

(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.

H01L 21/027 (2006.01)
G03F 7/20 (2006.01)

F 1

H01L 21/30 515D
H01L 21/30 503G
G03F 7/20 521

テーマコード(参考)

5FO46

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)
 (22) 出願日 平成20年5月27日 (2008.5.27)
 (31) 優先権主張番号 特願2007-140474 (P2007-140474)
 (32) 優先日 平成19年5月28日 (2007.5.28)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)
 (31) 優先権主張番号 特願2007-177217 (P2007-177217)
 (32) 優先日 平成19年7月5日 (2007.7.5)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000004112
 株式会社ニコン
 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100108578
 弁理士 高橋 詔男
 (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

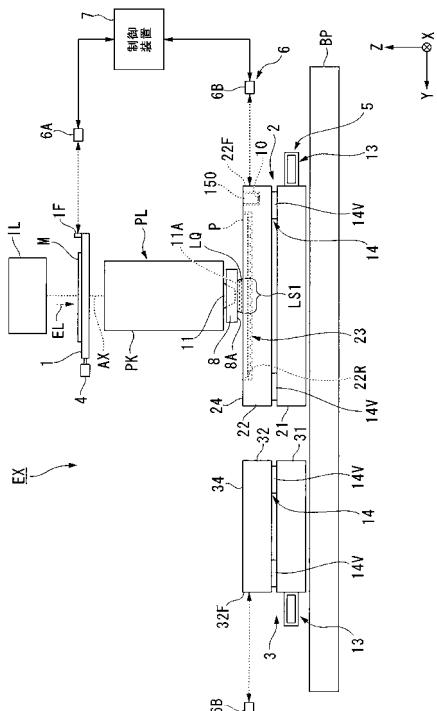
(54) 【発明の名称】露光装置、デバイス製造方法、洗浄装置、及びクリーニング方法並びに露光方法

(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 EX は、露光用液体 LQ を介して露光光 EL で基板 P を露光する。露光装置 EX は、露光光を射出する光学素子 11 と、光学素子 11 の射出側で移動可能なステージ 2, 32 と、ステージに搭載された所定部材 150 (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 (10) 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12又は13記載の露光装置。

【請求項15】

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14記載の露光装置。

【請求項16】

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14記載の露光装置。

10

【請求項17】

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1~16のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項18】

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1~17のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項19】

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、

20

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。

【請求項20】

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19記載の露光装置。

【請求項21】

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、

30

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20記載の露光装置。

【請求項22】

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21記載の露光装置。

【請求項23】

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19記載の露光装置。

【請求項24】

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21~23のいずれか一項記載の露光装置。

40

【請求項25】

前記振動発生装置は、圧電素子を含む請求項19~24のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項26】

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19~25のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項27】

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つて、
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つて、

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觸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。 10

【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。 20

【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。 25

【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。 30

【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つて、

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。 40

【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。 10

【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。 20

【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。 30

【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。 40

【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。

20

【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

963号公報、歐州特許出願公開第1,713,113号公報等に開示されているような、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EX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6A、6Bを含む干渉計システム6と、マスクMを露光光ELで照明する照明系ILと、露光光EL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PLと、露光装置EX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(フォトレジスト)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ーマスクに限られず、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EXは、露光用液体LQを介して露光光ELで基板Pを露光する液浸露光装置であって、露光光ELの光路空間の少なくとも一部が露光用液体LQで満たされるように、露光用液体LQで第1液浸空間LS1を形成する。本実施形態においては、投影光学系PLの複数の光学素子のうち、投影光学系PLの像面に最も近い終端光学素子11と、その終端光学素子11と対向する物体との間の露光光ELの光路空間が露光用液体LQで満たされるように第1液浸空間LS1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11は、投影光学系PLの像面に向けて露光光ELを射出する下面(射出面)11Aを有し、第1液浸空間LS1は、終端光学素子11の下面11Aと、その終端光学素子11の射出面11Aと対向する物体との間の露光光ELの光路空間を露光用液体LQで満たすように形成される。露光装置EXは、露光用液体LQを介して基板Pに露光光EL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EXは、第1液浸空間LS1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11の近傍に配置されている。ノズル部材8は、終端光学素子11の下面11Aと対向する位置に配置される物体と対向可能な下面8Aを有する。本実施形態においては、終端光学素子11及びノズル部材8と、その終端光学素子11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LQによって第1液浸空間LS1が形成される。

40

【0019】

終端光学素子11及びノズル部材8と対向可能な物体は、終端光学素子11の射出側(投影光学系PL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11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11及びノズル部材8と、その終端光学素子11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LCで第2液浸空間LS2が形成される。クリーニング用液体LCで第2液浸空間L

50

S₂を形成することによって、その第2液浸空間L_{S2}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。

【0021】

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8A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PLの投影領域を含む基板P上の一部の領域が第1液体LQで覆われるように第1液浸空間LS1が形成される。すなわち、本実施形態の液浸露光装置EXは、局所液浸方式を採用する。

