

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4525827号
(P4525827)

(45) 発行日 平成22年8月18日(2010.8.18)

(24) 登録日 平成22年6月11日(2010.6.11)

(51) Int.Cl. F I
 HO 1 L 21/027 (2006.01) HO 1 L 21/30 5 1 5 D
 HO 1 L 21/304 (2006.01) HO 1 L 21/304 6 4 3 B
 HO 1 L 21/304 6 5 1 K

請求項の数 9 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2009-35767 (P2009-35767)	(73) 特許権者	000004112
(22) 出願日	平成21年2月18日(2009.2.18)		株式会社ニコン
(62) 分割の表示	特願2003-410472 (P2003-410472) の分割		東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
原出願日	平成15年12月9日(2003.12.9)	(74) 代理人	100064908
(65) 公開番号	特開2009-105473 (P2009-105473A)		弁理士 志賀 正武
(43) 公開日	平成21年5月14日(2009.5.14)	(74) 代理人	100108578
審査請求日	平成21年2月18日(2009.2.18)		弁理士 高橋 詔男
(31) 優先権主張番号	特願2002-357957 (P2002-357957)	(74) 代理人	100107836
(32) 優先日	平成14年12月10日(2002.12.10)		弁理士 西 和哉
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	馬込 伸貴
(31) 優先権主張番号	特願2003-305279 (P2003-305279)		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
(32) 優先日	平成15年8月28日(2003.8.28)	(72) 発明者	高岩 宏明
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		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】 露光装置及びデバイス製造方法、露光システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

パターンの像を液体を介して基板上に転写して基板を露光する露光装置であって、
 パターンの像を基板に投影する投影光学系と、
 露光された基板を処理する処理装置へ基板が搬出される前に、露光された基板を洗淨液
 を使って洗淨する洗淨装置と、
 洗淨後の前記基板に残留した前記洗淨液を、処理装置へ搬出する前に除去する液体除去
 装置と、を備える露光装置。

【請求項2】

前記洗淨装置は、前記露光後の基板の搬送経路中に設けられていることを特徴とする請
 求項1記載の露光装置。

【請求項3】

前記液体は、水とは異なることを特徴とする請求項1又は2記載の露光装置。

【請求項4】

前記洗淨装置は、洗淨を行うときに液体が飛散することを防止するように基板周囲の少
 なくとも一部を覆って周囲の空間から離隔するチャンバを有する請求項1～3のいずれか
 一項に記載の露光装置。

【請求項5】

前記洗淨装置と前記液体除去装置とは、液体の除去を行うときに液体が飛散すること
 を防止するように基板周囲の少なくとも一部を覆って周囲の空間から離隔する同じチャンバ

を共有する請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 6】

前記露光された基板を搬送する搬送システムと、

前記搬送システムの基板搬送経路の下の少なくとも一部に、前記露光後の基板から落下した液体を回収する樋部材とを有する請求項 1 ~ 5 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれか一項記載の露光装置を用いることを特徴とするデバイス製造方法。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 6 のいずれか一項記載に記載の露光装置と、

露光した基板を処理を行う処理装置とを備える露光システム。

10

【請求項 9】

前記処理装置が、基板の基材に感光性材料を塗布する塗布装置及び露光された基板を現像する現像装置の少なくとも一方を含む請求項 8 記載の露光システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、投影光学系と基板との間の少なくとも一部を液体で満たし、投影光学系によって投影したパターン像で基板を露光するための露光装置、この露光装置に用いられる液体除去装置並びにこの露光装置を用いるデバイス製造方法、露光システムに関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスや液晶表示デバイスは、マスク上に形成されたパターンを感光性の基板上に転写する、いわゆるフォトリソグラフィの手法により製造される。このフォトリソグラフィ工程で使用される露光装置は、マスクを支持するマスクステージと基板を支持する基板ステージとを有し、マスクステージ及び基板ステージを逐次移動しながらマスクのパターンを投影光学系を介して基板に転写するものである。近年、デバイスパターンのより一層の高集積化に対応するために投影光学系の更なる高解像度化が望まれている。投影光学系の解像度は、使用する露光波長が短くなるほど、また投影光学系の開口数が大きいほど高くなる。そのため、露光装置で使用される露光波長は年々短波長化しており、投影光学系の開口数も増大している。そして、現在主流の露光波長は、KrFエキシマレーザの 248 nm であるが、更に短波長の ArF エキシマレーザの 193 nm も実用化されつつある。また、露光を行う際には、解像度と同様に焦点深度 (DOF) も重要となる。解像度 R、及び焦点深度はそれぞれ以下の式で表される。

30

【0003】

$$R = k_1 \cdot \lambda / NA \quad \dots (1)$$

$$= \pm k_2 \cdot \lambda / NA^2 \quad \dots (2)$$

ここで、 λ は露光波長、NA は投影光学系の開口数、 k_1 、 k_2 はプロセス係数である。(1)式、(2)式より、解像度 R を高めるために、露光波長 λ を短くして、開口数 NA を大きくすると、焦点深度 DOF が狭くなることが分かる。

40

【0004】

焦点深度 DOF が狭くなり過ぎると、投影光学系の像面に対して基板表面を合致させることが困難となり、露光動作時のフォーカスマージンが不足する恐れがある。そこで、実質的に露光波長を短くして、且つ焦点深度を広くする方法として、例えば国際公開第 99/49504 号公報に開示されている液浸法が提案されている。この液浸法は、投影光学系の下面と基板表面との間を水や有機溶媒等の液体で満たし、液体中での露光光の波長が、空気中の λ/n (n は液体の屈折率で通常 1.2 ~ 1.6 程度) になることを利用して解像度を向上するとともに、焦点深度を約 n 倍に拡大するというものである。

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】国際公開第99/49504号パンフレット

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、上記液浸法を用いて基板を露光処理した場合、露光処理後において基板の表面に液体が残存する場合がある。この残存する液体を基板に付着させた状態で搬送すると、搬送中において液体が基板から落下し、落下した液体により搬送経路周辺の各装置や部材が錆びたり、露光装置が配置されている環境のクリーン度を維持できなくなる等の不都合が生じる。あるいは、落下した液体により露光装置周辺の環境変化（湿度変化）をもたらす場合もある。湿度変化が生じると、例えばステージ位置計測に用いる光干渉計の光路上の空気に揺らぎが生じ、ステージ位置計測が精度良く行われなくなり、所望のパターン転写精度が得られなくなるという問題が生じる。また、露光処理後において基板に液体を付着させた状態で例えば現像処理が実行されると、所望の性能を有するデバイスが製造できなくなるおそれが生じる。

10

【0007】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、投影光学系と基板との間に液体を満たして露光処理する際、露光後に基板に付着した液体に起因するデバイスの劣化を抑えることができる装置、その装置を組み込んだ露光装置、並びにこ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。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の第1の態様に従えば、パターンの像を液体を介して基板上に転写して基板を露光する露光装置であって、パターンの像を基板に投影する投影光学系と、露光された基板を処理する処理装置へ基板が搬出される前に、露光された基板を洗浄する洗浄装置と、を備える露光装置が提供される。

【0009】

本発明の第2の態様に従えば、第1の態様の露光装置を用いることを特徴とするデバイス製造方法が提供される。

30

【0010】

本発明の第3の態様に従えば、第1の態様の露光装置と、露光した基板を処理を行う処理装置とを備える露光システムが提供される。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、露光処理環境変動や周囲への液体の飛散を防止できる。したがって、この環境変動や液体飛散に基づく露光処理精度の低下を防止し、所望の性能を有するデバイスを製造することができる。また、液体や異物が付着していない基板を露光装置から送り出すことができるため、所望の性能を有するデバイスを製造することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0012】

【図1】本発明の露光装置としてのデバイス製造システムの一実施形態を示す概略構成図である。

【図2】図1を上方から見た図である。

【図3】露光処理を行う露光装置本体の一実施形態を示す概略構成図である。

【図4】供給ノズル及び回収ノズルの配置例を示す図である。

【図5】本発明に係る液体除去装置の一実施形態を示す概略構成図である。

【図6】本発明に係る液体除去装置の他の実施形態を示す概略構成図である。

【図7】本発明に係る液体除去装置の他の実施形態を示す概略構成図である。

【図8】本発明に係る液体除去装置の他の実施形態を示す概略構成図である。

50

【図 9】本発明に係る液体除去装置の他の実施形態を示す概略構成図である。

【図 10】本発明に係る液体除去装置の他の実施形態を示す概略構成図である。

【図 11】本発明に係る液体除去装置の他の実施形態を示す概略構成図である。

【図 12】本発明に係る液体除去装置の他の実施形態を示す概略構成図である。

【図 13】本発明の露光装置としてのデバイス製造システムの他の実施形態を示す概略構成図である。

【図 14】本発明の露光装置としてのデバイス製造システムの他の実施形態を示す概略構成図である。

【図 15】半導体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。

【発明を実施するための形態】

10

【0013】

第 1 実施形態

以下、本発明の露光装置及びデバイス製造方法について図面を参照しながら説明する。図 1 は本発明の露光装置を備えたデバイス製造システムの一実施形態を示す図であって側方から見た概略構成図、図 2 は図 1 を上方から見た図である。

【0014】

図 1、図 2 において、デバイス製造システム S Y S は、露光装置 E X - S Y S と、コータ・デベロッパ装置 C / D - S Y S とを備えている。露光装置 E X - S Y S は、コータ・デベロッパ装置 C / D - S Y S との接続部を形成するインターフェース部 I F と、投影光学系 P L と基板 P との間を液体 5 0 で満たし、投影光学系 P L と液体 5 0 とを介してパターンの像を基板 P 上に投影して基板 P を露光する露光装置本体 E X と、インターフェース部 I F と露光装置本体 E X との間で基板 P を搬送する搬送システム H と、搬送システム H の搬送経路の途中に設けられ、露光処理後の基板 P に付着した液体を除去する液体除去装置 1 0 0 と、露光装置 E X - S Y S 全体の動作を統括制御する制御装置 C O N T とを備えている。コータ・デベロッパ装置 C / D - S Y S は、露光処理される前の基板 P の基材に対してフォトリソグラフィ（感光剤）を塗布する塗布装置 C と、露光装置本体 E X において露光処理された後の基板 P を現像処理する現像装置（処理装置）D とを備えている。露光装置本体 E X はクリーン度が管理された第 1 チャンバ装置 C H 1 内部に配置されている。一方、塗布装置 C 及び現像装置 D は第 1 チャンバ装置 C H 1 とは別の第 2 チャンバ装置 C H 2 内部に配置されている。そして、露光装置本体 E X を収容する第 1 チャンバ装置 C H 1 と、塗布装置 C 及び現像装置 D を収容する第 2 チャンバ装置 C H 2 とは、インターフェース部 I F を介して接続されている。ここで、以下の説明において、第 2 チャンバ装置 C H 2 内部に収容されている塗布装置 C 及び現像装置 D を合わせて「コータ・デベロッパ本体 C / D」と適宜称する。

