板 P に投影する投影光学系 P L と、露光装置 E X 全体の動作を制御する制御装置 7 とを備えている。

10

【0016】

なお、ここでいう基板 P は、デバイスを製造するための露光用基板であって、シリコンウエハのような半導体ウエハ等の基材に感光材（フォトリソグ）の膜を形成したものを含み、感光材に加えて保護膜（トップコート膜）などの各種の膜を塗布したものも含む。マスク M は、基板 P に投影されるデバイスパターンが形成されたレチクルを含む。本実施形態においては、マスクとして透過型のマスクを用いるが、反射型のマスクを用いることもできる。透過型マスクは、遮光膜でパターンが形成されるバイナリマスクに限られず、例えばハーフトーン型、あるいは空間周波数変調型などの位相シフトマスクも含む。

20

【0017】

本実施形態の露光装置 E X は、露光用液体 L Q を介して露光光 E L で基板 P を露光する液浸露光装置であって、露光光 E L の光路空間の少なくとも一部が露光用液体 L Q で満たされるように、露光用液体 L Q で第 1 液浸空間 L S 1 を形成する。本実施形態においては、投影光学系 P L の複数の光学素子のうち、投影光学系 P L の像面に最も近い終端光学素子 1 1 と、その終端光学素子 1 1 と対向する物体との間の露光光 E L の光路空間が露光用液体 L Q で満たされるように第 1 液浸空間 L S 1 が形成される。本明細書では、「液浸空間」を実際に液体で満たされている空間または領域を液浸空間と呼んでいる。終端光学素子 1 1 は、投影光学系 P L の像面に向けて露光光 E L を射出する下面（射出面）1 1 A を有し、第 1 液浸空間 L S 1 は、終端光学素子 1 1 の下面 1 1 A と、その終端光学素子 1 1 の射出面 1 1 A と対向する物体との間の露光光 E L の光路空間を露光用液体 L Q で満たすように形成される。露光装置 E X は、露光用液体 L Q を介して基板 P に露光光 E L を照射して、その基板 P を露光する。

30

【0018】

本実施形態の露光装置 E X は、第 1 液浸空間 L S 1 を形成可能なノズル部材 8 を備えている。ノズル部材 8 は、終端光学素子 1 1 の近傍に配置されている。ノズル部材 8 は、終端光学素子 1 1 の下面 1 1 A と対向する位置に配置される物体と対向可能な下面 8 A を有する。本実施形態においては、終端光学素子 1 1 及びノズル部材 8 と、その終端光学素子 1 1 及びノズル部材 8 と対向する物体との間に保持される露光用液体 L Q によって第 1 液浸空間 L S 1 が形成される。

40

【0019】

終端光学素子 1 1 及びノズル部材 8 と対向可能な物体は、終端光学素子 1 1 の射出側（投影光学系 P L の像面側）で移動可能な物体を含む。本実施形態においては、終端光学素子 1 1 の射出側で移動可能な物体は、基板ステージ 2、基板ステージ 2 に保持された基板 P、及び計測ステージ 3 の少なくとも 1 つを含む。

【0020】

また、本実施形態においては、所定のタイミングで、終端光学素子 1 1 及びノズル部材 8 と、その終端光学素子 1 1 及びノズル部材 8 と対向する物体との間に、クリーニング用液体 L C で第 2 液浸空間 L S 2 が形成される。クリーニング用液体 L C で第 2 液浸空間 L

50

S 2 を形成することによって、その第 2 液浸空間 L S 2 のクリーニング用液体 L C と接触する部材の表面をクリーニングすることができる。

【 0 0 2 1 】

本実施形態においては、上述の物体の表面の一部の領域（局所的な領域）が液体で覆われるように液浸空間が形成され、その物体の表面とノズル部材 8 の下面 8 A との間に液体の界面（メニスカス、エッジ）が形成される。基板 P の露光時には、投影光学系 P L の投影領域を含む基板 P 上の一部の領域が第 1 液体 L Q で覆われるように第 1 液浸空間 L S 1 が形成される。すなわち、本実施形態の液浸露光装置 E X は、局所液浸方式を採用する。

【 0 0 2 2 】

なお、上述した、露光光 E L の光路空間は、露光光 E L が通過する光路を含む空間である。液浸空間は、液体で満たされた空間である。また、以下の説明においては、露光用液体 L Q を適宜、第 1 液体 L Q、と称し、クリーニング用液体 L C を適宜、第 2 液体 L C、と称する。

【 0 0 2 3 】

また、本実施形態の露光装置 E X は、基板ステージ 2（基板テーブル 2 2）に搭載された振動部材 1 5 0 と、振動部材 1 5 0 を振動させる振動発生装置 1 0 とを備えている。振動発生装置 1 0 は、振動部材 1 5 0 を振動させることによって、振動部材 1 5 0 上に形成される液浸空間の液体に振動を与える。

【 0 0 2 4 】

照明系 I L は、マスク M 上の所定の照明領域を均一な照度分布の露光光 E L で照明する。照明系 I L から射出される露光光 E L 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 K r F エキシマレーザ光（波長 2 4 8 n m）等の遠紫外光（D U V 光）、A r F エキシマレーザ光（波長 1 9 3 n m）及び F₂ レーザ光（波長 1 5 7 n m）等の真空紫外光（V U V 光）などが用いられる。本実施形態においては、露光光 E L として、A r F エキシマレーザ光が用いられる。

【 0 0 2 5 】

マスクステージ 1 は、マスク M を保持した状態で、第 1 駆動システム 4 により、X 軸、Y 軸、及び Z 方向の 3 つの方向に移動可能である。第 1 駆動システム 4 は、例えばリニアモータ等のアクチュエータを含む。マスクステージ 1（マスク M）の位置情報は、干渉計システム 6 のレーザ干渉計 6 A によって計測される。レーザ干渉計 6 A は、マスクステージ 1 に設けられた計測ミラー 1 F を用いて、マスクステージ 1 の X 軸、Y 軸、及び Z 方向に関する位置情報を計測する。制御装置 7 は、干渉計システム 6 の計測結果に基づいて、第 1 駆動システム 4 を用いて、マスクステージ 1（マスク M）の位置制御を行う。

【 0 0 2 6 】

投影光学系 P L は、マスク M のパターンの像を所定の投影倍率で基板 P に投影する。投影光学系 P L の光学素子は、鏡筒 P K で保持されている。本実施形態の投影光学系 P L は、その投影倍率が例えば 1 / 4、1 / 5、1 / 8 等の縮小系である。なお、投影光学系 P L は等倍系及び拡大系のいずれでもよい。本実施形態においては、投影光学系 P L の光軸 A X は Z 軸方向と平行である。また、投影光学系 P L 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、投影光学系 P L は、倒立像と正立像とのいずれを形成してもよい。図示していないが、投影光学系 P L は、防振機構を介して 3 本の支柱で支持される鏡筒定盤に搭載されるが、例えば、国際公開第 2 0 0 6 / 0 3 8 9 5 2 号パンフレットに開示されているように、投影光学系 P L の上方に配置される不図示のメインフレーム部材、あるいはマスクステージ 1 が配置されるベース部材などに対して投影光学系を吊り下げ支持しても良い。

【 0 0 2 7 】

基板ステージ 2 は、ステージ本体 2 1 と、ステージ本体 2 1 上に搭載された基板テーブル 2 2 とを有する。基板テーブル 2 2 は、基板 P を着脱可能に保持する保持部 2 3 を有する。保持部 2 3 は、基板 P の表面と X Y 平面とがほぼ平行となるように、基板 P を保持す

10

20

30

40

50

る。基板テーブル 22 は、第 1 凹部 22 R を有し、保持部 23 は、第 1 凹部 22 R に配置されている。第 1 凹部 22 R の周囲には、基板テーブル 22 の上面 24 が配置される。基板テーブル 22 の上面 24 は、保持部 23 に保持された基板 P の表面の周囲に配置される。上面 24 は、ほぼ平坦であり、保持部 23 に保持された基板 P の表面とほぼ同一平面内（XY 平面内）に配置される。すなわち、基板テーブル 22 の上面 24 と、保持部 23 に保持された基板 P の表面とは、ほぼ面一である。保持部 23 に保持された基板 P の表面、及び基板テーブル 22 の上面 24 は、終端光学素子 11 の下面 11 A 及びノズル部材 8 の下面 8 A と対向可能である。

【0028】

計測ステージ 3 は、ステージ本体 31 と、ステージ本体 31 上に搭載された計測テーブル 32 とを有する。計測テーブル 32 には、計測器の少なくとも一部が搭載されている。計測器は、アライメントセンサ用のマークのような基準マークが形成された基準部材、各種の光電センサを含む。計測器は、例えば米国特許第 4,465,368 号に開示される照度むらセンサ、例えば米国特許出願公開第 2002/0041377 号に開示される、投影光学系 PL により投影されるパターンの空間像（投影像）の光強度を計測する空間像計測器、例えば米国特許出願公開第 2002/0061469 号に開示される照度モニタ、及び欧州特許第 1,079,223 号に開示される波面収差計測器である。計測テーブル 32 の上面 34 は、ほぼ平坦であり、XY 平面とほぼ平行である。計測テーブル 32 の上面 34 は、終端光学素子 11 の下面 11 A 及びノズル部材 8 の下面 8 A と対向可能である。

【0029】

第 2 駆動システム 5 は、基板ステージ 2 及び計測ステージ 3 のそれぞれを移動可能である。第 2 駆動システム 5 は、ベース部材 BP 上で各ステージ本体 21、31 を移動する粗動システム 13 と、各ステージ本体 21、31 上で各テーブル 22、32 を移動する微動システム 14 とを備えている。

【0030】

粗動システム 13 は、リニアモータ等のアクチュエータを含み、ベース部材 BP 上の各ステージ本体 21、31 を、X 軸、Y 軸、及び Z 方向に移動可能である。粗動システム 13 によって各ステージ本体 21、31 が X 軸、Y 軸、及び Z 方向に移動することによって、その各ステージ本体 21、31 上に搭載されている各テーブル 22、32 も、各ステージ本体 21、31 と一緒に、X 軸、Y 軸、及び Z 方向に移動する。

【0031】

微動システム 14 は、各ステージ本体 21、31 と各テーブル 22、32 との間に介在された、例えばボイスコイルモータ等のアクチュエータ 14 V と、各アクチュエータ 14 V の駆動量を計測する不図示の計測装置（エンコーダなど）を含み、各ステージ本体 21、31 上の各テーブル 22、32 を、少なくとも Z 軸、X、及び Y 方向に移動可能である。また、微動システム 14 は、各ステージ本体 21、31 上の各テーブル 22、32 を、X 軸、Y 軸、及び Z 方向に移動（微動）可能である。

【0032】

粗動システム 13 及び微動システム 14 を含む第 2 駆動システム 5 によって、基板テーブル 22 は、保持部 23 に基板 P を保持した状態で、X 軸、Y 軸、Z 軸、X、Y、及び Z 方向の 6 つの方向に移動可能である。同様に、第 2 駆動システム 5 によって、計測テーブル 32 は、計測器を搭載した状態で、X 軸、Y 軸、Z 軸、X、Y、及び Z 方向の 6 つの方向に移動可能である。

【0033】

基板テーブル 22（基板 P）の位置情報、及び計測テーブル 32 の位置情報は、干渉計システム 6 のレーザ干渉計 6 B によって計測される。レーザ干渉計 6 B は、各テーブル 22、32 それぞれの計測ミラー 22 F、32 F を用いて、各テーブル 22、32 の X 軸、Y 軸、及び Z 方向に関する位置情報を計測する。また、基板テーブル 22 の保持部 23 に保持されている基板 P の表面の面位置情報（Z 軸、X、及び Y 方向に関する位置情

報)、及び計測テーブル32の上面の所定領域の面位置情報は、フォーカス・レベリング検出システム(不図示)によって検出される。制御装置7は、干渉計システム6のレーザ干渉計6Bの計測結果及びフォーカス・レベリング検出システムの検出結果に基づいて、第2駆動システム5を用いて、基板テーブル22(基板P)の位置制御、及び計測テーブル32の位置制御を行う。

【0034】

図2は、基板テーブル22及びノズル部材8の近傍を示す側断面図、図3は、本実施形態に係る基板テーブル22を示す斜視図である。図1、図2、及び図3に示すように、本実施形態において、基板テーブル22には、振動部材150が搭載されている。基板テーブル22は、末端光学素子11の射出側で移動可能であり、その基板テーブル22に搭載されている振動部材150も、末端光学素子11の射出側で移動可能である。振動部材150は、ロッド状の部材である。本実施形態においては、振動部材150は、石英で形成されている。基板テーブル22は、第1凹部22Rとは別の第2凹部150Rを有し、振動部材150は、第2凹部150Rに配置されている。第2凹部150Rの上端の周囲には、基板テーブル22の上面24が配置されている。

