

(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2009-239286

(P2009-239286A)

(43) 公開日 平成21年10月15日(2009.10.15)

(51) Int.Cl.

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

F 1

H01L 21/30
G03F 7/20

テーマコード(参考)

5FO46

515D
521

審査請求 未請求 請求項の数 27 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2009-74674 (P2009-74674)
 (22) 出願日 平成21年3月25日 (2009.3.25)
 (31) 優先権主張番号 61/064,810
 (32) 優先日 平成20年3月27日 (2008.3.27)
 (33) 優先権主張国 米国(US)
 (31) 優先権主張番号 12/382,742
 (32) 優先日 平成21年3月23日 (2009.3.23)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(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 西井 康文
 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
 F ターム(参考) 5F046 BA03 CB01 CB24 CC01 DA27

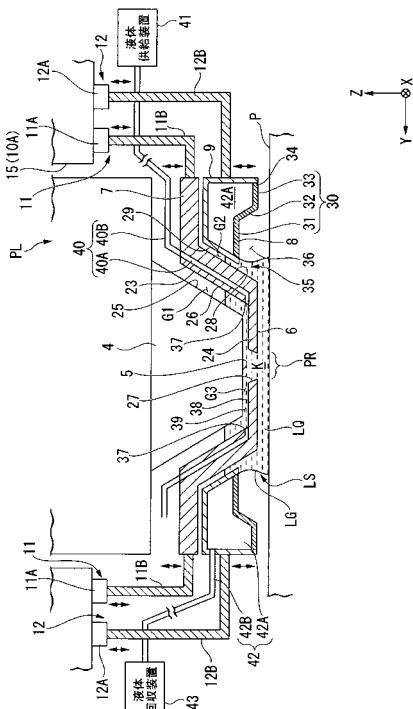
(54) 【発明の名称】液浸システム、露光装置、露光方法、及びデバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】露光光の光路を液体で良好に満たすことができる液浸システムを提供する。

【解決手段】液浸システムは、光学部材と液体とを介して露光光で基板を露光する液浸露光で用いられ、光学部材と基板との間の露光光の光路を液体で満たすためのものである。液浸システムは、露光光の光路の周囲に配置され、第1方向を向く第1面を有する第1部材と、露光光の光路に対して第1面の外側に配置された液体回収口を有する第2部材と、第1方向と平行に第1部材を移動可能な第1駆動装置と、第1部材と独立して第1方向と平行に第2部材を移動可能な第2駆動装置とを備え、第1面と物体の表面との間の空間は液体を保持可能であり、液体回収口と物体の表面との間の液体が液体回収口から回収される。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

液浸露光で用いられる液浸システムであって、

液体が満たされる光学部材と基板との間の露光光の光路の周囲に配置され、第1方向を向く第1面を有する第1部材であって、前記第1面と物体の表面との間に液体が保持可能である、前記第1部材と、

前記露光光の光路に対して前記第1面の外側に配置された液体回収口を有する第2部材であって、前記液体回収口と前記物体の表面との間の前記液体の少なくとも一部が前記液体回収口から回収される、前記第2部材と、

少なくとも前記第1方向に沿って前記第1部材を移動可能な第1駆動装置と、

前記第1部材から独立して少なくとも前記第1方向に沿って前記第2部材を移動可能な第2駆動装置と、を備えた液浸システム。

【請求項 2】

前記物体の移動条件に応じて、前記第1方向における前記物体の表面と前記第1面との位置関係、及び前記物体の表面と前記液体回収口との位置関係の少なくとも一方が調整される請求項1記載の液浸システム。

【請求項 3】

前記物体の移動条件に応じて、前記第1面と前記液体回収口とを相対移動する請求項2記載の液浸システム。

【請求項 4】

前記移動条件は、前記第1面と実質的に平行な方向への前記物体の移動速度を含む請求項2又は3記載の液浸システム。

【請求項 5】

前記移動条件は、前記第1面と実質的に平行な方向への前記物体の直線的な連続移動距離を含む請求項2～4のいずれか一項記載の液浸システム。

【請求項 6】

前記第1面と実質的に平行な方向への前記物体の移動中に、前記第1面及び前記液体回収口の少なくとも一方が、前記第1方向に沿って移動される請求項1～5のいずれか一項記載の液浸システム。

【請求項 7】

前記液体の供給条件に応じて、前記第1方向における前記物体の表面と前記第1面との位置関係、及び前記物体の表面と前記液体回収口との位置関係の少なくとも一方が調整される請求項1～6のいずれか一項記載の液浸システム。

【請求項 8】

前記供給条件は、単位時間当たりの液体供給量を含む請求項7記載の液浸システム。

【請求項 9】

前記第1方向における前記光学部材の射出面と前記物体の表面との距離に応じて、前記第1方向における前記物体の表面と前記第1面との位置関係、及び前記物体の表面と前記液体回収口との位置関係の少なくとも一方が調整される請求項1～8のいずれか一項記載の液浸システム。

【請求項 10】

前記第1方向において、前記光学部材の射出面と前記第1面との距離が、前記射出面と前記液体回収口との距離と異なる請求項1～8のいずれか一項記載の液浸システム。

【請求項 11】

前記物体の表面と前記液体回収口との距離が前記物体の表面と前記第1面との距離よりも大きくなるように、前記第1方向における前記第1面の位置及び前記液体回収口の位置の少なくとも一方が調整される請求項10記載の液浸システム。

【請求項 12】

前記液体回収口は、第1液体回収領域と、前記露光光の光路に対して前記第1面の外側に配置された第2液体回収領域とを含む請求項1～11のいずれか一項記載の液浸システム。

10

20

30

40

50

ム。

【請求項 1 3】

前記第1液体回収領域及び前記第2液体回収領域の少なくとも一方は、多孔部材の表面を含み、前記液体回収口と前記物体との間の液体の少なくとも一部は、前記多孔部材を介して回収される請求項12記載の液浸システム。

【請求項 1 4】

前記第1液体回収領域は前記第1方向を向き、前記第2液体回収領域の少なくとも一部は、前記第1方向と異なる方向を向く請求項12又は13記載の液浸システム。

【請求項 1 5】

前記第1部材は、前記光路に液体を供給する液体供給口を有し、

前記液体供給口は、前記第1方向と異なる方向を向く請求項1~14のいずれか一項記載の液浸システム。

【請求項 1 6】

前記第1部材は、前記光路の周囲に配置される請求項1~15のいずれか一項記載の液浸システム。

【請求項 1 7】

前記第2部材は、前記光路の周囲に配置される請求項1~16のいずれか一項記載の液浸システム。

【請求項 1 8】

前記液体回収口は、前記光路の周囲に配置されている請求項17記載の液浸システム。

【請求項 1 9】

前記物体は、前記基板を含む請求項1~18のいずれか一項記載の液浸システム。

【請求項 2 0】

液浸露光で用いられる液浸システムであって、

液体が満たされる光学部材と基板との間の露光光の光路の周囲に配置され、第1方向を向く第1面を有する第1部材であって、前記第1面と物体の表面との間に空間に液体が保持可能である、前記第1部材と、

前記露光光の光路に対して前記第1面の外側に配置された液体回収口を有する第2部材であって、前記液体回収口と前記物体の表面との間の前記液体の少なくとも一部が前記液体回収口から回収される、前記第2部材と、

少なくとも前記第1方向に沿った前記第1部材と第2部材との間の相対移動を制御可能な駆動装置と、を備え、

前記液体回収口は、第1回収領域と、前記露光光の光路に対して前記第1面の外側に配置された第2回収領域とを有し、

前記第1方向に関して、前記物体の表面と前記第1回収領域との距離は、前記物体の表面と前記第2回収領域との距離よりも大きく、

前記第1方向に関して、前記第1回収領域と前記第1面との位置関係は調整可能である、液浸システム。

【請求項 2 1】

前記第1液体回収領域及び前記第2液体回収領域の少なくとも一方は、多孔部材の表面を含み、前記液体回収口と前記物体との間の液体の少なくとも一部は、前記多孔部材を介して回収される請求項20記載の液浸システム。