20

30

【0015】

図 1 に示すように、露光装置本体 E X は、露光光 E L でマスクステージ M S T に支持されているマスク M を照明する照明光学系 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 上に投影する投影光学系 P L と、基板 P を支持する基板ステージ P S T とを備えている。本実施形態における露光装置本体 E X は 2 つの基板ステージ P S T 1 , P S T 2 を有する所謂ツインステージシステムを採用している。ツインステージシステムの具体的な構成としては、特開平 1 0 - 1 6 3 0 9 9 号公報、特開平 1 0 - 2 1 4 7 8 3 号公報、特表 2 0 0 0 - 5 0 5 9 5 8 号公報、米国特許 6 , 3 4 1 , 0 0 7 号、6 , 4 0 0 , 4 4 1 号、6 , 5 4 9 , 2 6 9 号及び 6 , 5 9 0 , 6 3 4 号等の文献に開示されており、それらを参照することができる。それらの米国特許を、本国際出願で指定または選択された国の法令で許容される限りにおいて、援用して本文の記載の一部とする。本発明では、上記文献に開示されているツインステージシステムを採用することができる。また、本実施形態における露光装置本体 E X は、マスク M と基板 P とを走査方向における互いに異なる向き（逆方向）に同期移動しつつマスク M に形成されたパターンを基板 P に露光する走査型露光装置（所謂スキヤニングステッパ）である。以下の説明において、水平面内においてマスク M と基板 P との同期移動方向（走査方向）を X 軸方向、水平面内において

40

50

X軸方向と直交する方向をY軸方向（非走査方向）、X軸及びY軸方向に垂直で投影光学系PLの光軸AXと一致する方向をZ軸方向とする。また、X軸、Y軸、及びZ軸まわり方向をそれぞれ、X、Y、及びZ方向とする。なお、ここでいう「基板」は半導体ウエハ上にレジストを塗布したものを含み、「マスク」は基板上に縮小投影されるデバイスパターンを形成されたレチクルを含む。

【0016】

搬送システムHは、露光処理される前の基板Pを基板ステージPSTに搬入（ロード）する第1搬送装置H1と、露光処理された後の基板Pを基板ステージPSTから搬出（アンロード）し、液体除去装置100まで搬送する第2搬送装置H2と、液体除去装置100とインターフェース部IFとの間で基板Pを搬送する第3搬送装置H3とを備えている。第1、第2、第3搬送装置H1、H2、H3は第1チャンバ装置CH1内部に設けられている。コータ・デベロッパ本体C/D（塗布装置C）でフォトレジストの塗布処理を施された基板Pはインターフェース部IFを介して第3搬送装置H3に渡される。ここで、第1、第2チャンバ装置CH1、CH2それぞれのインターフェース部IFと対面する部分には開口部及びこの開口部を開閉するシャッタが設けられている。基板Pのインターフェース部IFに対する搬送動作中にはシャッタが開放される。第3搬送装置H3は露光処理される前の基板Pを液体除去装置100を介して第1搬送装置H1に渡す。なお、第3搬送装置H3から第1搬送装置H1に基板Pを渡す際、液体除去装置100を介さず、不図示の別の搬送装置や中継装置を介して第1搬送装置H1に渡してもよい。第1搬送装置H1は渡された基板Pを露光装置本体EXの基板ステージPSTにロードする。露光処理された後の基板Pは第2搬送装置H2により基板ステージPSTからアンロードされる。第2搬送装置H2はアンロードした基板Pを液体除去装置100を介して第3搬送装置H3に渡す。第3搬送装置H3で搬送された基板Pはインターフェース部IFを介してコータ・デベロッパ本体C/D（現像装置D）に運ばれる。現像装置Dは渡された基板Pに対して現像処理を施す。

【0017】

なお、露光処理される前の濡れていない基板Pを基板ステージPSTに搬入する第1搬送装置H1と、露光処理された後の濡れている可能性のある基板Pを基板ステージPSTから搬出する第2搬送装置H2とを使い分けているので、第1搬送装置（搬送部材）H1に液体が付着することがなく、第1搬送装置H1で搬送される基板Pの裏面などへの液体の付着を防止することができる。

【0018】

図3は、露光装置本体EXの概略構成図である。照明光学系ILは、マスクステージMSTに支持されているマスクMを露光光ELで照明するものであり、露光用光源、露光用光源から射出された光束の照度を均一化するオプティカルインテグレータ、オプティカルインテグレータからの露光光ELを集光するコンデンサレンズ、リレーレンズ系、露光光ELによるマスクM上の照明領域をスリット状に設定する可変視野絞り等を有している。マスクM上の所定の照明領域は照明光学系ILにより均一な照度分布の露光光ELで照明される。照明光学系ILから射出される露光光ELとしては、例えば水銀ランプから射出される紫外域の輝線（g線、h線、i線）及びKrFエキシマレーザ光（波長248nm）等の遠紫外光（DUV光）や、ArFエキシマレーザ光（波長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。本実施形態では、ArFエキシマレーザ光を用いる。

【0019】

マスクステージMSTは、マスクMを支持するものであって、投影光学系PLの光軸AXに垂直な平面内、すなわちXY平面内で2次元移動可能及びZ方向に微小回転可能である。マスクステージMSTはリニアモータ等のマスクステージ駆動装置MSTDにより駆動される。マスクステージ駆動装置MSTDは制御装置CONTにより制御される。マスクステージMST上のマスクMの2次元方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計によりリアルタイムで計測され、計測結果は制御装置CONTに出力される。制御装置CONT

はレーザ干渉計の計測結果に基づいてマスクステージ駆動装置MSTDを駆動することでマスクステージMSTに支持されているマスクMの位置決めを行う。

【0020】

投影光学系PLは、マスクMのパターンを所定の投影倍率で基板Pに投影露光するものであって、複数の光学素子(レンズ)で構成されており、これら光学素子は金属部材としての鏡筒PKで支持されている。本実施形態において、投影光学系PLは、投影倍率が例えば1/4あるいは1/5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し、ミラーを使って構成してもよい。また、本実施形態の投影光学系PLの先端側(基板P側)には、光学素子(レンズ)60が鏡筒PKより露出している。この光学素子60は鏡筒PKに対して着脱(交換)可能に設けられている。

10

【0021】

基板ステージPSTは、基板Pを支持するものであって、基板Pを基板ホルダを介して保持するZステージ51と、Zステージ51を支持するXYステージ52と、XYステージ52を支持するベース53とを備えている。基板ステージPSTはリニアモータ等の基板ステージ駆動装置PSTDにより駆動される。基板ステージ駆動装置PSTDは制御装置CONTにより制御される。Zステージ51を駆動することにより、Zステージ51に保持されている基板PのZ軸方向における位置(フォーカス位置)、及びX、Y方向における位置が制御される。また、XYステージ52を駆動することにより、基板PのXY方向における位置(投影光学系PLの像面と実質的に平行な方向の位置)が制御される。すなわち、Zステージ51は、基板Pのフォーカス位置及び傾斜角を制御して基板Pの表面をオートフォーカス方式、及びオートレベリング方式で投影光学系PLの像面に合わせ込み、XYステージ52は基板PのX軸方向及びY軸方向における位置決めを行う。なお、ZステージとXYステージとを一体的に設けてよいことは言うまでもない。

20

【0022】

基板ステージPST(Zステージ51)上には移動鏡54が設けられている。また、移動鏡54に対向する位置にはレーザ干渉計55が設けられている。基板ステージPST上の基板Pの2次元方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計55によりリアルタイムで計測され、計測結果は制御装置CONTに出力される。制御装置CONTはレーザ干渉計55の計測結果に基づいて基板ステージ駆動装置PSTDを駆動することで基板ステージPSTに支持されている基板Pの位置決めを行う。

30

【0023】

本実施形態では、露光波長を実質的に短くして解像度を向上するとともに、焦点深度を実質的に広くするために、液浸法を適用する。そのため、少なくともマスクMのパターンの像を基板P上に転写している間は、基板Pの表面と投影光学系PLの基板P側の光学素子(レンズ)60の先端面(下面)7との間に所定の液体50が満たされる。上述したように、投影光学系PLの先端側にはレンズ60が露出しており、液体50はレンズ60のみに接触するように構成されている。これにより、金属からなる鏡筒PKの腐蝕等が防止されている。本実施形態において、液体50には純水が用いられる。純水は、ArFエキシマレーザ光のみならず、露光光ELを例えば水銀ランプから射出される紫外域の輝線(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)とした場合、この露光光ELを透過可能である。

40

【0024】

露光装置本体EXは、投影光学系PLの先端面(レンズ60の先端面)7と基板Pとの間の空間56に所定の液体50を供給する液体供給装置1と、空間56の液体50を回収する液体回収装置2とを備えている。液体供給装置1は、投影光学系PLと基板Pとの間の少なくとも一部を液体50で満たすためのものであって、液体50を収容するタンク、加圧ポンプなどを備えている。液体供給装置1には供給管3の一端部が接続され、供給管3の他端部には供給ノズル4が接続されている。液体供給装置1は供給管3及び供給ノズル4を介して空間56に液体50を供給する。

【0025】

50

液体回収装置 2 は、吸引ポンプ、回収した液体 5 0 を収容するタンクなどを備えている。液体回収装置 2 には回収管 6 の一端部が接続され、回収管 6 の他端部には回収ノズル 5 が接続されている。液体回収装置 2 は回収ノズル 5 及び回収管 6 を介して空間 5 6 の液体 5 0 を回収する。空間 5 6 に液体 5 0 を満たす際、制御装置 CONT は液体供給装置 1 を駆動し、供給管 3 及び供給ノズル 4 を介して空間 5 6 に対して単位時間当たり所定量の液体 5 0 を供給するとともに、液体回収装置 2 を駆動し、回収ノズル 5 及び回収管 6 を介して単位時間当たり所定量の液体 5 0 を空間 5 6 より回収する。これにより、投影光学系 PL の先端面 7 と基板 P との間の空間 5 6 に液体 5 0 が配置される。