10

【0035】

振動部材150は、末端光学素子11の下面11A及びノズル部材8の下面8Aと対向可能な上面151を有する。本実施形態においては、振動部材150の上面151は、平坦である。本実施形態においては、振動部材150は、上面151とXY平面とがほぼ平行となるように、第2凹部150Rに配置される。ただし、振動部材150の上面151は、曲面であってもよいし、XY平面に対して傾斜していてもよい。

20

【0036】

第2凹部150Rに配置された振動部材150の上面151の周囲には、基板テーブル22の上面24が配置される。振動部材150の上面151と基板テーブル22の上面24とは、所定のギャップGを介して配置されている。すなわち、基板テーブル22の上面24を形成する部材と振動部材151の間にはギャップが形成されている。本実施形態においては、ギャップGは、例えば0.1mm程度である。

【0037】

また、本実施形態においては、振動部材150の上面151と、基板テーブル22の上面24とは、同一平面内(XY平面内)に配置されている。換言すれば、振動部材150の上面151と、基板テーブル22の上面24とは、ほぼ面一である。また、振動部材150の上面151及び基板テーブル22の上面24は、基板テーブル22の保持部23に保持された基板Pの表面とほぼ面一である。

30

【0038】

振動部材150には、振動発生装置10が接続されている。本実施形態においては、振動発生装置10は、振動部材150の下面152に接続されている。振動発生装置10は、第2凹部150Rの内側に配置されており、その第2凹部150Rの内側において、振動部材150の下面152に接続されている。

【0039】

振動発生装置10は、振動部材150を振動させる。振動発生装置10は、超音波発生装置を含み、振動部材150に超音波を与える。本実施形態において、振動発生装置10は、水晶振動子またはPZT(ジルコン酸チタン酸鉛)のような圧電素子と、圧電素子を駆動する回路を含む。上記圧電素子に代えて、フェライトコアにコイルを巻回した磁歪型振動子を用いてもよい。振動発生装置10は、制御装置7によって制御され、露光装置のEXの制御装置7は、振動発生装置10を用いて、振動部材150を振動させる。圧電素子の駆動回路は、制御装置7に組み込まれていてもよい。以下の説明において、振動発生装置10を適宜、超音波発生装置10と称する。

40

【0040】

図2に示すように、ノズル部材8は、末端光学素子11の近傍に配置されている。ノズル部材8は、環状の部材であって、末端光学素子11(露光光ELの光路空間)の周囲に

50

配置されている。例えば基板 P 上に第 1 液浸空間 L S 1 を形成する場合、終端光学素子 1 1 の下面 1 1 A 及びノズル部材 8 の下面 8 A と基板 P の表面との間に第 1 液体 L Q が保持される。

【0041】

ノズル部材 8 は、第 1 液体 L Q を供給可能な供給口 8 1 と、第 1 液体 L Q を回収可能な回収口 8 2 とを有する。回収口 8 2 は、ノズル部材 8 の下面 8 A の一部に配置されている。また、終端光学素子 1 1 の下面 1 1 A と対向するノズル部材 8 の一部に開口 8 K が形成されている。終端光学素子 1 1 の下面 1 1 A から射出された露光光 E L は、開口 8 K を通過し、基板 P に照射される。

【0042】

露光装置 E X は、第 1 液体 L Q を発生する第 1 液体供給装置 8 6 と、第 2 液体 L C を発生する第 2 液体供給装置 9 6 と、液体を回収可能な液体回収装置 8 9 とを備えている。第 1 液体供給装置 8 6、第 2 液体供給装置 9 6、及び液体回収装置 8 9 は、制御装置 7 に制御される。第 1 液体供給装置 8 6 と供給口 8 1 とは、ノズル部材 8 の内部に形成された供給流路 8 4、及び供給管 8 5 を介して接続されている。液体回収装置 8 9 と回収口 8 2 とは、ノズル部材 8 の内部に形成された回収流路 8 7、及び回収管 8 8 を介して接続されている。第 2 液体供給装置 9 6 は、流路切替機構 1 6 0 を介して、供給管 8 5 と接続されている。流路切替機構 1 6 0 は、制御装置 7 に制御される。

【0043】

上述のように、第 1 液体 L Q は、露光用液体である。第 1 液体供給装置 8 6 は、清浄で温度調整された第 1 液体 L Q を、供給口 8 1 に向けて送出可能である。第 2 液体 L C は、クリーニング用液体である。第 2 液体供給装置 9 6 は、第 2 液体 L C を、供給口 8 1 に向けて送出可能である。液体回収装置 8 9 は、真空システムを含み、第 1 液体 L Q 及び第 2 液体 L C を回収可能である。

【0044】

本実施形態において、制御装置 7 は、流路切替機構 1 6 0、第 1 液体供給装置 8 6、及び第 2 液体供給装置 9 6 を制御して、第 1 液体供給装置 8 6 から送出された第 1 液体 L Q が供給口 8 1 へ供給されるとき、第 2 液体供給装置 9 6 から供給口 8 1 への第 2 液体 L C の供給を停止することができる。また、制御装置 7 は、第 2 液体供給装置 9 6 から送出された第 2 液体 L C が供給口 8 1 へ供給されるとき、第 1 液体供給装置 8 6 から供給口 8 1 への第 1 液体 L Q の供給を停止することができる。

【0045】

例えば、第 1 液体 L Q で第 1 液浸空間 L S 1 を形成するために、制御装置 7 は、第 2 液体供給装置 9 6 から供給口 8 1 への第 2 液体 L C の供給を停止し、第 1 液体供給装置 8 6 から第 1 液体 L Q を送出する。第 1 液体供給装置 8 6 から送出された第 1 液体 L Q は、供給管 8 5、及びノズル部材 8 の供給流路 8 4 を流れた後、供給口 8 1 に供給される。供給口 8 1 は、第 1 液体 L Q で第 1 液浸空間 L S 1 を形成するために、第 1 液体供給装置 8 6 からの第 1 液体 L Q を供給する。また、液体回収装置 8 9 の作動によって、回収口 8 2 から回収された第 1 液体 L Q は、ノズル部材 8 の回収流路 8 7 を流れた後、回収管 8 8 を介して液体回収装置 8 9 に回収される。制御装置 7 は、供給口 8 1 を用いる第 1 液体 L Q の供給動作と並行して、回収口 8 2 を用いる第 1 液体 L Q の回収動作を実行することによって、第 1 液浸空間 L S 1 を形成する。

【0046】

また、第 2 液体 L C で第 2 液浸空間 L S 2 を形成するために、制御装置 7 は、第 1 液体供給装置 8 6 から供給口 8 1 への第 1 液体 L Q の供給を停止し、第 2 液体供給装置 9 6 から第 2 液体 L C を送出する。第 2 液体供給装置 9 6 から送出された第 2 液体 L C は、供給管 8 5、及びノズル部材 8 の供給流路 8 4 を流れた後、供給口 8 1 に供給される。供給口 8 1 は、第 2 液体 L C で第 2 液浸空間 L S 2 を形成するために、第 2 液体供給装置 9 6 からの第 2 液体 L C を供給する。また、液体回収装置 8 9 の作動によって、回収口 8 2 から回収された第 2 液体 L C は、ノズル部材 8 の回収流路 8 7 を流れた後、回収管 8 8 を介し

て液体回収装置 8 9 に回収される。制御装置 7 は、供給口 8 1 を用いる第 2 液体 L C の供給動作と並行して、回収口 8 2 を用いる第 2 液体 L C の回収動作を実行することによって、第 2 液浸空間 L S 2 を形成する。

【 0 0 4 7 】

このように、本実施形態においては、供給口 8 1 は、第 1 液体 L Q 及び第 2 液体 L C のそれぞれを供給可能である。

【 0 0 4 8 】

本実施形態においては、第 1 液体 L Q として、水（純水）を用いる。

【 0 0 4 9 】

また、本実施形態においては、第 2 液体 L C として、第 1 液体 L Q と異なるものを用いる。本実施形態においては、第 2 液体 L C として、水素ガスを水に溶解させた水素水（水素溶解水）を用いる。

【 0 0 5 0 】

なお、第 2 液体 L C として、オゾンガスを水に溶解させたオゾン水（オゾン溶解水）、窒素ガスを水に溶解させた窒素水（窒素溶解水）、アルゴンガスを水に溶解させたアルゴン水（アルゴン溶解水）、二酸化炭素ガスを水に溶解させた二酸化炭素水（二酸化炭素溶解水）等、所定のガスを水に溶解させた溶解ガス制御水を用いてもよい。また、大気圧下の溶解度以上にガスを溶解させたガス過飽和水でもよい。また、第 2 液体 L C として、過酸化水素を水に添加した過酸化水素水、塩酸（次亜塩素酸）を水に添加した塩素添加水、アンモニアを水に添加したアンモニア水、コリンを溶解させたコリン水、及び硫酸を水に添加した硫酸添加水等、所定の薬液を水に添加した薬液添加水を用いてもよい。また、第 2 液体 L C として、エタノール、及びメタノール等のアルコール類、エーテル類、ガンマブチロラクトン、シンナー類、界面活性剤、H F E 等のフッ素系溶剤を用いてもよい。

【 0 0 5 1 】

本実施形態において、振動部材 1 5 0 の上面 1 5 1 は、第 1 液体 L Q 及び第 2 液体 L C に対して撥液性を有する。第 1 液体 L Q 及び第 2 液体 L C に対する振動部材 1 5 0 の上面 1 5 1 の接触角は、90 度以上である。本実施形態においては、振動部材 1 5 0 の上面 1 5 1 は、例えばフッ素系樹脂（P T F E、P F A など）等、撥液性を有する材料の膜で形成されている。なお、振動部材 1 5 0 の側面も、第 1 液体 L Q 及び第 2 液体 L C に対して撥液性を有することが望ましい。

【 0 0 5 2 】

同様に、基板テーブル 2 2 の上面 2 4 は、第 1 液体 L Q 及び第 2 液体 L C に対して撥液性を有する。第 1 液体 L Q 及び第 2 液体 L C に対する基板テーブル 2 2 の上面 2 4 の接触角は、90 度以上である。本実施形態においては、基板テーブル 2 2 の上面 2 4 は、例えばフッ素系樹脂（P T F E、P F A など）等、撥液性を有する材料の膜で形成されている。なお、基板テーブル 2 2 の第 2 凹部 1 5 0 R の内側面（振動部材 1 5 0 の側面と対向する面）も、第 1 液体 L Q 及び第 2 液体 L C に対して撥液性を有することが望ましい。

【 0 0 5 3 】

同様に、計測テーブル 3 2 の上面 3 4 は、第 1 液体 L Q 及び第 2 液体 L C に対して撥液性を有する。第 1 液体 L Q 及び第 2 液体 L C に対する計測テーブル 3 2 の上面 3 4 の接触角は、90 度以上である。本実施形態においては、計測テーブル 3 2 の上面 3 4 は、例えばフッ素系樹脂（P T F E、P F A など）等、撥液性を有する材料の膜で形成されている。なお、振動部材 1 5 0、基板テーブル 2 2、計測テーブル 3 2 で使用される撥液性の膜は、それぞれ同じ材料（物質）で構成されていてもよいし、異なる材料（物質）で構成されていてもよい。

【 0 0 5 4 】

次に、上述の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説明する。

【 0 0 5 5 】

例えば、制御装置 7 は、第 2 駆動システム 5 を用いて、ノズル部材 8 と対向する位置に

計測テーブル 3 2 を配置し、ノズル部材 8 と計測テーブル 3 2 との間に、第 1 液体 L Q で第 1 液浸空間 L S 1 を形成する。そして、制御装置 7 は、第 1 液浸空間 L S 1 の第 1 液体 L Q を介して、計測テーブル 3 2 に配置された各種計測器による計測を実行する。そして、制御装置 7 は、その計測器の計測結果に基づいて、例えば投影光学系 P L の結像特性等、基板 P を露光するときの露光条件を調整し、基板 P の露光動作を開始する。基板 P を露光するときには、制御装置 7 は、第 2 駆動システム 5 を用いて、ノズル部材 8 と対向する位置に、基板 P を保持した基板ステージ 2 を配置し、ノズル部材 8 と基板テーブル 2 2 (基板 P) との間に、第 1 液浸空間 L S 1 を形成する。