【0022】

なお、上述した、露光光ELの光路空間は、露光光EL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LQを適宜、第1液体LQ、と称し、クリーニング用液体LCを適宜、第2液体LC、と称する。

【0023】

また、本実施形態の露光装置EXは、基板ステージ2（基板テーブル22）に搭載された振動部材150と、振動部材150を振動させる振動発生装置10とを備えている。振動発生装置10は、振動部材150を振動させることによって、振動部材150上に形成される液浸空間の液体に振動を与える。

【0024】

照明系IL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ELで照明する。照明系ILから射出される露光光ELとしては、例えば水銀ランプから射出される輝線（g線、h線、i線）及びKrFエキシマレーザ光（波長248nm）等の遠紫外光（DUV光）、ArFエキシマレーザ光（波長193nm）及びF₂レーザ光（波長157nm）等の真空紫外光（VUV光）などが用いられる。本実施形態においては、露光光ELとして、ArFエキシマレーザ光が用いられる。

【0025】

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6Aによって計測される。レーザ干渉計6Aは、マスクステージ1に設けられた計測ミラー1F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。

【0026】

投影光学系PLは、マスクMのパターンの像を所定の投影倍率で基板Pに投影する。投影光学系PLの光学素子は、鏡筒PKで保持されている。本実施形態の投影光学系PL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PL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PLの光軸AXはZ軸方向と平行である。また、投影光学系PLは、反射光学素子を含まない屈折系、屈折光学素子を含まない反射系、反射光学素子と屈折光学素子とを含む反射屈折系のいずれであってもよい。また、投影光学系PLは、倒立像と正立像とのいずれを形成してもよい。図示していないが、投影光学系PL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2006/038952号パンフレットに開示されているように、投影光学系PL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。

【0027】

基板ステージ2は、ステージ本体21と、ステージ本体21上に搭載された基板テーブル22とを有する。基板テーブル22は、基板Pを着脱可能に保持する保持部23を有する。保持部23は、基板Pの表面とXY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 2 2 は、第 1 凹部 2 2 R を有し、保持部 2 3 は、第 1 凹部 2 2 R に配置されている。第 1 凹部 2 2 R の周囲には、基板テーブル 2 2 の上面 2 4 が配置される。基板テーブル 2 2 の上面 2 4 は、保持部 2 3 に保持された基板 P の表面の周囲に配置される。上面 2 4 は、ほぼ平坦であり、保持部 2 3 に保持された基板 P の表面とほぼ同一平面内 (X Y 平面内) に配置される。すなわち、基板テーブル 2 2 の上面 2 4 と、保持部 2 3 に保持された基板 P の表面とは、ほぼ面一である。保持部 2 3 に保持された基板 P の表面、及び基板テーブル 2 2 の上面 2 4 は、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 と対向可能である。

【0028】

計測ステージ 3 は、ステージ本体 3 1 と、ステージ本体 3 1 上に搭載された計測テーブル 3 2 とを有する。計測テーブル 3 2 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 3 2 の上面 3 4 は、ほぼ平坦であり、X Y 平面とほぼ平行である。計測テーブル 3 2 の上面 3 4 は、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 と対向可能である。

10

20

【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 2 1、3 1 を移動する粗動システム 1 3 と、各ステージ本体 2 1、3 1 上で各テーブル 2 2、3 2 を移動する微動システム 1 4 とを備えている。

【0030】

粗動システム 1 3 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 2 1、3 1 を、X 軸、Y 軸、及び Z 方向に移動可能である。粗動システム 1 3 によって各ステージ本体 2 1、3 1 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 2 1、3 1 上に搭載されている各テーブル 2 2、3 2 も、各ステージ本体 2 1、3 1 と一緒に、X 軸、Y 軸、及び Z 方向に移動する。

30

【0031】

微動システム 1 4 は、各ステージ本体 2 1、3 1 と各テーブル 2 2、3 2 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 1 4 V と、各アクチュエータ 1 4 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) とを含み、各ステージ本体 2 1、3 1 上の各テーブル 2 2、3 2 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 1 4 は、各ステージ本体 2 1、3 1 上の各テーブル 2 2、3 2 を、X 軸、Y 軸、及び Z 方向に移動 (微動) 可能である。

40

【0032】

粗動システム 1 3 及び微動システム 1 4 を含む第 2 駆動システム 5 によって、基板テーブル 2 2 は、保持部 2 3 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 3 2 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 2 2 (基板 P) の位置情報、及び計測テーブル 3 2 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 2、3 2 それぞれの計測ミラー 2 2 F、3 2 F を用いて、各テーブル 2 2、3 2 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 2 2 の保持部 2 3 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

50

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、終端光学素子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、終端光学素子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、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と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。

30

【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。

【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。

40

【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。

【0040】

図2に示すように、ノズル部材8は、終端光学素子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、終端光学素子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。