【 0 0 2 6 】

投影光学系 PL の最下端のレンズ 6 0 は、先端部 6 0 A が走査方向に必要な部分だけを残して Y 軸方向（非走査方向）に細長い矩形状に形成されている。走査露光時には、先端部 6 0 A の直下の矩形の投影領域にマスク M の一部のパターン像が投影され、投影光学系 PL に対して、マスク M が - X 方向（又は + X 方向）に速度 V で移動するのに同期して、XY ステージ 5 2 を介して基板 P が + X 方向（又は - X 方向）に速度 $\cdot V$ （ \cdot は投影倍率）で移動する。そして、1つのショット領域への露光終了後に、基板 P のステッピングによって次のショット領域が走査開始位置に移動し、以下、ステップ・アンド・スキャン方式で各ショット領域に対する露光処理が順次行われる。本実施形態では、基板 P の移動方向と平行に基板の移動方向と同一方向に液体 5 0 を流すように設定されている。

【 0 0 2 7 】

図 4 は、投影光学系 PL のレンズ 6 0 の先端部 6 0 A と、液体 5 0 を X 軸方向に供給する供給ノズル 4（4 A ~ 4 C）と、液体 5 0 を回収する回収ノズル 5（5 A、5 B）との位置関係を示す図である。図 4 において、レンズ 6 0 の先端部 6 0 A の形状は Y 軸方向に細長い矩形状となっており、投影光学系 PL のレンズ 6 0 の先端部 6 0 A を X 軸方向に挟むように、+ X 方向側に 3 つの供給ノズル 4 A ~ 4 C が配置され、- X 方向側に 2 つの回収ノズル 5 A、5 B が配置されている。そして、供給ノズル 4 A ~ 4 C は供給管 3 を介して液体供給装置 1 に接続され、回収ノズル 5 A、5 B は回収管 4 を介して液体回収装置 2 に接続されている。また、供給ノズル 4 A ~ 4 C と回収ノズル 5 A、5 B とを先端部 6 0 A の中心に対してほぼ 180° 回転した位置に、供給ノズル 8 A ~ 8 C と、回収ノズル 9 A、9 B とが配置されている。供給ノズル 4 A ~ 4 C と回収ノズル 9 A、9 B とは Y 軸方向に交互に配列され、供給ノズル 8 A ~ 8 C と回収ノズル 5 A、5 B とは Y 軸方向に交互に配列され、供給ノズル 8 A ~ 8 C は供給管 1 0 を介して液体供給装置 1 に接続され、回収ノズル 9 A、9 B は回収管 1 1 を介して液体回収装置 2 に接続されている。なおノズルからの液体供給は、投影光学系 PL と基板 P との間に気体部分が生じないように行う必要がある。

【 0 0 2 8 】

露光装置本体 EX において、矢印 X a（図 4 参照）で示す走査方向（- X 方向）に基板 P を移動させて走査露光を行う場合には、供給管 3、供給ノズル 4 A ~ 4 C、回収管 4、及び回収ノズル 5 A、5 B を用いて、液体供給装置 1 及び液体回収装置 2 により液体 5 0 の供給及び回収が行われる。すなわち、基板 P が - X 方向に移動する際には、供給管 3 及び供給ノズル 4（4 A ~ 4 C）を介して液体供給装置 1 から液体 5 0 が投影光学系 PL と基板 P との間に供給されるとともに、回収ノズル 5（5 A、5 B）、及び回収管 6 を介して液体 5 0 が液体回収装置 2 に回収され、レンズ 6 0 と基板 P との間を満たすように - X 方向に液体 5 0 が流れる。一方、矢印 X b で示す走査方向（+ X 方向）に基板 P を移動させて走査露光を行う場合には、供給管 1 0、供給ノズル 8 A ~ 8 C、回収管 1 1、及び回収ノズル 9 A、9 B を用いて、液体供給装置 1 及び液体回収装置 2 により液体 5 0 の供給及び回収が行われる。すなわち、基板 P が + X 方向に移動する際には、供給管 1 0 及び供給ノズル 8（8 A ~ 8 C）を介して液体供給装置 1 から液体 5 0 が投影光学系 PL と基板 P との間に供給されるとともに、回収ノズル 9（9 A、9 B）、及び回収管 1 1 を介して液体 5 0 が液体回収装置 2 に回収され、レンズ 6 0 と基板 P との間を満たすように + X 方向に液体 5 0 が流れる。このように、制御装置 CONT は、液体供給装置 1 及び液体回収

10

20

30

40

50

装置 2 を用いて、基板 P の移動方向に沿って液体 5 0 を流す。この場合、例えば液体供給装置 1 から供給ノズル 4 を介して供給される液体 5 0 は基板 P の - X 方向への移動に伴って空間 5 6 に引き込まれるようにして流れるので、液体供給装置 1 の供給エネルギーが小さくても液体 5 0 を空間 5 6 に容易に供給できる。そして、走査方向に応じて液体 5 0 を流す方向を切り替えることにより、+ X 方向、又は - X 方向のどちらの方向に基板 P を走査する場合にも、レンズ 6 0 の先端面 7 と基板 P との間を液体 5 0 で満たすことができ、高い解像度及び広い焦点深度を得ることができる。

【 0 0 2 9 】

次に、図 5 を参照しながら第 1 実施形態の露光装置に用いられる液体除去装置 1 0 0 について説明する。液体除去装置 1 0 0 は搬送システム H の搬送経路の途中に設けられ、液浸法により露光処理された後の基板 P に付着している液体 5 0 を除去するものである。本実施形態において、液体除去装置 1 0 0 は第 2 搬送装置 H 2 と第 3 搬送装置 H 3 との間に設けられている。液体除去装置 1 0 0 は、ステージ装置 2 0 と、ステージ装置 2 0 に設けられ、基板 P の下面中央部を保持するホルダ部 2 1 と、基板 P を保持したホルダ部 2 1 を回転する回転機構 2 2 とを備えている。ホルダ部 2 1 の上面にはパキューム装置の一部を構成する真空吸着孔が設けられており、ホルダ部 2 1 は基板 P の下面中央部を吸着保持する。回転機構 2 2 はステージ装置 2 0 内部に設けられたモータにより構成されており、ホルダ部 2 1 に接続された軸部 2 3 を回転することでホルダ部 2 1 を回転する。そして、ステージ装置 2 0、ホルダ部 2 1、及び回転機構 2 2 はカバー機構であるチャンバ 2 5 内部に設けられており、チャンバ 2 5 には流路 2 8 を介して液体吸引装置 2 9 が設けられている。流路 2 8 にはバルブ 2 8 A が設けられている。

【 0 0 3 0 】

ホルダ部 2 1 は軸部 2 3 とともにステージ装置 2 0 の上面に対して昇降可能に設けられている。基板 P を保持したホルダ部 2 1 がステージ装置 2 0 に対して上昇したとき、基板 P はステージ装置 2 0 より離れ、回転機構 2 2 の駆動により回転可能となる。一方、ホルダ部 2 1 が下降しているときは基板 P はステージ装置 2 0 の上面に設けられている第 2 ホルダ部 2 4 により保持される。

【 0 0 3 1 】

チャンバ 2 5 は、第 2 搬送装置 H 2 側に形成された第 1 開口部 2 6 と、第 3 搬送装置 H 3 側に形成された第 2 開口部 2 7 とを備えている。第 1 開口部 2 6 には、この第 1 開口部 2 6 を開閉する第 1 シャッタ 2 6 A が設けられ、第 2 開口部 2 7 には、この第 2 開口部 2 7 を開閉する第 2 シャッタ 2 7 A が設けられている。第 1、第 2 シャッタ 2 6 A、2 7 A の開閉動作は制御装置 CONT により制御される。第 1 シャッタ 2 6 A が開放されると、第 2 搬送装置 H 2 は第 1 開口部 2 6 を介して液体除去装置 1 0 0 のステージ装置 2 0 にアクセス可能となる。すなわち、第 2 搬送装置 H 2 は第 1 開口部 2 6 を介して液体除去装置 1 0 0 のステージ装置 2 0 に対して基板 P を搬送（搬入）可能である。第 3 搬送装置 H 3 は第 2 開口部 2 7 を介して液体除去装置 1 0 0 のステージ装置 2 0 にアクセス可能となる。すなわち、第 3 搬送装置 H 3 は第 2 開口部 2 7 を介して液体除去装置 1 0 0 のステージ装置 2 0 に対して基板 P を搬送（搬出）可能である。一方、第 1、第 2 シャッタ 2 6 A、2 7 A を閉じることによりチャンバ 2 5 内部は密閉される。

【 0 0 3 2 】

次に、上述した露光装置本体 EX 及び液体除去装置 1 0 0 を備えたデバイス製造システム SYS の動作について、図 1 及び 2 を用いて説明する。

【 0 0 3 3 】

露光装置本体 EX において、基板ステージ P S T 1 に保持された基板 P は、液浸法を用いて露光され、それと並行して、基板ステージ P S T 2 に保持された基板 P に対して、アラメントマークの検出や表面情報（AF（オートフォーカス）/ AL（オートレベリング）情報）の計測が行われる。図 1 は基板ステージ P S T 1 が露光装置本体（露光ステーション）EX において露光動作を行い、基板ステージ P S T 2 が計測ステーションにおいて計測動作を行っている様子を示している。露光装置本体では、液体供給装置 1 の液体供

給と液体回収装置 2 の液体回収とが行われ、投影光学系 P L の像面側の露光光の光路が液体 5 0 で満たされている。基板ステージ P S T 1 に保持された基板 P の露光処理が完了すると、液体供給装置 1 の液体供給を停止し、液体回収装置 2 により液体回収を行う。液体回収装置 2 による液体回収が終了すると、基板ステージ P S T 1 が露光装置本体 E X から退避するとともに、各種計測を終えた基板ステージ P S T 2 が露光装置本体（露光ステーション）E X に投入される。基板ステージ P S T 1 上で露光処理を終えた基板 P は、基板ステージ P S T 1 より第 2 搬送装置 H 2 にアンロードされる。露光処理後の基板 P のアンロードを終えた基板ステージ P S T 1 は、未露光の基板 P を第 1 搬送装置 H 1 から受け取り、計測ステーションでの各種計測を開始する。第 2 搬送装置 H 2 にアンロードされた基板 P には液体回収装置 2 で回収しきれなかった液体 5 0 がわずかに付着しており、第 2 搬送装置 H 2 によって液体除去装置 1 0 0 に搬送される。こうして、基板ステージ P S T 2 に保持された基板 P の露光処理、及び基板ステージ P S T 1 に保持された未露光の基板 P の各種計測と並行して、直前に露光処理を完了した基板 P に残留した液体の除去が液体除去装置 1 0 0 で行われる。

