

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4515385号
(P4515385)

(45) 発行日 平成22年7月28日(2010.7.28)

(24) 登録日 平成22年5月21日(2010.5.21)

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

請求項の数 15 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2005-511580 (P2005-511580)	(73) 特許権者	000004112 株式会社ニコン
(86) (22) 出願日	平成16年7月8日(2004.7.8)		東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
(86) 国際出願番号	PCT/JP2004/010057	(73) 特許権者	591149595 株式会社ニコンエンジニアリング
(87) 国際公開番号	W02005/006415		神奈川県横浜市神奈川区鶴屋町3丁目30番地4
(87) 国際公開日	平成17年1月20日(2005.1.20)	(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
審査請求日	平成19年5月17日(2007.5.17)	(72) 発明者	長坂 博之 日本国東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
(31) 優先権主張番号	特願2003-272617 (P2003-272617)		
(32) 優先日	平成15年7月9日(2003.7.9)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露光装置、露光方法、及びデバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上の一部に液浸領域を形成し、該液浸領域を形成する液体と投影光学系とを介してパターンの像を基板上に投影することによって前記基板を露光する露光装置であって、

前記基板表面に対向するように配置された供給口が形成され、前記投影光学系の終端部の光学素子を囲むように配置された流路形成部材を有する液体供給機構を備え、

前記液体供給機構の前記流路形成部材の流路にはバッファ空間が形成されており、

前記バッファ空間に所定量以上の液体を貯めてから前記供給口への液体供給が行われる。

【請求項2】

請求項1記載の露光装置であって、

前記供給口は、所定長さのスリット状に形成されており、

前記バッファ空間から流れ出た液体は、前記スリット状の供給口からほぼ均一に供給される。

【請求項3】

請求項1記載の露光装置であって、

前記液体供給機構の前記流路形成部材は、前記所定量以上の液体を貯めてから前記供給口への液体供給が行われるように液体の流路を狭めることによって前記バッファ空間を形成する。

【請求項4】

請求項 3 記載の露光装置であって、
前記流路を狭める部分は、前記流路の曲がり角の直前であって、前記バッファ空間の下流側に設けられる。

【請求項 5】

請求項 4 記載の露光装置であって、
前記流路を狭める部分は、その手前よりも鉛直方向に狭められる。

【請求項 6】

請求項 4 記載の露光装置であって、
前記曲がり角において、ほぼ水平に流れてきた液体が前記基板へ向きを変える。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項記載の露光装置において、
前記液体供給機構の前記流路形成部材は、前記バッファ空間よりも鉛直方向に狭められた狭流路部を前記バッファ空間の下流に形成するための堤防部を有する。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の露光装置において、
前記堤防部の水平方向の長さは、前記狭流路部と前記供給口との間の流路の水平方向の長さとはほぼ同じである。

【請求項 9】

請求項 7 又は 8 に記載の露光装置において、
前記バッファ空間の液体の水位が前記堤防部の高さ以上になった後に、前記供給口への前記液体の供給が開始される。

【請求項 10】

請求項 7 ~ 9 のいずれか一項に記載の露光装置において、
前記バッファ空間において、前記液体は水平方向に流れる。

【請求項 11】

請求項 7 ~ 10 のいずれか一項記載の露光装置において、
前記バッファ空間は、水平方向に漸次広がるように形成されている。

【請求項 12】

請求項 7 ~ 11 のいずれか一項記載の露光装置であって、
前記狭流路部は、前記流路の曲がり角の直前であって、前記バッファ空間の下流側に設けられる。

【請求項 13】

デバイス製造方法であって、
請求項 1 ~ 12 のいずれか一項記載の露光装置を用いる。

【請求項 14】

基板上の一部に液浸領域を形成し、該液浸領域を形成する液体と投影光学系とを介してパターンの像を基板上に投影することによって前記基板を露光する露光方法であって、
前記投影光学系の終端部の光学素子を囲むように配置された流路形成部材の供給口と対向するように前記基板を配置することと、
前記流路形成部材の流路に形成されたバッファ空間に所定量以上の液体を貯めてから前記供給口への液体供給を開始することと、を含む露光方法。

【請求項 15】

請求項 14 の露光方法において、
前記流路形成部材は、前記バッファ空間の下流に、前記バッファ空間よりも鉛直方向に狭められた狭流路部を形成する堤防部を有し、
前記バッファ空間の液体の水位が前記堤防部の高さ以上になった後に、前記供給口への前記液体の供給が開始される。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、投影光学系と液体とを介して基板にパターンを露光する露光装置、露光方法、及びデバイス製造方法に関する。

本願は、2003年7月9日に出願された特願2003-272617号に対し優先権を主張し、その内容をここに援用する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイス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いほど、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248nmであるが、更に短波長のArFエキシマレーザの193nmも実用化されつつある。

10

【0003】

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。

20

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

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

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。

【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おそれがある。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号パンフレット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て液浸領域を形成し、液体中での露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。なお、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、国際公開第99/49504号パンフレットの記載内容を援用して本文の記載の一部とする。

30

【特許文献1】国際公開第99/49504号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

40

ところで、液浸領域を形成するために基板上に液体を供給する際、液体供給機構の供給口からの液体の供給が不均一であると例えば液浸領域の形成が不十分になる等の不都合が生じ、基板上に露光されるパターン像の劣化を招く可能性がある。そのため、液体供給機構の供給口から均一に(一様に)液体を供給することが要求される。また、基板に露光されるパターン像の劣化を防止するために液浸領域への気泡等の不純物の混在を防止することも要求される。

【0006】

更に、基板上の液体を良好に回収することも重要である。液体を十分に回収できないと、例えば基板上に残存した液体が乾燥して、そこに水紋(ウォーターマーク)が生じたり、残存した液体が基板の搬出の際などに周辺の機械部品に飛散して錆を生じさせる不都合

50

も生じる。また、液体が残存したり飛散すると、基板がおかれている環境（湿度等）の変動をもたらし、ステージ位置計測に用いる光干渉計の検出光の光路上の屈折率の変化を引き起こす等、露光処理に関する種々の計測動作に影響を与える可能性があり、露光精度を低下させる。

【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、投影光学系と液体とを介してパターンを基板に露光する際、パターン像の劣化を防止して精度良く露光処理できる露光装置、及びデバイス製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の課題を解決するため、本発明は、実施の形態に示す図1～図18に対応付けした以下の構成を採用している。但し、各要素に付した括弧付き符号は、その要素の例示に過ぎず、各要素を限定するものではない。

【0009】

本発明の第1の態様は、基板（P）上の一部に液浸領域（AR2）を形成し、該液浸領域（AR2）を形成する液体（1）と投影光学系（PL）とを介してパターンの像を基板（P）上に投影することによって基板（P）を露光する露光装置（EX）であって、基板（P）表面に対向するように配置された供給口（13、14）を有する液体供給機構（10）を備え、液体供給機構（10）の流路（82）にはバッファ空間（90）が形成されており、バッファ空間（90）に所定量以上の液体（1）を貯めてから供給口（13、14）への液体供給が開始される。

【0010】

本態様によれば、基板表面に対向する供給口から液体を供給する際、液体をバッファ空間に所定量以上貯めてから供給することにより、供給口に対する液体の流量分布や流速分布を均一化できる。したがって、供給口から基板上に液体を均一に供給できる。

【0011】

本発明の第2の態様は、基板（P）上の一部に液浸領域（AR2）を形成し、該液浸領域（AR2）を形成する液体（1）と投影光学系（PL）とを介してパターンの像を基板（P）上に投影することによって基板（P）を露光する露光装置（EX）であって、基板（P）表面に対向するように配置された供給口（13、14）を有する液体供給機構（10）を備え、液体供給機構（10）の供給口（13、14）へ接続された流路（82）は曲がり角（92）を有し、その曲がり角（92）近傍の流路（91）は、その手前よりも狭められる。

【0012】

本態様によれば、流路の曲がり角近傍には気泡が残存しやすいが、この曲がり角近傍の流路を狭まることで液体の流速を高速化し、その高速化された液体の流れにより気泡を供給口を介して外部に排出できる。そして、流路から気泡を排出した後、液浸露光動作を実行することにより、液浸領域に対する流路からの気泡の混入を防止でき、液浸領域に気泡が存在しない状態で露光処理できる。

【0013】

本発明の第3の態様は、投影光学系（PL）と液体（1）とを介してパターンの像を基板（P）上に投影することによって基板（P）を露光する露光装置（EX）であって、投影光学系（PL）の終端近傍に配置され、液体（1）を供給する液体供給機構（10、30）を備え、液体供給機構（10、30）の側面（30T）と投影光学系（PL）の液体（1）と接する終端の光学部材（2）の側面（2T）との間には微小間隙（100）が形成されており、液体供給機構（10、30）の側面（30T）と終端の光学部材（2）の側面（2T）とのうち少なくとも一方が撥液処理される。

【0014】

本態様によれば、液体供給機構と投影光学系との間に形成された微小間隙により、液体供給機構で生じた振動は投影光学系に伝達されないため、基板を良好に露光できる。そし

10

20

30

40

50

て、この微小間隙を形成する液体供給機構の側面と終端の光学部材の側面とのうち少なくとも一方を撥液処理することにより、微小間隙に対する液体の浸入を防止できる。微小間隙に液体が浸入した場合、浸入した液体は淀んだ状態となるため清浄度が低下し、例えば液浸露光中にその清浄度の低下した微小間隙の液体が液浸領域に混入してしまう不都合が生じる可能性がある。しかしながら、撥液処理することで微小間隙に対する液体の浸入を防止できるので、上記不都合の発生を防止することができる。

【0015】

本発明の第4の態様は、投影光学系(PL)と液体(1)とを介してパターンの像を基板(P)上に投影することによって基板(P)を露光する露光装置(EX)であって、投影光学系(PL)の終端近傍に配置され、液体(1)を回収する液体回収機構(20、30)を備え、液体回収機構(20、30)の側面(30T)と投影光学系(PL)の液体(1)と接する終端の光学部材(2)の側面(2T)との間には微小間隙(100)が形成されており、液体回収機構(20、30)の側面(30T)と終端の光学部材(2)の側面(2T)とのうち少なくとも一方が撥液処理される。

10

【0016】

すなわち、投影光学系の終端近傍に配置されるものは液体供給機構に限定されず液体回収機構であってもよく、この場合においても、微小間隙を形成する液体回収機構の側面と終端の光学部材の側面とのうち少なくとも一方を撥液処理することで、微小間隙に対する液体の浸入を防止できる。