【0056】

本実施形態においては、例えば欧州特許出願公開第 1, 7 1 3, 1 1 3 号公報、米国特許公開第 2 0 0 6 / 0 0 2 3 1 8 6 号公報等に記載されているように、制御装置 7 は、基板テーブル 2 2 及び計測テーブル 3 2 の少なくとも一方が終端光学素子 1 1 及びノズル部材 8 との間で第 1 液体 L Q を保持可能な空間を形成し続けるように、基板テーブル 2 2 の上面 2 4 と計測テーブル 3 2 の上面 3 4 とを接近又は接触させた状態で、基板テーブル 2 2 の上面 2 4 及び計測テーブル 3 2 の上面 3 4 の少なくとも一方と終端光学素子 1 1 の下面 1 1 A 及びノズル部材 8 の下面 8 A とを対向させつつ、終端光学素子 1 1 及びノズル部材 8 に対して、基板テーブル 2 2 と計測テーブル 3 2 とを X Y 方向に同期移動させる。これにより、制御装置 7 は、第 1 液体 L Q の漏出を抑制しつつ、基板テーブル 2 2 の上面 2 4 と計測テーブル 3 2 の上面 3 4 との間で第 1 液体 L Q の第 1 液浸空間 L S 1 を移動可能である。なお、基板テーブル 2 2 の上面 2 4 と計測テーブル 3 2 の上面 3 4 との間で第 1 液体 L Q の第 1 液浸空間 L S 1 を移動するとき、基板テーブル 2 2 の上面 2 4 と計測テーブル 3 2 の上面 3 4 とはほぼ同じ高さ(面一)となるように調整される。

【0057】

そして、制御装置 7 は、第 1 液浸空間 L S 1 の第 1 液体 L Q を介して、マスク M からの露光光 E L を基板 P に照射する。これにより、マスク M のパターンの像が基板 P に投影され、基板 P が露光される。

【0058】

制御装置 7 は、基板 P の露光が終了した後、第 1 液浸空間 L S 1 を計測テーブル 3 2 上に移動する。そして、制御装置 7 は、露光が終了した基板 P を保持した基板テーブル 2 2 を、所定の基板交換位置に移動し、露光が終了した基板 P を基板テーブル 2 2 から搬出(アンロード)するとともに、露光すべき基板 P を基板テーブル 2 2 に搬入(ロード)する。また、基板交換位置における基板交換中、制御装置 7 は、必要に応じて、計測テーブル 3 2 を用いた計測動作を第 1 液浸空間 L S 1 の第 1 液体 L Q を介して実行する。基板テーブル 2 2 に対する基板 P の搬入が終了した後、上述同様、制御装置 7 は、第 1 液浸空間 L S 1 を基板テーブル 2 2 (基板 P) 上に移動し、第 1 液浸空間 L S 1 の第 1 液体 L Q を介して基板 P を露光する。そして、制御装置 7 は、上述の動作を繰り返して、複数の基板 P を順次露光する。

【0059】

基板 P を露光するとき、第 1 液浸空間 L S 1 の第 1 液体 L Q は、基板 P の表面、終端光学素子 1 1 の下面 1 1 A、及びノズル部材 8 の下面 8 A のそれぞれに接触する。基板 P と接触した第 1 液体 L Q に、例えば基板 P の一部の物質(例えば感光材の一部)が溶出する可能性がある。その液体 L Q が、終端光学素子 1 1 の下面 1 1 A、ノズル部材 8 の下面 8 A に接触すると、基板 P から溶出した物質によって、下面 1 1 A、8 A が汚染される可能性がある。また、基板 P から溶出した物質に限られず、例えば、露光装置 E X が置かれている空間中を浮遊する物質(異物)によっても、それらの異物が直接、下面 1 1 A、8 A に付着したり、第 1 液体 L Q に混入することにより、下面 1 1 A、8 A が汚染される可能性がある。

【0060】

そこで、本実施形態においては、第 2 液体 L C を用いて、終端光学素子 1 1 及びノズル部材 8 の少なくとも一方をクリーニングする。本実施形態においては、終端光学素子 1 1

及びノズル部材 8 と、振動部材 1 5 0 の上面 1 5 1 との間に第 2 液体 L C で第 2 液浸空間 L S 2 を形成し、その形成された第 2 液浸空間 L S 2 の第 2 液体 L C に振動を与えることによって、終端光学素子 1 1 及びノズル部材 8 の少なくとも一方をクリーニングする。

【 0 0 6 1 】

次に、第 2 液体 L C を用いて終端光学素子 1 1 及びノズル部材 8 をクリーニングする方法について説明する。

【 0 0 6 2 】

第 2 液体 L C を用いて終端光学素子 1 1 及びノズル部材 8 をクリーニングするために、制御装置 7 は、振動部材 1 5 0 が終端光学素子 1 1 と対向するように基板テーブル 2 2 を移動し、終端光学素子 1 1 及びノズル部材 8 と振動部材 1 5 0 との間に第 2 液体 L C で第 2 液浸空間 L S 2 を形成する。第 2 液体 L C で第 2 液浸空間 L S 2 を形成するために、制御装置 7 は、供給口 8 1 からの第 1 液体 L Q の供給を停止し、供給口 8 1 から第 2 液体 L C を供給する。供給口 8 1 から供給される第 2 液体 L C によって、図 4 に示すように、終端光学素子 1 1 及びノズル部材 8 と振動部材 1 5 0 との間に第 2 液浸空間 L S 2 が形成される。ノズル部材 8 は、供給口 8 1 を用いる第 2 液体 L C の供給動作と並行して、回収口 8 2 を用いる第 2 液体 L C の回収動作を実行することによって、第 2 液浸空間 L S 2 を形成する。図 4 に示すように、本実施形態においては、X Y 平面内における第 2 液浸空間 L S 2 の大きさは、振動部材 1 5 0 の上面 1 5 1 よりも大きく、第 2 液浸空間 L S 2 は、終端光学素子 1 1 及びノズル部材 8 と振動部材 1 5 0 及び基板テーブル 2 2 との間に形成される。

【 0 0 6 3 】

制御装置 7 は、第 2 液浸空間 L S 2 を形成した状態で、超音波発生装置 1 0 で振動部材 1 5 0 を振動させる。超音波発生装置 1 0 は、振動部材 1 5 0 を振動させることによって、その振動部材 1 5 0 上に形成されている第 2 液浸空間 L S 2 の第 2 液体 L C 2 に超音波（振動）を与える。本実施形態においては、超音波発生装置 1 0 は、2 0 k H z ~ 5 0 0 0 k H z の振動を振動部材 1 5 0 に与えることができる。超音波発生装置 1 0 は、終端光学素子 1 1 及びノズル部材 8 と振動部材 1 5 0 及び基板テーブル 2 2 との間に形成された第 2 液浸空間 L S 2 の第 2 液体 L C に超音波（振動）を与えることによって、終端光学素子 1 1 及びノズル部材 8 の少なくとも一方に付着している異物（汚染物）を剥離させ、終端光学素子 1 1 及びノズル部材 8 の少なくとも一方をクリーニングする。例えば、第 2 液体 L C に超音波（振動）を与えることによって、第 2 液体 L C 中にキャビテーション（微小気泡の発生とその消滅時の衝撃波の発生）を生じさせる。このキャビテーションにより終端光学素子 1 1 及びノズル部材 8 の少なくとも一方に付着している異物（汚染物）を剥離させ、終端光学素子 1 1 及びノズル部材 8 の少なくとも一方をクリーニングする。

【 0 0 6 4 】

なお、超音波発生装置 1 0 により振動部材 1 0 を振動させている間（クリーニング動作中）に、第 2 液体 L C の供給と回収が継続されていたが、第 2 液体 L C の供給と回収を一時的又は断続的に停止してもよい。

【 0 0 6 5 】

超音波発生装置 1 0 により振動部材 1 0 を振動させている間、基板テーブル 2 2 を第 2 駆動システム 5 により X Y 平面内で投影光学系 P L 及びノズル部材 8 に対して移動させてもよい。こうすることにより、振動部材 1 5 0 の上面 1 5 1 の第 1 液浸空間 L S 1 及び第 2 液浸空間 L S 2 に対する大きさの相違に拘らず、ノズル部材 8 の下面 8 A 及び終端光学素子 1 1 の下面 1 1 A をより均一且つ確実に洗浄することができる。なお、基板テーブル 2 2 の移動時に振動部材 1 0 の振動を停止して、基板テーブル 2 2 が所定位置で停止しているときのみ振動部材 1 0 を振動させてもよい。

【 0 0 6 6 】

図 4 に示すように、本実施形態においては、第 2 液体 L C を用いたクリーニング動作において、基板テーブル 2 2 の保持部 2 3 には、ダミー基板 D P が保持される。ダミー基板 D P は、露光用の基板 P とは別の、異物を放出しにくい高い清浄度を有する（クリーンな

）部材である。ダミー基板 D P は、露光用の基板 P とほぼ同じ外形を有し、保持部 2 3 に保持可能である。本実施形態においては、保持部 2 3 は、ピンチャック機構を有し、基板 P 及びダミー基板 D P のそれぞれを着脱可能に保持する。ダミー基板 D P の表面は、第 2 液体 L C に対して撥液性を有している。なお、保持部 2 3 でダミー基板 D P を保持せず、保持部 2 3 を露出させた状態で、クリーニング用液体 L C を用いたクリーニング動作を実行することもできる。

【 0 0 6 7 】

以上説明したように、本実施形態によれば、終端光学素子 1 1 及びノズル部材 8 等、基板テーブル 2 2 との間で液浸空間を形成可能な液浸部材を良好にクリーニングすることができる。したがって、終端光学素子 1 1 及びノズル部材 8 の汚染に起因する露光装置 E X の性能の劣化を抑制できる。

10

【 0 0 6 8 】

本実施形態においては、第 2 液浸空間 L S 2 の第 2 液体 L C に超音波を与える超音波発生装置 1 0 を設けたので、クリーニング効果を高めることができる。本実施形態においては、クリーニングに適した第 2 液体 L C （水素水）と超音波との相乗効果によって、終端光学素子 1 1 及びノズル部材 8 を良好にクリーニングすることができる。

【 0 0 6 9 】

また、本実施形態においては、第 2 液浸空間 L S 2 の第 2 液体 L C に超音波を与えるために、基板テーブル 2 2 に搭載可能な、小型の振動部材 1 5 0 を振動させている。これにより、振動部材 1 5 0 を高い周波数（振動数）で円滑に振動させることができ、第 2 液浸空間 L S 2 の第 2 液体 L C に高い周波数の超音波を円滑に与えることができる。第 2 液浸空間 L S 2 の第 2 液体 L C に与える超音波の周波数が高いほうが、より良好なクリーニング効果が得られる場合には、基板テーブル 2 2 に搭載された振動部材 1 5 0 を、例えば 1 M H z 以上の高い周波数（振動数）で振動させることが有効である。あるいは、超音波発生装置 1 0 の圧電素子の駆動回路または制御装置 7 により振動部材 1 5 0 の振動周波数を連続的に変調させながらあるいは複数の周波数に切り換えながら振動させてもよい。こうすることにより終端光学素子 1 1 及びノズル部材 8 に付着した複数種の異物のうち特定の単一周波数だけでは離脱しにくい異物も離脱しやすくなり、超音波によるキャビテーションの効果が一層有効になる。

20

【 0 0 7 0 】

また、本実施形態においては、振動部材 1 5 0 の上面 1 5 1 と基板テーブル 2 2 の上面 2 4 とは面一なので、第 2 液浸空間 L S 2 を良好に形成することができる。

30

【 0 0 7 1 】

また、振動部材 1 5 0 と基板テーブル 2 2 とは所定のギャップ G を介して配置されているので、振動部材 1 5 0 は円滑に振動可能である。また、振動部材 1 5 0 と基板テーブル 2 2 とは、所定のギャップ G を介して配置されているので、振動部材 1 5 0 の振動が基板テーブル 2 2 に悪影響を与えない。また、また、振動部材 1 5 0 （上面 1 5 1 ）と基板テーブル 2 2 の（上面 2 4 ）との間のギャップ G は微小（約 0 . 1 m m ）であり、かつ振動部材 1 5 0 の上面 1 5 1 及び基板テーブル 2 2 の上面 2 4 は、第 1 液体 L Q 、及び第 2 液体 L C に対して撥液性を有しているので、上面 1 5 1 、 2 4 に第 1 液体 L Q 及び第 2 液体 L C が残留したり、振動部材 1 5 0 （上面 1 5 1 ）と基板テーブル 2 2 の（上面 2 4 ）との間のギャップ G から基板テーブル 2 2 の内部に液体が浸入することを抑制することができる。