【請求項 2 2】

前記第1液体回収領域は前記第1方向を向いており、前記第2液体回収領域の少なくとも一部は、前記第1方向と異なる方向を向く請求項20又は21記載の液浸システム。

【請求項 2 3】

前記第1液体回収領域と、前記第2液体回収領域の少なくとも一部は、実質的に平行である請求項20又は21記載の液浸システム。

【請求項 2 4】

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、

10

20

30

40

50

請求項 1 ~ 2 3 のいずれか一項記載の液浸システムを備える露光装置。

【請求項 2 5】

請求項 2 4 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 2 6】

液体を介して露光光で基板を露光する露光方法であって、
請求項 1 ~ 2 3 のいずれか一項記載の液浸システムを用いて、前記光学部材と前記基板
との間の前記露光光の光路を液体で満たすことと、
前記光学部材と前記液体とを介して前記基板に露光光を照射することと、を含む露光方
法。

10

【請求項 2 7】

請求項 2 6 記載の露光方法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。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、液浸システム、露光装置、露光方法、及びデバイス製造方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

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。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 3】

【特許文献 1】米国特許公開第 2 0 0 6 / 0 2 5 0 5 9 3 号明細書

【特許文献 2】米国特許公開第 2 0 0 7 / 0 2 9 6 9 3 9 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

液浸露光装置においては、投影光学系等の光学部材と基板との間の露光光の光路を液体
で良好に満たすことが重要である。光路を液体で良好に満たすことができず、例えば液体
中に気泡等の気体部分が発生すると、基板に形成されるパターンに欠陥が生じる等、露光
不良が発生する可能性がある。また、例えば光学部材と基板との間の光路を液体で満たし
た状態で基板を高速で移動した場合、光路を液体で良好に満たし続けることが困難となり
、所定空間から液体が漏出したり、基板上に残留したりする可能性がある。漏出あるいは
残留した液体の気化熱によって、光路の温度が変化したり、基板等の各種部材が熱変形し
たりする可能性がある。この場合においても、露光不良が発生する可能性がある。その結果、
不良デバイスが製造される可能性がある。

30

【0 0 0 5】

本発明の態様は、露光光の光路を液体で良好に満たすことができる液浸システムを提供
することを目的とする。また本発明の態様は、露光不良の発生を抑制できる露光装置、露
光方法を提供することを目的とする。また本発明の態様は、不良デバイスの発生を抑制で
きるデバイス製造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】

【0 0 0 6】

本発明の第 1 の態様に従えば、液浸露光で用いられる液浸システムであって、液体が満
たされる光学部材と基板との間の露光光の光路の周囲に配置され、第 1 方向を向く第 1 面
を有する第 1 部材であって、第 1 面と物体の表面との間の空間に液体が保持可能である、
第 1 部材と；露光光の光路に対して第 1 面の外側に配置された液体回収口を有する第 2 部
材であって、液体回収口と物体の表面との間の液体の少なくとも一部が液体回収口から回

50

収される、第2部材と；少なくとも第1方向に沿って第1部材を移動可能な第1駆動装置と；第1部材から独立して少なくとも第1方向に沿って第2部材を移動可能な第2駆動装置と；を備えた液浸システムが提供される。

【0007】

本発明の第2の態様に従えば、液浸露光で用いられる液浸システムであって、液体が満たされる光学部材と基板との間の露光光の光路の周囲に配置され、第1方向を向く第1面を有する第1部材であって、第1面と物体の表面との間の空間に液体が保持可能である、第1部材と、露光光の光路に対して第1面の外側に配置された液体回収口を有する第2部材であって、液体回収口と物体の表面との間の液体の少なくとも一部が液体回収口から回収される、第2部材と、少なくとも第1方向に沿った第1部材と第2部材との間の相対移動を制御可能な駆動装置と、を備え、液体回収口は、第1回収領域と、露光光の光路に対して第1面の外側に配置された第2回収領域とを有し、第1方向に関して、物体の表面と第1回収領域との距離は、物体の表面と第2回収領域との距離よりも大きく、第1方向に関して、第1回収領域と第1面との位置関係は調整可能である、液浸システムが提供される。

10

【0008】

本発明の第3の態様に従えば、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、第1又は第2の態様の液浸システムを備える露光装置が提供される。

【0009】

本発明の第4の態様に従えば、第3の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。

20

【0010】

本発明の第5の態様に従えば、液体を介して露光光で基板を露光する露光方法であって、第1又は第2の態様の液浸システムを用いて、光学部材と基板との間の露光光の光路を液体で満たすことと、光学部材と液体とを介して基板に露光光を照射することと、を含む露光方法が提供される。

【0011】

本発明の第6の態様に従えば、第4の態様の露光方法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。

【0012】

本発明の態様によれば、露光光の光路を液体で良好に満たして、露光不良の発生を抑制でき、不良デバイスの発生を抑制できる。

30

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本実施形態に係る露光装置の一例を示す概略構成図である。

【図2】本実施形態に係る第1、第2部材の近傍を示す側断面図である。

【図3】本実施形態に係る第1、第2部材を示す概略斜視図の一部破断図である。

【図4】本実施形態に係る第1、第2部材を下側から見た斜視図である。

【図5】本実施形態に係る第1、第2部材の一部を拡大した側断面図である。

40

【図6】本実施形態に係る第1、第2部材の動作の一例を説明するための図である。

【図7】本実施形態に係る第1、第2部材の動作の一例を説明するための図である。

【図8】本実施形態に係る第1、第2部材の動作の一例を説明するための図である。

【図9】本実施形態に係る第1、第2部材の動作の一例を説明するための図である。

【図10】本実施形態に係る第1、第2部材の動作の一例を説明するための図である。

【図11】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。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明するが、本発明はこれに限定されない。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

50

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 軸方向のそれぞれと直交する方向（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。

【 0015 】

図 1 は、本実施形態に係る露光装置 EX の一例を示す概略構成図である。図 1 において、露光装置 EX は、マスク M を保持して移動可能なマスクステージ 1 と、基板 P を保持して移動可能な基板ステージ 2 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 3 とを備えている。また、露光装置 EX は、制御装置 3 に接続され、露光装置 EX の動作状況等を出力可能な出力装置 3D を備えている。出力装置 3D は、例えばフラットパネルディスプレイ等の表示装置、光を発する光発生装置、及び音（警報を含む）を発する音発生装置等の少なくとも一つを含む。

10

【 0016 】

マスク M は、基板 P に投影されるデバイスピターンが形成されたレチクルを含む。マスク M は、例えばガラス板等の透明板上にクロム等の遮光膜を用いて所定のパターンが形成された透過型マスクを含む。なお、マスク M として、反射型マスクを用いることもできる。基板 P は、デバイスを製造するための基板である。基板 P は、例えばシリコンウエハのような半導体ウエハ等の基材と、その基材上に形成された感光膜とを含む。感光膜は、感光材（フォトレジスト）の膜である。また、基板 P が、感光膜に加えて別の膜を含んでもよい。例えば、基板 P が、反射防止膜を含んでもよいし、感光膜を保護する保護膜（トップコート膜）を含んでもよい。

20

【 0017 】

本実施形態の露光装置 EX は、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る。本実施形態においては、露光光 EL の光路の少なくとも一部が液体 LQ で満たされるように液浸空間 LS が形成される。液浸空間 LS は、液体 LQ で満たされた空間である。本実施形態においては、液体 LQ として、水（純水）を用いる。

30

【 0018 】

本実施形態において、液浸空間 LS 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 4 から射出される露光光 EL の光路 K が液体 LQ で満たされるように形成される。終端光学素子 4 は、投影光学系 PL の像面に向けて露光光 EL を射出する射出面 5 を有する。液浸空間 LS は、終端光学素子 4 とその終端光学素子 4 の射出面 5 と対向する位置に配置された物体との間の光路 K が液体 LQ で満たされるように形成される。射出面 5 と対向する位置は、射出面 5 から射出される露光光 EL の照射位置を含む。以下の説明において、終端光学素子 4 の射出面 5 と対向する位置を適宜、露光位置、と称する。