10

【 0 0 3 4 】

なお、基板ステージ P S T 2 に保持された基板 P 上に液体供給装置 1 から液体の供給を開始する際には、基板ステージ P S T 1 では実質的な計測動作を行わずに、基板ステージ P S T 1 の移動のみ、あるいは単に基板ステージ P S T 1 を停止させておくことにより、このようにすることで、基板ステージ P S T 2 上に液体供給装置 1 から液体の供給を開始する際に生じる振動が計測ステーションにおける基板ステージ P S T 1 の計測動作に影響を及ぼすことを防止できる。また、基板ステージ P S T 2 上への液体の供給を停止するとき、計測ステーションでの基板ステージ P S T 1 の計測動作が完了していない場合には、液体供給を停止するとき、基板ステージ P S T 1 では実質的な計測動作を行わずに、基板ステージ P S T 1 の移動のみ、あるいは単に基板ステージ P S T 1 を停止させておくようにしてもよい。

20

【 0 0 3 5 】

制御装置 C O N T は第 2 搬送装置 H 2 の液体除去装置 1 0 0 に対する接近に伴って第 1 シャッタ 2 6 A を開放する（図 5 参照）。このとき、第 2 シャッタ 2 7 A は閉じられている。第 2 搬送装置 H 2 は、第 1 開口部 2 6 を介して基板 P を液体除去装置 1 0 0 のステージ装置 2 0 に渡す。このとき、ホルダ部 2 1 は下降しており、基板 P はステージ装置 2 0 上のホルダ部 2 1 及び第 2 ホルダ部 2 4 に保持される。

30

【 0 0 3 6 】

第 2 搬送装置 H 2 はステージ装置 2 0 に基板 P を渡したら、第 1 開口部 2 6 を介してチャンバ 2 5 より退避する。第 2 搬送装置 H 2 がチャンバ 2 5 より退避したら制御装置 C O N T は第 1 シャッタ 2 6 A を閉じる。これにより、チャンバ 2 5 内部は密閉される。チャンバ 2 5 内部が密閉されたら、制御装置 C O N T はホルダ部 2 1 を上昇する。ホルダ部 2 1 の上昇とともに、このホルダ部 2 1 に吸着保持されている基板 P もステージ装置 2 0 に対して上昇する。そして、制御装置 C O N T は回転機構 2 2 を駆動し、ホルダ部 2 1 を基板 P とともに Z 方向に回転する。回転機構 2 2 が基板 P を回転することにより、基板 P の上下両面に付着している液体 5 0 は遠心力の作用により基板 P から飛ばされる。これにより、基板 P に付着している液体 5 0 が基板 P より除去される。ここで、基板 P はカバー機構としてのチャンバ 2 5 内部に配置されているため、基板 P から飛ばされた液体 5 0 は周囲に飛散しない。

40

【 0 0 3 7 】

基板 P から飛ばされた液体 5 0 はチャンバ 2 5 に接続されている液体吸引装置 2 9 により回収される。液体吸引装置 2 9 はチャンバ 2 5 内部の気体を飛散した液体 5 0 とともに吸引することで、基板 P から飛ばされた液体 5 0 を回収する。ここで、液体吸引装置 2 9 は、チャンバ 2 5 内部の気体及び飛散した液体 5 0 の吸引動作を継続的に行う。これにより、チャンバ 2 5 の内壁や底などチャンバ 2 5 内部に液体 5 0 が留まらないので、チャンバ 2 5 内部の湿度が大きく変動することはない。また、シャッタ 2 6 A、2 7 A を開放し

50

たときにも、チャンバ 25 内の湿った気体がチャンバ 25 の外へ流れ出ることもない。

【 0 0 3 8 】

基板 P を所定時間（あるいは所定回転数）回転したら、制御装置 CONT は回転機構 22 の駆動を停止し、基板 P をホルダ部 21 とともに下降する。次いで、制御装置 CONT は、第 2 シャッタ 27 A を開放する。第 2 シャッタ 27 A が開放されたら、第 3 搬送装置（第 2 搬送部材）H3 が第 2 開口部 27 を介してステージ装置 20 にアクセスし、ステージ装置 20 上の液体 50 を除去された基板 P を保持する。液体除去装置 100 により液体 50 を除去された基板 P を保持した第 3 搬送装置 H3 は、チャンバ 25 内部より基板 P を第 2 開口部 27 を介して搬出する。

【 0 0 3 9 】

図 1 に示すように、液体除去装置 100 により液体 50 が除去された基板 P は、インターフェース部 IF を介してコータ・デベロッパ本体 C/D に運ばれる。コータ・デベロッパ本体 C/D（現像装置 D）は渡された基板 P に対して現像処理を施す。このように、本実施形態の露光装置 EX-SYS は、インターフェース部 IF を介して基板 P がコータ・デベロッパ装置 C/D-SYS に搬出される前に、液体除去装置 100 により基板 P に付着した液体 50 を除去する。

【 0 0 4 0 】

以上説明したように、露光装置本体 EX において露光処理が施された基板 P をコータ・デベロッパ装置 C/D-SYS（現像装置 D）に搬送する前に、液体除去装置 100 で基板 P に付着した液体 50 を除去するようにしたので、液体 50 の現像処理に対する影響を
20 除くことができる。また、液体除去装置 100 によって基板 P に付着した液体 50 を除去することにより、基板 P の搬送中に基板 P から液体が落下し、第 1 チャンバ装置 CH1 内部の湿度変化（環境変化）をもたらしたり、搬送経路上の各装置や部材を錆びさせるなどの不都合の発生を抑えることができる。

【 0 0 4 1 】

また、液体 50 が付着している基板 P を第 2 搬送装置 H2 で搬送し、液体 50 が除去された基板 P を第 2 搬送装置 H2 とは別の第 3 搬送装置 H3 で搬送するようにしたので、第 3 搬送装置 H3 は液体 50 に晒されない。したがって、第 3 搬送装置 H3 で搬送される基板 P には液体 50 が付着せず、また、第 3 搬送装置 H3 の搬送経路上における液体 50 の
30 飛散を確実に防止できる。

【 0 0 4 2 】

また、液体除去装置 100 を搬送システム H の搬送経路の途中に設けたので、露光装置本体 EX での露光処理と、液体除去装置 100 での液体除去処理とを同時に行うことができる。したがって、スループットを低下させることなく各処理を実行することができる。そして、液体除去処理をチャンバ 25 内部で行うようにしたので、周囲に液体 50 が飛散するのを防止できる。

【 0 0 4 3 】

なお、本実施形態では、露光処理後の基板 P を処理装置としてのコータ・デベロッパ装置 C/D-SYS に搬送する際、接続部としてのインターフェース部 IF を介して搬送するように説明したが、例えばインターフェース部 IF がコータ・デベロッパ装置 C/D-SYS に備えられている場合や、コータ・デベロッパ装置 C/D-SYS がインターフェース部 IF を介さずに直接露光装置 EX-SYS に接続されている場合、あるいは、処理装置が基板収納装置であってインターフェース部 IF を介さないで露光処理後の基板 P を基板収納装置に搬送する場合には、第 1 チャンバ装置 CH1 の開口部が露光装置 EX-SYS の接続部となる。
40

【 0 0 4 4 】

上述したように、本実施形態における液体 50 は純水により構成されている。純水は、半導体製造工場等で容易に大量に入手できるとともに、基板 P 上のフォトレジストや光学素子（レンズ）等に対する悪影響がない利点がある。また、純水は環境に対する悪影響がないとともに、不純物の含有量が極めて低いため、基板 P の表面、及び投影光学系 PL の
50

先端面に設けられている光学素子の表面を洗浄する作用も期待できる。

【0045】

そして、波長が193nm程度の露光光ELに対する純水(水)の屈折率nはほぼ1.44~1.47程度と言われており、露光光ELの光源としてArFエキシマレーザ光(波長193nm)を用いた場合、基板P上では1/n、すなわち約131~134nm程度に短波長化されて高い解像度が得られる。更に、焦点深度は空气中に比べて約n倍、すなわち約1.44~1.47倍程度に拡大されるため、空气中で使用する場合と同程度の焦点深度が確保できればよい場合には、投影光学系PLの開口数をより増加させることができ、この点でも解像度が向上する。

【0046】

本実施形態では、投影光学系PLの先端にレンズ60が取り付けられているが、投影光学系PLの先端に取り付ける光学素子としては、投影光学系PLの光学特性、例えば収差(球面収差、コマ収差等)の調整に用いる光学プレートであってもよい。あるいは露光光ELを透過可能な平行平板であってもよい。液体50と接触する光学素子を、レンズより安価な平行平板とすることにより、露光装置本体EXの運搬、組立、調整時等において投影光学系PLの透過率、基板P上での露光光ELの照度、及び照度分布の均一性を低下させる物質(例えばシリコン系有機物等)がその平行平板に付着しても、液体50を供給する直前にその平行平板を交換するだけでよく、液体50と接触する光学素子をレンズとする場合に比べてその交換コストが低くなるという利点がある。すなわち、露光光ELの照射によりレジストから発生する飛散粒子、または液体50中の不純物の付着などに起因して液体50に接触する光学素子の表面が汚れるため、その光学素子を定期的に交換する必要があるが、この光学素子を安価な平行平板とすることにより、レンズに比べて交換部品のコストが低く、且つ交換に要する時間を短くすることができ、メンテナンスコスト(ランニングコスト)の上昇やスループットの低下を抑えることができる。

【0047】

なお、液体50の流れによって生じる投影光学系PLの先端の光学素子と基板Pとの間の圧力が大きい場合には、その光学素子を交換可能とするのではなく、その圧力によって光学素子が動かないように堅固に固定してもよい。

【0048】

なお、本実施形態では、投影光学系PLと基板P表面との間は液体50で満たされている構成であるが、例えば基板Pの表面に平行平板からなるカバーガラスを取り付けた状態で液体50を満たす構成であってもよい。