【0017】

20

本発明の第5の態様は、投影光学系(PL)と液体(1)とを介してパターンの像を基板(P)上に投影することによって基板(P)を露光する露光装置(EX)であって、基板(P)上の液体(1)をその周囲の気体とともに回収する液体回収機構(20)を備え、該液体回収機構(20)は、回収した液体(1)と気体とを分離する分離器(60)を備える。

【0018】

本態様によれば、例えば液体回収機構が真空系により基板上の液体をその周囲の気体とともに吸い込むようにして回収する場合、その液体回収機構に、回収した液体と気体とを分離する分離器を設けたことにより、真空ポンプ等の真空系に対する液体の侵入を防止することができる。したがって、真空系の故障等といった不都合の発生を防止しつつ液体回収機構による回収動作を長時間良好に維持することができ、基板上の液体の残存等に起因するパターンの像の劣化を防止することができる。

30

【0019】

本発明の第6の態様は、液体(1)を介してパターンの像を基板(P)上に投影することによって基板(P)を露光する露光装置(EX)であって、液体(1)を介して基板(P)上にパターンの像を投影するための投影光学系(PL)と、投影光学系(PL)を構成する複数の光学部材のうち液体と接する光学部材(2)の側面(2T)とそれに対向する物体(30)の表面(30T)との間に形成され、液体(1)の浸入が抑制された間隙(100)とを備える。

【0020】

40

本態様によれば、光学部材の側面に浸入した液体が滞留して、その液体の清浄度が低下し、その清浄度の低下した液体が、例えば基板上に液浸領域を形成するに液体中に混入するなどの不都合を防止することができる。

【0021】

本発明の第7の態様は、デバイス製造方法であって、上記記載の露光装置(EX)を用いる。本態様によれば、良好なパターン精度で形成されたパターンを有し、所望の性能を発揮できるデバイスを提供できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明の露光装置について図面を参照しながら説明する。但し、本発明は、以下

50

の各実施形態に限定されるものではなく、例えばこれら実施形態の構成要素同士を適宜組み合わせてもよい。

【0023】

図1は、本発明の露光装置の一実施形態を示す概略構成図である。

【0024】

図1において、露光装置EXは、マスクMを支持するマスクステージMSTと、基板Pを支持する基板ステージPSTと、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で照明する照明光学系ILと、露光光ELで照明されたマスクMのパターン像を基板ステージPSTに支持されている基板Pに投影露光する投影光学系PLと、露光装置EX全体の動作を統括制御する制御装置CONTとを備えている。

10

【0025】

本実施形態の露光装置EXは、露光波長を実質的に短くして解像度を向上するとともに焦点深度を実質的に広くするために液浸法を適用した液浸露光装置であって、基板P上に液体1を供給する液体供給機構10と、基板P上の液体1を回収する液体回収機構20とを備えている。露光装置EXは、少なくともマスクMのパターン像を基板P上に転写している間、液体供給機構10から供給した液体1により、投影光学系PLの像面側の光路空間を液体1で満たして、投影光学系PLの投影領域AR1を含む基板P上の一部に液浸領域AR2を形成する。具体的には、露光装置EXは、投影光学系PLの終端部の光学素子(光学部材)2と基板Pの表面との間に液体1を満たし、この投影光学系PLと基板Pとの間の液体1及び投影光学系PLを介してマスクMのパターン像を基板P上に投影することによって基板Pを露光する。

20

【0026】

ここで、本実施形態では、露光装置EXとしてマスクMと基板Pとを走査方向における互いに異なる向き(逆方向)に同期移動しつつマスクMに形成されたパターンを基板Pに露光する走査型露光装置(所謂スキニングステップ)を使用する場合を例にして説明する。以下の説明において、投影光学系PLの光軸AXと一致する方向をZ軸方向、Z軸方向に垂直な平面内でマスクMと基板Pとの同期移動方向(走査方向)をX軸方向、Z軸方向及びX軸方向に垂直な方向(非走査方向)をY軸方向とする。また、X軸、Y軸、及びZ軸まわりの回転(傾斜)方向をそれぞれ、X、Y、及びZ方向とする。なお、ここでいう「基板」は半導体ウエハ上に感光性材料であるフォトレジストを塗布したものを

30

【0027】

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。本実施形態においてはArFエキシマレーザ光が用いられる。

40

【0028】

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上には移動鏡50が設けられている。また、移動鏡50に対向する位置にはレーザ干渉計51が設けられている。マスクステージMST上のマスクMの2次元

50

方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計 5 1 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 5 1 の計測結果に基づいてマスクステージ駆動装置 MST D 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。

【 0 0 2 9 】

投影光学系 PL は、マスク M のパターンを所定の投影倍率 で基板 P に投影露光するものであって、基板 P 側の終端部に設けられた光学素子 (レンズ) 2 を含む複数の光学素子で構成されており、これら光学素子は鏡筒 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。また、本実施形態の投影光学系 PL の先端部の光学素子 (レンズ) 2 は鏡筒 PK に対して着脱 (交換) 可能に設けられており、光学素子 2 には液浸領域 AR 2 の液体 1 が接触する。

10

【 0 0 3 0 】

本実施形態において、液体 1 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、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 2 4 8 nm) 等の遠紫外光 (DUV 光) も透過可能である。

【 0 0 3 1 】

光学素子 2 は、螢石で形成されている。螢石は、水との親和性が高いので、光学素子 2 の液体接触面 2 a のほぼ全面に液体 1 を密着させることができる。すなわち、本実施形態においては光学素子 2 の液体接触面 2 a との親和性が高い液体 (水) 1 を供給するようにしているので、光学素子 2 の液体接触面 2 a と液体 1 との密着性が高く、光学素子 2 と基板 P との間の光路を液体 1 で確実に満たすことができる。なお、光学素子 2 は、水との親和性が高い石英であってもよい。また、光学素子 2 の液体接触面 2 a に親水 (親液) 処理を施して、液体 1 との親和性をより高めるようにしてもよい。

20

【 0 0 3 2 】

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 5 2 と、Z ステージ 5 2 を支持する XY ステージ 5 3 と、XY ステージ 5 3 を支持するベース 5 4 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 PST D により駆動される。基板ステージ駆動装置 PST D は、制御装置 CONT により制御される。Z ステージ 5 2 を駆動することにより、Z ステージ 5 2 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 5 3 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 5 2 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 5 3 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。

30

【 0 0 3 3 】

基板ステージ PST (Z ステージ 5 2) 上には移動鏡 5 5 が設けられている。また、移動鏡 5 5 に対向する位置にはレーザ干渉計 5 6 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 5 6 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 5 6 の計測結果に基づいて基板ステージ駆動装置 PST D 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。

40

【 0 0 3 4 】

また、基板ステージ PST (Z ステージ 5 2) 上には、基板 P を囲むように補助プレート 5 7 が設けられている。補助プレート 5 7 は、基板ホルダに保持された基板 P の表面とほぼ同じ高さの平面を有している。ここで、基板 P のエッジと補助プレート 5 7 との間には 0 . 1 ~ 2 mm 程度の間隙があるが、液体 1 の表面張力によりその隙間に液体 1 が流れ込むことはほとんどなく、基板 P の周縁近傍を露光する場合にも、補助プレート 5 7 によ

50

り投影光学系 P L の下に液体 1 を保持することができる。

【 0 0 3 5 】

液体供給機構 1 0 は、所定の液体 1 を基板 P 上に供給するものであって、液体 1 を送出可能な第 1 液体供給部 1 1 及び第 2 液体供給部 1 2 と、第 1、第 2 液体供給部 1 1、1 2 のそれぞれにその一端部を接続する第 1、第 2 供給管 1 1 A、1 2 A とを備えている。第 1、第 2 液体供給部 1 1、1 2 のそれぞれは、液体 1 を収容するタンク、及び加圧ポンプ等を備えている。

【 0 0 3 6 】

液体回収機構 2 0 は、基板 P 上の液体 1 を回収するものであって、液体 1 を回収可能な液体回収部 2 1 と、液体回収部 2 1 にその一端部を接続する回収管 2 2 (第 1 ~ 第 4 回収管 2 2 A ~ 2 2 D) とを備えている。液体回収部 2 1 は、例えば真空ポンプ等の吸引装置 (真空系)、及び回収した液体 1 を収容するタンク等を備えている。

10

【 0 0 3 7 】

投影光学系 P L の終端部の光学素子 2 の近傍には流路形成部材 3 0 が配置されている。

【 0 0 3 8 】

流路形成部材 3 0 は、光学素子 2 のまわりを囲むように設けられた環状部材であり、基板 P 表面に対向するように配置された第 1 供給口 1 3 と第 2 供給口 1 4 とを備えている。また、流路形成部材 3 0 は、その内部に供給流路 8 2 (8 2 A、8 2 B) を有している。供給流路 8 2 A の一端部は第 1 供給口 1 3 に接続し、他端部は第 1 供給管 1 1 A を介して第 1 液体供給部 1 1 に接続している。供給流路 8 2 B の一端部は第 2 供給口 1 4 に接続し、他端部は第 2 供給管 1 2 A を介して第 2 液体供給部 1 2 に接続している。更に、流路形成部材 3 0 は、基板 P 表面に対向するように配置された回収口 2 3 を備えている。本実施形態において、流路形成部材 3 0 は 4 つの回収口 2 3 A ~ 2 3 D を有している。また、流路形成部材 3 0 は、その内部に回収口 2 3 (2 3 A ~ 2 3 D) に対応した回収流路 8 4 (8 4 A ~ 8 4 D) を有している。回収流路 8 4 A ~ 8 4 D の一端部は回収口 2 3 A ~ 2 3 D にそれぞれ接続し、他端部は回収管 2 2 A ~ 2 2 D を介して液体回収部 2 1 にそれぞれ接続している。本実施形態において、流路形成部材 3 0 は液体供給機構 1 0 及び液体回収機構 2 0 それぞれの一部を構成している。

20

【 0 0 3 9 】

なお、本実施形態において、第 1 ~ 第 4 回収管 2 2 A ~ 2 2 D は、1 つの液体回収部 2 1 に接続されているが、回収管の数に対応した液体回収部 2 1 を複数 (ここでは 4 つ) 設け、第 1 ~ 第 4 回収管 2 2 A ~ 2 2 D のそれぞれを前記複数の液体回収部 2 1 のそれぞれに接続するようにしてもよい。