30

【 0019 】

露光装置 EX は、終端光学素子 4 とその終端光学素子 4 の射出面 5 と対向する位置に配置された物体との間の光路 K を液体 LQ で満たすための液浸システムを備えている。液浸システムは、射出面 5 から射出される露光光 EL の光路 K の周囲に配置され、露光位置に配置された物体の表面との間で液体 LQ を保持可能な下面 6 を有する第 1 部材 7 と、露光光 EL の光路 K に対して下面 6 の外側に、下面 6 の周囲に配置され、物体の表面上の液体 LQ を回収可能な液体回収口 8 を有する第 2 部材 9 と、第 1 部材 7 を移動可能な第 1 駆動装置 11 と、第 1 部材 7 と独立して第 2 部材 9 を移動可能な第 2 駆動装置 12 とを備えている。

40

【 0020 】

第 1 部材 7 は、終端光学素子 4 の近傍に配置されている。本実施形態において、射出面 5 と対向可能な物体は、下面 6 と対向可能である。物体の表面が射出面 5 と対向する位置に配置されたとき、下面 6 の少なくとも一部と物体の表面とが対向する。射出面 5 と物体の表面とが対向しているとき、射出面 5 と物体の表面との間の空間は、液体 LQ を保持可能である。また、下面 6 と物体の表面とが対向しているとき、下面 6 と物体の表面との間

50

の空間は液体 L Q を保持可能である。一方側の射出面 5 及び下面 6 と他方側の物体の表面との間に液体 L Q が保持されることによって、終端光学素子 4 の射出面 5 と物体の表面との間の露光光 E L の光路 K が液体 L Q で満たされるように液浸空間 L S が形成される。

【 0 0 2 1 】

本実施形態において、射出面 5 は、- Z 方向を向く。下面 6 は、- Z 方向を向く。液体回収口 8 は、少なくとも一部が - Z 方向を向く。射出面 5 及び下面 6 と対向可能で、射出面 5 及び下面 6 との間で液体 L Q を保持可能な物体の表面の少なくとも一部は、+ Z 方向を向く。

【 0 0 2 2 】

本実施形態において、射出面 5 及び下面 6 と対向可能な物体は、終端光学素子 4 の射出側（像面側）で移動可能な物体を含み、露光位置を含む所定面内を移動可能な物体を含む。本実施形態において、その物体は、基板ステージ 2、及びその基板ステージ 2 に保持された基板 P の少なくとも一方を含む。なお、以下においては、説明を簡単にするために、主に、終端光学素子 4 の射出面 5 と基板 P とが対向している状態を例にして説明する。

10

【 0 0 2 3 】

露光装置 E X は、例えばクリーンルーム内の支持面 F L 上に設けられた第 1 コラム 10 A、及び第 1 コラム 10 A 上に設けられた第 2 コラム 10 B を含むボディ 10 を備えている。第 1 コラム 10 A は、複数の第 1 支柱 13 と、それら第 1 支柱 13 に防振装置 14 を介して支持された第 1 定盤 15 とを備えている。第 2 コラム 10 B は、第 1 定盤 15 上に設けられた複数の第 2 支柱 16 と、それら第 2 支柱 16 に防振装置 17 を介して支持された第 2 定盤 18 とを備えている。

20

【 0 0 2 4 】

照明系 I L は、所定の照明領域 I R を均一な照度分布の露光光 E L で照明する。照明系 I L は、照明領域 I R に配置されたマスク M の少なくとも一部を均一な照度分布の露光光 E L で照明する。照明系 I L から射出される露光光 E L として、例えば水銀ランプから射出される輝線 (g 線、h 線、i 線) 及び KrF エキシマレーザ光 (波長 248 nm) 等の遠紫外光 (DUV 光)、ArF エキシマレーザ光 (波長 193 nm)、及び F₂ レーザ光 (波長 157 nm) 等の真空紫外光 (VUV 光) 等が用いられる。本実施形態においては、露光光 E L として、紫外光 (真空紫外光) である ArF エキシマレーザ光を用いる。

30

【 0 0 2 5 】

マスクステージ 1 は、マスク M をリリース可能に保持するマスク保持部 1 H を有する。本実施形態において、マスク保持部 1 H は、マスク M のパターン形成面（下面）と X Y 平面とがほぼ平行となるように、マスク M を保持する。マスクステージ 1 は、例えばリニアモータ等のアクチュエータを含む第 1 駆動システム 1 D の作動により、マスク M を保持した状態で、第 2 定盤 18 の上面（ガイド面）に沿って、照明領域 I R を含む X Y 平面内を移動可能である。第 2 定盤 18 の上面は、X Y 平面とほぼ平行である。本実施形態においては、マスクステージ 1 は、マスク保持部 1 H でマスク M を保持した状態で、X 軸、Y 軸、及び Z 方向の 3 つの方向に移動可能である。

30

【 0 0 2 6 】

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 19 のレーザ干渉計 19 A によって計測される。レーザ干渉計 19 A は、マスクステージ 1 に設けられた反射ミラー 1 R を用いて位置情報を計測する。制御装置 3 は、レーザ干渉計 19 A の計測結果に基づいて第 1 駆動システム 1 D を作動し、マスクステージ 1 に保持されているマスク M の位置制御を行う。

40

【 0 0 2 7 】

投影光学系 P L は、所定の投影領域 P R に露光光 E L を照射する。投影光学系 P L は、投影領域 P R に配置された基板 P の少なくとも一部に、マスク M のパターンの像を所定の投影倍率で投影する。投影光学系 P L の複数の光学素子は、鏡筒 20 に保持されている。鏡筒 20 は、フランジ 20 F を有する。投影光学系 P L は、フランジ 20 F を介して、第 1 定盤 15 に支持される。第 1 定盤 15 に支持された、終端光学素子 4 を含む投影光学系

50

P L の位置は、ほぼ固定される。なお、第1定盤15と鏡筒20との間に防振装置を設けることができる。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、又は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。

【0028】

基板ステージ2は、基板Pをリリース可能に保持する基板保持部2Hを有する。本実施形態において、基板保持部2Hは、基板Pの表面(露光面)とXY平面とがほぼ平行となるように、基板Pを保持する。基板ステージ2は、例えばリニアモータ等のアクチュエータを含む第2駆動システム2Dの作動により、基板Pを保持した状態で、第3定盤21の上面(ガイド面)に沿って、投影領域PRを含むXY平面内を移動可能である。第3定盤21は、防振装置22を介して、支持面FLに支持されている。第3定盤21の上面は、XY平面とほぼ平行である。本実施形態においては、基板ステージ2は、基板保持部2Hで基板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。

10

【0029】

基板ステージ2は、基板保持部2Hの周囲に配置され、終端光学素子4の射出面5と対向可能な上面2Tを有する。基板保持部2Hは、基板ステージ2上に設けられた凹部2Cに配置されている。基板保持部2Hに保持された基板Pの表面は、終端光学素子4の射出面5と対向可能である。基板ステージ2の上面2Tは、平坦で、XY平面とほぼ平行である。基板保持部2Hに保持された基板Pの表面と基板ステージ2の上面2Tとは、ほぼ同一平面内に配置される(ほぼ面一である)。

20

【0030】

基板ステージ2(基板P)のX軸、Y軸、及びZ方向の位置情報は、干渉計システム19のレーザ干渉計19Bによって計測される。レーザ干渉計19Bは、基板ステージ2に設けられた反射ミラー2Rを用いて位置情報を計測する。また、基板ステージ2に保持されている基板Pの表面の位置情報(Z軸、X、及びY方向に関する位置情報)が、検出システム50によって検出される。制御装置3は、レーザ干渉計19Bの計測結果及び検出システム50の検出結果に基づいて第2駆動システム2Dを作動し、基板ステージ2に保持されている基板Pの位置制御を行う。

30

【0031】

本実施形態において、検出システム50は、複数の検出点のそれぞれで基板Pの表面、及び/又は基板ステージ2の上面2Tの高さ情報(Z軸方向に関する位置情報)を検出可能である。検出システム50は、基板Pの表面、基板ステージ2の上面2Tのみならず、物体の表面の位置情報を検出することができる。なお、検出システム50には、各種のセンサを採用できる。例えば、基板Pの表面及び/又は基板ステージ2の上面2Tに検出光を照射するとともに、その反射光を受光する光学センサを用いてもよいし、静電容量センサを用いてもよい。