【0049】

なお、上記実施形態において、上述したノズルの形状は特に限定されるものでなく、例えば先端部60Aの長辺について2対のノズルで液体50の供給又は回収を行うようにしてもよい。なお、この場合には、+X方向、又は-X方向のどちらの方向からも液体50の供給及び回収を行うことができるようにするため、供給ノズルと回収ノズルと上下に並べて配置してもよい。

【0050】

第2実施形態

次に、本発明の第2実施形態の露光装置に用いられる液体除去装置100のについて図6を参照しながら説明する。ここで、以下の説明において、液体除去装置100以外については、第1実施形態と同一又は同等であるのでその説明を簡略もしくは省略する。

【0051】

図6において、液体除去装置100は、基板Pに付着した液体50の除去を行うときに液体50が飛散しないように基板Pの周囲を覆うカバー機構の一部を構成するカバー部30を備えている。本実施形態における液体除去装置100はチャンバ25を有していない。カバー部30は平面視ほぼ円環状に形成されており、その円環内部にポケット部30Aを備えている。カバー部30のポケット部30Aには液体吸引装置29が接続されている。また、カバー部30はステージ装置20に形成された凹部31に配置可能となっており

10

20

30

40

50

、昇降機構 32 によりステージ装置 20 に対して昇降可能（出沒可能）に設けられている。液体除去処理を行う際には、ホルダ部 21 の上昇とともにカバー部 30 も上昇される。カバー部 30 は基板 P の周囲を覆うように設けられているため、基板 P の回転により飛ばされた液体 50 はカバー部 30 のポケット部 30A に回収される。ポケット部 30A に回収された液体 50 は液体吸引装置 29 により回収される。

【0052】

以上説明したように、カバー機構として、基板 P の周囲を覆うカバー部 30 を用いることもできる。これにより、第 1 実施形態で説明したチャンバ 25 に比べて簡易な構成で液体 50 の周囲への飛散を防止できる。

【0053】

第 3 実施形態

次に、図 7 を参照しながら第 3 実施形態の露光装置に用いられる液体除去装置 100 について説明する。本実施形態の特徴的部分は、液体除去装置 100 を構成する回転機構 22 及びカバー部 30 が、露光処理を行う露光装置本体 EX の基板ステージ P S T に設けられている点である。露光装置本体 EX の構造は第 1 実施形態と同様であるので、その説明を省略する。

【0054】

図 7 (a) において、基板ステージ P S T は、基板 P を保持するホルダ部 21 及び第 2 ホルダ部 24 と、カバー部 30 を収容可能な凹部 31 とを備えている。そして、図 7 (a) に示すように、ホルダ部 21 及び第 2 ホルダ部 24 に保持されている基板 P に対して投影光学系 P L 及び液体 50 を介してパターンの像が転写される。基板 P に対する露光処理が終了したら、制御装置 C O N T は、図 7 (b) に示すように、投影光学系 P L と基板 P との間に対する液体供給装置 1 からの液体 50 の供給を停止するとともに、液体回収装置 2 により基板 P 上の液体 50 を回収する。その回収作業が完了すると、基板ステージ P S T を投影光学系 P L の直下から退避させる。次いで、制御装置 C O N T は、基板 P を保持するホルダ部 21 を上昇するとともにカバー部 30 を上昇し、回転機構 22 を駆動して基板 P を回転する。これにより、液体回収装置 2 で回収しきれずに基板 P に付着している液体 50 は基板 P から除去される。そして、基板 P に付着した液体 50 を除去したら、第 2 搬送装置 H 2 が基板ステージ P S T より基板 P を搬出する。

【0055】

以上説明したように、液体除去装置 100 を基板ステージ P S T に設けることも可能である。そして、露光処理が行われる基板ステージ P S T から基板 P を搬出する前に、基板 P に付着した液体を除去することで、基板 P の搬送中において基板 P から液体 50 が落下するといった不都合の発生を抑えることができる。また、本実施形態では、露光装置本体 EX はツインステージシステムを採用しているため、第 1 の基板ステージ P S T 1 における露光処理と、第 2 の基板ステージ P S T 2 における液体除去処理とを同時に行うことができ、スループットを低下させることなく全体の処理を実行できる。

【0056】

また、第 3 実施形態では、基板ステージ P S T から露光処理後の基板 P を搬送する前に基板 P に付着した液体を除去するために基板 P を回転させる機構を採用しているが、液体を吹き飛ばすブローを設けたり、液体回収装置 2 とは別に基板 P 上の残留液体を吸引する機構を設けてもよいし、これらを併用してもよい。

【0057】

第 4 実施形態

次に、図 8 を参照しながら第 4 実施形態の露光装置に用いられる液体除去装置 100 について説明する。図 8 に示す液体除去装置 100 は、搬送システム H の搬送経路の途中であって、第 2 搬送装置 H 2 と第 3 搬送装置 H 3 との間に設けられ、チャンバ 25 を備えた構成である。露光装置本体 EX の構造は第 1 実施形態と同様であるので、その説明を省略する。

【0058】

10

20

30

40

50

図 8 において、液体除去装置 100 は、基板 P の表面（上面）に対して気体を吹き付けてこの基板 P の表面に付着している液体 50 を飛ばすことで除去する第 1 吹出部 33 と、基板 P の裏面（下面）に対して気体を吹き付けてこの基板 P の裏面に付着している液体 50 を飛ばすことで除去する第 2 吹出部 34 とを備えている。第 1、第 2 吹出部 33、34 のそれぞれは流路を介して気体供給装置 35 に接続されている。流路には、基板 P に対して吹き付ける気体中の異物（ゴミやオイルミスト）を除去するフィルタが設けられている。そして、気体供給装置 35 は乾燥した気体を第 1、第 2 吹出部 33、34 に供給する。本実施形態において、気体供給装置 35 は乾燥エアーを供給する。

【0059】

図 9 は、図 8 のチャンバ 25 内部を上方から見た図である。図 9 に示すように、基板 P はその下面の Y 軸方向両端部を保持装置 36 により保持される（なお、図 8 には保持装置 36 は図示されていない）。保持装置 36 は第 2 搬送装置 H2 より基板 P を渡され、この渡された基板 P を保持する。また、保持装置 36 に保持されている基板 P は第 3 搬送装置 H3 に渡されるようになっている。第 1 吹出部 33 は Y 軸方向を長手方向とするノズル本体部 33A と、ノズル本体部 33A の長手方向に複数並んで設けられたノズル孔 33B とを備えている。気体供給装置 35 から供給された乾燥エアーは複数のノズル孔 33B のそれぞれから吹き出される。第 2 吹出部 34 も第 1 吹出部 33 と同等の構成を有しており、Y 軸方向を長手方向とするノズル本体部と複数のノズル孔とを有している。

【0060】

保持装置 36 に保持された基板 P と第 1、第 2 吹出部 33、34 とは相対移動可能に設けられている。本実施形態では、第 1、第 2 吹出部 33、34 が保持装置 36 に保持された基板 P に対して X 軸方向に走査移動するようになっている。なお、保持装置 36 に駆動装置を設け、第 1、第 2 吹出部 33、34 に対して基板 P を移動するようにしてもよいし、第 1、第 2 吹出部 33、34 と保持装置 36 との双方を移動させてもよい。

【0061】

次に、上述した構成を有する液体除去装置 100 の動作について説明する。第 2 搬送装置 H2 が液体 50 を付着している基板 P を保持装置 36 に渡す。制御装置 CONT は、保持装置 36 に保持されている基板 P に対して、第 1、第 2 吹出部 33、34 より気体を吹き付ける。ここで、第 1、第 2 吹出部 33、34 によって吹き付けられる気体は、基板 P の表面及び裏面に対して傾斜方向から吹き付けられる。制御装置 CONT は、保持装置 36 に保持されている基板 P に対して第 1、第 2 吹出部 33、34 を X 軸方向に移動させながら気体を吹き付ける。ここで、第 1、第 2 吹出部 33、34 それぞれのノズル本体部の長さは基板 P より十分大きいので、基板 P の表裏面全体に満遍なく気体が吹き付けられる。気体が吹き付けられることにより、基板 P に付着している液体 50 が飛ばされ、除去される。飛ばされた液体 50 は液体吸引装置 29 に回収される。液体 50 が除去された基板 P は第 3 搬送装置 H3 に渡される。

【0062】

第 5 実施形態

次に、図 10 を参照しながら第 5 実施形態の露光装置に用いられる液体除去装置 100 について説明する。図 10 において、液体除去装置 100 は、液体吸引装置 29 に流路を介して接続され、基板 P の表面及び裏面のそれぞれに付着している液体 50 を吸引する第 1、第 2 吸引部 37、38 と、チャンバ 25 内部を乾燥する乾燥装置 39 とを備えている。第 1、第 2 吸引部 37、38 は基板 P に対して X 軸方向に相対移動可能に設けられている。基板 P に付着している液体 50 を除去する際には、制御装置 CONT は、第 1、第 2 吸引部 37、38 を基板 P に接近させた状態で、液体吸引装置 29 を駆動する。これにより、基板 P に付着している液体 50 は第 1、第 2 吸引部 37、38 を介して液体吸引装置 29 に吸引される。そして、第 1、第 2 吸引部 37、38 を基板 P に対して X 軸方向に移動しつつ液体吸引装置 29 による吸引動作を行うことにより、基板 P に付着している液体 50 が除去される。このとき、乾燥装置 39 がチャンバ 25 内部に対して乾燥した気体（乾燥エアー）を供給している。乾燥装置 39 の駆動によってチャンバ 25 内部が乾燥され

ることにより、基板 P からの液体 50 の除去を促進することができる。露光装置本体 E X の構造は第 1 実施形態と同様であるので、その説明を省略する。

【 0 0 6 3 】

なお、図 10 を用いて説明した、基板 P 上の液体 50 を吸引する吸引動作と、図 8 を用いて説明した、吹出部からの気体吹出動作とを同時に実行するようにしてもよい。あるいは、吸引動作及び気体吹出動作のいずれか一方を実行した後、他方を実行するようにしてもよい。また、乾燥装置 39 による乾燥動作を並行して行うこともできるし、吸引動作や気体吹出動作の前後に乾燥動作を行うこともできる。すなわち、吸引動作、乾燥動作、及び気体吹出動作（液体吹き飛ばし動作）を適宜組み合わせることで実行することができる。