【 0 0 4 1 】

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。

【 0 0 4 2 】

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。

【 0 0 4 3 】

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。

【 0 0 4 4 】

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。

【 0 0 4 5 】

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。

【 0 0 4 6 】

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。10

【 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。20

【 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。30

【 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。40

【 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

10

20

30

40

50

計測テーブル32を配置し、ノズル部材8と計測テーブル32との間に、第1液体LQで第1液浸空間LS1を形成する。そして、制御装置7は、第1液浸空間LS1の第1液体LQを介して、計測テーブル32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PL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22(基板P)との間に、第1液浸空間LS1を形成する。

【0056】

本実施形態においては、例えば欧洲特許出願公開第1,713,113号公報、米国特許公開第2006/0023186号公報等に開示されているように、制御装置7は、基板テーブル22及び計測テーブル32の少なくとも一方が終端光学素子11及びノズル部材8との間で第1液体LQ1を保持可能な空間を形成し続けるように、基板テーブル22の上面24と計測テーブル32の上面34とを接近又は接触させた状態で、基板テーブル22の上面24及び計測テーブル32の上面34の少なくとも一方と終端光学素子11の下面11A及びノズル部材8の下面8Aとを対向させつつ、終端光学素子11及びノズル部材8に対して、基板テーブル22と計測テーブル32とをXY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LQの漏出を抑制しつつ、基板テーブル22の上面24と計測テーブル32の上面34との間で第1液体LQの第1液浸空間LS1を移動可能である。なお、基板テーブル22の上面24と計測テーブル32の上面34との間で第1液体LQ1の第1液浸空間LS1を移動するときに、基板テーブル22の上面24と計測テーブル32の上面34とはほぼ同じ高さ(面一)となるように調整される。

10

20

30

【0057】

そして、制御装置7は、第1液浸空間LS1の第1液体LQを介して、マスクMからの露光光EL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LS1を計測テーブル32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22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22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22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32を用いた計測動作を第1液浸空間LS1の第1液体LQを介して実行する。基板テーブル22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LS1を基板テーブル22(基板P)上に移動し、第1液浸空間LS1の第1液体LQ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。

40

【0059】

基板Pを露光するとき、第1液浸空間LS1の第1液体LQは、基板Pの表面、終端光学素子11の下面11A、及びノズル部材8の下面8Aのそれぞれに接触する。基板Pと接触した第1液体LQ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LQが、終端光学素子11の下面11A、ノズル部材8の下面8Aに接触すると、基板Pから溶出した物質によって、下面11A、8A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EX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11A、8Aに付着したり、第1液体LQに混入することにより、下面11A、8Aが汚染される可能性がある。

50

【0060】

そこで、本実施形態においては、第2液体LCを用いて、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11

50

及びノズル部材 8 と、振動部材 150 の上面 151 との間に第 2 液体 LC で第 2 液浸空間 LS2 を形成し、その形成された第 2 液浸空間 LS2 の第 2 液体 LC に振動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。

【0061】

次に、第 2 液体 LC を用いて終端光学素子 11 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。

【0062】

第 2 液体 LC を用いて終端光学素子 11 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 150 が終端光学素子 11 と対向するように基板テーブル 22 を移動し、終端光学素子 11 及びノズル部材 8 と振動部材 150 との間に第 2 液体 LC で第 2 液浸空間 LS2 を形成する。第 2 液体 LC で第 2 液浸空間 LS2 を形成するために、制御装置 7 は、供給口 81 からの第 1 液体 LQ の供給を停止し、供給口 81 から第 2 液体 LC を供給する。供給口 81 から供給される第 2 液体 LC によって、図 4 に示すように、終端光学素子 11 及びノズル部材 8 と振動部材 150 との間に第 2 液浸空間 LS2 が形成される。ノズル部材 8 は、供給口 81 を用いる第 2 液体 LC の供給動作と並行して、回収口 82 を用いる第 2 液体 LC の回収動作を実行することによって、第 2 液浸空間 LS2 を形成する。図 4 に示すように、本実施形態においては、XY 平面内における第 2 液浸空間 LS2 の大きさは、振動部材 150 の上面 151 よりも大きく、第 2 液浸空間 LS2 は、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 との間に形成される。
10

【0063】

制御装置 7 は、第 2 液浸空間 LS2 を形成した状態で、超音波発生装置 10 で振動部材 150 を振動させる。超音波発生装置 10 は、振動部材 150 を振動させることによって、その振動部材 150 上に形成されている第 2 液浸空間 LS2 の第 2 液体 LC2 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 10 は、20 kHz ~ 5000 kHz の振動を振動部材 150 に与えることができる。超音波発生装置 10 は、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 との間に形成された第 2 液浸空間 LS2 の第 2 液体 LC に超音波（振動）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 の少なくとも一方に付着している異物（汚染物）を剥離させ、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。例えば、第 2 液体 LC に超音波（振動）を与えることによって、第 2 液体 LC 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 11 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 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。
20

【0064】

なお、超音波発生装置 10 により振動部材 10 を振動させている間（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。