40

【0032】

本実施形態の露光装置EXは、マスクMと基板Pとを所定の走査方向に同期移動しつつ、マスクMのパターンの像を基板Pに投影する走査型露光装置(所謂スキャニングステッパー)である。基板Pの露光時、制御装置3は、マスクステージ1及び基板ステージ2を制御して、マスクM及び基板Pを、光軸AX(露光光ELの光路K)と交差するXY平面内の所定の走査方向に移動する。本実施形態においては、基板Pの走査方向(同期移動方向)をY軸方向とし、マスクMの走査方向(同期移動方向)もY軸方向とする。制御装置3は、基板Pを投影光学系PLの投影領域PRに対してY軸方向に移動するとともに、その基板PのY軸方向への移動と同期して、照明系ILの照明領域IRに対してマスクMをY軸方向に移動しつつ、投影光学系PLと基板P上の液浸空間LSの液体LQとを介して基

50

板 P に露光光 E L を照射する。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 は露光光 E L で露光される。

【0033】

次に、液浸システムの第 1 部材 7 及び第 2 部材 9 について、図 2 ~ 図 5 を参照して説明する。図 2 は、第 1 部材 7 及び第 2 部材 9 の近傍を示す側断面図、図 3 は、第 1 部材 7 及び第 2 部材 9 を示す概略斜視図の一部破断図、図 4 は、第 1 部材 7 及び第 2 部材 9 を下側から見た斜視図、図 5 は、第 1 部材 7 及び第 2 部材 9 の一部を拡大した側断面図である。

【0034】

なお、以下の説明においては、終端光学素子 4 の射出面 5 と対向する位置に基板 P が配置されている場合を例にして説明するが、上述のように、終端光学素子 4 の射出面 5 と対向する位置には、基板ステージ 2 等、基板 P 以外の物体も配置可能である。

10

【0035】

第 1 部材 7 は、矩形環状の部材である。第 1 部材 7 は、露光光 E L の光路 K の周囲に配置されている。本実施形態においては、第 1 部材 7 は、終端光学素子 4 の周囲に配置される側板部 23 と、Z 軸方向に関して少なくとも一部が終端光学素子 4 の射出面 5 と基板 P の表面との間に配置される下板部 24 とを有する。

20

【0036】

側板部 23 は、終端光学素子 4 の外周面 25 と対向し、その外周面 25 に沿って形成された内周面 26 を有する。第 1 部材 7 の内周面 26 は、終端光学素子 4 の外周面 25 と所定の間隙 G1 を介して対向するように配置される。また、外周面 25 及び内周面 26 は、光軸 AX (露光光 E L の光路 K) に対する放射方向において、上方に向かって傾斜している。すなわち、外周面 25 及び内周面 26 は、光軸 AX から離れるにつれて、基板 P の表面との距離が徐々に大きくなるように設けられている。外周面 25 及び内周面 26 は、径方向外方に向かって上がる傾斜を有する。本実施形態においては、間隙 G1 は、液浸空間 LS の液体 LQ の少なくとも一部が流入可能な大きさを有する。外周面 25 及び内周面 26 が光軸 AX と平行であってもよい。

20

【0037】

下板部 24 は、中央に開口 27 を有する。終端光学素子 4 の射出面 5 から射出された露光光 E L は、開口 27 を通過可能である。例えば、基板 P の露光中、終端光学素子 4 の射出面 5 から射出された露光光 E L は、開口 27 を通過し、液体 LQ を介して基板 P の表面に照射される。本実施形態においては、開口 27 における露光光 E L の断面形状は X 軸方向を長手方向とする略矩形状 (スリット状) である。開口 27 は、露光光 E L の断面形状に応じて、XY 方向において略矩形状 (スリット状) に形成されている。また、開口 27 における露光光 E L の断面形状と、基板 P における投影光学系 PL の投影領域 PR の形状とはほぼ同じである。

30

【0038】

第 1 部材 7 は、露光光 E L の光路 K の周囲に配置され、-Z 方向を向く下面 6 を備えている。下面 6 は、基板 P の表面と対向するように配置されている。下面 6 は、基板 P の表面との間で液体 LQ を保持可能である。本実施形態において、下面 6 は、平坦であり、基板 P の表面 (XY 平面) とほぼ平行である。本実施形態においては、XY 平面内における下面 6 の外形は、矩形状である。本実施形態において、下面 6 は、XY 平面に対して傾斜していてもよいし、曲面であってもよい。

40

【0039】

本実施形態においては、下面 6 は、下板部 24 の下面を含む。下面 6 は、開口 27 の周囲に配置されている。第 1 部材 7 の下面 6 と対向する位置に基板 P が配置されているとき、第 1 部材 7 は、少なくとも下面 6 と基板 P の表面との間で液体 LQ を保持できる。

【0040】

第 2 部材 9 は、矩形環状の部材である。第 2 部材 9 は、露光光 E L の光路 K の周囲に配置されている。本実施形態においては、第 2 部材 9 は、第 1 部材 7 の周囲に配置されている。第 2 部材 9 は、第 1 部材 7 の外周面 28 の一部と対向し、その外周面 28 に沿って形

50

成された内周面 29 を有する。第 2 部材 9 の内周面 29 と第 1 部材 7 の外周面 28 との間には間隙 G2 が形成されている。また、外周面 28 及び内周面 29 は、光軸 AX (露光光 EL の光路 K) に対する放射方向において、上方に向かって傾斜している。すなわち、外周面 28 及び内周面 29 は、光軸 AX から離れるにつれて、基板 P の表面との距離が除々に大きくなるように設けられている。外周面 28 及び内周面 29 は、径方向外方に向かって上がる傾斜を有する。本実施形態においては、間隙 G2 は、液浸空間 LS の液体 LQ の少なくとも一部が流入可能な大きさを有する。なお、間隙 G2 が、例えば液体 LQ の表面張力により液浸空間 LS の液体 LQ の浸入が抑制される大きさを有してもよい。外周面 28 及び内周面 29 が光軸 AX と平行であってもよい。

【0041】

10

第 2 部材 9 は、露光光 EL の光路 K に対して下面 6 の外側に配置され、少なくとも一部が -Z 方向を向く液体回収口 8 を備えている。図 5においては、液体回収口 8 は、基板 P の表面と対向している。本実施形態において、液体回収口 8 は、露光光 EL の光路 K の周囲に配置されている。液体回収口 8 は、基板 P 上の液体 LQ を回収可能である。液体回収口 8 とその液体回収口 8 と対向する基板 P の表面との間の液体 LQ の少なくとも一部は、液体回収口 8 から回収される。

【0042】

20

本実施形態において、液体回収口 8 は、少なくとも一部が -Z 方向を向く液体回収面 30 を含む。本実施形態において、液体回収口 8 には多孔部材 34 が配置されており、その多孔部材 34 の表面が液体回収面 30 を形成する。液体回収面 30 は、露光光 EL の光路 K の周囲に配置されている。本実施形態においては、多孔部材 34 は、プレート状の部材であり、液体回収面 30 は、1 つ (1 枚) の多孔部材 34 によって形成されている。本実施形態においては、多孔部材 34 は、屈曲する部分を有する。なお、本実施形態において、多孔部材 34 は、プレートに複数の孔 (貫通孔) を形成したものであるが、複数の孔 (pore) が形成された焼結部材 (例えば、焼結金属)、又は発泡部材 (例えば、発泡金属) などを用いることもできる。

【0043】

30

液体回収面 30 は、露光光 EL の光路 K に対して下面 6 の外側に配置されている。液体回収面 30 は、その液体回収面 30 と基板 P の表面との間の液体 LQ を回収可能である。液体回収面 30 (液体回収口 8) と、その液体回収面 30 と対向する基板 P の表面との間の液体 LQ の少なくとも一部は、多孔部材 34 を介して回収される。液体回収面 30 は、液体回収面 30 (多孔部材 34 の表面) に接触した液体 LQ を回収可能である。

【0044】

40

液体回収面 30 は、下面 6 の周囲に配置され、-Z 方向を向く第 1 液体回収面 31 と、第 1 液体回収面 31 の周囲に配置され、-Z 方向と異なる方向を向く第 2 液体回収面 32 と、第 2 液体回収面 32 の周囲に配置され、-Z 方向を向く第 3 液体回収面 33 とを含む。第 1、第 2、第 3 液体回収面 31、32、33 のそれぞれは、多孔部材 34 の表面を含む。なお、第 1 液体回収面 31 と第 3 回収面 33 の間の領域 (第 2 液体回収面 32 が形成されている領域) を、液体 LQ を回収しない非液体回収面としてもよい。