30

【 0 0 4 0 】

第 1、第 2 液体供給部 1 1、1 2 の液体供給動作は、制御装置 C O N T により制御される。制御装置 C O N T は、第 1、第 2 液体供給部 1 1、1 2 による基板 P 上に対する単位時間あたりの液体供給量をそれぞれ独立して制御可能である。第 1、第 2 液体供給部 1 1、1 2 から送出された液体 1 は、供給管 1 1 A、1 2 A、及び流路形成部材 3 0 の供給流路 8 2 A、8 2 B を介して供給口 1 3、1 4 より基板 P 上に供給される。また、液体回収部 2 1 の液体回収動作は、制御装置 C O N T により制御される。制御装置 C O N T は、液体回収部 2 1 による単位時間あたりの液体回収量を制御可能である。回収口 2 3 から回収された基板 P 上の液体 1 は、流路形成部材 3 0 の回収流路 8 4 及び回収管 2 2 を介して液体回収部 2 1 に回収される。

40

【 0 0 4 1 】

流路形成部材 3 0 のうち回収口 2 3 より投影光学系 P L に対して外側の下面 (基板 P 側を向く面) には、回収口 2 3 で回収しきれなかった液体 1 を捕捉する所定長さの液体トラップ面 7 0 が形成されている。トラップ面 7 0 は、X Y 平面に対して傾斜した面であり、投影領域 A R 1 (液浸領域 A R 2) に対して外側に向かうにつれて基板 P の表面に対して離れるように (上に向かうように) 傾斜している。トラップ面 7 0 は、親液処理を施されている。基板 P の表面に塗布されている膜 (レジスト、反射防止膜等) は、通常撥水性な

50

ので、回収口 23 の外側に流出した液体 1 は、トラップ面 70 で捕捉され、最終的には回収口 23 に回収される。なお、本実施形態における液体 1 は、極性の大きい水であるため、トラップ面 70 に対する親液処理（親水処理）として、例えばアルコールなど極性の大きい分子構造の物質で薄膜を形成することで、このトラップ面 70 に対して親水性を付与する。

【0042】

すなわち、液体 1 として水を用いる場合にはトラップ面 70 に OH 基など極性の大きい分子構造を持ったものを表面に配置させる処理が望ましい。

【0043】

図 2 は、流路形成部材 30 に形成された第 1、第 2 供給口 13、14 及び第 1～第 4 回収口 23A～23D と、投影光学系 PL の投影領域 AR1 との位置関係を示す平面図である。

10

【0044】

図 2 において、投影光学系 PL の投影領域 AR1 は Y 軸方向（非走査方向）を長手方向とする矩形状に設定されており、液体 1 が満たされた液浸領域 AR2 は投影領域 AR1 を含むように実質的に 4 つの回収口で囲まれた領域内であって、且つ基板 P 上の一部に形成される。第 1 供給口 13 は、投影領域 AR1 に対して走査方向一方側（-X 側）に設けられ、第 2 供給口 14 は、他方側（+X 側）に設けられている。つまり、第 1、第 2 供給口 13、14 は、走査方向（X 方向）に関して投影領域 AR1 を挟むようにその両側に配置されている。第 1、第 2 供給口 13、14 のそれぞれは、所定の長さを有する平面視略円弧状のスリット状に形成されている。第 1、第 2 供給口 13、14 の Y 軸方向における長さは、少なくとも投影領域 AR1 の Y 軸方向における長さより長くなっている。液体供給機構 10 は、第 1、第 2 供給口 13、14 より、投影領域 AR1 の両側で液体 1 を同時に供給可能である。

20

【0045】

第 1～第 4 回収口 23A～23D は、供給口 13、14、及び投影領域 AR1 を取り囲むように配置されている。複数（4 つ）の回収口 23A～23D のうち、第 1 回収口 23A と第 3 回収口 23C とが X 軸方向に関して投影領域 AR1 を挟んでその両側に配置されており、第 2 回収口 23B と第 4 回収口 23D とが Y 軸方向に関して投影領域 AR1 を挟んでその両側に配置されている。供給口 13、14 は、投影領域 AR1 と回収口 23A、23C との間に配置された構成となっている。回収口 23A～23D のそれぞれは、平面視略円弧状の所定の長さを有するスリット状に形成されている。回収口 23A、23C の Y 軸方向における長さは、供給口 13、14 の Y 軸方向における長さより長くなっている。回収口 23B、23D のそれぞれも、回収口 23A、23C とほぼ同じ長さに形成されている。第 1～第 4 回収口 23A～23D は、第 1～第 4 回収管 22A～22D のそれぞれを介して液体回収部 21 に接続されている。

30

【0046】

なお、本実施形態において、複数の回収口 23A～23D のそれぞれは、ほぼ同じ大きさ（長さ）に形成されているが、互いに異なる大きさであってもよい。また、回収口 23 の数は 4 つに限られず、投影領域 AR1 及び供給口 13、14 を取り囲むように配置されていれば、任意の複数設けることができる。

40

【0047】

図 3 は、流路形成部材 30 の概略斜視図である。

【0048】

図 3 に示すように、流路形成部材 30 は投影光学系 PL の先端部の光学素子 2 のまわりを囲むように設けられた環状部材であって、第 1 部材 31 と、第 1 部材 31 の上部に配置される第 2 部材 32 と、第 2 部材 32 の上部に配置される第 3 部材 33 とを備えている。流路形成部材 30 を構成する第 1～第 3 部材 31～33 のそれぞれは、板状部材であってその中央部に投影光学系 PL（光学素子 2）を配置可能な穴部 31A～33A を有している。第 1、第 2 供給管 11A、12A の一端部は、第 1、第 2 液体供給部 11、12 のそ

50

れぞれに接続されており、他端部は流路形成部材 30 の内部に形成された供給流路 82 に接続されている。第 1 ~ 第 4 回収管 22A ~ 22D の一端部は、液体回収部 21 に接続されており、他端部は、流路形成部材 30 の内部に形成された回収流路 84 に接続されている。

【0049】

図 4 は、第 1 ~ 第 3 部材のうち最下段に配置される第 1 部材 31 を示す斜視図である。

【0050】

第 1 部材 31 は、投影光学系 PL の - X 側に形成され、基板 P に液体 1 を供給する第 1 供給口 13 と、投影光学系 PL の + X 側に形成され、基板 P 上に液体を供給する第 2 供給口 14 とを備えている。第 1 供給口 13 及び第 2 供給口 14 のそれぞれは第 1 部材 31 を貫通する貫通穴であって、平面視略円弧状に形成されている。更に、第 1 部材 31 は、投影光学系 PL の - X 側に形成され、基板 P 上の液体を回収する第 1 回収口 23A と、投影光学系 PL の - Y 側に形成され、基板 P 上の液体を回収する第 2 回収口 23B と、投影光学系 PL の + X 側に形成され、基板 P 上の液体を回収する第 3 回収口 23C と、投影光学系 PL の + Y 側に形成され、基板 P 上の液体を回収する第 4 回収口 23D とを備えている。

【0051】

第 1 ~ 第 4 回収口 23A ~ 23D のそれぞれも、第 1 部材 31 を貫通する貫通穴であって、平面視略円弧状に形成されており、投影光学系 PL の周囲に沿って略等間隔に設けられている。また、回収口 23A ~ 23D のそれぞれは、供給口 13、14 より投影光学系 PL に対して外側に設けられている。供給口 13、14 の基板 P との離間距離と、回収口 23A ~ 23D の基板 P との離間距離とは、ほぼ同じに設けられている。つまり、供給口 13、14 の高さ位置と、回収口 23A ~ 23D の高さ位置とは、ほぼ同じに設けられている。

【0052】

図 5A 及び図 5B は、第 1 ~ 第 3 部材のうち中段に配置される第 2 部材 32 を示す斜視図であって、図 5A は、上側から見た斜視図、図 5B は、下側から見上げた斜視図である。

【0053】

第 1、第 2 供給管 11A、12A の他端部、及び第 1 ~ 第 4 回収管 22A ~ 22D の他端部は、第 2 部材 32 に継手 80、81 を介して接続される。第 2 部材 32 は、投影光学系 PL の - X 側に形成され、第 1 部材 31 の第 1 供給口 13 に接続される第 1 供給穴部 15 と、投影光学系 PL の + X 側に形成され、第 1 部材 31 の第 2 供給口 14 に接続される第 2 供給穴部 16 とを備えている。第 1、第 2 供給穴部 15、16 は貫通穴であって、平面視における形状及び大きさは、第 1、第 2 供給口 13、14 に対応している。つまり、第 1、第 2 供給穴部 15、16 は平面視円弧状のスリット状流路となっている。

【0054】

また、第 2 部材 32 の上面 32S のうち、投影光学系 PL の - X 側には、管状の接続穴 41A を介して第 1 供給管 11A と接続するテーパ状溝部 17 が形成されている。テーパ状溝部 17 は、第 1 供給管 11A (接続穴 41A) との接続部から投影光学系 PL 側 (第 1 供給穴部 15 側) に向かって水平方向に漸次広がるように形成されており、その幅広部の Y 軸方向に関する長さとは、ほぼ同じである。そして、テーパ状溝部 17 と第 1 供給穴部 15 との間には堤防部 43 が設けられている。堤防部 43 は、第 2 部材 32 の上面 32S より低く且つテーパ状溝部 17 より高い凸部であって、その Y 軸方向における長さは第 1 供給穴部 15 (第 1 供給口 13) の長さとはほぼ同じである。同様に、第 2 部材 32 の上面のうち投影光学系 PL の + X 側には、接続穴 41B を介して第 2 供給管 12A と接続するテーパ状溝部 18 が形成されている。テーパ状溝部 18 は、第 2 供給管 12A (接続穴 41B) との接続部から投影光学系 PL 側 (第 2 供給穴部 16 側) に向かって水平方向に漸次広がるように形成されており、その幅広部の Y 軸方向に関する長さとは第 2 供給穴部 16 の長さとはほぼ同じである。そして、テーパ状溝部 18 と第

10

20

30

40

50

2 供給穴部 1 6 との間には堤防部 4 4 が設けられている。堤防部 4 4 は、第 2 部材 3 2 の上面 3 2 S より低く且つテーパ状溝部 1 8 より高い凸部であって、その Y 軸方向における長さは、第 2 供給穴部 1 6 (第 2 供給口 1 4) の長さとはほぼ同じである。第 1 部材 3 1 と第 2 部材 3 2 とを接続することにより、第 1 部材 3 1 に形成されている第 1、第 2 供給口 1 3、1 4 と、第 2 部材 3 2 に形成されている第 1、第 2 供給穴部 1 5、1 6 とのそれぞれが接続される。