【0065】

超音波発生装置 10 により振動部材 10 を振動させている間、基板テーブル 22 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よい。こうすることにより、振動部材 150 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、基板テーブル 22 の移動時に振動部材 10 の振動を停止して、基板テーブル 22 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。
40

【0066】

図 4 に示すように、本実施形態においては、第 2 液体 LC を用いたクリーニング動作において、基板テーブル 22 の保持部 23 には、ダミー基板 DP が保持される。ダミー基板 DP 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
50

) 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 を保持せずに、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でき。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替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150Rの内側（第2凹部150R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】

10

<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81B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81Bを備える。供給口81B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81Bは、第2凹部150Rの周囲に複数配置されている。供給口81B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81B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150R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150R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

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L Cによるクリーニング終了時に、供給口8 1、回収口8 2を使って第1液体L Qを供給及び回収することにより、基板テーブル2 2、終端光学素子1 1及びノズル部材8に付着した第2液体L C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1 5 0が基板テーブル2 2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1 5 0が、計測テーブル3 2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3 2を示す斜視図である。図7において、計測テーブル3 2に、振動部材1 5 0 Cが搭載されている。計測テーブル3 2は、振動部材1 5 0 Cを配置可能な凹部1 5 3を有する。凹部1 5 3は、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と対向可能な計測テーブル3 2の上面3 4の一部に形成されている。計測テーブル3 2の上面3 4は、凹部1 5 3に配置された振動部材1 5 0 Cの上面1 5 1 Cの周囲に配置される。振動部材1 5 0 Cと計測テーブル3 2との間にはギャップが形成されている。振動部材1 5 0 Cの上面1 5 1 Cと計測テーブル3 2の上面3 4とは、それらの間にギャップG 2が形成されるように配置されている。ギャップG 2は、例えば0.1mm程度である。振動部材1 5 0 Cを振動させるための超音波発生装置1 0 Cは、凹部1 5 3の内側において、振動部材1 5 0 Cに接続されている。20

【0084】

計測テーブル3 2の上面3 4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1 5 0 Cの上面1 5 1 Cと、計測テーブル3 2の上面3 4とは、ほぼ面一である。

【0085】

また、振動部材1 5 0 Cの上面1 5 1 C及び計測テーブル3 2の上面3 4は、計測テーブル3 2に搭載されている計測器3 0 1、3 0 2の表面3 0 1 A、3 0 2 Aとほぼ面一である。計測器3 0 1、3 0 2は、計測テーブル3 2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E L)を受光可能な受光素子とを備えている。表面3 0 1 A、3 0 2 Aは、計測テーブル3 2に配置された光学部材の表面を含む。また、計測器3 0 3は、計測部材を含み、振動部材1 5 0 Cの上面1 5 1 C及び計測テーブル3 2の上面3 4は、計測部材3 0 3の表面3 0 3 Aとほぼ面一である。30

【0086】

本実施形態においても、振動部材1 5 0 Cの上面1 5 1 C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 Cの上面1 5 1 C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1 5 0 Cの上面1 5 1 C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 C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。40

【0087】

また上述したように、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。なお、振動部材1 5 0 C、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。

【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1 1及びノズル部材8と振動部材1 5 0 C及び計測テーブル3 2とを対向させて第2液浸空間L S 2を形成した状態で、計測テーブル3 2に搭載されている振動部材1 5 0 Cを、その振動部材1 5 0 C

10

20

30

40

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。

10

【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 0.1mm) 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。

20

【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 (リーンス) てもよい。

30

【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。

40

【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】

50

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。10

【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。20

【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。30

【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。40

【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

10

20

30

40

50

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 0.1mm）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。

10

【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。

20

【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。

30

【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。

30

【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。

40

【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

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。

10

20

30

40

50

【0118】

第1部材301Eの内部流路304Eと第2部材302Eの内部流路305Eとは接続されている。本実施形態において、流体供給装置303は、第1部材301Eの内部流路304Eに温度調整用の液体を供給する。流体供給装置303から供給された液体は、第1部材301Eの内部流路304Eの一部を流れ、第2部材302Eの内部流路305Eを流れた後、第1部材301Eの内部流路304Eの一部を流れて、流体供給装置303に戻される。図12に示す抑制装置300Eによれば、流体供給装置303から供給された液体を使って、第1部材301E及び第2部材302E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。

10

【0119】

なお、図9、図11、図12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。

【0120】

なお、図10～図12を参照して説明した実施形態においては、第1部材301C、301D、301Eに形成された内部流路304C、304D、304E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、温度調整用の液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

【0121】

なお、第1部材を省略して、超音波発生装置10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。

【0122】

また、図13に示すように、超音波発生装置10の圧電素子10Aの一部に内部流路10Rを形成し、その内部流路10Rに、流体供給装置303から供給された温度調整用の液体を流すことができる。流体供給装置303は、圧電素子10Aの内部流路10Rに温度調整用の液体を流すことによって、その圧電素子10A(超音波発生装置10)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10が熱を発散することを抑制できる。