【0045】

50

本実施形態においては、第 1 液体回収面 31 及び第 3 液体回収面 33 は、下面 6 とほぼ平行である。すなわち、第 1 液体回収面 31 及び第 3 液体回収面 33 は、基板 P の表面 (XY 平面) とほぼ平行である。また、図 5 に示すように、本実施形態においては、Z 軸方向において、第 1 液体回収面 31 と基板 P の表面との距離 B1 は、第 3 液体回収面 33 と基板 P の表面との距離より B2 より大きい。また、本実施形態において、第 2 液体回収面 32 は、光軸 AX (露光光 EL の光路 K) に対する放射方向において、下方に向かって傾斜している。すなわち、第 2 液体回収面 32 は、光軸 AX から離れるにつれて、基板 P の表面との間隔が除々に小さくなるように設けられている。第 2 液体回収面 32 は、径方向外方に向けて下がる傾斜を有する。また、下面 6 と基板 P の表面との距離 A は、射出面 5 と基板 P の表面との距離 E より小さい。

【0046】

図5においては、Z軸方向において、下面6と基板Pの表面との距離Aが、第1液体回収面31と基板Pの表面との距離B1より小さい。このように、基板Pの表面に対して、第1液体回収面31が下面6より離れている場合、下面6と第1液体回収面31との間に段差35が形成されている。段差35は、露光光ELの光路Kに対して第1部材7の外側に形成される。したがって、露光光ELの光路Kに対して下面6の外側に、基板Pの表面に対して+Z方向に凹む凹部36が形成される。外周面28の一部、第1液体回収面31及び第2液体回収面32によって、凹部36が規定される。

【0047】

第1駆動装置11は、少なくともZ軸方向と平行に（Z軸に沿って）第1部材7を移動可能である。本実施形態において、第1部材7のZ軸に沿った移動に伴い、第1部材7の下面6もZ軸に沿って移動する。他の実施形態において、Z軸以外の軸に沿った第1部材7の移動、第1部材7の実質的な回転運動、又は第1部材7の変形に伴い、第1部材7の下面6がZ軸に沿って移動することが可能である。図2に示すように、本実施形態において、第1駆動装置11は、第1定盤15（第1コラム10A）に配置された、例えばボイスコイルモータ等のアクチュエータを含む駆動機構11Aと、駆動機構11Aと第1部材7とを接続する接続部材11Bとを含む。制御装置3は、駆動機構11Aを作動して、接続部材11Bに接続された第1部材7を+Z方向及び-Z方向に移動可能である。

10

【0048】

第2駆動装置12は、第1部材7と独立して、少なくともZ軸方向と平行に（Z軸に沿って）第2部材9を移動可能である。本実施形態において、第2部材9のZ軸に沿った移動に伴い、第2部材9の液体回収口8（液体回収面30）もZ軸に沿って移動する。他の実施形態において、Z軸以外の軸に沿った第2部材9の移動、第2部材9の実質的な回転運動、又は第2部材9の変形に伴い、第2部材9の液体回収口8（液体回収面30）がZ軸に沿って移動することが可能である。本実施形態において、第2駆動装置12は、第1定盤15（第1コラム10A）に配置された、例えばボイスコイルモータ等のアクチュエータを含む駆動機構12Aと、駆動機構12Aと第2部材9とを接続する接続部材12Bとを含む。制御装置3は、駆動機構12Aを作動して、接続部材12Bに接続された第2部材9を+Z方向及び-Z方向に移動可能である。

20

【0049】

制御装置3は、第1駆動装置11及び第2駆動装置12のそれぞれを制御可能である。制御装置3は、第1駆動装置11及び第2駆動装置12の少なくとも一方を作動して、Z軸方向に関して、下面6と液体回収口8（液体回収面30）とを相対移動することができる。

30

【0050】

制御装置3は、第1駆動装置11を作動して、Z軸方向における下面6と基板Pの表面との位置関係を調整することができ、第2駆動装置12を作動して、液体回収口8（液体回収面30）と基板Pの表面との位置関係を調整することができる。Z軸方向における下面6と基板Pの表面との位置関係の調整は、Z軸方向における下面6と基板Pの表面との距離Aの調整を含む。また、Z軸方向における液体回収口8（液体回収面30）と基板Pの表面との位置関係の調整は、Z軸方向における液体回収口8（液体回収面30）と基板Pの表面との距離Bの調整を含む。Z軸方向における液体回収口8（液体回収面30）と基板Pの表面との距離Bの調整は、Z軸方向における第1液体回収面31と基板Pの表面との距離B1の調整、及び第3液体回収面33と基板Pの表面との距離B2の調整の少なくとも一つを含む。

40

【0051】

また、制御装置3は、第1駆動装置11を作動して、Z軸方向における射出面5と下面6との位置関係を調整することができ、第2駆動装置12を作動して、射出面5と液体回収口8（液体回収面30）との位置関係を調整することができる。Z軸方向における射出面5と下面6との位置関係の調整は、Z軸方向における射出面5と下面6との距離Cの調

50

整を含む。Z 軸方向における射出面 5 と液体回収口 8 (液体回収面 30)との位置関係の調整は、Z 軸方向における射出面 5 と液体回収口 8 (液体回収面 30)との距離 D の調整を含む。本実施形態において、距離 D は、Z 軸方向における射出面 5 と第 1 液体回収面 31 との距離 D1、及び射出面 5 と第 3 液体回収面 33 との距離 D2 を含む。

【0052】

本実施形態において、Z 軸方向に関する射出面 5 と下面 6 との距離 C の調整は、下面 6 と基板 P の表面との距離 A の調整を含む。また、Z 軸方向に関する射出面 5 と液体回収口 8 (液体回収面 30)との距離 D の調整は、液体回収口 8 (液体回収面 30)と基板 P の表面との距離 B の調整を含む。上述のように、第 1 定盤 15 に支持された投影光学系 PL の終端光学素子 4 の位置は、ほぼ固定されている。また、例えば通常の基板 P の露光動作中においては、基板 P の表面 (露光面) が投影光学系 PL の像面と所定の位置関係になるように (合致するように) Z 軸、X、Y 方向に移動する可能性があるが、その移動量は極僅かである。すなわち、通常の基板 P の露光動作中において、Z 軸方向に関する射出面 5 と基板 P の表面との距離 E は、予めほぼ決定されており、その距離 E の変化量は、極僅かである。したがって、本実施形態においては、射出面 5 と下面 6 との距離 C を調整することは、下面 6 と基板 P の表面との距離 A を調整することと実質的に等しく、射出面 5 と液体回収口 8 (液体回収面 30)との距離 D を調整することは、液体回収口 8 (液体回収面 30)と基板 P の表面との距離 B を調整することと実質的に等しい。

10

【0053】

このように、本実施形態においては、制御装置 3 は、射出面 5 と下面 6 との距離 C を調整することによって、下面 6 と基板 P の表面との距離 A を調整することができ、射出面 5 と液体回収口 8 (液体回収面 30)との距離 D を調整することによって、液体回収口 8 (液体回収面 30)と基板 P の表面との距離 B を調整することができる。

20

【0054】

また、制御装置 3 は、第 1 駆動装置 11 と第 2 駆動装置 12 の少なくとも一方を作動して、第 1 部材 7 の下面 6 と第 2 部材 9 の第 1 液体回収面 31 との位置関係を調整することができる。下面 6 と第 1 液体回収面 31 の位置関係の調整は、下面 6 と第 1 液体回収面 31 との Z 軸方向における距離 F (段差 35 の大きさ) の調整を含む。

【0055】

図 5 に示す状態では、距離 C は、距離 D1 と異なり、距離 C は、距離 D2 と等しい。

30

【0056】

なお、本実施形態においては、図 5 に示すように、物体 (基板 P) の表面が XY 平面とほぼ平行に、かつ投影光学系 PL の像面とほぼ一致するように配置され、さらに、距離 A と距離 B2 とが等しく、距離 A と距離 C との距離が等しい状態を初期状態とする。以下の説明において、図 5 の初期状態における距離 A を “初期距離 A₀”、距離 B を “初期距離 B₀” (距離 B1 を “初期距離 B1₀”、距離 B2 を “初期距離 B2₀”)、距離 C を “初期距離 C₀”、距離 D を “初期距離 D₀” (距離 D1 を “初期距離 D1₀”、距離 D2 を “初期距離 D2₀”)、距離 E を “初期距離 E₀”、距離 F を “初期距離 F₀” と、適宜称する。