40

【 0 0 7 2 】

なお、振動部材 1 5 0 と基板テーブル 2 2 との間に、基板テーブル 2 2 の内部へ液体が浸入することを抑制するシール部材を配置することができる。例えば、O リング等、弾性（可撓性）を有するシール部材を配置することによって、振動部材 1 5 0 の振動を妨げることなく、基板テーブル 2 2 の内部への液体の浸入を抑制することができる。あるいは、第 2 凹部 1 5 0 R の開口より大きい柔軟なシール膜を用意し、そのシール膜で第 2 凹部 1 5 0 R の開口を覆うと共にシール膜の裏面を振動部材 1 5 0 の上面 1 5 1 に接着してもよ

50

い。こうすることで、ギャップ G への液体の浸入が防止されつつ、振動部材 150 の振動が液体に伝達される。この場合、シール膜の材料は前述の撥液性材料から形成するのが好ましい。振動部材 150 の上面 151 上に位置するシール膜の一部を除去して振動部材 150 の上面 151 の一部を露出してもよい。

【0073】

また、振動部材 150 と基板テーブル 22 との間の液体を回収する回収口を設けることができる。例えば、第 2 凹部 150 R の内側（第 2 凹部 150 R を画成する内壁のうち側面又は底面）に、振動部材 150 を囲むように回収口を設けることによって、振動部材 150 と基板テーブル 22 との間に浸入した液体を良好に回収することができる。

【0074】

なお、本実施形態においては、振動部材 150 が基板テーブル 22 に 1 つだけ搭載されている場合を例にして説明したが、基板テーブル 22 の複数の位置のそれぞれに搭載されていてもよい。

【0075】

なお、本実施形態においては、ノズル部材 8 に形成された供給口 81 が第 2 液体 LC と第 1 液体 LQ との両方を供給可能である場合を例にして説明したが、ノズル部材 8 に、第 2 液体 LC を供給する供給口と、第 1 液体 LQ を供給する供給口とを別々に形成してもよい。同様に、ノズル部材 8 に第 1 液体 LQ を回収するための回収口と、第 2 液体 LC を回収するための回収口を別々に設けてもよい。

【0076】

< 第 2 実施形態 >

次に、第 2 実施形態について説明する。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。上述の第 1 実施形態においては、第 2 液浸空間 LS2 を形成するための第 2 液体 LC を供給する供給口 81 がノズル部材 8 に配置されている場合を例にして説明したが、第 2 実施形態の特徴的な部分は、第 2 液浸空間 LS2 を形成するための第 2 液体 LC を供給する供給口 81 B が、基板テーブル 22 に配置されている点にある。

【0077】

図 5 は、第 2 実施形態に係る基板テーブル 22 の近傍を示す断面図、図 6 は、第 2 実施形態に係る基板テーブル 22 を示す斜視図である。図 5 及び図 6 に示すように、第 2 実施形態に係る露光装置 EX は、第 2 液体 LC を供給するための基板テーブル 22 に配置された供給口 81 B を備える。供給口 81 B は、第 2 液体 LC で第 2 液浸空間 LS2 を形成するために、第 2 液体 LC を供給する。

【0078】

本実施形態においては、供給口 81 B は、第 2 凹部 150 R の周囲に複数配置されている。供給口 81 B のそれぞれは、第 2 液体 LC を送出可能な第 2 液体供給装置 96 と流路を介して接続されている。基板テーブル 22 に配置された供給口 81 B から供給された第 2 液体 LC によっても、終端光学素子 11 及びノズル部材 8 と振動部材 150 及び基板テーブル 22 との間に第 2 液浸空間 LS2 を良好に形成することができる。

【0079】

なお、基板テーブル 22（例えば第 2 凹部 150 R の周囲）に、第 2 液体 LC を回収する回収口を設けることができる。回収口は、第 2 凹部 150 R に対して供給口 81 B のさらに外側に、一つまたはそれ以上設けることができる。

【0080】

なお、基板テーブル 22 に設けられる第 2 液体 LC 用の供給口、及び回収口の少なくとも一方を、第 2 凹部 150 R の周囲に連続的に形成してもよい。

【0081】

また、基板テーブル 22 に第 2 液体 LC 用の供給口、及び回収口の少なくとも一方が設けられている場合、第 2 液体 LC を用いるクリーニング時にノズル部材 8 に設けられている供給口 81、回収口 82 の少なくとも一方を使って第 2 液体 LC を供給及び／または回

10

20

30

40

50

収してもよいし、使わなくてもよい。また、第２液体ＬＣによるクリーニング終了時に、供給口８１、回収口８２を使って第１液体ＬＱを供給及び回収することにより、基板テーブル２２、終端光学素子１１及びノズル部材８に付着した第２液体ＬＣを洗い流し（リンス）てもよい。

【００８２】

< 第３実施形態 >

次に、第３実施形態について説明する。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。上述の第１、第２実施形態においては、振動部材１５０が基板テーブル２２に搭載されている場合を例にして説明したが、第３実施形態の特徴的な部分は、振動部材１５０が、計測テーブル３２に搭載されている点にある。

10

【００８３】

図７は、第３実施形態に係る計測テーブル３２を示す斜視図である。図７において、計測テーブル３２に、振動部材１５０Ｃが搭載されている。計測テーブル３２は、振動部材１５０Ｃを配置可能な凹部１５３を有する。凹部１５３は、終端光学素子１１の下面１１Ａ及びノズル部材８の下面８Ａと対向可能な計測テーブル３２の上面３４の一部に形成されている。計測テーブル３２の上面３４は、凹部１５３に配置された振動部材１５０Ｃの上面１５１Ｃの周囲に配置される。振動部材１５０Ｃと計測テーブル３２の間にはギャップが形成されている。振動部材１５０Ｃの上面１５１Ｃと計測テーブル３２の上面３４とは、それらの間にギャップＧ２が形成されるように配置されている。ギャップＧ２は、例えば０．１ｍｍ程度である。振動部材１５０Ｃを振動させるための超音波発生装置１０Ｃは、凹部１５３の内側において、振動部材１５０Ｃに接続されている。

20

【００８４】

計測テーブル３２の上面３４は、平坦であり、ＸＹ平面とほぼ平行である。本実施形態においては、振動部材１５０Ｃの上面１５１Ｃと、計測テーブル３２の上面３４とは、ほぼ面一である。

【００８５】

また、振動部材１５０Ｃの上面１５１Ｃ及び計測テーブル３２の上面３４は、計測テーブル３２に搭載されている計測器３０１、３０２の表面３０１Ａ、３０２Ａとほぼ面一である。計測器３０１、３０２は、計測テーブル３２に配置されたガラス板等の光学部材と、その光学部材を介した光（露光光ＥＬ）を受光可能な受光素子とを備えている。表面３０１Ａ、３０２Ａは、計測テーブル３２に配置された光学部材の表面を含む。また、計測器３０３は、計測部材を含み、振動部材１５０Ｃの上面１５１Ｃ及び計測テーブル３２の上面３４は、計測部材３０３の表面３０３Ａとほぼ面一である。

30

【００８６】

本実施形態においても、振動部材１５０Ｃの上面１５１Ｃは、第１液体ＬＱ及び第２液体ＬＣに対して撥液性を有する。第１液体ＬＱ及び第２液体ＬＣに対する振動部材１５０Ｃの上面１５１Ｃの接触角は、９０度以上である。本実施形態においても、振動部材１５０Ｃの上面１５１Ｃは、例えばフッ素系樹脂（ＰＴＦＥ、ＰＦＡなど）等、撥液性を有する材料の膜で形成されている。なお、振動部材１５０Ｃの側面も、第１液体ＬＱ及び第２液体ＬＣに対して撥液性を有することが望ましい。

40

【００８７】

また上述したように、計測テーブル３２の上面３４は、第１液体ＬＱ及び第２液体ＬＣに対して撥液性を有する。なお、振動部材１５０Ｃ、計測テーブル３２で使用される撥液性の膜は、それぞれ同じ材料（物質）で構成されていてもよいし、異なる材料（物質）で構成されていてもよい。

【００８８】

クリーニング動作を実行する場合、制御装置７は、終端光学素子１１及びノズル部材８と振動部材１５０Ｃ及び計測テーブル３２とを対向させて第２液浸空間ＬＳ２を形成した状態で、計測テーブル３２に搭載されている振動部材１５０Ｃを、その振動部材１５０Ｃ

50

に接続されている超音波発生装置 10C で振動させる。これにより、第 2 液浸空間 LS2 の第 2 液体 LC に超音波を与えることができ、終端光学素子 11、ノズル部材 8 を良好にクリーニングできる。なお、クリーニング動作中に、第 2 液体 LC の供給と回収が継続されていたが、第 2 液体 LC の供給と回収を一時的又は断続的に停止してもよい。

【0089】

超音波発生装置 10C により振動部材 150C を振動させている間、計測テーブル 32 を第 2 駆動システム 5 により XY 平面内で投影光学系 PL 及びノズル部材 8 に対して移動させてもよい。こうすることにより、振動部材 150C の上面 151 の第 1 液浸空間 LS1 及び第 2 液浸空間 LS2 に対する大きさの相違に拘らず、ノズル部材 8 の下面 8A 及び終端光学素子 11 の下面 11A をより均一且つ確実に洗浄することができる。なお、計測テーブル 32 の移動時に振動部材 150C の振動を停止して、計測テーブル 32 が所定位置で停止しているときのみ振動部材 10 を振動させてもよい。

【0090】

また、振動部材 150C と計測テーブル 32 とはギャップ G2 を介して配置されているので、振動部材 150C は円滑に振動可能である。また、振動部材 150C と計測テーブル 22 とは、ギャップ G2 を介して配置されているので、振動部材 150C の振動が計測テーブル 22 に悪影響を与えない。なお、振動部材 150C の振動が計測器 301、302 が伝わらないように、計測テーブル 32 に防振機構を設けてもよい。また、振動部材 150 (上面 151) と基板テーブル 22 の (上面 24) との間のギャップ G2 は微小 (約 0.1 mm) であり、かつ振動部材 150C の上面 151C 及び計測テーブル 32 の上面 34 は、第 1 液体 LQ、及び第 2 液体 LC に対して撥液性を有しているので、上面 151C、34 に第 1 液体 LQ 及び第 2 液体 LC が残留したり、振動部材 150C (上面 151C) と計測テーブル 32 の (上面 34) との間のギャップ G2 から計測テーブル 32 の内部に液体が浸入することを抑制することができる。

【0091】

第 2 液浸空間 LS2 を形成するための第 2 液体 LC の供給は、第 1 実施形態と同様にノズル部材 8 に配置されている供給口 81 から供給することができる。また、計測テーブル 32 (例えば凹部 153 の周囲) に、第 2 液体 LC を供給する供給口を設け、その供給口から供給された第 2 液体 LC で第 2 液浸空間 LS2 を形成することもできる。また、計測テーブル 32 (例えば凹部 153 の周囲) に、第 2 液体 LC を回収する回収口を設けることができる。回収口は、第 2 凹部 150R に対して供給口 81B のさらに外側に、一つまたはそれ以上分散してあるいは連続して形成することができる。なお、計測テーブル 32 に第 2 液体 LC 用の供給口、及び回収口の少なくとも一方が設けられている場合、第 2 液体 LC を用いるクリーニング時にノズル部材 8 に設けられている供給口 81、回収口 82 の少なくとも一方を使って第 2 液体 LC を供給及び/または回収してもよいし、使わなくてもよい。第 2 液体 LC によるクリーニング終了時に、供給口 81、回収口 82 を使って第 1 液体 LQ を供給及び回収することにより、計測テーブル 32、終端光学素子 11 及びノズル部材 8 に付着した第 2 液体 LC を洗い流し (リンス) てもよい。

【0092】

なお、振動部材 150C と計測テーブル 32 との間に、Oリング等、計測テーブル 32 の内部へ液体が浸入することを抑制するための弾性 (可撓性) を有するシール部材を配置することができる。あるいは、凹部 153 の開口より大きく、柔軟で且つ撥液性のシール膜を用意し、そのシール膜で凹部 153 の開口を覆うと共にシール膜の裏面を振動部材 150C の上面 151 に接着してもよい。この場合、振動部材 150C の上面 151 上に位置するシール膜の一部を除去して振動部材 150C の上面 151 の一部を露出してもよい。