30

【0123】

なお、図10～図13を参照して説明した実施形態においては、流体供給装置303から供給される液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150(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150(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150が振動するクリーニング時には、通常、第2液浸領域LS2のクリーニング用液体LCが振動部材上に存在するので、振動部材150(C)は液体LC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LS2を形成するクリーニング用液体LCを温度制御してもよい。例えば、第2液浸領域LS2を形成するクリーニング用液体LCの温度を、第1液浸領域LS1を形成する液浸液体LQの温度より高くすることができる。

40

【0124】

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10が発生する熱の発散を抑制してもよい。

【0125】

なお、図8～図13を参照して説明した実施形態においては、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したり、超音波発生装置10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13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）であったり、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20kHz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20kHz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、20kHz以上の周波数f1と20kHz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の光量が変化する可能性が高い。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。

10

【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。

20

【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。

30

【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。

40

【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（15C）、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て使用でき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）

50

上ののみならず、基板テーブル22及び／または計測テーブル32上の振動部材150(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もできる。この際、クリーニング用液体LCが基板テーブル22または計測テーブル32とノズル部材8の下面8Aとの間に存在するときに、基板テーブル22または計測テーブル32をノズル部材8に対して移動させててもよい。

【0138】

なお、上述の各実施形態の露光用液体LQは水であるが、水以外の液体であってもよい、例えば、露光光ELの光源がF₂レーザである場合、このF₂レーザ光は水を透過しないので、液体LQとしてはF₂レーザ光を透過可能な例えは、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。また、液体LQとしては、その他にも、露光光ELに対する透過性があつてできるだけ屈折率が高く、投影光学系PL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(例えはセダー油)を用いることも可能である。また、液体LQ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(例えは1.5以上)の液体1としては、例えは、屈折率が約1.50のイソプロパノール、屈折率が約1.61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1.60のデカルイン(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⁺、Cs⁺、K⁺、Cl⁻、SO₄²⁻、PO₄²⁻等の塩基又は酸を添加(混合)したものでもよいし、純水にA1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PL及び／又は基板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PLの光学素子(最終光学素子11など)を、石英、萤石以外に、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、石英及び萤石よりも屈折率が高い(例えは1.6以上)材料で、液体LQと接触する投影光学系PLの光学素子(最終光学素子FL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、例えは、国際公開第2005/059617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2005/059618号パンフレットに開示される、塩化カリウム(屈折率は約1.75)等を用いることができる。液体LQとして、種々の流体、例えは、超臨界流体を用いることも可能である。

【0139】

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2004/019128号パンフレット(対応米国特許公開第2005/0248856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もできる。

【0140】

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

【0141】

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。

【0142】

10

20

30

40

50

露光装置EXとしては、マスクMと基板Pとを同期移動してマスクMのパターンを走査露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置（スキャニングステッパー）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（ステッパー）を採用することができる。

【0143】

さらに、露光装置EX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イッチ方式の一括露光装置を採用してもよい。また、ステイ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・ステイッチ方式の露光装置を採用することもできる。

10

【0144】

また、露光装置EXとして、例えば米国特許第6,611,316号に開示されているように、2つのマスクのパターンを、投影光学系を介して基板上で合成し、1回の走査露光によって基板上の1つのショット領域をほぼ同時に二重露光する露光装置などを採用することができる。また、露光装置EXとして、プロキシミティ方式の露光装置、ミラープロジェクション・アライナーなどを採用することができる。

20

【0145】

また、露光装置EXとして、米国特許6,341,007号、米国特許6,400,441号、米国特許6,549,269号、及び米国特許6,590,634号、米国特許6,208,407号、米国特許6,262,796号等に開示されているような複数の基板ステージを備えたツインステージ型の露光装置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150(C)及び超音波発生装置10(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

【0146】

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ず、液晶表示素子製造用又はディスプレイ製造用の露光装置、薄膜磁気ヘッド、撮像素子(CCD)、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。

【0147】

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

【0148】

また、上述の各実施形態では、露光光ELとしてArFエキシマレーザ光を発生する光源装置として、ArFエキシマレーザを用いてもよいが、例えば、米国特許7,023,610号に開示されているように、DFB半導体レーザ又はファイバーレーザなどの固体レーザ光源、ファイバーアンプなどを有する光増幅部、及び波長変換部などを含み、波長193nmのパルス光を出力する高調波発生装置を用いてもよい。さらに、上記実施形態で

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。

【0149】

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、可変形マスクとしては、DMDに限られるものではなく、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よい。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（LCD）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。

10

【0150】

また、非発光型画像表示素子を備える可変形マスクに代えて、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よい。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気的に制御してパターンを形成してもよい。なお、固体光源素子は、無機、有機を問わない。

20

【0151】

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。

30

【0152】

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。

40

【0153】

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

50

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。

【0154】

半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図15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204、デバイス組み立てステップ(ダイシング工程、ポンディング工程、パッケージ工程などの加工プロセスを含む)205、検査ステップ206等を経て製造される。上述の各実施形態で説明した露光装置EXにおけるクリーニング方法は、基板処理ステップ204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EXを用いて、基板Pを露光することが行われる。