40

【0057】

本実施形態において、第 1 部材 7 は、露光光 EL の光路 K に液体 LQ を供給する液体供給口 37 を有する。液体供給口 37 は、光路 K の近傍に配置されており、光路 K に液体 LQ を供給可能である。液体供給口 37 は、液浸空間 LS を形成するために、射出面 5 及び下面 6 と基板 P の表面との間に液体 LQ を供給可能である。

【0058】

本実施形態において、液体供給口 37 は、-Z 方向と異なる方向を向く。液体供給口 37 は、露光光 EL の光路 K の近傍において、その光路 K に面するように第 1 部材 7 に配置されている。

【0059】

本実施形態においては、第 1 部材 7 は、露光光 EL の光路の周囲に配置され、射出面 5

50

との間に所定の間隙 G 3 を介して対向する上面 3 8 を有する。本実施形態においては、上面 3 8 は、下板部 2 4 の上面を含む。上面 3 8 は、平坦であり、XY 平面とほぼ平行である。上面 3 8 は、開口 2 7 の周囲に配置されている。液体供給口 3 7 は、射出面 5 と上面 3 8 との間の空間 3 9 に液体 L Q を供給可能である。本実施形態においては、液体供給口 3 7 は、光路 K に対して Y 軸方向両側のそれぞれに配置されている。以下の説明において、空間 3 9 を適宜、内部空間 3 9 、と称する。

【0060】

図 2 に示すように、液体供給口 3 7 は、流路 4 0 を介して、液体供給装置 4 1 と接続されている。液体供給装置 4 1 は、温度調整装置、及びマスフローコントローラと呼ばれる流量制御装置を含み、清浄で温度調整された液体 L Q を、単位時間当たり所定の供給量で送出可能である。液体供給装置 4 1 は、単位時間当たりの液体供給量を制御可能である。流路 4 0 は、第 1 部材 7 の内部に形成された供給流路 4 0 A、及びその供給流路 4 0 A と液体供給装置 4 1 とを接続する供給管で形成される流路 4 0 B を含む。液体供給装置 4 1 から送出された液体 L Q は、流路 4 0 を介して液体供給口 3 7 に供給される。液体供給口 3 7 は、液体供給装置 4 1 からの液体 L Q を光路 K に供給する。

10

【0061】

液体回収口 8 は、流路 4 2 を介して、液体回収装置 4 3 と接続されている。液体回収装置 4 3 は、真空システムを使って、液体 L Q を吸引して回収可能である。液体回収装置 4 3 は、単位時間当たりの液体回収量を制御可能である。流路 4 2 は、第 2 部材 9 の内部に形成された回収流路 4 2 A、及びその回収流路 4 2 A と液体回収装置 4 3 とを接続する回収管で形成される流路 4 2 B を含む。本実施形態においては、制御装置 3 は、液体回収装置 4 3 を作動して、多孔部材 3 4 の上面と下面との間に圧力差を発生させることによって、多孔部材 3 4 (液体回収面 3 0) より液体 L Q を回収する。液体回収面 3 0 から回収された液体 L Q は、流路 4 2 を介して、液体回収装置 4 3 に回収される。

20

【0062】

液体供給装置 4 1 及び液体回収装置 4 3 は、制御装置 3 に制御される。制御装置 3 は、液体供給装置 4 1 を制御して、液体供給口 3 7 からの単位時間当たりの液体供給量を調整可能である。また、制御装置 3 は、液体回収装置 4 3 を制御して、液体回収口 8 からの単位時間当たりの液体回収量を調整可能である。

30

【0063】

本実施形態においては、制御装置 3 は、液体供給口 3 7 からの単位時間当たりの液体供給量を所定供給量よりも少ない第 1 の量にする第 1 モード、及びその所定供給量より多い第 2 の量にする第 2 モードの少なくとも一方に液体供給装置 4 1 を設定可能である。なお、液体供給量を自由に設定できるようにしてもよい。

【0064】

本実施形態において、制御装置 3 は、射出面 5 に対向する物体の表面での液体 L Q の接触角情報 (後退接触角、ヒステリシスなど) に応じて第 1 モードおよび第 2 モードのいずれかを選択する。例えば、制御装置 3 は、基板ステージ 2 に保持される基板 P の表面での液体 L Q の接触角に応じて、第 1 モードおよび第 2 モードのいずれかを選択する。本実施形態においては、制御装置 3 は、基板 P の表面での液体 L Q の後退接触角が比較的大きい場合 (例えば、後退接触角が 80 度以上の場合) には、第 1 モードを選択し、液体 L Q の後退接触角が比較的小さい場合 (例えば、後退接触角が 80 度未満の場合) には、第 2 モードを選択する。

40

【0065】

なお、第 1 モード又は第 2 モードの選択は、上述の接触角情報を使わずに、他の情報に基づいて行ってもよいし、上述の接触角情報と他の情報とに基づいて行ってよい。

【0066】

例えば、液体 L Q が終端光学素子 4 、及び / 又は基板ステージ 2 (基板 P) に及ぼす力 (圧力) 、液体 L Q の温度変化などを考慮する必要があるかもしれない。液体供給口 3 7 からの単位時間当たりの液体供給量が少ない方が、終端光学素子 4 に対して作用する液体

50

LQの力(圧力)を小さくできる。また、液体供給口37からの単位時間当たりの液体供給量が少ない方が、基板Pあるいは基板ステージ2に対して作用する液体LQの力(圧力)を小さくできる。一方、液体供給口37からの単位時間当たりの液体供給量が少ない場合、液体LQの流動が少ないため、例えば露光光ELの照射に起因する液体LQの温度変化(温度分布)が発生しやすくなる。

【0067】

液体供給口37からの単位時間当たりの液体供給量が多い方が、例えば露光光ELの照射による液体LQの温度変化(温度分布)の発生を抑制することができる。一方、液体供給口37からの単位時間当たりの液体供給量が多い場合、液体LQが終端光学素子4及び基板ステージ2(基板P)に及ぼす力(圧力)が大きくなる可能性がある。

10

【0068】

図3に示すように、本実施形態において、第1部材7は、内部空間39と第1部材7(液浸空間LS)の周囲の外部空間44(周囲環境)とを連通させるための排気口45を有している。排気口45は、内部空間39の近傍に配置され、内部空間39の気体を排気可能である。本実施形態において、排気口45は、光路Kに対してX軸方向両側のそれぞれに設けられている。排気口45は、第1部材7の内部に形成されている排気流路46に接続されている。排気流路46の上端の開口47は、外部空間44の気体と接触可能な位置に配置されている。外部空間44の気体は、排気流路46を介して、内部空間39に流入可能であるとともに、内部空間39の気体は、排気流路46を介して、外部空間44に流出可能である。本実施形態においては、内部空間39とその内部空間39の外側の外部空間44(大気空間)との間において、排気流路46を介して、常に気体が出入り可能となっており、内部空間39は、排気流路46を介して大気開放されている。

20

【0069】

本実施形態においては、第1部材7の下面6は、液体LQに対して親液性である。例えば、下面6と液体LQとの接触角は、40度以下であり、好ましくは20度以下である。液体LQに対して親液性なので、下面6は、基板PがXY方向に移動した場合でも、液浸空間LSの液体LQと接触し続けることができる。下面6は、少なくとも基板Pの露光中に、液浸空間LSの液体LQと接触し続ける。なお、下面6の全体が液体LQと接触し続ける必要はなく、光路Kが液体LQで満たされた状態が維持されるように、下面6の少なくとも一部が液体LQと接触し続ければよい。

30

【0070】

また、本実施形態においては、射出面5及び下面6が基板Pの表面との間で液体LQを保持可能であるとともに、液体回収面30の少なくとも一部が、基板Pの表面との間で液体LQを保持可能である。図2及び図5においては、基板P上の液体LQの一部が、下面6、及び液体回収面30の一部の領域と基板Pとの間に保持されている状態が示されている。例えば基板Pの露光中、下面6、及び液体回収面30と基板Pの表面との間に液体LQを保持することによって、液浸空間LSが形成される。