【0093】

また、例えば凹部 153 の内側に、振動部材 150C の囲むように回収口を設け、振動部材 150C と計測テーブル 32 との間の液体を回収してもよい。

【0094】

なお、本実施形態においては、振動部材 150C が計測テーブル 32 に 1 つだけ搭載されている場合を例にして説明したが、計測テーブル 32 の複数の位置のそれぞれに搭載されていてもよい。

【0095】

< 第 4 実施形態 >

なお、上述の第 1 ～ 第 3 実施形態において、超音波発生装置 10 (10C) の発熱量が大きい場合には、超音波発生装置 10 (10C) の温度を調整する温度調整装置を設けたり、超音波発生装置 10 (10C) の熱が、その周囲の部材 (基板テーブル 22、計測テーブル 32) に伝わらないように、超音波発生装置 10 (10C) の周囲に、超音波発生装置 10 (10C) の熱の発散を抑える断熱部材、あるいは吸熱部材を配置してもよい。特に、第 3 実施形態のように、超音波発生装置 10C を計測テーブル 32 に搭載する場合には、その熱が計測器 301、302 に伝わらないように、上述の温度調整装置及び / 又は断熱部材 (吸熱部材) を配置することが望ましい。

【0096】

以下、第 4 実施形態として、超音波発生装置 10 (10C) が発生する熱の発散を抑制する抑制装置の一例について説明する。以下の説明においては、抑制装置が、基板テーブル 22 に搭載されている超音波発生装置 10 が発生する熱の発散を抑制する場合を例にして説明する。なお、上述の第 1 ～ 第 3 実施形態と同様、超音波発生装置 10 は、圧電素子を含み、振動部材 150 に接続される。制御装置 7 は、超音波発生装置 10 を用いて振動部材 150 を振動 (超音波振動) させて、振動部材 150 上のクリーニング用液体 LC に振動 (超音波) を与えることによって、終端光学素子 11 及びノズル部材 8 の少なくとも一方をクリーニングすることができる。

【0097】

図 8 は、抑制装置 300A の一例を模式的に示す断面図である。図 8 において、抑制装置 300A は、凹部 150R 内に配置され、超音波発生装置 10 の周囲に配置された第 1 部材 301A を有する。第 1 部材 301A は、筒状の部材である。第 1 部材 301A は、超音波発生装置 10 と基板テーブル 22 との間に配置されている。第 1 部材 301A は、例えばアルミニウム等の金属、あるいは断熱性 (吸熱性) を有する合成樹脂で形成されている。

【0098】

第 1 部材 301A を設けることにより、超音波発生装置 10 が発生する熱の発散 (拡散) を抑制でき、超音波発生装置 10 が発生する熱が、その周囲に部材 (基板テーブル 22) に伝わることを抑制できる。

【0099】

図 9 は、抑制装置 300B の他の例を模式的に示す断面図である。図 9 において、抑制装置 300B は、凹部 150R 内にそれぞれ配置され、超音波発生装置 10 の周囲に配置された第 1 部材 301B と、振動部材 150 の周囲に配置された第 2 部材 302B とを有する。図 9 において、第 1 部材 301B 及び第 2 部材 302B のそれぞれは、筒状の部材である。第 1 部材 301B は、超音波発生装置 10 と基板テーブル 22 との間に配置され、第 2 部材 302B は、振動部材 150 と基板テーブル 22 との間に配置されている。図 9 では、第 1 部材 301B と第 2 部材 302B は、凹部 150R に嵌め合わせられているが、凹部 150R の壁面を第 1 部材 301B と第 2 部材 302B で一体的に形成してもよい。なお、図 9 において、第 1 部材 301B、及び第 2 部材 302B の周囲は、基板テーブル 22 を構成する部材で囲まれているが、第 1 部材 301B 及び第 2 部材 302B の少なくとも一方の周囲が、気体空間であってもよい。すなわち、第 1 部材 301B の外周及び / または第 2 部材 302B の外周と、凹部 150R を画定する周壁面との間に、空間 (例えば、筒状空間) が設けられてもよい。そのような空間を介して一層の断熱効果が期待できる。

【0100】

振動部材 150 と第 2 部材 302B とは所定のギャップを介して配置されている。これ

により、振動部材 150 は円滑に振動可能である。また、振動部材 150 と第 2 部材 302B との間のギャップは所定値（約 0.1 mm）に調整されており、振動部材 150 と第 2 部材 302B との間に液体が浸入することが抑制されている。

【0101】

第 1 部材 301B 及び第 2 部材 302B のそれぞれは、例えばアルミニウム等の金属、あるいは断熱性（または吸熱性）を有する部材（合成樹脂）で形成されている。図 9 に示す例においては、第 1 部材 301B と第 2 部材 302B とは接続されており、一体である。なお、第 1 部材 301B と第 2 部材 302B とは、離れていてもよい。また、第 1 部材 301B と第 2 部材 302B とは異なる材料で形成されていてもよい。

【0102】

第 1 部材 301B を設けることにより、超音波発生装置 10 が発生する熱の発散を抑制でき、超音波発生装置 10 が発生する熱が基板テーブル 22 に伝わることを抑制できる。また、第 2 部材 302B を設けることにより、超音波発生装置 10 の熱が振動部材 150 を介して基板テーブル 22 に伝わることを抑制できる。この点で、前述のように振動部材 150（C）は石英のような断熱材料から形成されるのが望ましい。振動部材 150（C）の外周面及び／又は底面に、さらに、断熱材を被覆してもよい。

【0103】

なお、図 8 及び図 9 を参照して説明した実施形態において、第 1 部材 301A（301B）は、筒状でなくてもよい。超音波発生装置 10 の周囲の少なくとも一部に、熱の発散を抑制できる抑制部材を配置することによって、超音波発生装置 10 が発生する熱が基板テーブル 22 に伝わることを抑制できる。同様に、第 2 部材 302A（302B）も、筒状でなくてもよく、振動部材 150 の周囲の少なくとも一部に、熱の発散を抑制できる抑制部材を配置するようにしてもよい。

【0104】

図 10 は、抑制装置 300C の他の例を模式的に示す断面図である。図 10 において、抑制装置 300C は、超音波発生装置 10 の周囲に配置された第 1 部材 301C と、温度調整用の流体を供給する流体供給装置 303 とを有する。第 1 部材 301C は、筒状の部材である。第 1 部材 301C は、例えばアルミニウムのような金属等、熱伝導率が高い材料で形成されている。

【0105】

本実施形態において、流体供給装置 303 は、第 1 部材 301C に、所定の温度に調整された流体を供給する。抑制装置 300C は、流体供給装置 303 から供給された流体を使って、第 1 部材 301C の温度を調整する。抑制装置 300C は、第 1 部材 301C の温度を調整することによって、超音波発生装置 10 が発生する熱が基板テーブル 22 に伝わることを抑制できる。

【0106】

また、抑制装置 300C は、超音波発生装置 10 の周囲に配置された第 1 部材 301C の温度を調整することによって、超音波発生装置 10 の温度を調整することができる。すなわち、抑制装置 300C は、超音波発生装置 10 の温度を調整する温度調整装置として機能する。

【0107】

本実施形態においては、流体供給装置 303 は、温度調整用の液体を供給する。流体供給装置 303 から供給される液体としては、例えば水（純水）、フッ素系不活性液体（例えば「フロリナート」：住友スリーエム株式会社製）等を用いることができる。

【0108】

また、本実施形態においては、第 1 部材 301C は、内部流路 304C を有する。内部流路 304C は、円筒状の第 1 部材 301C に沿ってほぼ環状配置されている。なお、内部流路 304C が螺旋状に形成されていてもよい。流体供給装置 303 は、第 1 部材 301C の内部流路 304C の一端に温度調整用の液体を供給する。流体供給装置 303 から供給された温度調整用の液体は、第 1 部材 301C の内部流路 304C を流れる。これに

10

20

30

40

50

より、第１部材３０１Ｃの温度が調整される。

【０１０９】

本実施形態においては、第１部材３０１Ｃの内部流路３０４Ｃを流れた後の液体は、内部流路３０４Ｃの他端を介して、流体供給装置３０３に戻される。内部流路３０４Ｃを流れた後の液体は、再利用される。流体供給装置３０３は、第１部材３０１Ｃの内部流路３０４Ｃを流れ、流体供給装置３０３に戻された液体の温度を調整した後、再び、第１部材３０１Ｃの内部流路３０４Ｃに供給する。なお、第１部材３０１Ｃの内部流路３０４Ｃを流れた後の液体を、再利用せずに、所定の流体回収装置で回収してもよい。なお、流体供給装置３０３の液体源として、第１液体供給装置８６の液体ＬＱを利用してもよい。

【０１１０】

抑制装置３００Ｃにより、超音波発生装置１０が発生する熱の発散を抑制でき、超音波発生装置１０が発生する熱が基板テーブル２２に伝わることを十分に抑制できる。

【０１１１】

図１１は、抑制装置３００Ｄの他の例を模式的に示す断面図である。図１１において、抑制装置３００Ｄは、超音波発生装置１０の周囲に配置された第１部材３０１Ｄと、第１部材３０１Ｄに接続され、振動部材１５０の周囲に配置された第２部材３０２Ｄと、温度調整用の流体を供給する流体供給装置３０３とを有する。第１部材３０１Ｄは、筒状の部材であり、流体供給装置３０３から供給された温度調整用の液体が流れる内部流路３０４Ｄを有する。第１部材３０１Ｄは、例えばアルミニウムのような金属等、熱伝導率が高い材料で形成されている。

【０１１２】

第２部材３０２Ｄは、筒状の部材であり、例えばアルミニウムのような金属等、熱伝導率が高い材料で形成されている。振動部材１５０と第２部材３０２Ｄとは所定のギャップを介して配置されており、振動部材１５０は円滑に振動可能である。また、振動部材１５０と第２部材３０２Ｄとの間のギャップは所定値（約０．１ｍｍ）に調整されており、振動部材１５０と第２部材３０２Ｄとの間に液体が浸入することが抑制されている。

【０１１３】

流体供給装置３０３から供給された温度調整用の液体を使って第１部材３０１Ｄの温度を調整することによって、その第１部材３０１Ｄに接続されている第２部材３０２Ｄの温度も調整することができる。図１１に示す抑制装置３００Ｄによっても、超音波発生装置１０が発生する熱の発散を抑制でき、超音波発生装置１０が発生する熱が基板テーブル２２に伝わることを十分に抑制できる。

【０１１４】

図１２は、抑制装置３００Ｅの他の例を模式的に示す断面図である。図１２において、抑制装置３００Ｅは、超音波発生装置１０の周囲に配置された第１部材３０１Ｅと、第１部材３０１Ｅに接続され、振動部材１５０の周囲に配置された第２部材３０２Ｅと、温度調整用の流体を供給する流体供給装置３０３とを有する。

【０１１５】

第１部材３０１Ｅは、筒状の部材であり、流体供給装置３０３から供給された温度調整用の液体が流れる内部流路３０４Ｅを有する。第１部材３０１Ｅは、例えばアルミニウムのような金属等、熱伝導率が高い材料で形成されている。

【０１１６】

第２部材３０２Ｅは、筒状の部材であり、流体供給装置３０３から供給された温度調整用の液体が流れる内部流路３０５Ｅを有する。第２部材３０２Ｅは、例えばアルミニウムのような金属等、熱伝導率が高い材料で形成されている。

【０１１７】

振動部材１５０と第２部材３０２Ｅとは所定のギャップを介して配置されており、振動部材１５０は円滑に振動可能である。また、振動部材１５０と第２部材３０２Ｅとの間のギャップは所定値（約０．１ｍｍ）に調整されており、振動部材１５０と第２部材３０２Ｅとの間に液体が浸入することが抑制されている。

【 0 1 1 8 】

第 1 部材 3 0 1 E の内部流路 3 0 4 E と第 2 部材 3 0 2 E の内部流路 3 0 5 E とは接続されている。本実施形態において、流体供給装置 3 0 3 は、第 1 部材 3 0 1 E の内部流路 3 0 4 E に温度調整用の液体を供給する。流体供給装置 3 0 3 から供給された液体は、第 1 部材 3 0 1 E の内部流路 3 0 4 E の一部を流れ、第 2 部材 3 0 2 E の内部流路 3 0 5 E を流れた後、第 1 部材 3 0 1 E の内部流路 3 0 4 E の一部を流れて、流体供給装置 3 0 3 に戻される。図 1 2 に示す抑制装置 3 0 0 E によれば、流体供給装置 3 0 3 から供給された液体を使って、第 1 部材 3 0 1 E 及び第 2 部材 3 0 2 E の両方の温度を調整することができる。したがって、超音波発生装置 1 0 が発生する熱の発散を抑制でき、超音波発生装置 1 0 が発生する熱が基板テーブル 2 2 に伝わることを十分に抑制できる。