10

【0155】

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て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LQ及び/又はクリーニング用液体LCに対して撥水性でなくてもよい。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86, 96並びに液体回収装置89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、欧洲特許公開第1420298号公報、国際公開第2004/055803号パンフレット、国際公開第2004/057590号パンフレット、国際公開第2005/029559号パンフレット(対応米国特許公開第2006/0231206号)、国際公開第2004/086468号パンフレット(対応米国特許公開第2005/0280791号)、特開2004-289126号公報(対応米国特許第6,952,253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

【0156】

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】

【0157】

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するために、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】

【0158】

【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10】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11】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12】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14】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15】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。

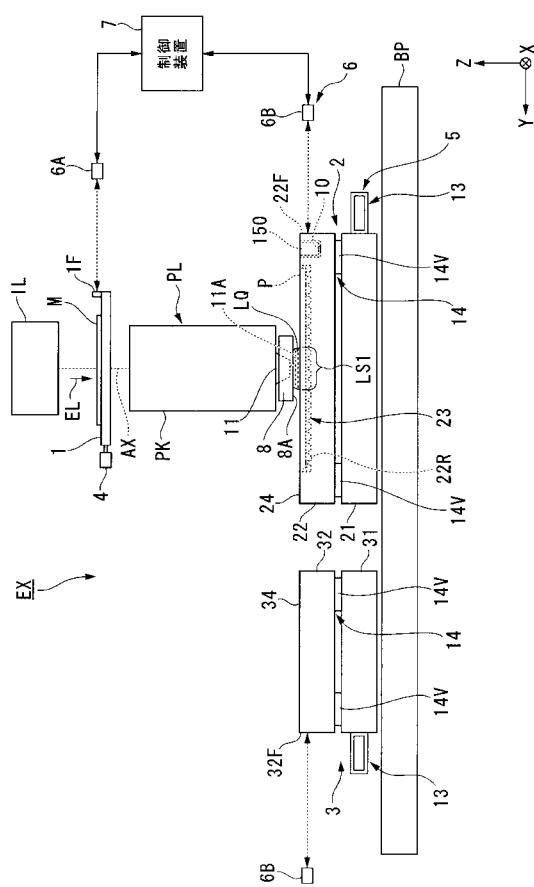
【符号の説明】

【0159】

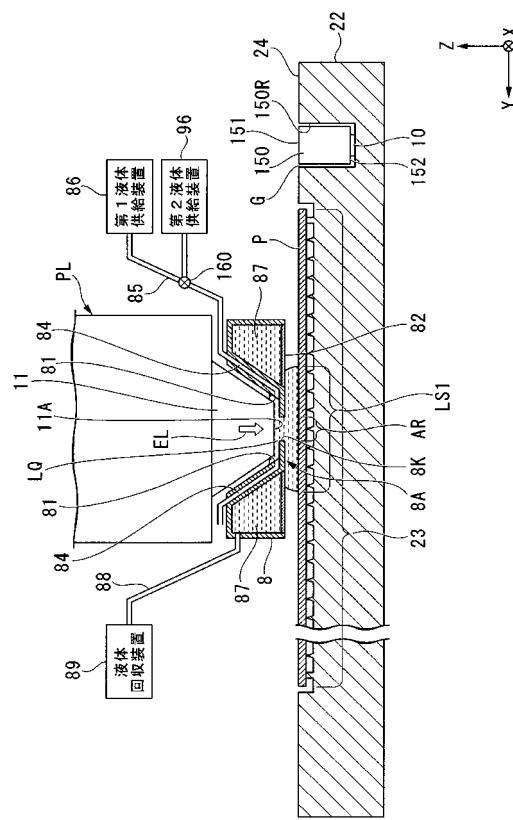
2...基板ステージ、3...計測ステージ、5...第2駆動システム、8...ノズル部材、8A...下面、10...超音波発生装置、11...終端光学素子、11A...下面、22...基板テーブル、24...上面、32...計測テーブル、34...上面、81...供給口、82...回収口、150...所定部材、151...上面、300A~300E...抑制装置、301A~301E...第1部材、302A~302E...第2部材、303...流体供給装置、304C~304E...内部流路、D P...ダミー基板、E L...露光光、E X...露光装置、L C...第2液体、L Q...第1液体、L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