【0071】

本実施形態においては、射出面5及び下面6と対向する位置に配置された基板Pの表面の一部の領域(局所的な領域)が液体LQで覆われるように液浸空間LSが形成され、その基板Pの表面と下面6及び液体回収面30の少なくとも一方との間に液浸空間LSの液体LQの界面(メニスカス、エッジ)LGが形成される。すなわち、本実施形態においては、露光装置EXは、基板Pの露光時に、投影光学系PLの投影領域PRを含む基板P上の一部の領域が液体LQで覆われるように液浸空間LSを形成する局所液浸方式を採用する。

40

【0072】

次に、上述の構成を有する露光装置EXを用いて基板Pを液浸露光する方法について説明する。

【0073】

制御装置3は、液体供給口37から光路Kに液体LQを供給する。液体供給装置41か

50

ら送出された液体 L Q は、流路 4 0 を介して液体供給口 3 7 に供給される。液体供給口 3 7 は、内部空間 3 9 に液体 L Q を供給する。液体 L Q は、内部空間 3 9 を流れ、開口 2 7 を介して、下面 6 と基板 P の表面との間の空間に流入する。また、液体 L Q の少なくとも一部は、液体回収面 3 0 と基板 P の表面との間の空間に流入する。

【 0 0 7 4 】

また、本実施形態においては、制御装置 3 は、液体供給口 3 7 による液体供給動作と並行して、液体回収口 8 (液体回収面 3 0) による液体回収動作を行う。液体回収面 3 0 と接触した液体 L Q の少なくとも一部は、液体回収面 3 0 を形成する多孔部材 3 4 を介して回収される。これにより、終端光学素子 4 の射出面 5 と基板 P の表面との間の光路 K が液体 L Q で満たされるように液浸空間 L S が形成される。

10

【 0 0 7 5 】

液浸空間 L S が形成された状態で、制御装置 3 は、基板 P の露光を開始する。基板 P 上には、露光対象領域である複数のショット領域がマトリクス状に配置されている。制御装置 3 は、基板 P 上の第 1 のショット領域を露光するために、終端光学素子 4 に対して、基板 P (第 1 のショット領域) の表面を Y 軸方向に移動しつつ、投影光学系 P L と基板 P 上の液体 L Q とを介して第 1 のショット領域を露光する。第 1 のショット領域の露光が終了した後、制御装置 3 は、次の第 2 のショット領域の露光を開始するために、液浸空間 L S を形成した状態で、基板 P の表面を X 軸方向 (あるいは X Y 平面内において X 軸方向に対して傾斜する方向) に移動する動作 (ステッピング動作) を実行し、第 2 のショット領域を露光開始位置に移動する。そして、制御装置 3 は、第 2 のショット領域の露光を開始する。

20

【 0 0 7 6 】

制御装置 3 は、終端光学素子 4 に対してショット領域を Y 軸方向に移動しながらそのショット領域を露光するスキャン露光動作と、そのショット領域の露光が終了した後、次のショット領域を露光開始位置に移動するためのステッピング動作とを繰り返しながら、基板 P 上の複数のショット領域を順次露光する。

【 0 0 7 7 】

本実施形態においては、基板 P 上の複数のショット領域の露光中、液体 L Q の温度がモニタされる。本実施形態においては、液体 L Q の温度を検出可能な温度センサが、例えば液体供給口 3 7 の近傍、流路 4 0 A、流路 4 0 B、液体回収口 8 の近傍、流路 4 2 A、流路 4 2 B の少なくとも一箇所に、液体 L Q と接触可能に配置されている。制御装置 3 は、基板 P 上の複数のショット領域の露光中、その温度センサを用いて、液浸空間 L S の液体 L Q の温度を検出する。

30

【 0 0 7 8 】

制御装置 3 は、温度センサの検出結果に基づいて、各ショット領域の露光中の液体 L Q の温度が、予め定められた許容範囲内であるか否かを、各ショット領域に対応付けて判断する。換言すれば、制御装置 3 は、露光中の液体 L Q の温度が許容範囲内であるか否かを、ショット領域毎にチェックする。

【 0 0 7 9 】

制御装置 3 は、温度センサの検出結果に基づいて、許容範囲外の温度の液体 L Q を介して露光されたショット領域が少なくとも一つ存在すると判断した場合、基板 P 上の全てのショット領域の露光を終了した後、その露光後の基板 P を基板ステージ 2 からアンロードする前に、出力装置 3 D を用いて、エラーを出力する。エラーが出力された場合、制御装置 3 は、基板 P に対する処理動作を停止し、液体 L Q の温度が許容範囲内に戻るまで待機する。待機中においても、制御装置 3 は、温度センサを用いて液体 L Q の温度をモニタする。制御装置 3 は、温度センサの検出結果に基づいて、液体 L Q の温度が許容範囲内に戻ったと判断した場合、基板 P に対する処理動作を再開する。

40

【 0 0 8 0 】

なお、制御装置 3 は、基板 P の露光中に、液体 L Q の温度が許容範囲外であると判断した時点で、その基板 P に対する処理動作を停止 (中断) することもできる。

50

【0081】

本実施形態においては、制御装置3は、液体LQの供給条件に応じて、第1駆動装置11及び第2駆動装置12を用いて第1部材7及び第2部材9の少なくとも一方を移動して、Z軸方向における下面6と基板Pの表面との位置関係、及び液体回収口8（液体回収面30）と基板Pの表面との位置関係の少なくとも一方を調整する。なお、液体LQの供給条件に応じて下面6及び液体回収口8（液体回収面30）のいずれか一方を移動してもよいし、下面6及び液体回収面30の両方を移動してもよい。また、液体LQの供給条件に応じて下面6及び液体回収口8（液体回収面30）の両方を同じ方向（+Z軸方向または-Z軸方向）に動かしてもよいし、下面6と液体回収面30とを互いに逆方向に動かしてもよい。また、液体LQの供給条件に応じて下面6及び液体回収口8（液体回収面30）の少なくとも一方を動かした場合、下面6と液体回収口8（液体回収面30）との相対位置が変化してもよいし、変化しなくてもよい。

10

【0082】

Z軸方向における下面6と基板Pの表面との位置関係の調整は、Z軸方向における下面6と基板Pの表面との距離Aの調整を含む。また、Z軸方向における液体回収口8（液体回収面30）と基板Pの表面との位置関係の調整は、Z軸方向における液体回収口8（液体回収面30）と基板Pの表面との距離Bの調整を含む。また、下面6と基板Pの表面との距離Aの調整は、射出面5と下面6との距離Cの調整を含み、液体回収口8（液体回収面30）と基板Pの表面との距離Bの調整は、射出面5と液体回収口8（液体回収面30）との距離Dの調整を含む。

20

【0083】

本実施形態において、第1駆動装置11は、Z軸方向に関する駆動機構11Aによる駆動量を計測可能な、エンコーダシステムを含む計測装置（不図示）を有する。計測装置は、駆動機構11Aによって移動する、第1部材7に接続された接続部材11Bの移動量を計測可能である。計測装置は、Z軸方向における、所定の基準位置に対する接続部材11B（第1部材7）の移動量を計測可能である。本実施形態においては、基準位置として、例えば終端光学素子4の射出面5が用いられる。計測装置は、Z軸方向における、終端光学素子4の射出面5に対する第1部材7の移動量を計測する。計測装置のエンコーダシステムは、スケール部材と、そのスケール部材上のスケール（格子）を検出するエンコーダヘッドとを有し、スケール部材及びエンコーダヘッドの少なくとも一方の位置が固定されている。スケール部材及びエンコーダヘッドの少なくとも一方は、例えば第1定盤15等、位置が固定された固定部材に配置される。したがって、エンコーダシステムは、その固定部材に対する第1部材7の位置（移動量）を検出可能である。また、終端光学素子4を含む投影光学系PLは、第1定盤15に支持され、その位置が固定されている。したがって、計測装置は、射出面5を基準位置とした第1部材7の移動量、及び/又は射出面5に対する第1部材7の下面6の位置を求めることができる。