10

【 0 1 1 9 】

なお、図 9、図 1 1、図 1 2 を参照して説明した実施形態においては、第 1 部材と第 2 部材とが異なる部材であるが、一つ部材で形成してもよい。

【 0 1 2 0 】

なお、図 1 0 ~ 図 1 2 を参照して説明した実施形態においては、第 1 部材 3 0 1 C、3 0 1 D、3 0 1 E に形成された内部流路 3 0 4 C、3 0 4 D、3 0 4 E に温度調整用の液体を流しているが、例えば、第 1 部材をチューブ部材で巻き、そのチューブ部材の流路に液体を流すようにしてもよい。その場合、第 1 部材の内部流路を省略することができる。また、第 1 部材の内部流路を省略せず、第 1 部材に形成された内部流路とチューブ部材の流路との両方に温度調整用の液体を流すようにしてもよい。同様に、第 2 部材の周囲に、温度調整用の流体が流れる流路を有するチューブ部材を配置することができる。

20

【 0 1 2 1 】

なお、第 1 部材を省略して、超音波発生装置 1 0 をチューブ部材で巻き、そのチューブ部材の流路に温度調整用の液体を流すようにしてもよい。

【 0 1 2 2 】

また、図 1 3 に示すように、超音波発生装置 1 0 の圧電素子 1 0 A の一部に内部流路 1 0 R を形成し、その内部流路 1 0 R に、流体供給装置 3 0 3 から供給された温度調整用の流体を流すことができる。流体供給装置 3 0 3 は、圧電素子 1 0 A の内部流路 1 0 R に温度調整用の流体を流すことによって、その圧電素子 1 0 A (超音波発生装置 1 0) の温度を調整することができる。これにより、超音波発生装置 1 0 が熱を発散することを抑制できる。

30

【 0 1 2 3 】

なお、図 1 0 ~ 図 1 3 を参照して説明した実施形態においては、流体供給装置 3 0 3 から供給される流体が液体である場合を例にして説明したが、気体であってもよい。また、上記実施形態においては、振動部材 1 5 0 (C) は、石英で形成されていたが、断熱性の他の材料、例えば、セラミックス、ガラスから形成してもよい。あるいは、振動部材 1 5 0 (C) は、伝熱性材料、例えば、アルミニウムのような金属から形成することも可能である。振動部材 1 5 0 が振動するクリーニング時には、通常、第 2 液浸領域 L S 2 のクリーニング用液体 L C が振動部材上に存在するので、振動部材 1 5 0 (C) は液体 L C により冷却されることが期待できる。この目的で、第 2 液浸領域 L S 2 を形成するクリーニング用液体 L C を温度制御してもよい。例えば、第 2 液浸領域 L S 2 を形成するクリーニング用液体 L C の温度を、第 1 液浸領域 L S 1 を形成する液浸液体 L Q の温度より高くすることができる。

40

【 0 1 2 4 】

また、ペルチェ素子などの他の方式を用いて、超音波発生装置 1 0 が発生する熱の発散を抑制してもよい。

【 0 1 2 5 】

なお、図 8 ~ 図 1 3 を参照して説明した実施形態においては、基板テーブル 2 2 に搭載されている超音波発生装置 1 0 が発生する熱の発散を抑制したり、超音波発生装置 1 0 の温度を調整する場合を例にして説明したが、もちろん、図 8 ~ 図 1 3 を参照して説明した

50

装置を用いて、計測テーブル 32 に搭載されている超音波発生装置 10C が発生する熱の発散を抑制したり、超音波発生装置 10C の温度を調整することができる。上述したように、計測テーブル 32 には各種のセンサ、計測部材などが搭載されているが、図 9 ~ 13 で説明したように超音波発生装置 10 が発生する熱の発散を抑制することによって、超音波発生装置 10 が発生する熱に起因する計測テーブル 32 のセンサ（計測部材）を用いる計測での誤差発生を抑えることができる。

【0126】

なお、上述の第 1 ~ 第 4 実施形態において、第 1 液体 LQ で第 2 液浸空間を形成して、終端光学素子 11、ノズル部材 8 の少なくとも一方をクリーニングしてもよい。例えば、使用される第 1 液体 LQ がクリーニング能力を有するもの（例えばフッ素系液体）であつたり、あるいは発生した汚染が第 1 液体 LQ で良好に除去可能（クリーニング可能）である場合には、第 1 液体 LQ で良好にクリーニングできる。

10

【0127】

なお、上述の第 1 ~ 第 4 実施形態において、ノズル部材 8 と基板テーブル 22（又は計測テーブル 32）との間に第 2 液浸空間 LS2 を形成するために、第 1 液体 LQ と、第 1 液体 LQ と異なる第 2 液体 LC とを時系列的に使用してもよい。例えば第 1 液体 LQ が水（純水）であり、第 2 液体 LC が所定の気体を水に溶解させた溶解ガス制御水（水素水、窒素水等）である場合には、第 2 液体 LC を用いたクリーニング動作後、第 1 液体 LQ を用いたクリーニング動作を実行することができる。クリーニング動作終了後に第 1 液体 LQ に置換する処理の時間を短くすることができる。

20

【0128】

また、振動部材 150（C）及び超音波発生装置 10（C）は上述の実施形態において用いたものは一例にすぎず、種々の構造のものを用い得る。例えば、振動部材 150（C）を用いる代わりに、超音波発生装置 10（C）の圧電素子の表面に撥液性のコーティングを施し、圧電素子のコーティングされた面が基板テーブル 22 の上面 24 または計測テーブル 32 の上面 34 と面一になるように圧電素子を設けてもよい。この場合、撥液性のコーティング膜が本発明における「振動部材」または「所定部材」となる。

【0129】

また、上述の各実施形態において、ノズル部材 8 を振動させて第 2 液浸空間 LS2 の液体に超音波（振動）を与えるようにしてもよい。

30

【0130】

また、上述の各実施形態においては、終端光学素子 11 及びノズル部材 8 のクリーニングを促進するために、液体（LQ 又は LC）に 20 kHz 以上の振動（超音波）を与えるようにしているが、液体（LQ 又は LC）に 20 kHz 未満の振動を与えるようにしてもよい。あるいは、前述のように、周波数を適宜変調して、20 kHz 以上の周波数 f1 と 20 kHz 未満の周波数 f2 と周期的に切り替えたり、連続的に f1 と f2 の間を変更させてもよい。

【0131】

なお、上述の第 1 ~ 第 4 実施形態において、終端光学素子 11 及びノズル部材 8 に対するクリーニング動作は、例えば所定枚数の基板 P を露光する毎に、あるいはロット毎に、あるいは所定時間間隔毎に実行することができる。図 14 に、第 1 ~ 第 4 実施形態におけるクリーニング動作を含む液浸露光のシーケンスの一例を示す。制御装置 7 の制御により計測テーブル 32 がノズル部材 8 と対向する位置に位置づけられ、ノズル部材 8 と計測テーブル 32 との間に第 1 液浸空間 LS1 を形成され、第 1 液体 LQ を介して計測テーブル 32 の各種計測器による計測が実行される（S1）。ついで、計測テーブル 32 がノズル部材 8 下方から離れつつ基板テーブル 22 がノズル部材 8 下方に移動することによって、液体 LQ が計測テーブル 32 から基板テーブル 22 に受け渡され、第 1 液浸空間 LS1 が基板テーブル 22 上の基板 P とノズル部材 8 及び投影光学系 PL の間に形成される（S2）。制御装置 7 は、計測テーブル 32 での計測結果に基づいて基板 P の露光条件を調整し、基板 P の液浸露光を行う（S3）。液浸露光が終わると、基板テーブル 22 は所定の基

40

50

板交換位置に移動し、そこで基板の交換が行われる（Ｓ４）。この基板の交換の後あるいは基板の交換と並行して、前述のクリーニング動作が実行される（Ｓ５）。例えば、第１実施形態のように、クリーニング動作が基板テーブル２２上で行われる場合は、所定枚数の基板の露光が終了した後に、基板の交換ステップＳ４の後でクリーニング動作を行うことができる。第３実施形態のように、クリーニング動作が計測テーブル３２上で行われる場合は、所定枚数の基板の露光が終了した後に、基板ステージ２２での基板の交換ステップＳ４と並行してあるいはその前後でクリーニング動作を行うことができる。

【０１３２】

上記実施形態において、終端光学素子１１及びノズル部材８の少なくとも一方の汚染状態を検出可能な検出装置を設け、その検出装置の検出結果に基づいて、終端光学素子１１及びノズル部材８の少なくとも一方が汚染されていると判断したときに、クリーニング動作を実行するようにしてもよい。例えば、計測テーブル３２に光量検出器を配置し、終端光学素子１１の下面１１Ａから射出される露光光ＥＬの光量を、計測テーブル３２に配置されている光量検出器で検出し、その検出結果に基づいて、クリーニング動作を実行するかどうかを判断することができる。終端光学素子１１の下面１１Ａが汚染されている状態と汚染されていない状態とでは、光量検出器に照射される露光光ＥＬの光量が高くなる可能性がある。したがって、光量検出器の検出結果に基づいて、終端光学素子１１の下面１１Ａの汚染状態を求めることができる。

【０１３３】

また、マスクＭ及び投影光学系ＰＬを介した露光光ＥＬで基板Ｐを露光し、現像処理を行った後、その基板Ｐ上に形成されたパターンの形状を所定の計測装置で計測し、その計測結果に基づいて、クリーニング動作を実行するかどうかを判断するようにしてもよい。例えば、パターンの形状の計測結果に基づいて、パターンの欠陥が許容範囲でないと判断した場合、終端光学素子１１の下面１１Ａの汚染状態も許容範囲でないと判断し、クリーニング動作を実行する。

【０１３４】

また、終端光学素子１１の下面１１Ａ、ノズル部材８の下面８Ａ等の画像（光学像）情報を取得可能な撮像装置（カメラ）を設け、その撮像装置の撮像結果に基づいて、終端光学素子１１の下面１１Ａ、ノズル部材８の下面８Ａ等が汚染されているかどうかを判断し、その判断の結果に基づいて、クリーニング動作を実行するかどうかを判断するようにしてもよい。

【０１３５】

上記実施形態において、超音波発生装置１０（Ｃ）により振動部材１５０（Ｃ）を介して発生する超音波を検出する検出器を設けてもよい。例えば、ＰＺＴからなる超音波受信素子を、ノズル部材８や計測テーブル３２に埋設などして設けることができる。こうすることで、超音波が第２液浸空間ＬＳ２に有効に伝搬していることを確認することができ、また超音波の周波数や第２液体ＬＣの供給及び回収（流量、媒質、温度など）が超音波の伝搬に及ぼす影響を観測することができる。これらの観測結果に基づいて超音波発生装置１０（Ｃ）の圧電素子駆動回路を最良に設定することができる。

【０１３６】

なお、上述の各実施形態においては、振動部材１５０（１５０Ｃ）の上面１５１（１５１Ｃ）、基板テーブル２２の上面２４、計測テーブル３２の上面３４などは、第１液体ＬＱ及び第２液体ＬＣの両方に対して撥液性を有しているが、どちらか一方、例えば露光用の第１液体ＬＱのみに対して撥液性であってもよい。

【０１３７】

なお、上述の各実施形態（及び種々の改変）で説明したクリーニング動作、クリーニング機構を適宜組み合わせることは言うまでもない。上記実施形態では、クリーニング用液体ＬＣが、振動部材１５０（Ｃ）上に存在するときに超音波発生装置１０から発生する超音波を用いて終端光学素子１１の下面１１Ａやノズル部材８の下面８Ａなどの液体ＬＱと接触する部位を洗浄したが、クリーニング用液体ＬＣが振動部材１５０（Ｃ）

10

20

30

40

50

上のみならず、基板テーブル 2 2 及び / または計測テーブル 3 2 上の振動部材 1 5 0 (C) とは異なる部位 (位置) に存在させることによって、それらの部位を洗浄することでもできる。この際、クリーニング用液体 L C が基板テーブル 2 2 または計測テーブル 3 2 とノズル部材 8 の下面 8 A との間に存在するときに、基板テーブル 2 2 または計測テーブル 3 2 をノズル部材 8 に対して移動させてもよい。