【 0 0 5 5 】

第 2 部材 3 2 の下面 3 2 D のうち、投影光学系 P L の - X 側には、管状の接続穴 4 2 A を介して第 1 回収管 2 2 A と接続するテーパ状溝部 4 5 が形成されている。テーパ状溝部 4 5 は、第 1 回収管 2 2 A との接続部から投影光学系 P L 側に向かって水平方向に漸次広がるように形成されており、その幅広部の Y 軸方向に関する長さとは第 1 部材 3 1 の第 1 回収口 2 3 A の長さとはほぼ同じである。そして、第 1 部材 3 1 と第 2 部材 3 2 とを接続したとき、テーパ状溝部 4 5 の幅広部と第 1 回収口 2 3 A とが接続されるようになっている。投影光学系 P L の - Y 側には、接続穴 4 2 B を介して第 2 回収管 2 2 B と接続するテーパ状溝部 4 6 が形成されており、第 2 回収管 2 2 B との接続部から投影光学系 P L 側に向かって水平方向に漸次広がるように形成されている。そして、テーパ状溝部 4 6 の幅広部と第 1 部材 3 1 の第 2 回収口 2 3 B とが接続されるようになっている。同様に、投影光学系 P L の + X 側及び + Y 側のそれぞれには、接続穴 4 2 C、4 2 D を介して第 3、第 4 回収管 2 2 C、2 2 D と接続するテーパ状溝部 4 7、4 8 が形成されており、第 3、第 4 回収管 2 2 C、2 2 D との接続部から投影光学系 P L 側に向かって水平方向に漸次広がるように形成されている。そして、テーパ状溝部 4 7、4 8 の幅広部と第 1 部材 3 1 の第 3、第 4 回収口 2 3 C、2 3 D とが接続されるようになっている。

【 0 0 5 6 】

図 6 は、第 3 部材 3 3 を示す図である。

【 0 0 5 7 】

第 3 部材 3 3 の下面は平坦面となっており、第 2 部材 3 2 と第 3 部材 3 3 とを接続したとき、第 2 部材 3 2 の上面 3 2 S と第 3 部材 3 3 の下面とが接する。このとき、堤防部 4 3、4 4 は上面 3 2 S より低いので、第 3 部材 3 3 の下面と接しない。

【 0 0 5 8 】

なお、本実施形態においては、流路形成部材 3 0 を 3 つの部材を使って形成しているが、部材の数はこれに限るものではない。また、供給口 1 3、1 4 への流路と、回収口 2 3 A、2 3 B、2 3 C、2 3 D への流路とを各々別の部材に形成してもよいし、各口毎に別々の部材に流路を形成してもよい。

【 0 0 5 9 】

図 7 は、図 3 の A - A 断面矢視図、図 8 は、図 3 の B - B 断面矢視図である。

【 0 0 6 0 】

なお、以下の説明では、流路形成部材 3 0 のうち投影光学系 P L の + X 側に設けられた供給流路 8 2 B (8 2) 及び回収流路 8 4 C (8 4) について説明するが、投影光学系 P L の - X 側に設けられた供給流路 8 2 A、投影光学系 P L の - X 側の回収流路 8 2 A、- Y 側の回収流路 8 2 B、及び + Y 側の回収流路 8 2 D も同等の構成を有する。

【 0 0 6 1 】

図 7 において、供給流路 8 2 B は、その一端部を継手 8 0 を介して供給管 1 2 A に接続し、他端部をテーパ状溝部 1 8 に接続した接続穴 4 1 B と、テーパ状溝部 1 8 と第 3 部材 3 3 との間に形成されたパuffa空間部 9 0 と、堤防部 4 4 と第 3 部材 3 3 との間に形成され、パuffa空間部 9 0 より狭い狭流路部 9 1 と、その上端部を狭流路部 9 1 に接続し、下端部を供給口 1 4 に接続した供給穴部 1 6 とを備えている。パuffa空間部 9 0 は、比較的広い流路を形成している。パuffa空間部 9 0 及び狭流路部 9 1 において、液体 1 は、ほぼ水平方向 (XY 平面方向) に流れ、供給穴部 1 6 において、液体 1 は、ほぼ鉛直方向 (-Z 方向) に流れる。つまり、供給流路 8 2 B は、その途中に曲がり角部 9 2 を有しており、狭流路部 9 1 は、その曲がり角部 9 2 近傍 (直前) に設けられた構成となってい

る。

【 0 0 6 2 】

狭流路部 9 1 は、バッファ空間部 9 0 よりも流路下流側に設けられている。つまり、曲がり角部 9 2 近傍の狭流路部 9 1 は、その流路手前であるバッファ空間部 9 0 よりも狭められた構成となっている。本実施形態において、狭流路部 9 1 は、第 2 部材 3 2 より上方に突出した堤防部 4 4 と第 3 部材 3 3 との間に形成されており、バッファ空間部 9 0 に対して鉛直方向に狭められている。

【 0 0 6 3 】

液体供給部 1 2 から送出された液体 1 は、供給管 1 2 A を介して供給流路 8 2 B のうち接続穴 4 1 B に流入する。流入した液体 1 は、バッファ空間部 9 0 をほぼ水平方向に流れ、狭流路部 9 1 を流れた後、曲がり角部 9 2 において基板 P 側に向きを変えられ、供給穴部 1 6 を介して供給口 1 4 より基板 P 上に供給される。

10

【 0 0 6 4 】

一方、回収流路 8 4 C は、その一端部を回収口 2 3 C に接続し、他端部を接続穴 4 2 C に接続したバッファ空間部 9 4 を有している。真空ポンプを有する液体回収部 2 1 の駆動により、基板 P 上の液体 1 は、回収流路 8 4 C に回収口 2 3 C を介して鉛直上向き（+ Z 方向）に流入する。このとき、回収口 2 3 C からは、基板 P 上の液体 1 とともにその周囲の気体（空気）も流入（回収）する。回収流路 8 4 C に流入した液体 1 は、バッファ空間部 9 4 の一端部側で水平方向にその流れの向きを変えられ、バッファ空間部 9 4 をほぼ水平方向に流れる。その後、接続穴 4 2 C を流れ、回収管 2 2 C を介して液体回収部 2 1 に送られる。

20

【 0 0 6 5 】

第 1 ~ 第 3 部材 3 1 ~ 3 3 は、例えばステンレススチールやチタン、アルミニウム、あるいはこれらを含む合金等の金属により形成されており、各部材 3 1 ~ 3 3 の穴部や溝部は、例えば放電加工により形成される。放電加工により各部材 3 1 ~ 3 3 に対して加工した後、これら各部材 3 1 ~ 3 3 を接着剤あるいは締結部材等を用いて接合することにより、流路形成部材 3 0 が形成される。なお、各部材 3 1 ~ 3 3 の接液面は、電解研磨あるいは不導体酸化膜処理、あるいはその両方を施しておくともよい。各部材 3 1 ~ 3 3 を接合することで、バッファ空間部 9 0 及び狭流路部 9 1 を含む供給流路 8 2 B（8 2）、及びバッファ空間部 9 4 を含む回収流路 8 4 C（8 4）が形成される。なお、流路形成部材 3 0 を含む液体供給機構 1 0 及び液体回収機構 2 0 を構成する各部材は、例えばポリ四フッ化エチレン等の合成樹脂により形成されていてもよい。

30

【 0 0 6 6 】

液体供給機構 1 0 及び液体回収機構 2 0 の一部を構成する流路形成部材 3 0 の内側面 3 0 T と、投影光学系 P L のうち液体 1 と接する終端部の光学素子 2 の側面 2 T との間には微小間隙 1 0 0 が形成されている。微小間隙 1 0 0 は、投影光学系 P L の光学素子 2 と流路形成部材 3 0 とを振動的に分離するために設けられたものであり、これにより、液体回収機構 1 0 や液体回収機構 2 0 で発生した振動が、投影光学系 P L に伝達することを防ぐことができる。微小間隙 1 0 0 は、投影領域 A R 1 と供給口 1 4 とを極力近づけるために、液体 1 の浸透現象を引き起こす程度に小さく形成されており、流路形成部材 3 0 の周囲の気体空間と接続されている。流路形成部材 3 0 を含む液体供給機構 1 0 及び液体回収機構 2 0 のそれぞれは、投影光学系 P L 及びこの投影光学系 P L を支持する支持部材以外の支持部材で支持されている。

40

【 0 0 6 7 】

微小間隙 1 0 0 を形成する流路形成部材 3 0 の内側面 3 0 T と光学素子 2 の側面 2 T との双方には、撥液（撥水）処理が施されている。撥液処理が施された撥液処理部 1 0 1 A、1 0 1 B は、液体 1 と接触する微小間隙 1 0 0 の下端部から離れた部分に設けられている。流路形成部材 3 0 の内側面 3 0 T 及び光学素子 2 の側面 2 T のうち微小間隙 1 0 0 の下端部と撥液処理部 1 0 1 A、1 0 1 B との間の未撥液処理部 1 0 2 A、1 0 2 B の大きさ（Z 軸方向の距離）は、例えば投影光学系 P L と基板 P との間の距離（所謂ワーキング

50

ディスタンス)とほぼ同じに設定されている。なお、図7及び図8に示す例では、撥液処理部101Aは、光学素子2の側面2Tのうち微小間隙100の下端部近傍を除いたほぼ全面に設けられているが、その一部に設けられた構成であってもよいし、不連続に(島状に)設けられた構成であってもよい。同様に、撥液処理部101Bは、流路形成部材30の内側面30Tのうち微小間隙100の下端部近傍を除いたほぼ全面に設けられる構成の他に、その一部に設けられた構成であってもよい。

【0068】

撥液処理としては、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。

10

【0069】

なお、流路形成部材30の内側面30T及び光学素子2の側面2Tの撥液面における液体1の接触角は、70度以上、好ましくは90度以上とである。

【0070】

図9は、液体回収部21の要部拡大図である。

【0071】

液体回収部21には、回収管22に接続された気液分離器60と、その気液分離器60に排気管69を介して接続され、マスフローコントローラや真空ポンプ等を有する真空系68とが設けられている。ここで、上述したように、回収口23からは基板P上の液体1とともにその周囲の気体も回収される。気液分離器60は、回収口23より回収した液体と気体とを分離する。気液分離器60は、タンク61と、タンク61内部に設けられ、回収管22と接続する分離管62とを備えている。タンク61の上部は真空系68に接続されており、タンク61の下部には排出用管部63が設けられている。排出用管部63にはこの排出用管部63の流路を開閉するバルブ64が設けられている。