10

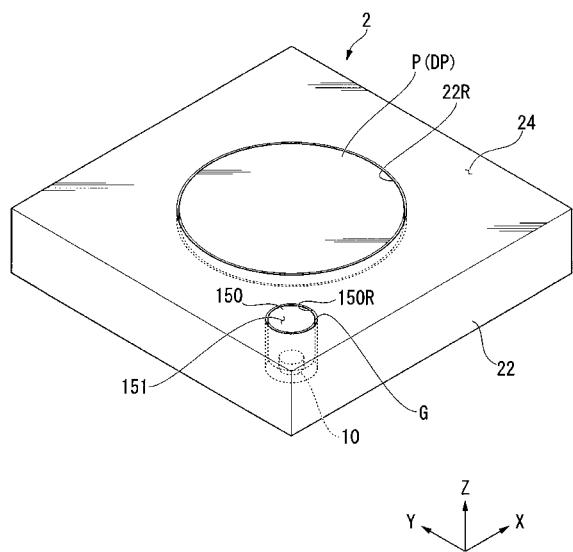
【図1】



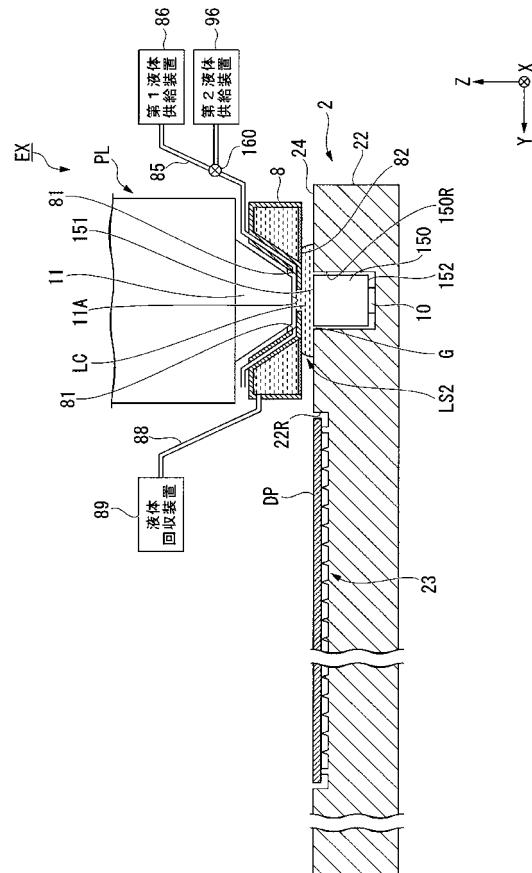
【図2】



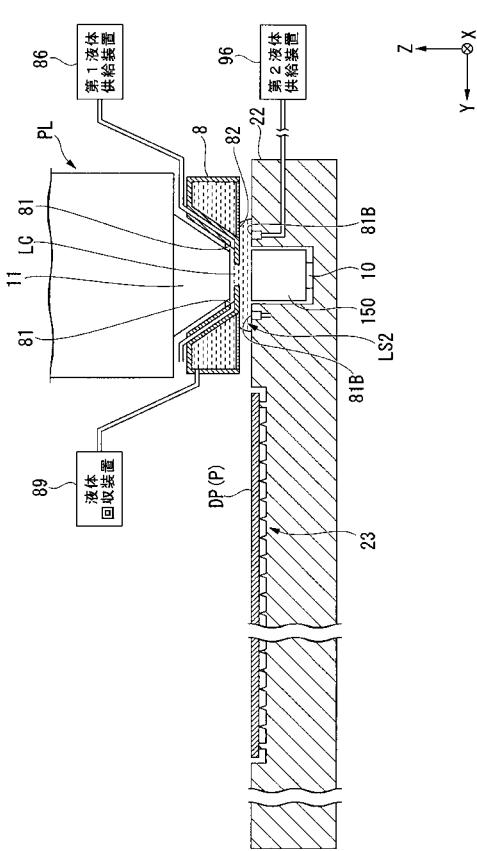
【図3】



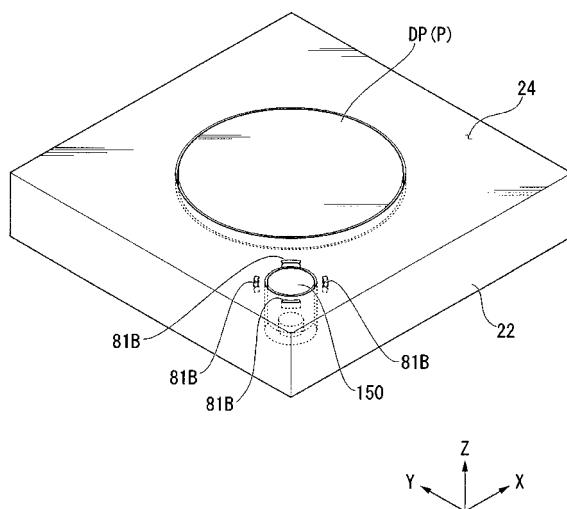
【 図 4 】



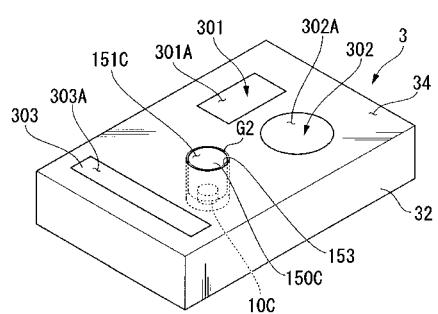
【図5】



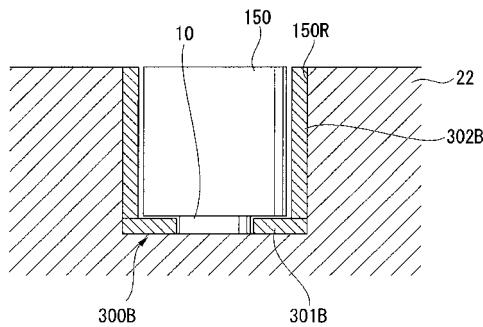
【 図 6 】



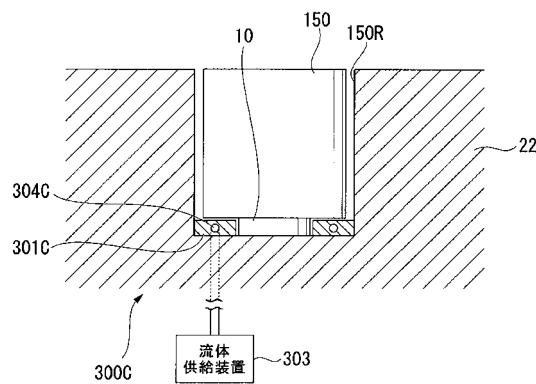
【図 7】