【 0 0 6 4 】

第 6 実施形態

次に、図 11 を参照しながら第 6 実施形態の露光装置の液体除去装置 100 について説明する。なお、露光装置本体 E X の構造は第 1 実施形態と同様であるので、その説明を省略する。図 11 において、液体除去装置 100 は、第 1、第 2 吹出部 33、34 と、この第 1、第 2 吹出部 33、34 を収容するチャンバ 40 とを備えている。本実施形態におけるチャンバ 40 は、Z 軸方向にずれて形成された第 1、第 2 開口部 41、42 を備えている。なお、本実施形態における第 1、第 2 開口部 41、42 にはシャッタは設けられていないが、シャッタを設けることも可能である。そして、本実施形態における第 2 搬送装置 H2 は、基板 P を保持した状態で第 1 開口部 41 を介してチャンバ 40 内部に挿入可能なアーム部（第 1 搬送部材）43 を備えている。アーム部 43 は、液浸法により露光処理され、液体 50 が付着した基板 P を水平面（XY 平面）に対して所定角度傾斜した状態で搬送し、このチャンバ 40 内に挿入する。ここで、液体 50 が付着している基板 P を保持するアーム部 43 が挿入される第 1 開口部 41 が、第 2 開口部 42 より Z 軸方向において下方側に形成されており、アーム部 43 はチャンバ 40 に対する挿入方向前方側（搬送方向前方側）を上方にして搬送する。

【 0 0 6 5 】

そして、アーム部 43 は基板 P の傾斜を維持した状態で第 1、第 2 吹出部 33、34 に対して基板 P を移動する。第 1、第 2 吹出部 33、34 は移動する基板 P に対して気体を吹き付ける。基板 P に付着している液体 50 は気体の吹き付けにより除去される。このとき、基板 P が傾斜しているため、液体 50 は自重により基板 P の傾斜方向下方側に容易に移動し、基板 P からの液体 50 の除去が促進される。基板 P から除去された液体 50 はチャンバ 40 内部に溜まり、回収装置としての液体吸引装置 29 に回収される。なお、基板 P を傾斜させた状態で液体 50 を自重により基板 P の傾斜方向下方側に移動させ、この傾斜方向下方側に集まった液体 50 に対して気体を吹き付けるようにしてもよい。また、上述の乾燥動作も併用するようにしてもよい。すなわち、液体除去装置 100 の液体除去としては、基板 P の回転、基板 P の傾斜、吸引動作、乾燥動作、及び気体吹出動作（液体吹き飛ばし動作）のいずれか一つの方法を使ってもよいし、これらを適宜組み合わせてもよい。

【 0 0 6 6 】

液体 50 が除去された基板 P の一端部は第 2 開口部 42 よりチャンバ 40 外部に出る。第 2 開口部 42 近傍には、第 3 搬送装置 H3 としてのアーム部（第 2 搬送部材）44 が設けられている。液体 50 が除去された基板 P はアーム部 43 からアーム部 44 に直接渡される。

【 0 0 6 7 】

なお、ここでは、チャンバ 40 に挿入する際に基板 P を傾斜させて搬送するように説明したが、チャンバ 40 以外の位置で、液体 50 が付着した基板 P を水平面に対して所定角度傾斜させた状態で搬送するようにしてもよい。これにより、基板 P に付着した液体 50 は搬送中において自重により基板 P から離れる。なお、このときの搬送経路中には自重により基板 P から離れた液体 50 を回収する回収装置が設けられる。また、基板 P を搬送する際の水平面に対する傾斜角度は任意に設定可能であり、90 度であってもよい。すなわ

10

20

30

40

50

ち、基板 P を垂直に立てた状態で搬送することも可能である。

【 0 0 6 8 】

上記各実施形態において、液体 5 0 が付着した基板 P を搬送する第 2 搬送装置 H 2 やアーム部 4 3 の表面は、撥液性であることが好ましい。これにより、基板 P を搬送したときにその基板 P に付着している液体 5 0 が第 2 搬送装置 H 2 (アーム部 4 3) に付着しても、その液体 5 0 を第 2 搬送装置 H 2 (アーム部 4 3) より直ちに且つ容易に除去することができる。したがって、第 2 搬送装置 H 2 (アーム部 4 3) に付着している液体 5 0 が基板 P に付着 (再付着) してしまうといった不都合の発生を防止することができる。第 2 搬送装置 H 2 (アーム部 4 3) の表面を撥液性にする撥液処理 (撥水処理) としては、例えば撥液性を有する材料を使ったコーティング処理が挙げられる。撥液性を有する材料としては、例えばフッ素系化合物やシリコン化合物、あるいはポリエチレンやアクリル系樹脂等の合成樹脂が挙げられる。また、表面処理のための薄膜は単層膜であってもよいし複数の層からなる膜であってもよい。また、第 2 搬送装置 H 2 (アーム部 4 3) の表面全部に撥液処理を施してもよいし、一部に施すようにしてもよい。

【 0 0 6 9 】

第 7 実施形態

図 1 1 を参照して説明した実施形態では、基板 P を傾けた状態で搬送したり、その搬送経路の途中に設けられた液体除去装置 1 0 0 で基板 P を傾けているが、図 1 2 に示すように、基板 P の露光完了後であって基板 P を搬送 (アンロード) する前に、液体 5 0 が付着した基板 P を保持している基板ステージ P S T (Z ステージ 5 1) を傾けることで、液体 5 0 の除去を行うようにしてもよい。図 1 2 において、基板ステージ P S T (Z ステージ 5 1) は、その上面略中央部に基板 P を保持しており、基板 P の周囲には、液体 5 0 を回収可能な円環状の液体回収口 (回収溝) 7 3 が形成されており、その回収溝 7 3 には液体吸収部材 7 1 が配置されている。Z ステージ 5 1 内部には、その一端部を回収溝 7 3 と接続し、他端部を Z ステージ 5 1 外部に設けられた液体回収機構に接続する流路が形成されている。液体回収機構は、真空ポンプ等の真空系 (吸引装置)、回収した液体を収容するタンクなどを備えている。液体吸収部材 7 1 は、例えば多孔質セラミックスやスポンジ等の多孔性材料により構成されており、液体 5 0 を所定量保持可能である。また、Z ステージ 5 1 上において、Z ステージ 5 1 に保持されている基板 P と液体吸収部材 7 1 (回収溝 7 3) との間には、この基板 P の外周を所定幅で取り囲む環状の補助プレート部 7 9 が設けられている。補助プレート部 7 9 の表面の高さは Z ステージ 5 1 に保持されている基板 P の表面の高さとほぼ一致するように設定されている。そして、この補助プレート部 7 9 の外周を所定幅で取り囲むように配置されている液体吸収部材 7 1 (回収溝 7 3) は、液体回収装置 2 で回収しきれなかった液体 5 0 を吸収 (回収) する役割を果たしている。なお図 1 2 において、Z ステージ 5 1 の + X 側端部には Y 軸方向に延在する移動鏡 5 4 X が設けられ、Y 側端部には X 軸方向に延在する移動鏡 5 4 Y が設けられており、レーザ干渉計はこれら移動鏡 5 4 X、5 4 Y にレーザ光を照射して基板ステージ P S T の X 軸方向及び Y 軸方向における位置を検出する。

【 0 0 7 0 】

基板 P の露光完了後、図 1 2 に示す Z ステージ 5 1 (基板ステージ P S T) から基板 P を搬送 (アンロード) する前に、Z ステージ 5 1 は、その Z ステージ 5 1 に設けられているレベリング機構により傾斜され、これに伴って Z ステージ 5 1 上の基板 P も傾けられる。こうすることにより、露光完了後において基板 P 上に残存する液体 5 0 は重力作用 (自重) により、回収溝 7 3 まで流れて回収される。なお、露光完了後であって搬送前の液体回収動作である Z ステージ 5 1 の傾斜動作を行う際、Z ステージ 5 1 を傾斜させることによって例えば投影光学系 P L の先端部と Z ステージ 5 1 (基板 P) とが当たるおそれがある場合には、Z ステージ 5 1 (基板ステージ P S T) を投影光学系 P L の直下より退避させ、投影光学系 P L と離れた位置で前記傾斜動作を行ってもよい。この実施形態の場合、基板ステージ及びその傾斜制御は液体除去装置として機能する。

【 0 0 7 1 】

なお、上記実施形態においては、基板ステージPST（Zステージ51）の傾斜により基板Pを傾けて、基板P上の液体を除去するようにしているが、特開平1-214042号公報に開示されているように、基板Pのロード及びアンロードのための基板Pを保持して上下動する基板支持部材が基板ステージPSTに搭載されている場合には、その基板支持部材の傾斜によって基板Pを傾けるようにしてもよい。また、基板ステージPSTから基板Pを搬出する前に、ドライエアや温風を吹き付けて乾燥させるようにしてもよい。すなわち、基板ステージPSTから基板Pを搬出する前の液体除去としては、基板Pの回転、液体の吹き飛ばし、液体の吸引、基板Pの傾斜、気体の吹き付けによる乾燥のいずれかの方法を用いてもよいし、適宜組み合わせ用いてもよい。

【0072】

第8実施形態

次に、図13を参照しながら本発明の第8実施形態の露光装置について説明する。本実施形態の特徴的な部分は、液体除去装置100を備えると共に、露光装置本体EXと液体除去装置100との搬送経路の途中に、露光処理後の基板Pを洗浄液を使って洗浄する洗浄装置150が設けられている点である。なお、本実施形態では単一の基板ステージPSTを用いた以外は、露光装置本体は実施形態1と同様である。

【0073】

図13において、洗浄装置150は、チャンバ151と、チャンバ151内部に設けられ、チャンバ151内部に搬送された基板Pに対して洗浄液を供給する洗浄液供給装置152とを備えている。洗浄液供給装置152は、基板Pの上面及び下面のそれぞれに洗浄液を供給する。チャンバ151は、露光装置本体EX側に開口する第1開口部153と、液体除去装置100側に開口する第2開口部154とを備えている。第1、第2開口部153、154には、第1、第2開口部153、154を開閉するシャッタ153A、154Aがそれぞれ設けられている。露光装置本体EXで露光処理された後の基板Pは第5搬送装置（不図示）により第1開口部153を介して洗浄装置150のチャンバ151内部に搬送される。チャンバ151内部には基板Pを保持する保持装置が設けられており、基板Pはこの保持装置で保持された状態で洗浄液を使って洗浄処理される。洗浄処理された基板Pは第2搬送装置H2により液体除去装置100に搬送される。液体除去装置100は基板Pに付着した洗浄液を除去する。