20

【0072】

なお、分離器60は、複数の第1~第4回収管22A~22Dのそれぞれに設けられてもよいし、複数の第1~第4回収管22A~22Dを一旦集合した後、この集合管に設けられてもよい。

【0073】

図10は、分離管62を下方から見た拡大図である。

30

【0074】

図10に示すように、分離管62は、渦巻き状(螺旋状)に曲げられており、その下面には複数のスリット状の穴部65が所定間隔で形成されている。したがって、真空系68が駆動されると、タンク61及び回収管22が負圧となって、回収口23を介して基板P上の液体1がその周囲の気体とともに回収される。回収口23より回収された液体及び気体は回収管22を通過してタンク61内に設けられた分離管62を流れる。分離管62を流れることで、重力作用によって液体1は、穴部65を介して落下し、タンク61下部に溜まる。なお、バルブ64を作動して排出用管部63を開放することにより、タンク61内に溜まった液体1を外部に排出することができる。一方、気体はタンク61上に接続された排気管69を介して真空系68に吸引される。このように、気液分離器60によって回収した液体と気体とを分離することにより、真空ポンプ等を有する真空系68に液体1が流入しないので、その真空ポンプの故障等の不都合を防止することができる。なお、真空系68に真空ポンプを設けずに、露光装置EXが配置される工場の真空系を用いるようにしてもよい。

40

【0075】

次に、上述した露光装置EXを用いてマスクMのパターン像を基板Pに露光する方法について説明する。

【0076】

ここで、本実施形態における露光装置EXは、マスクMと基板PとをX軸方向(走査方

50

向)に移動しながらマスクMのパターン像を基板Pに投影露光するものであって、走査露光時には、投影光学系PLの先端部直下の矩形の投影領域AR1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53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。基板P上には複数のショット領域が設定されており、1つのショット領域への露光終了後に、基板Pのステップ移動によって次のショット領域が走査開始位置に移動し、以下、ステップ・アンド・スキャン方式で基板Pを移動しながら各ショット領域に対する走査露光処理が順次行われる。

【0077】

走査露光処理を行うに際し、制御装置CONTは、液体供給機構10を駆動し、基板P上に対する液体供給動作を開始する。液体供給機構10の第1、第2液体供給部11、12のそれぞれから送出された液体1は、供給管11A、12Aを流通した後、流路形成部材30内部に形成された供給流路82A、82Bを介して基板P上に供給される。

【0078】

例えば、第2液体供給部12から送出された液体1は、第2供給管12Aを流通した後、水平方向に漸次広がるように形成されたバッファ空間部90を流通することで水平方向(Y軸方向)に拡がる。ここで、バッファ空間部90の流路下流側には、堤防部44が形成されているため、第2液体供給部12から送出された液体1は、バッファ空間部90に一旦貯められる。液体1は、バッファ空間部90に所定量以上貯まった後(液体1の水位が堤防部44の高さ以上になった後)、狭流路部91を介して供給穴部16に流れる。こうして、液体1の供給口14への供給が開始される。これにより、バッファ空間部90から流れ出た液体1は、Y軸方向を長手方向とするスリット状の供給口14からほぼ均一に基板P上に供給される。つまり、狭流路部91(堤防部44)が形成されていないと、テーパ状溝部18を流れる液体1の流量は、テーパ状溝部18の幅方向中央部のほうが端部より多くなるため、Y軸方向を長手方向とする供給口14の各位置において基板P上に対する液体供給量が不均一となる場合がある。しかしながら、所定量以上の液体1を貯めてから供給口14への液体供給が開始されるように狭流路部91を設けることによってバッファ空間部90を形成したことにより、液体1は、Y軸方向を長手方向とする略円弧状の供給口14の各位置においてほぼ均一な液体供給量で基板P上に供給される。同様に、第1液体供給部11から送出された液体1も、バッファ空間部90に所定量以上貯められてから供給口13への供給が開始されるので、スリット状の供給口13から基板P上にほぼ均一に供給される。また、供給口13、14からの供給を開始した後も、バッファ空間90を介して供給口13、14へ液体1が流れ続けるので、供給口13、14の各位置において均一な量で基板P上への液体供給を続けることができる。

【0079】

ここで、供給流路82B(82A)の曲がり角部92近傍には例えば供給開始時などに気泡が残存しやすいが、この曲がり角部92近傍の供給流路82Bを狭めて狭流路部91を形成したことにより、狭流路部91を流れる液体1の流速を高速化でき、その高速化された液体1の流れにより気泡を供給口14を介して供給流路82B外部に排出できる。そして、気泡を排出した後、液浸露光動作を実行することにより、液浸領域AR2に気泡がない状態で露光処理できる。

【0080】

本実施形態において、液体供給機構10は、供給口13、14より投影領域AR1の両側から基板P上への液体1の供給を同時に行う。これにより、供給口13、14から基板P上に供給された液体1は、投影光学系PLの終端部の光学素子2の下端面と基板Pとの間に良好に濡れ拡がり、液浸領域AR2を少なくとも投影領域AR1より広い範囲で形成する。

【0081】

また、制御装置CONTは、液体回収機構20の液体回収部21を駆動し、液体供給機構10による液体1の供給動作と並行して、基板P上の液体回収動作を行う。これにより

10

20

30

40

50

、供給口13、14より投影領域AR1に対して外側に流れる基板P上の液体1は、回収口23A~23Dより回収される。回収流路84(84A~84D)の一部も、その一端部が回収口23(23A~23D)のY軸方向とほぼ同じ長さを有し、回収管22に向かって漸次縮小するテーパ状に形成されたバッファ空間部94となっているため、回収口23の各位置においてほぼ均一な液体回収量で基板P上の液体1を回収することができる。

【0082】

制御装置CONTは、液体供給機構10及び液体回収機構20により基板Pの表面に対する液体1の供給と並行して基板P上の液体1の回収を行いつつ、基板Pを支持する基板ステージPSTをX軸方向(走査方向)に移動しながら、マスクMのパターン像を投影光学系PLと基板Pとの間の液体1及び投影光学系PLを介して基板P上に投影露光する。

10

【0083】

このとき、液体供給機構10は走査方向に関して投影領域AR1の両側から供給口13、14を介して液体1の供給を同時に行っているため、液浸領域AR2は均一且つ良好に形成されている。また、液体回収機構20は、投影領域AR1を囲む複数の回収口23A~23Dを介して投影領域AR1の走査方向両側を含む投影領域AR1周囲の複数の位置において液体1の回収を同時に行っているため、液体1の基板P周囲への流出や飛散を防止している。

【0084】

なお、本実施形態では、投影領域AR1の走査方向両側から基板Pに対して液体1を供給する際、制御装置CONTは、液体供給機構10の第1、第2液体供給部11、12の液体供給動作を制御し、走査方向に関して、投影領域AR1の手前から供給する単位時間あたりの液体供給量を、その反対側で供給する液体供給量よりも多く設定する。例えば、基板Pを+X方向に移動しつつ露光処理する場合、制御装置CONTは、投影領域AR1に対して-X側(すなわち供給口13)からの液体量を、+X側(すなわち供給口14)からの液体量より多くし、一方、基板Pを-X方向に移動しつつ露光処理する場合、投影領域AR1に対して+X側からの液体量を、-X側からの液体量より多くする。ここで、例えば基板Pが+X方向に移動することにより、投影領域AR1に対して+X側に移動する液体量が増し、+X側に液体回収位置を設けられている回収口23Cが液体1を全て回収しきれない場合がある。ところが、+X側の回収口23Cで回収しきれなかった液体1はこの液体回収位置より+X側に設けられているトラップ面70で捕捉されるため、基板Pの周囲等に流出したり飛散したりすることがない。

20

30

【0085】

また、上述したように、流路形成部材30と光学素子2の間には微小間隙100が設けられており、これにより液体供給機構10や液体回収機構20で生じた振動が投影光学系PLに伝達する不都合を防止しているが、この間隙が大きすぎると装置全体の大型化を招く。また、液体1の供給口及び回収口が投影領域AR1より離れた位置に設けられることとなるため、投影領域AR1を含むように良好に液浸領域AR2を形成できない可能性が生じるとともに、液体使用量が増すという不都合も生じる。また、その大きな間隙より液浸領域AR2に気体(気泡)が混入する可能性も生じる。そこで、本実施形態では、液体1の浸透現象を引き起こす程度の大きさに微小間隙100が設けられている。これにより、装置の大型化を防ぎつつ、間隙から液浸領域AR2に気体が入り込んでしまう不都合を防止することができる。一方で、微小間隙100に液体1が浸入した場合、浸入した液体1は淀んだ状態となるため清浄度が低下し、例えば液浸露光中にその清浄度の低下した微小間隙100の液体1が液浸領域AR2に混入してしまう不都合が生じる可能性がある。そこで、微小間隙100を形成する流路形成部材30の内側面30T及び光学素子2の側面2Tのそれぞれに撥液処理を施すことで微小間隙100に対する液体1の浸入を防止できる。

40

【0086】

図11は、微小間隙100の拡大図である。

【0087】

50

図 1 1 に示すように、流路形成部材 3 0 の内側面 3 0 T 及び光学素子 2 の側面 2 T に撥液処理が施されているため、液浸領域 A R 2 の液体 1 の上昇現象はおこらず、撥液処理部 1 0 1 A、1 0 1 B の間に液浸領域 A R 2 の液体 1 は、入り込まない。一方、微小間隙 1 0 0 のうち未撥液処理部 1 0 2 A、1 0 2 B の間には浸透現象により液体 1 が入り込む。この入り込んだ液体 1 により、撥液処理部 1 0 1 A、1 0 1 B の間に存在する気体が液浸領域 A R 2 に混入する不都合が抑制されている。つまり、図 1 2 に示すように、微小間隙 1 0 0 を形成する流路形成部材 3 0 の内側面 3 0 T 及び光学素子 2 の側面 2 T の下端部まで撥液処理を施した場合、微小間隙 1 0 0 の下端部にまで気体（空気）が満たされることになり、液浸走査露光中に液浸領域 A R 2 にその微小間隙 1 0 0 の気体（気泡）が入り込む不都合が生じる可能性がある。したがって、微小間隙 1 0 0 への液体 1 の浸透防止という点では、図 1 2 のように下端部まで撥液処理してもよいが、本実施形態のように、液浸領域 A R 2 の液体 1 と接触する微小間隙 1 0 0 の下端部近傍の所定領域を未撥液処理部 1 0 2 A、1 0 2 B とし、浸透現象により液体 1 を微小間隙 1 0 0 の下端部近傍に配置可能とすることで、微小間隙 1 0 0 に存在する気体が液浸領域 A R 2 に入り込む不都合も防止できる。なお、図 1 1 において、この未撥液処理部 1 0 2 A、1 0 2 B の間に入り込んだ液体 1 の量は僅かであって淀むことがないので、液浸露光中に清浄度の低下した液体 1 が液浸領域 A R 2 に混入することはない。