【 0 1 3 8 】

なお、上述の各実施形態の露光用液体 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 (P F F P E) やフッ素系オイル等のフッ素系流体であってもよい。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程度屈折率が高く、投影光学系 P L や基板 P 表面に塗布されているフォトリソ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。また、液体 L Q としては、屈折率が 1 . 6 ~ 1 . 8 程度のものを使用してもよい。ここで、純水よりも屈折率が高い (例えば 1 . 5 以上) の液体 1 と
しては、例えば、屈折率が約 1 . 5 0 のイソプロパノール、屈折率が約 1 . 6 1 のグリセロール (グリセリン) といった C - H 結合あるいは O - H 結合を持つ所定液体、ヘキサン、ヘプタン、デカン等の所定液体 (有機溶剤) 、あるいは屈折率が約 1 . 6 0 のデカリン (Decalin: Decahydronaphthalene) などが挙げられる。また、液体 1 は、これら液体のうち
任意の 2 種類以上の液体を混合したものでもよいし、純水にこれら液体の少なくとも 1 つを添加 (混合) したものでもよい。さらに、液体 1 は、純水に H⁺、C s⁺、K⁺、C l⁻、S O₄²⁻、P O₄²⁻等の塩基又は酸を添加 (混合) したものでもよいし、純水に A l 酸化物等の微粒子を添加 (混合) したものでもよい。なお、液体 1 としては、光の
吸収係数が小さく、温度依存性が少なく、投影光学系 P L、及び / または基板 P の表面に塗布されている感光材 (又はトップコート膜あるいは反射防止膜など) に対して安定なものであることが好ましい。更に、投影光学系 P L の光学素子 (最終光学素子 1 1 など) を、
石英、蛍石以外に、フッ化バリウム、フッ化ストロンチウム、フッ化リチウム、及びフッ化ナトリウム等のフッ化化合物の単結晶材料で形成されたものを用いてもよい。さらに、石英及び蛍石よりも屈折率が高い (例えば 1 . 6 以上) 材料で、液体 L Q と接触する投影
光学系 P L の光学素子 (最終光学素子 F L など) を形成してもよい。屈折率が 1 . 6 以上の材料としては、例えば、国際公開第 2 0 0 5 / 0 5 9 6 1 7 号パンフレットに開示される、サファイア、二酸化ゲルマニウム等、あるいは、国際公開第 2 0 0 5 / 0 5 9 6 1 8
号パンフレットに開示される、塩化カリウム (屈折率は約 1 . 7 5) 等を用いることができる。液体 L Q として、種々の流体、例えば、超臨界流体を用いることも可能である。

【 0 1 3 9 】

なお、上述の各実施形態においては、投影光学系の終端光学素子の射出側 (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 (対応米国特許公開第 2 0 0 5 / 0 2 4 8 8 5 6 号) に開示されているように、終端光学素子の光入射側 (物体面側) の光路空間も液体で満たす投影光学系を採用することでもできる。

【 0 1 4 0 】

なお、上述の各実施形態においては、投影光学系 P L 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、米国特許第 5 , 8 2 5 , 0 4 3 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を採用可能である。

【 0 1 4 1 】

なお、上述の各実施形態の基板 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、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。

【 0 1 4 2 】

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）を採用することができる。

【 0 1 4 3 】

さらに、露光装置 E X として、ステップ・アンド・リピート方式の露光において、第 1 パターンと基板 P とをほぼ静止した状態で、投影光学系を用いて第 1 パターンの縮小像を基板 P 上に転写した後、第 2 パターンと基板 P とをほぼ静止した状態で、投影光学系を用いて第 2 パターンの縮小像を第 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

10

【 0 1 4 4 】

また、露光装置 E X として、例えば米国特許第 6 , 6 1 1 , 3 1 6 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を採用することができる。また、露光装置 E X として、プロキシミティ方式の露光装置、ミラプ

20

【 0 1 4 5 】

また、露光装置 E X として、米国特許 6 , 3 4 1 , 0 0 7 号、米国特許 6 , 4 0 0 , 4 4 1 号、米国特許 6 , 5 4 9 , 2 6 9 号、及び米国特許 6 , 5 9 0 , 6 3 4 号、米国特許 6 , 2 0 8 , 4 0 7 号、米国特許 6 , 2 6 2 , 7 9 6 号等を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を採用することもできる。また、複数の基板ステージと計測ステージとを備えた露光装置を採用することができる。これらの複数のステージを備える露光装置では、いずれのステージに振動部材及び振動発生装置が設けられていてもよい。また、上記実施形態では、基板テーブル及び / または計測テーブルに振動部材 1 5 0 (C) 及び超音波発生装置 1 0 (C) を設けたが、それらのテーブルとは別の可動テーブル、例えば、振動部材及び超音波発生装置が設けられたクリーニング専用テーブルを設けてもよい。

30

【 0 1 4 6 】

露光装置 E X 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 (C C D) 、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できる。

【 0 1 4 7 】

なお、上述の各実施形態においては、レーザ干渉計を含む干渉計システムを用いてマスクステージ、基板ステージ、及び計測ステージの各位置情報を計測するものとしたが、これに限らず、例えば各ステージ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、干渉計システム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、干渉計システム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、干渉計システム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よい。

40

【 0 1 4 8 】

また、上述の各実施形態では、露光装置 E L として A r F エキシマレーザ光を発生する光源装置として、A r F エキシマレーザを用いてもよいが、例えば、米国特許 7 , 0 2 3 , 6 1 0 号に開示されているように、D F B 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 1 9 3 n m 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

50

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よい。

【 0 1 4 9 】

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。

【 0 1 5 0 】

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、照明光学系は不要となる。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、該固体光源チップを電氣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。

【 0 1 5 1 】

上述の各実施形態においては、投影光学系PLを備えた露光装置を例に挙げて説明してきたが、投影光学系PLを用いない露光装置及び露光方法に採用することができる。このように投影光学系PLを用いない場合であっても、露光光はレンズ等の光学部材を介して基板に照射され、そのような光学部材と基板との間の所定空間に液浸空間が形成される。

【 0 1 5 2 】

また、露光装置EXとして、例えば国際公開第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露光装置（リソグラフィシステム）を採用することができる。また、本発明は、投影光学系と基板との間の液浸領域をその周囲のエアーカーテンで保持する液浸型の露光装置にも適用することができる。

【 0 1 5 3 】

本願実施形態の露光装置EXは、本願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、電氣的精度、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氣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。

【 0 1 5 4 】

半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図 1 5 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 2 0 1、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 2 0 2、デバイスの基材である基板を製造するステップ 2 0 3、前述した実施形態に従って、マスクからの露光光で基板を露光すること、及び露光した基板を現像することを含む基板処理ステップ 2 0 4、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プロセスを含む）2 0 5、検査ステップ 2 0 6 等を経て製造される。上述の各実施形態で説明した露光装置 E X におけるクリーニング方法は、基板処理ステップ 2 0 4 に含まれ、そのクリーニング方法でクリーニングされた露光装置 E X を用いて、基板 P を露光することが行われる。

10

【 0 1 5 5 】

なお、上述のように本発明の実施形態を説明したが、本発明は上述した全ての構成要素を適宜組み合わせる用いることが可能であり、また、一部の構成要素を用いない場合もある。例えば、実施形態 4 及びその変形形態では、振動部材の表面が、液浸液体 L Q 及び / 又はクリーニング用液体 L C に対して撥液性でなくてもよい。また、上述の各実施形態において、第 1 及び第 2 液体供給装置 8 6 , 9 6 並びに液体回収装置 8 9 が露光装置に設けられている必要はなく、例えば露光装置が設置される工場等の設備を代用してもよい。また、液浸露光に必要な構造は、上述の構造に限られず、例えば、欧州特許公開第 1 4 2 0 2 9 8 号公報、国際公開第 2 0 0 4 / 0 5 5 8 0 3 号パンフレット、国際公開第 2 0 0 4 / 0 5 7 5 9 0 号パンフレット、国際公開第 2 0 0 5 / 0 2 9 5 5 9 号パンフレット（対応米国特許公開第 2 0 0 6 / 0 2 3 1 2 0 6 号）、国際公開第 2 0 0 4 / 0 8 6 4 6 8 号パンフレット（対応米国特許公開第 2 0 0 5 / 0 2 8 0 7 9 1 号）、特開 2 0 0 4 - 2 8 9 1 2 6 号公報（対応米国特許第 6 , 9 5 2 , 2 5 3 号）などに記載されているものを用いることができる。液浸露光装置の液浸機構及びその付属機器について、指定国または選択国の法令が許す範囲において上記の米国特許又は米国特許公開などの開示を援用して本文の記載の一部とする。

20

【 0 1 5 6 】

なお、上述の各実施形態及び変形例で引用した露光装置等に関する全ての公開公報及び米国特許の開示を援用して本文の記載の一部とする。

30

【産業上の利用可能性】

【 0 1 5 7 】

本発明の露光方法及びデバイス製造方法によれば、クリーニング用液体を用いて露光装置の液体と接する部位が有効に洗浄されるために、製造されるデバイスの歩留りが向上する。それゆえ、本発明は、半導体産業を含む精密機器産業の国際的な発展に著しく貢献するであろう。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 5 8 】

【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。

40

【図 2】第 1 実施形態に係る基板テーブル及びノズル部材の近傍を示す側断面図である。

【図 3】第 1 実施形態に係る基板テーブルを示す斜視図である。

【図 4】第 1 実施形態に係るクリーニング動作の一例を説明するための図である。

【図 5】第 2 実施形態に係る基板テーブル及びノズル部材の近傍を示す側断面図である。

【図 6】第 2 実施形態に係る基板テーブルを示す斜視図である。

【図 7】第 3 実施形態に係る計測テーブルを示す斜視図である。

【図 8】第 4 実施形態に係る抑制装置の一例を示す側断面図である。

【図 9】第 4 実施形態に係る抑制装置の一例を示す側断面図である。

【図 1 0】第 4 実施形態に係る抑制装置の一例を示す側断面図である。

【図 1 1】第 4 実施形態に係る抑制装置の一例を示す側断面図である。

50

【図 1 2】第 4 実施形態に係る抑制装置の一例を示す側断面図である。

【図 13】第 4 実施形態に係る抑制装置の一例を示す側断面図である。

【図 1 4】クリーニング動作を含む液浸露光シーケンスの一例を説明するフローチャートである。

【図 1 5】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。

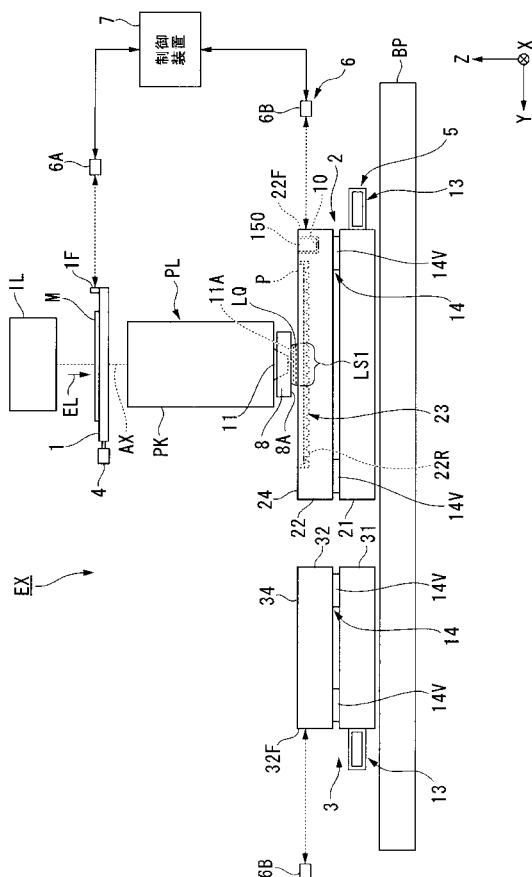
【符号の説明】

【 0 1 5 9 】

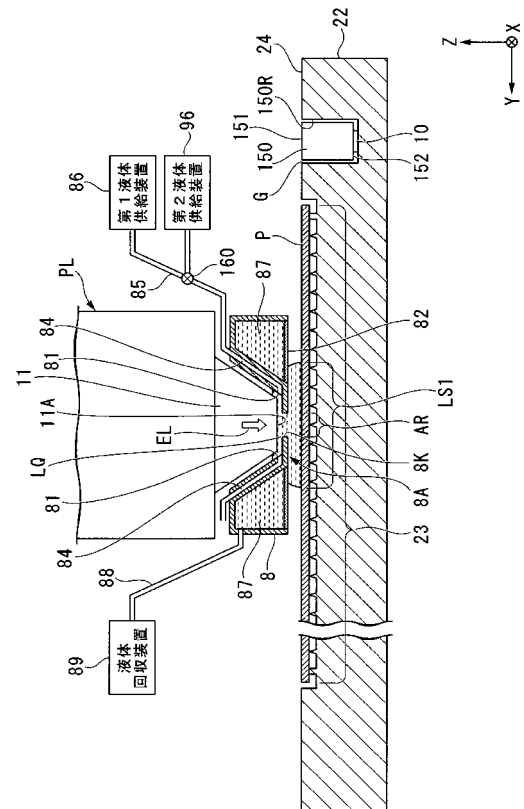
2 ... 基板ステージ、3 ... 計測ステージ、5 ... 第2駆動システム、8 ... ノズル部材、8 A ... 下面、10 ... 超音波発生装置、11 ... 終端光学素子、11 A ... 下面、22 ... 基板テーブル、24 ... 上面、32 ... 計測テーブル、34 ... 上面、81 ... 供給口、82 ... 回収口、150 ... 所定部材、151 ... 上面、300 A ~ 300 E ... 抑制装置、301 A ~ 301 E ... 第1部材、302 A ~ 302 E ... 第2部材、303 ... 流体供給装置、304 C ~ 304 E ... 内部流路、D P ... ダミー基板、E L ... 露光光、E X ... 露光装置、L C ... 第2液体、L Q ... 第1液体、L S 1 ... 第1液浸空間、L S 2 ... 第2液浸空間、P ... 基板