【0074】

ここで、液浸法に基づく露光装置本体EXでの露光処理には、液体50として水以外の液体を用いることが可能である。本実施形態では、液体50としてフッ素系オイルが用いられている。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50としてF₂レーザ光を透過可能なフッ素系オイルを用いることにより露光処理可能となる。このように、液体50としては、水以外のものを用いることが可能である。また、液体50としては、露光光ELに対する透過性があっ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例えばセダー油を用いることも可能である。そして、液体50として水とは異なる液体を用いた場合、洗浄装置150で基板Pを洗浄処理してから液体除去処理を行うことができる。このように、基板Pを洗浄することによって、液浸露光中、あるいは基板Pの搬送中に基板Pに付着した異物などを洗い落とすことができ、その後の液体除去もスムーズに行われ、液体や異物が付着していない清浄な基板Pを露光装置から送り出すことができる。

【0075】

液体除去装置100は、実施形態1～6のいずれの露光装置に設けられた液体除去装置100を用いてもよい。また基板Pの洗浄と基板Pに付着した液体の除去は同じ場所で行うようにしてもよい。例えば、チャンバ25の中で、洗浄と液体除去とを行うようにしてもよい。

【0076】

第9実施形態

次に、図14を参照しながら、本発明の第9実施形態の露光装置及びデバイス製造システムについて説明する。本実施形態の特徴的な部分は、液体除去装置100へ基板Pを搬送する搬送システムHの搬送経路の下に、露光後の基板Pから落下した液体を処理する液体処理機構160を設けた点にある。なお、本実施形態では、基板ステージはPST1、PST2の2つ設けられており、露光装置本体は実施形態1と同様である。

【0077】

図14において、液体処理機構160は、搬送システムHの搬送経路の下に配置された樋部材161と、樋部材161を介して回収された液体50を樋部材161より排出する液体吸引装置162とを備えている。本実施形態では、樋部材161は、基板ステージPST(PST1、PST2)と液体除去装置100との間、つまり第2搬送装置H2の搬送経路の下に設けられている。樋部材161はチャンバ装置CH1内部に設けられ、液体吸引装置162はチャンバ装置CH1外部に設けられている。樋部材161と液体吸引装置162とは管路163を介して接続されており、管路163には、この管路163の流路を開閉するバルブ163Aが設けられている。

【0078】

露光後の液体50が付着している基板Pを第2搬送装置H2で搬送している最中、基板Pから液体50が落下する可能性があるが、その落下した液体50は樋部材161で回収することができる。落下した液体50を樋部材161で回収することで、搬送経路の周囲に液体50が飛散する等の不都合を防止できる。そして、液体吸引装置162はチャンバ装置CH1内部に設けられた樋部材161上の液体50を吸引することでチャンバ装置CH1外部に排出し、チャンバ装置CH1内部の樋部材161に液体50が留まらないようにすることができ、チャンバ装置CH1内部に湿度変動(環境変動)が生じる不都合を防止することができる。ここで、液体吸引装置162は、樋部材161に回収された液体50の吸引動作を連続的に行うことができるし、予め設定された所定期間においてのみ吸引動作を断続的に行うこともできる。吸引動作を連続的に行うことにより、樋部材161には液体50が留まらないので、チャンバ装置CH1内部の湿度変動をより一層防止することができる。一方、例えば露光装置本体EXでの基板Pの露光中には、液体吸引装置162による吸引動作(排出動作)を行わず、露光以外の期間においてのみ吸引動作を行うことにより、吸引動作によって発生する振動が露光精度に影響を与えないといった不都合を防止することができる。

【0079】

なお、樋部材161は、液体が付着している可能性のある基板Pを搬送する搬送経路の下の全てに設けることが望ましいが、基板Pから落下した液体の影響を受けやすい場所に部分的、離散的に設けてもよい。また、搬送経路下の液体処理機構160としては、樋部材161及び液体吸引機構162に限ることなく、基板Pなどから落下した液体を回収できる構成であればよい。

【0080】

液体除去装置100は、第1～6実施形態のいずれの露光装置に設けられた液体除去装置100を用いてもよい。また、第1～6実施形態で用いた洗浄装置を搬送経路中に設けることもできる。

【0081】

なお、上述の実施形態においては、液体除去装置100は、液体回収装置2で回収しきれずに、基板Pに付着(残存)している液体を除去するものであるが、液体回収装置2は必ずしも必要ではない。

【0082】

上記各実施形態の基板Pとしては、半導体デバイス製造用の半導体ウエハのみならず、ディスプレイデバイス用のガラス基板や、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウエハ、あるいは露光装置で用いられるマスクまたはレチクルの原版(合成石英、シリコンウエハ)等が適用される。

【0083】

また、上述の実施形態においては、投影光学系 P L と基板 P との間を局所的に液体で満たす露光装置を採用しているが、露光対象の基板を保持したステージを液槽の中で移動させる液浸露光装置や、ステージ上に所定深さの液体槽を形成し、その中に基板を保持する液浸露光装置にも本発明を適用可能である。露光対象の基板を保持したステージを液槽の中で移動させる液浸露光装置としては、例えば特開平 6 - 1 2 4 8 7 3 号公報に、また、ステージ上に所定深さの液体槽を形成しその中に基板を保持する液浸露光装置としては、例えば特開平 1 0 - 3 0 3 1 1 4 号公報や米国特許 5 , 8 2 5 , 0 4 3 号にそれぞれ詳細に開示されており、これらの公報を本国際出願で指定または選択された国の法令で許容される限りにおいて援用して本文の記載の一部とする。

【 0 0 8 4 】

露光装置（露光装置本体）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）にも適用することができる。また、本発明は基板 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するステップ・アンド・スティッチ方式の露光装置にも適用できる。

【 0 0 8 5 】

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や、薄膜磁気ヘッド、撮像素子（C C D）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 0 8 6 】

基板ステージ P S T やマスクステージ M S T にリニアモータを用いる場合は、エアベアリングを用いたエア浮上型およびローレンツ力またはリアクタンス力を用いた磁気浮上型のどちらを用いてもよい。また、各ステージ P S T、M S T は、ガイドに沿って移動するタイプでもよく、ガイドを設けないガイドレスタイプであってもよい。リニアモータを用いた例は、米国特許 5 , 6 2 3 , 8 5 3 及び 5 , 5 2 8 , 1 1 8 に開示されており、それらの米国特許の開示を、本国際出願で指定または選択された国の法令で許容される限りにおいて、援用して本文の記載の一部とする。

【 0 0 8 7 】

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

【 0 0 8 8 】

基板ステージ P S T の移動により発生する反力は、投影光学系 P L に伝わらないように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。この反力の処理方法は、例えば特開平 8 - 1 6 6 4 7 5 号公報（USP5,528,118）に詳細に開示されており、この米国特許の開示を、本国際出願で指定または選択された国の法令で許容される限りにおいて、援用して本文の記載の一部とする。また、マスクステージ M S T の移動により発生する反力は、投影光学系 P L に伝わらないように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。この反力の処理方法は、例えば特開平 8 - 3 3 0 2 2 4 号公報（米国特許 5 , 8 7 4 , 8 2 0 号）に詳細に開示されており、この米国出願の開示を、本国際出願で指定または選択された国の法令で許容される限りにおいて、援用して本文の記載の一部とする。

【 0 0 8 9 】

以上のように、本願実施形態の露光装置 E X 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

10

20

30

40

50

、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。

【0090】

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

【符号の説明】

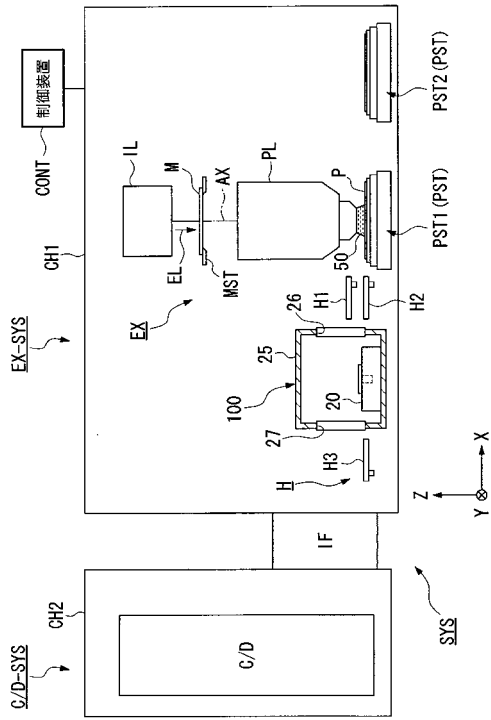
【0091】

1...液体供給装置、2...液体回収装置、22...回転機構(液体除去装置)、25...チャンバ(カバー機構)、30...カバー部(カバー機構)、33、34...吹出部(液体除去装置)、40...チャンバ(カバー機構)、43...アーム部(第1搬送部材)、44...アーム部(第2搬送部材)、50...液体、100...液体除去装置、150...洗浄装置、160...液体処理機構、161...樋部材、162...液体吸引装置(排出機構)、C/D...コータ・デベロッパ本体(処理装置)、EX...露光装置本体、H...搬送システム(接続部)、H2...第2搬送装置(第1搬送部材)、H3...第3搬送装置(第2搬送部材)、IF...インターフェース部(接続部)、P...基板、PL...投影光学系、PST...基板ステージ、SYS...デバイス製造システム(露光装置)