10

【 0 0 8 8 】

なお、本実施形態において、微小間隙 1 0 0 を形成する流路形成部材 3 0 の内側面 3 0 T と光学素子 2 の側面 2 T との双方に撥液処理が施されているが、少なくともいずれか一方の面に撥液処理を施すことによって、微小間隙 1 0 0 に液体 1 が入り込む不都合を回避できる。

20

【 0 0 8 9 】

以上説明したように、液体 1 をバッファ空間部 9 0 に所定量以上貯めてから供給することにより、供給口 1 3、1 4 に対する液体 1 の流量分布や流速分布を均一化できる。したがって、供給口 1 3、1 4 から基板 P 上に液体 1 を均一に供給できる。

【 0 0 9 0 】

また、装置スペースの都合等により、供給流路 8 2 の一部に曲がり角部 9 2 を形成する必要がある場合、この曲がり角部 9 2 近傍には気泡が残存しやすくなるが、曲がり角部 9 2 近傍の流路を狭まることで液体 1 の流速を高速化し、その高速化された液体 1 の流れにより気泡を供給口 1 3、1 4 を介して外部に排出できる。そして、気泡を排出した後、液浸露光動作を実行することにより、液浸領域 A R 2 に対する供給流路 8 2 からの気泡の混入を防止でき、液浸領域 A R 2 に気泡が存在しない状態で露光処理できる。特に、本実施形態のように、供給流路 8 2 の一部を堤防部 4 4 (4 3) により鉛直方向に狭めることにより、バッファ空間部 9 0 をほぼ水平に流れてきた液体 1 の流速を高速化して曲がり角部 9 2 に当てることができ、曲がり角部 9 2 近傍に存在する気泡を良好に除去することができる。

30

【 0 0 9 1 】

流路形成部材 3 0 は、板状部材である第 1 ~ 第 3 部材 3 1 ~ 3 3 を組み合わせて形成したブロック状部材であり、例えば液体回収の際に空気をかみこんで液体 1 を吸引した際に発生する振動を、流路形成部材 3 0 で吸収することができる。また、複数の板状部材 3 1 ~ 3 3 のそれぞれに対して放電加工等の加工を施して流路の一部を形成し、これらを組み合わせることで液体 1 の流路を形成するようにしたので、供給流路 8 2 及び回収流路 8 4 のそれぞれを容易に形成することができる。

40

【 0 0 9 2 】

なお、本実施形態において、流路形成部材 3 0 を形成する部材 3 1 ~ 3 3 は、四角形の板状部材であるが、円形の板状部材であってもよいし、X 軸方向に長い楕円状の板状部材であってもよい。

【 0 0 9 3 】

なお、本実施形態において、堤防部 4 4 (4 3) は、断面視矩形形状であるが、図 1 3 に

50

示すように、断面視円弧状（曲面状）であってもよい。あるいは、断面視三角形や五角形などの多角形状でもよい。また、バッファ空間部の効果は薄れてしまうが、図 1 4 に示すように、堤防部 4 4 を第 3 部材 3 3 の下面に設け、その堤防部 4 4 とテーパ状溝部 1 8 との間に狭流路部 9 1 を形成するようにしてもよい。

【 0 0 9 4 】

本実施形態において、堤防部 4 4 は供給流路 8 2 の曲がり角部 9 2 近傍に設けられているが、図 1 5 に示すように、曲がり角部 9 2 に対して僅かに離れた位置に設けられてもよい。図 1 5 に示す例では、堤防部 4 4 は曲がり角部 9 2 より流路上流側に設けられている。こうすることによっても、堤防部 4 4 の流路上流側にバッファ空間部 9 0 を形成することができ、供給口 1 4 (1 3) からの液体 1 の供給を均一化できる。一方、堤防部 4 4 を曲がり角部 9 2 に近づけた方が、この曲がり角部 9 2 における液体 1 の流速を高速化できるので、曲がり角部 9 2 での気泡の残存を防止することができる。

10

【 0 0 9 5 】

本実施形態において、堤防部 4 4 (4 3) はその長手方向において一様な高さを有しているが、図 1 6 に示すように、高さ分布があってもよい。図 1 6 に示す堤防部 4 4 は、その幅方向中央部の高さが両端部より高くなっている。テーパ状溝部 1 8 では、幅方向中央部における液体 1 の流量のほうが端部における流量より多いため、堤防部 4 4 の幅方向中央部を高くして狭流路部 9 1 の幅方向中央部を両端部より狭めることにより、液体 1 を供給口 1 4 を介してより均一に基板 P 上に供給できる。

20

【 0 0 9 6 】

なお、堤防部 4 4 (4 3) は、供給流路 8 2 の幅方向全域に亘って設けられていることが好ましいが、その一部に設けられていてもよい。あるいは、複数の分割された堤防部が不連続に（島状に）配置されている構成でもよい。こうすることによっても流路が狭まるので液体 1 の流速を高速化でき、供給流路 8 2 に存在する気泡を外部に排出することができる。

【 0 0 9 7 】

なお、堤防部（狭流路部）は、基板 P 上の液体 1 を回収する回収流路 8 4 に形成されていてもよい。これにより、スリット状の回収口 2 3 から基板 P 上の液体 1 を均一に回収できる。

【 0 0 9 8 】

なお、本実施形態において、液体供給機構 1 0 の一部を構成する供給流路 8 2 及び液体回収機構 2 0 の一部を構成する回収流路 8 4 のそれぞれは、流路形成部材 3 0 内部に一体で設けられているが、図 1 7 に示すように、供給流路 8 2 と回収流路 8 4 とは互いに異なる部材により形成されていてもよい。図 1 7 において、投影光学系 P L (光学素子 2) の - X 側には供給流路 8 2 A を形成する第 1 供給部材 1 2 0 が設けられ、+ X 側には供給流路 8 2 B を形成する第 2 供給部材 1 2 1 が設けられている。第 1、第 2 供給部材 1 2 0、1 2 1 それぞれは、テーパ状溝部 1 7、1 8、及び堤防部 4 3、4 4 を有しており、平面視略円弧状の供給口 1 3、1 4 より基板 P 上に液体 1 を供給する。また、投影光学系 P L の - X 側及び + X 側のそれぞれには回収流路 8 4 A、8 4 C を形成する第 1、第 3 回収部材 1 2 2、1 2 4 が設けられ、- Y 側及び + Y 側のそれぞれには回収流路 8 4 B、8 4 D を形成する第 2、第 4 回収部材 1 2 3、1 2 5 がそれぞれ設けられている。第 1 ~ 第 4 回収部材 1 2 2 ~ 1 2 5 のそれぞれは平面視略円弧状の回収口 2 3 A ~ 2 3 D より基板 P 上の液体 1 を回収する。この場合においても、液体供給機構を構成する第 1、第 2 供給部材 1 2 0、1 2 1 の内側面 1 2 0 T、1 2 1 T と光学素子 2 の側面 2 T との間に微小間隙 1 0 0 が形成されているとともに、液体回収機構を構成する第 2、第 4 回収部材 1 2 3、1 2 5 の内側面 1 2 3 T、1 2 5 T と光学素子 2 の側面 2 T との間にも微小間隙 1 0 0 が形成されている。そして、内側面 1 2 0 T、1 2 1 T、1 2 3 T、1 2 5 T、及び側面 2 T のそれぞれに撥液処理が施されている。

30

40

【 0 0 9 9 】

なお、本実施形態において、基板 P に対向するように配置された供給口 1 3、1 4 及び

50

それに接続する供給穴部 15、16 は、基板 P の表面に対してほぼ垂直に設けられ、液体 1 を基板 P に対して垂直方向から供給しているが、基板 P に対して液体 1 を斜め方向から供給するように供給口 14 及び供給穴部 16 が形成されていてもよい。換言すれば、曲がり角部 92 はバッファ空間部 90 を水平方向に流れてきた流体 1 の向きを垂直方向に変える構成の他に、基板 P に向かって斜め方向に向きを変える構成であってもよい。この場合においても、バッファ空間部 90 で液体 1 を所定量貯めた後、狭流路部 91 を介して基板 P に液体 1 を供給することで、気泡の発生を抑えつつスリット状の供給口 14 から液体 1 をほぼ均一に基板 P 上に供給することができる。

【0100】

なお、流路形成部材 30 は、投影光学系 PL の終端部の光学素子 2 の近傍に微小間隙 100 を介して設けられているが、光学素子 2 の先端側面が光学素子 2 を保持する部材で覆われている場合には、その部材の側面と流路形成部材 30 の側面 30T との少なくとも一方を撥液処理すればよい。

10

【0101】

また、上述の実施形態においては、流路形成部材 30 の側面 30T が光学素子 2 の側面 2T と対向するように配置されているが、別の部材が光学素子 2 の側面 2T と対向している場合にも、光学素子 2 の側面 2T とそれに対する部材の表面（側面）との少なくとも一方を撥液処理（撥液性）にすればよい。

【0102】

また、上述の実施形態においては、投影光学系 PL の終端の光学素子 2 の側面 2T とそれに対向する部材の側面の少なくとも一方を撥液処理（撥液性）にしているが、例えば国際公開第 2004/019128 号に開示されているように、投影光学系 PL の終端の光学素子のマスク M 側の光路空間も液体で満たされている場合には、投影光学系 PL を構成する複数の光学素子のうち終端の光学素子に対してマスク M 側に配置された光学素子の側面とそれに対向する部材の表面（側面）の少なくとも一方を撥液処理することによって、その隙間への液体の浸入やその隙間での液体の滞留を防止することができる。なお、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、国際公開第 2004/019128 号パンフレットの記載内容を援用して本文の記載の一部とする。