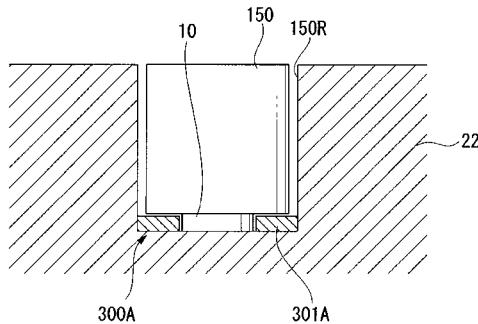
【図 9】



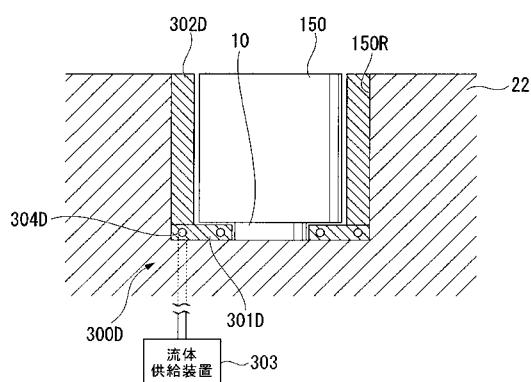
【図 10】



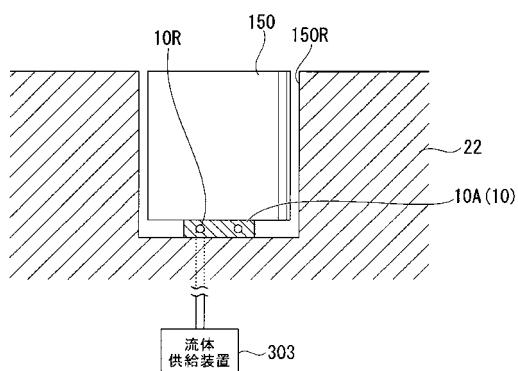
【図 8】



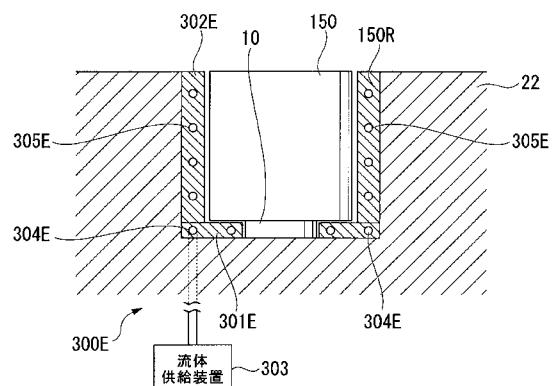
【図 11】



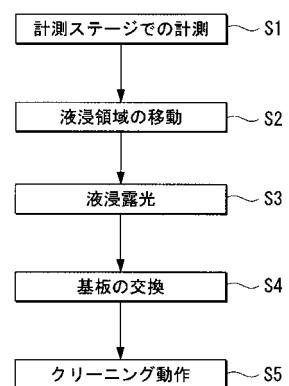
【図 13】



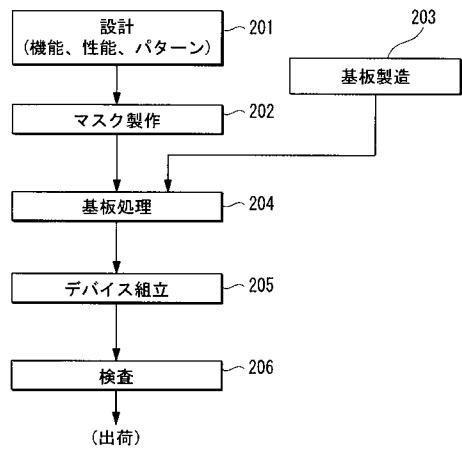
【図 12】



【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