10

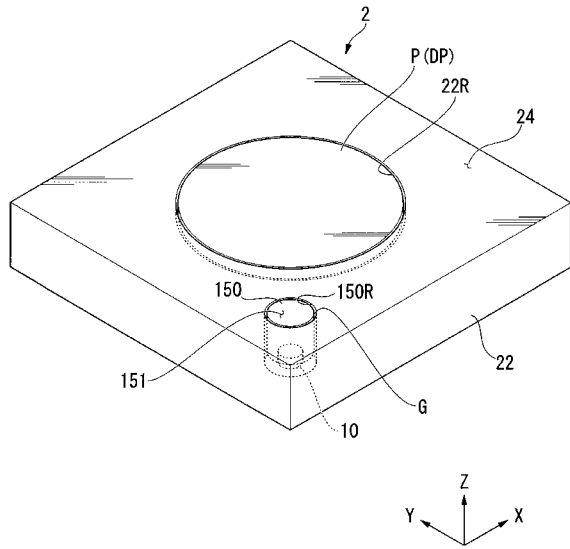
【 図 1 】



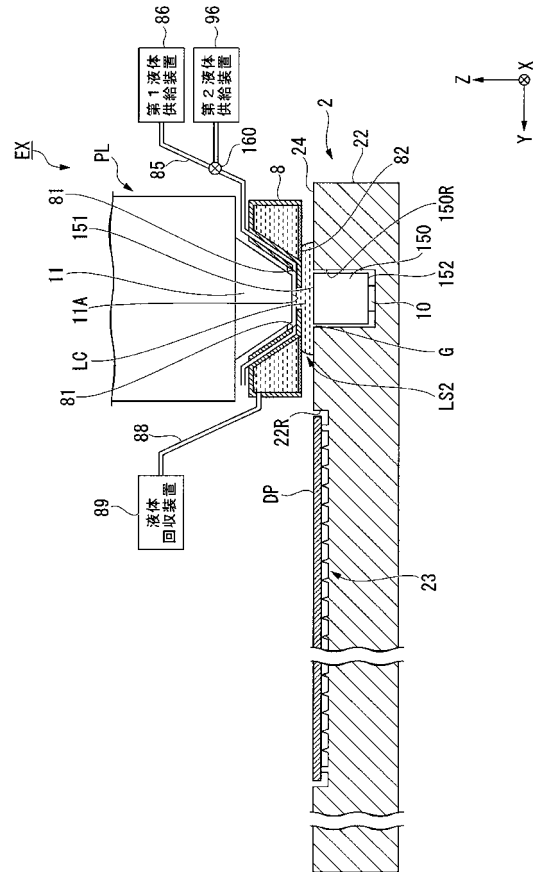
【圖 2】



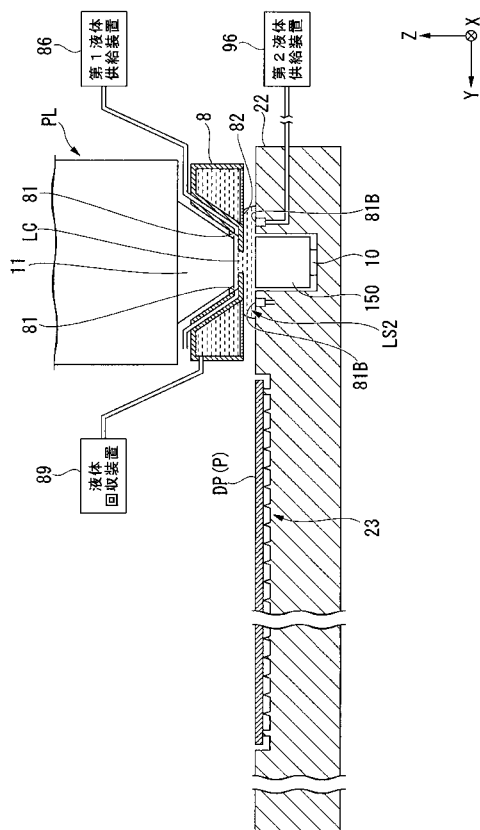
【 図 3 】



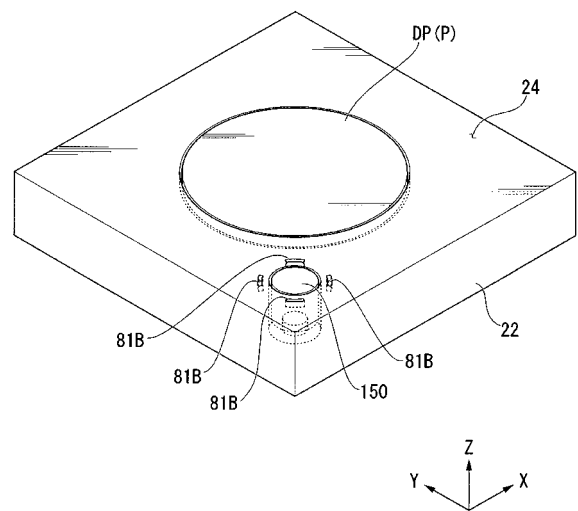
【 図 4 】



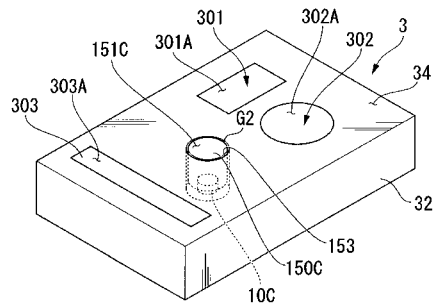
【 図 5 】



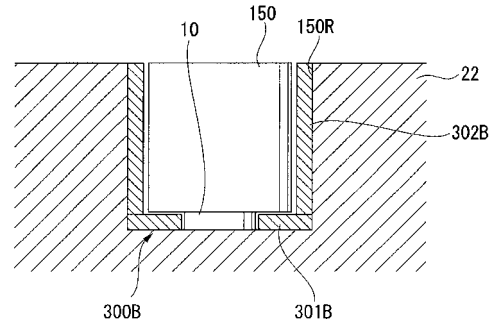
【 図 6 】



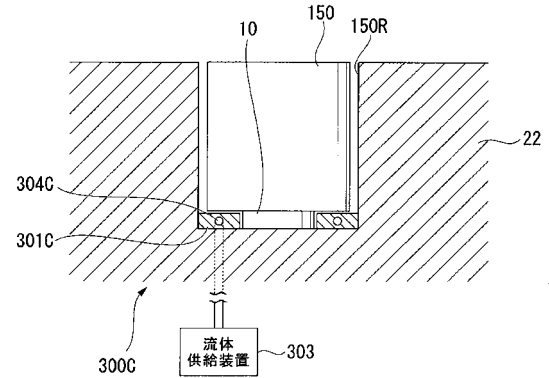
【図 7】



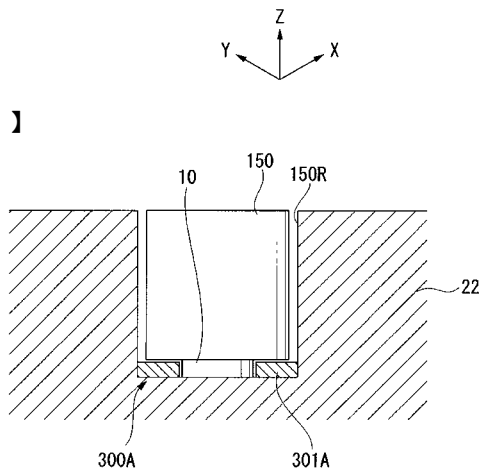
【図 9】



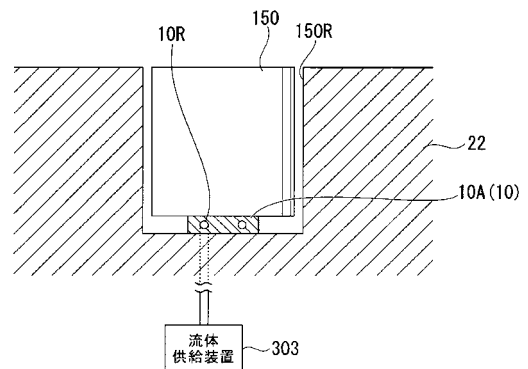
【図 10】



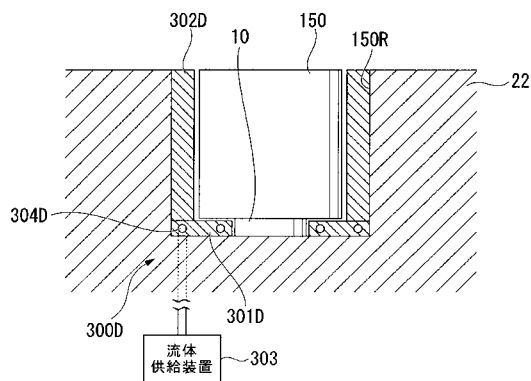
【図 8】



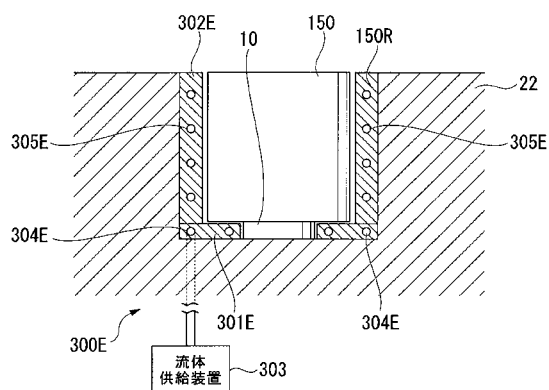
【図 13】



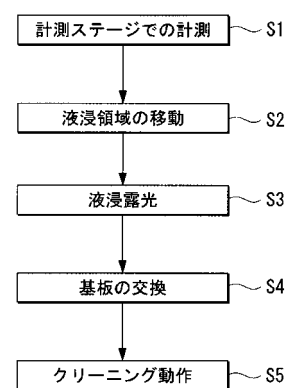
【図 11】



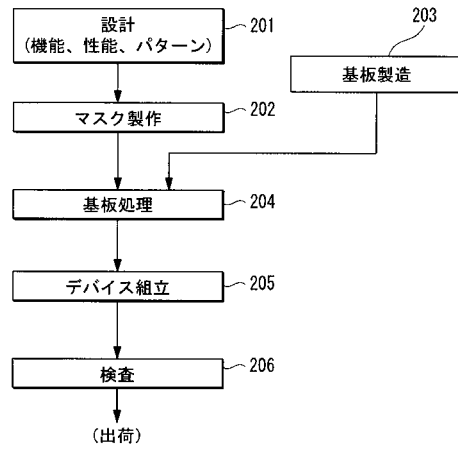
【図 12】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F046 AA22 BA03 CB01 CB26 CC01 DA07 DA27 DB01 DC12