20

【0103】

なお、本実施形態において、供給口は、所定の長さを有するスリット状に形成されているが、例えば複数の仕切部材により複数に分割された分割供給口としてもよいし、あるいは直管部を複数並べた構成としてもよいし、直管部とスリット状供給口とを組み合わせた構成であってもよい。また、供給口にスポンジ状部材等の多孔質体を設けてもよい。同様に、回収口に仕切部材を設けてもよいし複数の直管部で形成してもよい。また、多孔質体や仕切部材、あるいは直管部は、流路形成部材 30 の供給流路 82 の流路途中に設けられてもよい。

30

【0104】

なお、本実施形態では、液体供給機構 10 の供給口 13、14 は、投影領域 AR1 に対して走査方向（X 軸方向）両側に設けられている構成であるが、非走査方向（Y 軸方向）両側に別の供給口を設け、これら複数の供給口を組み合わせる液体供給を行うようにしてもよい。あるいは、供給口は投影領域 AR1 の周りを全て囲むように環状に設けられてもよい。

40

【0105】

なお、本実施形態では、トラップ面 70 は、第 1 部材 31 の下面において投影領域 AR1 の走査方向両側のみに設けられている構成であるが、投影領域 AR1 に対して非走査方向に設けられた構成とすることも可能である。一方、液体 1 が流出しやすいのは走査方向両側であるため、投影領域 AR1 の走査方向両側のみにトラップ面 70 を設ける構成であっても、流出しようとする液体 1 を良好に捕捉できる。また、トラップ面 70 はフラット面である必要は無く、例えば複数の平面を組み合わせた形状であってもよい。あるいは、トラップ面 70 は、曲面状であってもよく、表面積拡大処理、具体的には粗面処理を施さ

50

れていてもよい。

【0106】

なお、上記実施形態において、液体供給機構10や液体回収機構20のうち液体1が流れる流路の表面に対して親液処理を施すことができる。特に、液体回収機構20の回収口23を含む回収流路84に親液処理を施しておくことにより、液体回収を円滑に行うことができる。また、液体供給機構10の供給口及び供給流路にも親液処理を施すことができる。

【0107】

上記実施形態において、液体1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。

10

【0108】

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

20

【0109】

本実施形態では、投影光学系PLの先端に光学素子2が取り付けられており、このレンズにより投影光学系PLの光学特性、例えば収差(球面収差、コマ収差等)の調整を行うことができる。なお、投影光学系PLの先端に取り付ける光学素子としては、投影光学系PLの光学特性の調整に用いる光学プレートであってもよい。あるいは露光光ELを透過可能な平行平板であってもよい。

【0110】

なお、液体1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。

30

【0111】

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1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1を満たす構成であってもよい。

【0112】

なお、本実施形態の液体1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1としてはF₂レーザ光を透過可能な例えばフッ素系オイルや過フッ化ポリエーテル(PFPE)のフッ素系流体であってもよい。また、液体1としては、その他にも、露光光ELに対する透過性があるだけ屈折率が高く、投影光学系PLや基板P表面に塗布されているフォトレジストに対して安定なもの(例えばセダー油)を用いることも可能である。

40

【0113】

この場合も、表面処理は、用いる液体1の極性に応じて行われる。

【0114】

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

【0115】

50

露光装置 E X としては、マスク M と基板 P とを同期移動してマスク M のパターンを走査露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置（スキヤニングステッパ）の他に、マスク M と基板 P とを静止した状態でマスク M のパターンを一括露光し、基板 P を順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置（ステッパ）にも適用することができる。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 1 1 6 】

また、本発明は、ウエハ等の被処理基板を別々に載置して X Y 方向に独立に移動可能な 2 つのステージを備えたツインステージ型の露光装置にも適用できる。ツインステージ型の露光装置の構造及び露光動作は、例えば特開平 1 0 - 1 6 3 0 9 9 号及び特開平 1 0 - 2 1 4 7 8 3 号（対応米国特許 6, 3 4 1, 0 0 7, 6, 4 0 0, 4 4 1, 6, 5 4 9, 2 6 9 及び 6, 5 9 0, 6 3 4）、特表 2 0 0 0 - 5 0 5 9 5 8 号（対応米国特許 5, 9 6 9, 4 4 1）あるいは米国特許 6, 2 0 8, 4 0 7 に開示されており、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、それらの開示を援用して本文の記載の一部とする。

10

【 0 1 1 7 】

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（CCD）あるいはレチクル又はマスクなどを製造するための露光装置などにも広く適用できる。

20

【 0 1 1 8 】

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。ステージに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、それぞれ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、これらの文献の記載内容を援用して本文の記載の一部とする。

【 0 1 1 9 】

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。

30

【 0 1 2 0 】

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、米国特許 5, 5 2 8, 1 1 8（特開平 8 - 1 6 6 4 7 5 号公報）に詳細に開示されており、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、この文献の記載内容を援用して本文の記載の一部とする。

40

【 0 1 2 1 】

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、米国特許第 5, 8 7 4, 8 2 0（特開平 8 - 3 3 0 2 2 4 号公報）に詳細に開示されており、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、この文献の開示を援用して本文の記載の一部とする。

【 0 1 2 2 】

本実施形態の露光装置 E X は、本願特許請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光

50

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。

【0123】

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。

【0124】

半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図18に示すように、マイクロデバイスの機能・性能設計を行うステップ201、この設計ステップに基づいたマスク(レチクル)を製作するステップ202、デバイスの基材である基板を製造するステップ203、前述した実施形態の露光装置EXによりマスクのパターンを基板に露光する基板処理ステップ204、デバイス組み立てステップ(ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む)205、検査ステップ206等を経て製造される。

【産業上の利用可能性】

【0125】

本発明は、基板上の一部に液浸領域を形成し、該液浸領域を形成する液体と投影光学系とを介してパターン像を基板上に投影することによって前記基板を露光する露光装置であって、前記基板表面に対向するように配置された供給口を有する液体供給機構を備え、前記液体供給機構の流路にはバッファ空間が形成されており、前記バッファ空間に所定量以上の液体を貯めてから前記供給口への液体供給が開始されるので、気泡や不純物の混入を防止しつつ基板上に液体を均一に供給できるので、パターン像の劣化を防止して精度良く露光できる。

【図面の簡単な説明】

【0126】

【図1】本発明の露光装置の一実施形態を示す概略構成図である。

【図2】液体供給口及び回収口の配置を説明するための平面図である。

【図3】液体供給機構及び液体回収機構を構成する流路形成部材を示す斜視図である。

【図4】流路形成部材のうち第1部材を示す斜視図である。

【図5】図5A及び図5Bは、流路形成部材のうち第2部材を示す斜視図である。

【図6】流路形成部材のうち第3部材を示す斜視図である。

【図7】図3のA-A断面矢視図であって液体供給流路及び回収流路を示す図である。

【図8】図3のB-B断面矢視図であって液体回収流路を示す図である。

【図9】気液分離器を示す概略構成図である。

【図10】気液分離器の分離管を示す図である。

【図11】微小間隙近傍の拡大図である。

【図12】微小間隙近傍の他の例を示す拡大図である。

【図13】液体供給流路及び回収流路の他の実施形態を示す図である。

【図14】液体供給流路及び回収流路の他の実施形態を示す図である。

【図15】液体供給流路及び回収流路の他の実施形態を示す図である。

【図16】堤防部の他の例を示す斜視図である。

【図17】液体供給機構及び液体回収機構の他の実施形態を示す斜視図である。

【図18】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。

【符号の説明】

【0127】

1...液体、2...光学素子(光学部材)、10...液体供給機構、11...第1液体供給部、12...第2液体供給部、13、14...供給口、20...液体回収機構、21...液体回収部、23A~23D...回収口、30...流路形成部材(液体供給機構、液体回収機構)、43、

10

20

30

40

50

44 ...堤防部、60 ...分離器、90 ...バッファ空間部、91 ...狭流路部、92 ...曲がり角部、100 ...微小間隙、101A、101B ...撥液処理部、102A、102B ...未撥液処理部、AR1 ...投影領域、AR2 ...液浸領域、CONT ...制御装置、EX ...露光装置、M ...マスク、P ...基板、PL ...投影光学系

【 図 1 】

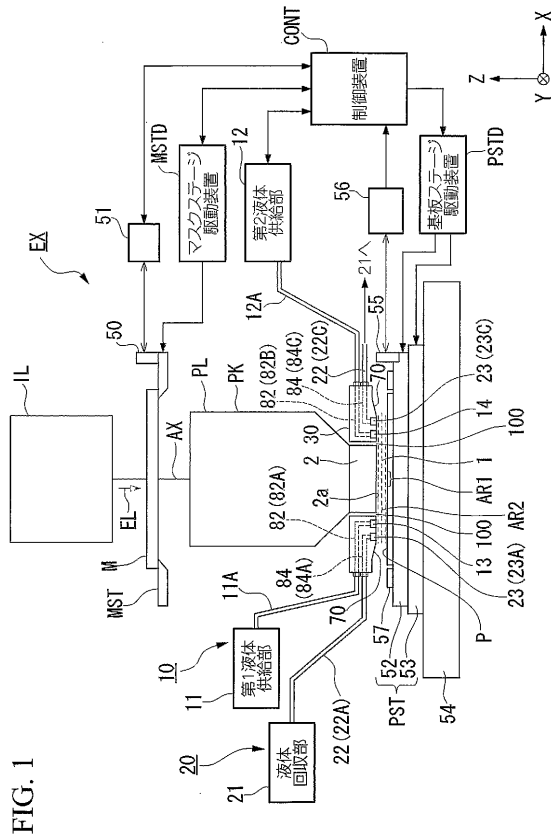


FIG. 1

【 図 2 】

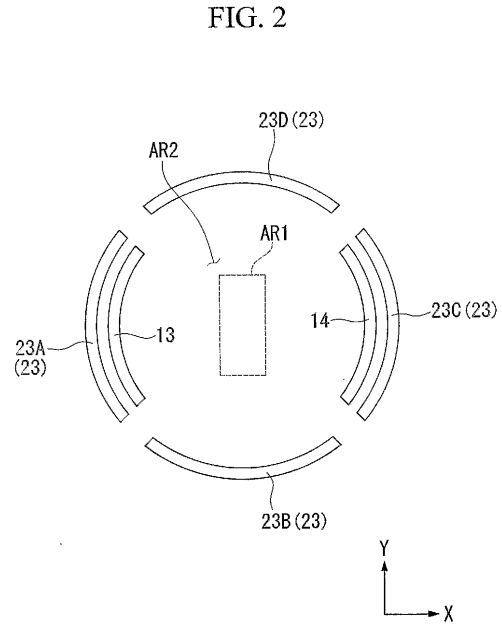
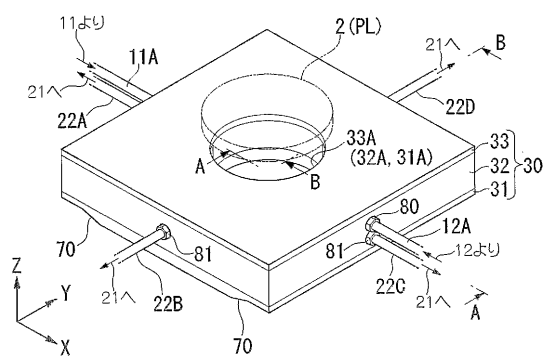