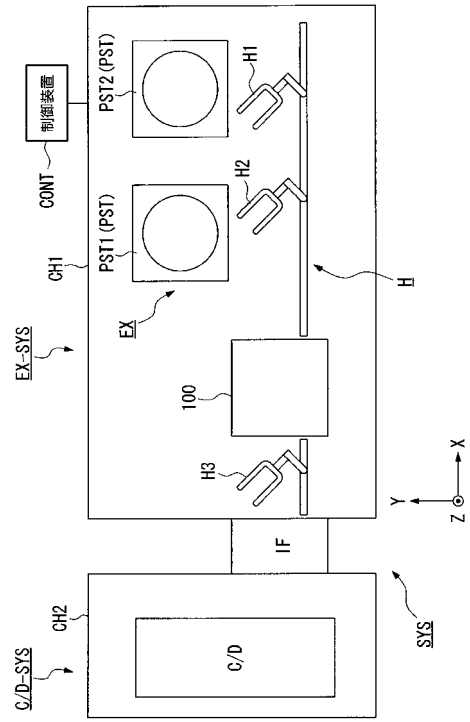
10

20

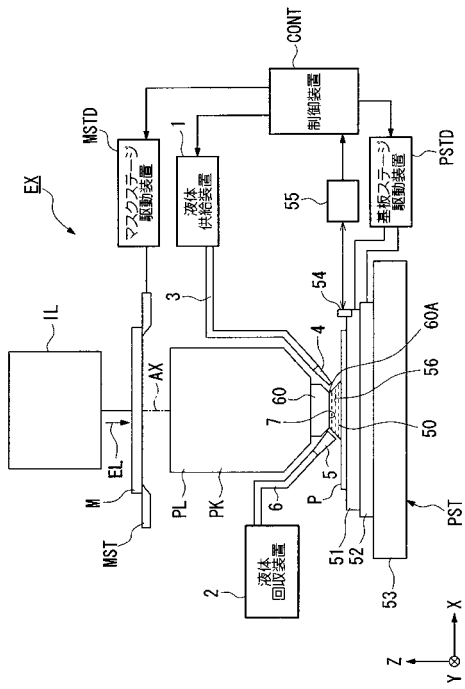
【図 1】



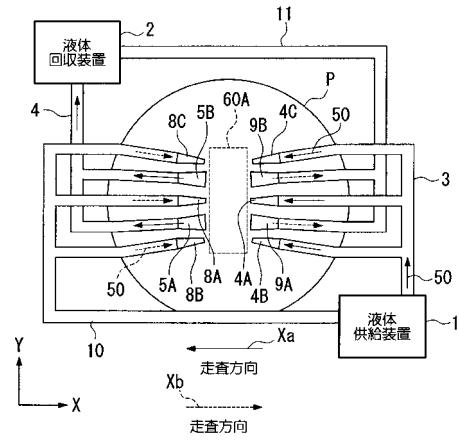
【図 2】



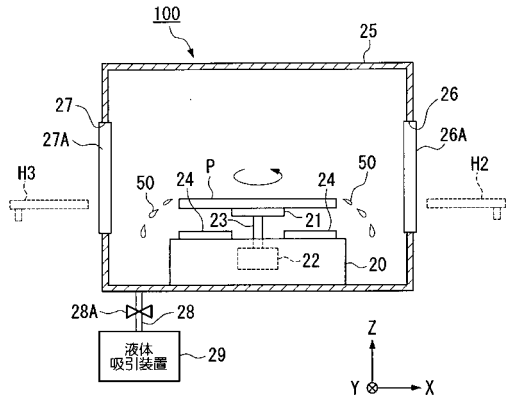
【図 3】



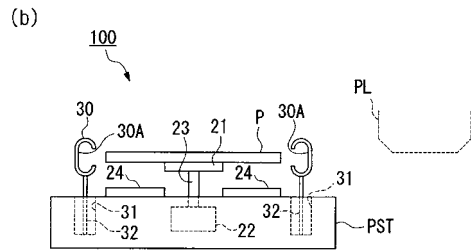
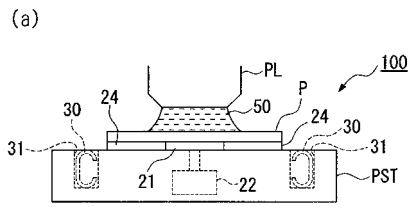
【図 4】



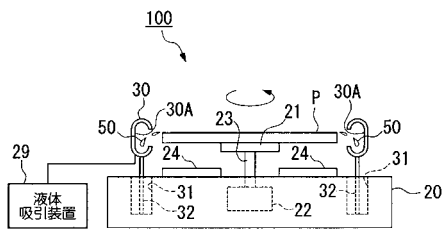
【図5】



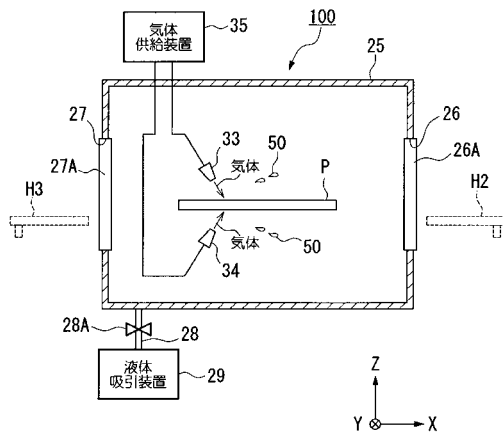
【図7】



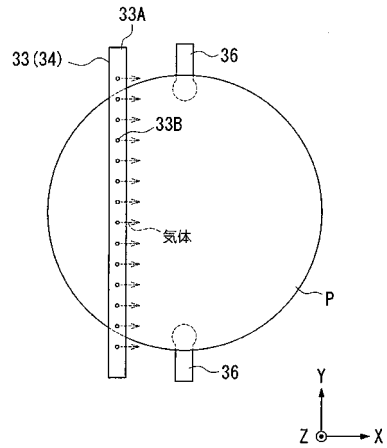
【図6】



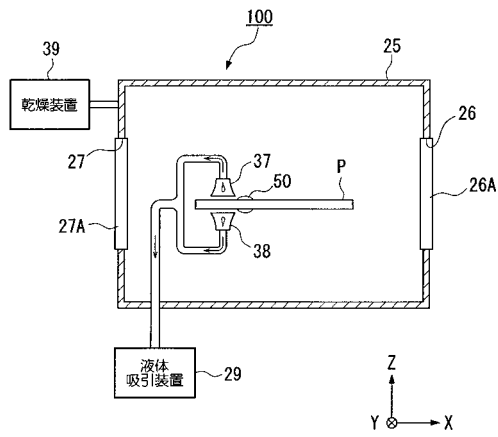
【図8】



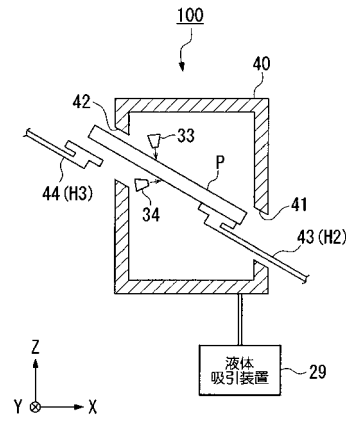
【図9】



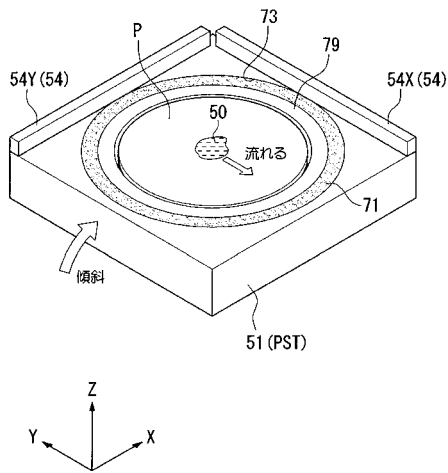
【図10】



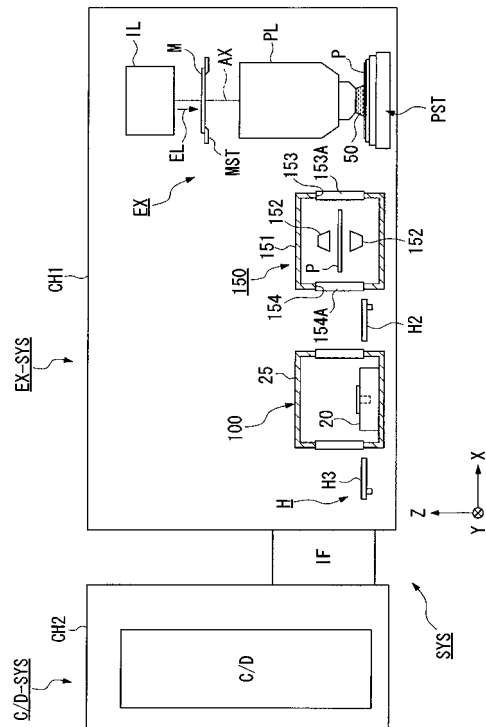
【図11】



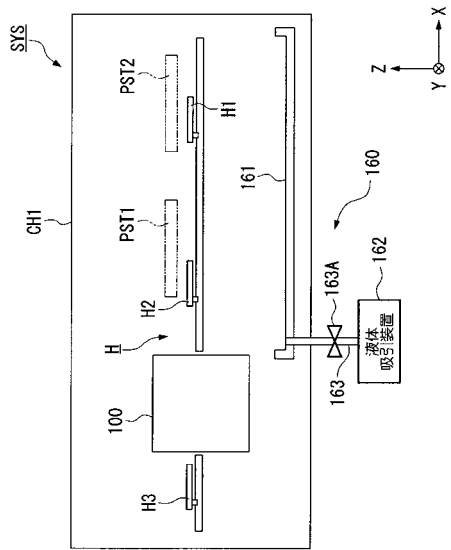
【図12】



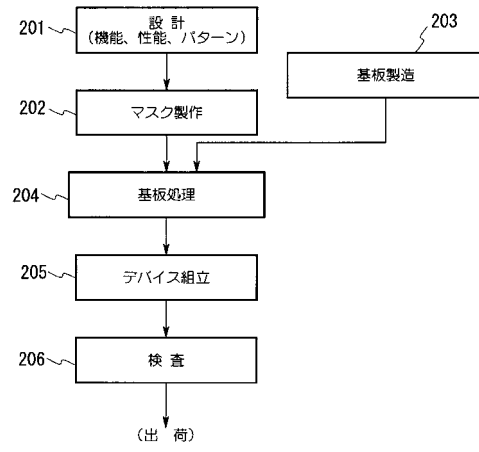
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 荒井 大
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

審査官 佐野 浩樹

(56)参考文献 特開平10-255319(JP,A)
特開平06-332167(JP,A)
特開平03-215867(JP,A)
特開2001-085295(JP,A)
特開平06-124873(JP,A)
国際公開第99/049504(WO,A1)
特開平10-214783(JP,A)
特表2000-505958(JP,A)
特開平01-179318(JP,A)
特表2007-504646(JP,A)
米国特許出願公開第2002/0163629(US,A1)
特開平10-340846(JP,A)
特開平10-303114(JP,A)
特開昭62-065326(JP,A)
特開平07-220990(JP,A)
米国特許第04346164(US,A)
特開平06-168866(JP,A)
特開平05-304072(JP,A)
国際公開第2004/053952(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03F 7/20 - 7/24 、 9/00 - 9/02 、
H01L 21/027、21/30 、21/304