FIG. 2

FIG. 2

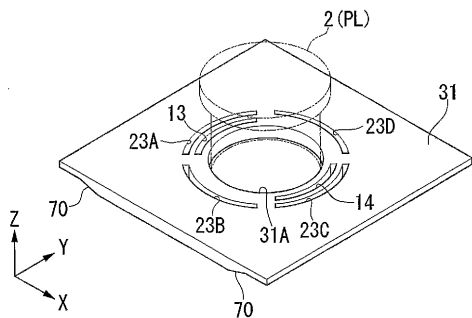
【図3】

FIG. 3



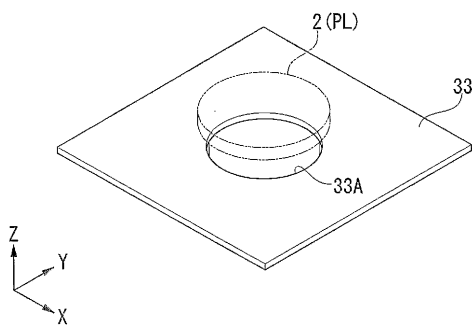
【図4】

FIG. 4



【図6】

FIG. 6



【図7】

FIG. 7

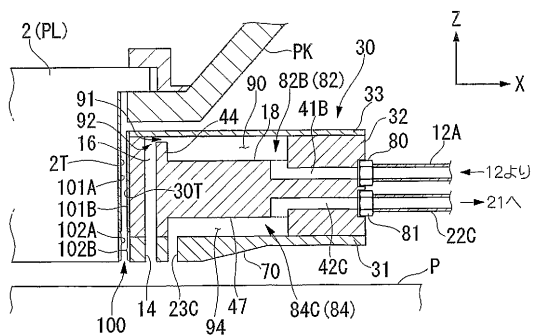


FIG. 5A

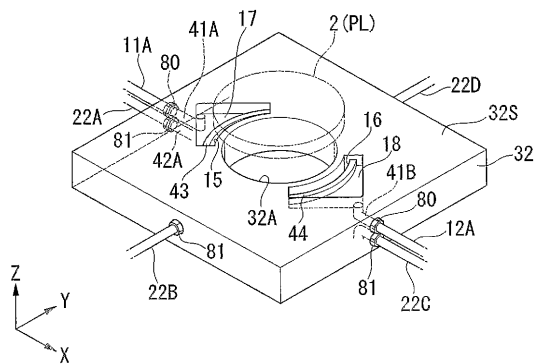
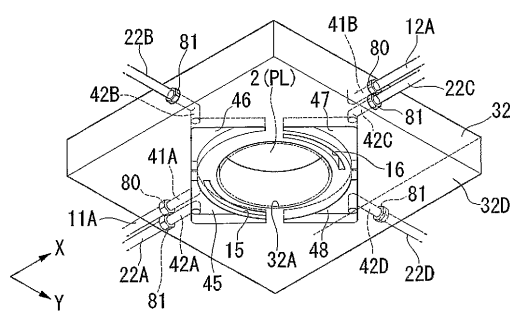
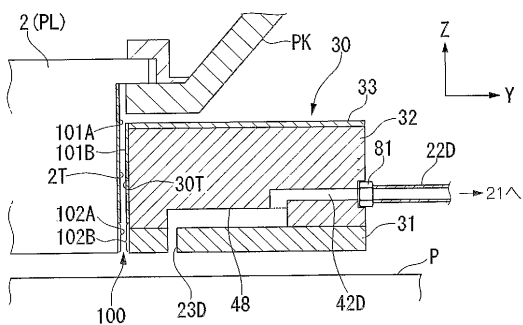


FIG. 5B



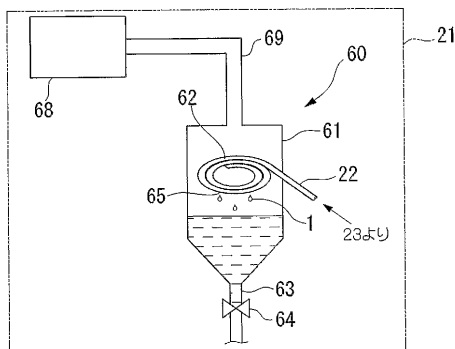
【図8】

FIG. 8



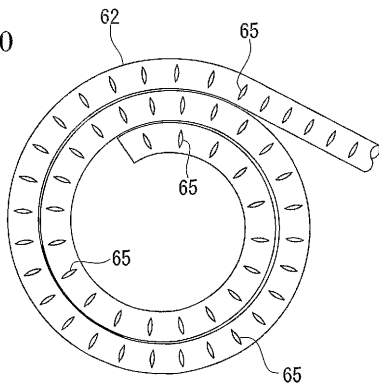
【図9】

FIG. 9



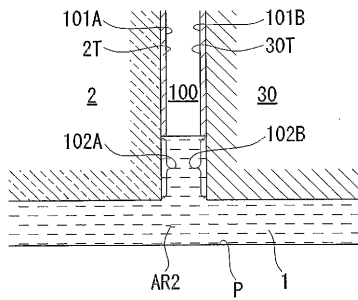
【図10】

FIG. 10



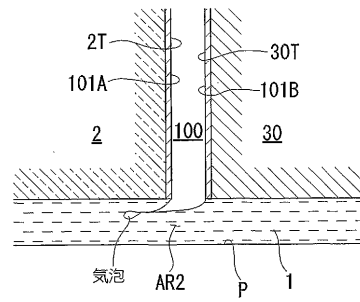
【図11】

FIG. 11



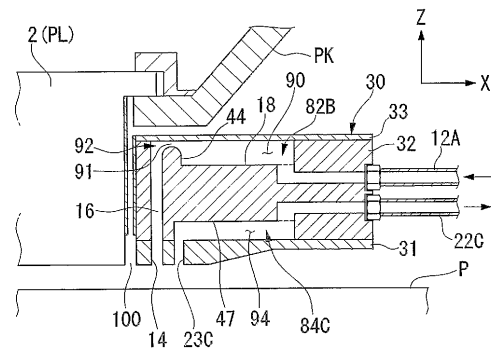
【図12】

FIG. 12



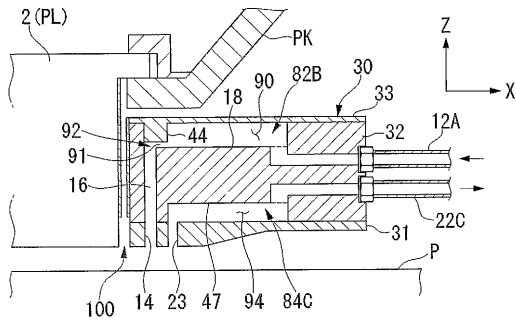
【図13】

FIG. 13



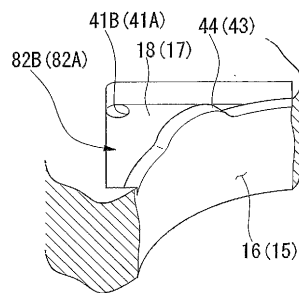
【図14】

FIG. 14



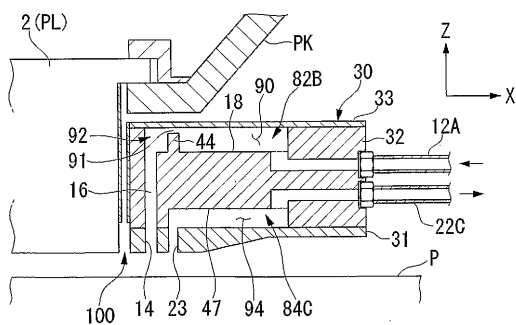
【図16】

FIG. 16



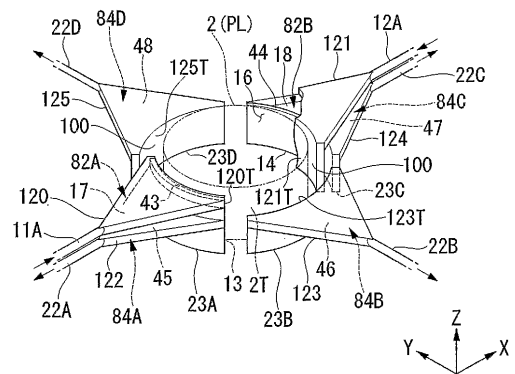
【図15】

FIG. 15



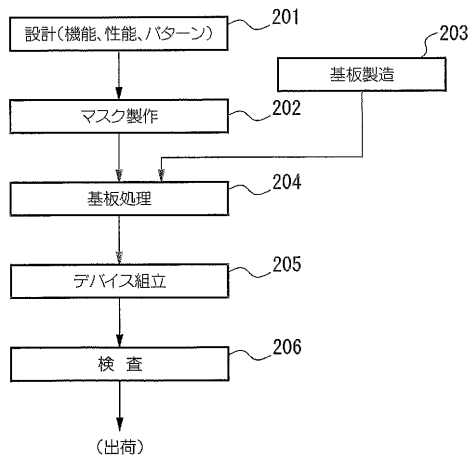
【図17】

FIG. 17



【図18】

FIG. 18



フロントページの続き

(72)発明者 奥山 猛

日本国神奈川県横浜市神奈川区鶴屋町3丁目30番4号 株式会社ニコンエンジニアリング内

審査官 岩本 勉

(56)参考文献 特開2005-019615(JP,A)

特開2005-005713(JP,A)

特開2005-019616(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027