30

【0084】

本実施形態においては、第1駆動装置11は、その計測装置の計測結果に基づいて、Z軸方向に関する射出面5に対する下面6の位置、すなわち射出面5と下面6との距離Cを調整して、下面6と基板Pの表面との距離Aを調整する。

40

【0085】

第1駆動装置11と同様、第2駆動装置12は、Z軸方向に関する駆動機構12Aの駆動量を計測可能な計測装置（不図示）を有する。計測装置は、第2部材9に接続された接続部材12Bの移動量を計測可能な計測装置を有する。その計測装置は、終端光学素子4の射出面5を基準位置として、Z軸方向に関する第2部材9の移動量を計測する。本実施形態においては、第2駆動装置12は、その計測装置の計測結果に基づいて、Z軸方向に関する射出面5に対する液体回収口8（液体回収面30）の位置、すなわち射出面5と液体回収口8（液体回収面30）との距離Dを調整して、液体回収口8（液体回収面30）と基板Pの表面との距離Bを調整する。

【0086】

50

露光光 E L の光路 K を満たす液体 L Q の供給条件は、光路 K に対する単位時間当たりの液体供給量を含む。本実施形態において、液体 L Q の供給条件は、上述の第 1 モードと第 2 モードのいずれが選択されたかを含む。

【 0 0 8 7 】

例えば液体供給口 3 7 からの単位時間当たりの液体供給量を少なくする場合、すなわち、第 1 モードに設定する場合、制御装置 3 は、第 1 部材 7 の下面 6 と第 1 液体回収面 3 1 との距離 F が初期距離 F_0 よりも大きくなるように、第 1 部材 7 と第 2 部材 9 の少なくとも一方を Z 軸方向に移動する。本実施形態においては、図 6 に示すように、第 2 部材 9 を + Z 方向に移動する。すなわち、第 1 液体回収面 3 1 と基板 P との距離 B が、初期距離 B_0 よりも大きくなるように、第 2 部材 9 を + Z 方向に移動する。図 6 に示すように、終端光学素子 4 に対して基板 P を - Y 方向に移動した場合、段差 3 5 の近傍において、液体 L Q は - Y 方向へ流れ難くなる。基板 P の - Y 方向への移動によって、下面 6 と基板 P の表面との間に生成された - Y 方向へ向かう液体 L Q の流れは、段差 3 5 (第 1 液体回収面 3 1 と基板 P の表面との間) における圧力損失により阻害される。基板 P を - Y 方向に移動した場合、段差 3 5 の近傍において、図 6 中、矢印 R 1 で示すような液体 L Q の流れ (渦流) が生成され、液体 L Q の界面 L G の - Y 方向への移動が抑制される。距離 B を大きくして段差 3 5 (距離 F) を大きくすることによって、液体 L Q の界面 L G の - Y 方向への移動がより抑制される。その結果、間隙 G 1 における液体 L Q の表面 (気液界面、メニスカス) の Z 軸方向における位置の - Z 方向への移動 (水位の低下) が抑制される。したがって、間隙 G 1 において液体 L Q の表面を高い位置に保つことができる。

10

20

30

40

【 0 0 8 8 】

液体供給口 3 7 からの単位時間当たりの液体供給量が少ない場合、液体 L Q の界面 L G が大きく移動すると、その界面 L G の移動に伴って、間隙 G 1 の液体 L Q の表面の Z 軸方向における位置が - Z 方向に移動しやすくなる。すなわち、間隙 G 1 の液体 L Q のレベル (水位) が下降しやすくなる。その結果、間隙 G 1 が気体で満たされ、最終光学素子 4 と基板 P との間の液体 L Q 中に気泡、及び / 又はボイドが混入する可能性がある。

【 0 0 8 9 】

本実施形態によれば、液体供給口 3 7 からの単位時間当たりの液体供給量を少なくする場合、段差 3 5 (距離 F) を大きくすることによって、液体 L Q 中への気泡及び / 又はボイドの混入が抑制される。

30

【 0 0 9 0 】

なお、図 6 の例においては、第 2 部材 9 を + Z 方向に移動することによって距離 F (段差 3 5) を大きくしているが、図 7 に示すように、第 1 部材 7 を - Z 方向に下降させてよい。上述したように、液体供給口 3 7 からの単位時間当たりの液体供給量が少ない場合、間隙 G 1 の液体 L Q の表面の位置が - Z 方向に移動しやすくなるが、距離 A を、初期距離 A_0 より小さくすることによって、第 1 部材 7 の下面 6 と基板 P の表面との間の圧力損失が大きくなるため、液体 L Q の界面 L G の移動がより一層抑制される。したがって、間隙 G 1 における液体 L Q の表面の下降が抑制され、液体 L Q の表面を高い位置に保つことができる。第 1 部材 7 を - Z 方向に移動する場合、距離 F を初期距離 F_0 より大きくするために、図 7 に示すように第 2 部材 9 を動かさなくてもよいし、第 2 部材 9 を - Z 方向に動かしてもよいし、第 1 部材 7 とは逆の + Z 方向に第 2 部材 9 を動かしてもよい。

40

【 0 0 9 1 】

なお、第 1 モードに設定された場合、第 1 部材 7 を下降させて、距離 A を初期距離 A_0 より小さくするだけで、距離 F を初期距離 F_0 より大きくしなくてもよい。すなわち、距離 A を距離 B 2 とほぼ同じ、もしくは距離 B 2 より小さくしてもよい。

50

【 0 0 9 2 】

また、例えば液体供給口 3 7 からの単位時間当たりの液体供給量を多くする場合、すなわち、第 2 モードに設定する場合、図 8 に示すように、制御装置 3 は、下面 6 と基板 P の表面との距離 A が初期距離 A_0 より大きくなるように、第 1 部材 7 を + Z 方向に移動する。距離 A が小さい状態で、すなわち下面 6 と基板 P の表面との間の空間が小さい状態で、

液体供給口 37 からの単位時間当たりの液体供給量を多くした場合、例えば間隙 G1 における液体 LQ の表面の位置が +Z 方向に移動し（気液界面が上昇し）、間隙 G1 の上端から液体 LQ が溢れ出てしまう可能性がある。

【0093】

本実施形態によれば、第2モードが設定された場合、下面6と基板Pの表面との間での圧力損失が小さくなるように、第1部材7を+Z方向に移動することによって、間隙G1から液体LQが溢れ出ることを抑制できる。また、第1部材7を+Z方向に移動することによって、距離Fが初期距離F₀より小さくなるので、段差35における圧力損失が小さくなり、基板Pの-Y軸方向への移動に伴って、液体LQの界面LGの移動が-Y方向に移動しやすくなる。したがって、間隙G1における液体LQの表面のLQの上昇が抑制され、間隙G1の上端から液体LQが溢れるのを抑制することができる。また、間隙G2も大きくなるため、基板Pを移動した際、液浸空間LSの液体LQの少なくとも一部が、間隙G2に流入し易くなり、その結果、間隙G1の上端から液体LQが溢れ出ることを抑制できる。

10

【0094】

なお、図8の例において、第1部材7を+Z方向に移動するとともに、第2部材9を-Z方向に下降させてもよい。すなわち、第2部材9を-Z方向に下降させて、距離Fをさらに小さくしてもよい。上述したように、液体供給口37からの単位時間当たりの液体供給量が多い場合、間隙G1の上端から液体LQ溢れやすくなるが、距離Fを小さくすることによって、段差35における圧力損失が小さくなるため、間隙G1の上端から液体LQが溢れるのを抑制することができる。また、第3液体回収面33と基板Pの表面との距離B2が小さくなる、すなわち第3液体回収面33が基板Pの表面に近づくので、基板P上で薄膜、あるいは滴になった液体LQも第3液体回収面33で捕集できる。

20

【0095】

なお、第2モードに設定された場合、第1部材7を上昇させて、距離Aを初期距離A₀より大きくするだけで、距離Fを初期距離F₀より小さくしなくともよい。

【0096】

また、第2モードが設定された場合、第1部材7を+Z方向へ移動せずに、すなわち、距離C（距離A）を図5の初期状態から変更せずに、図9に示すように、第1部材7の下面6と第2部材9の第1液体回収面31との距離Fを初期距離F₀より小さくするだけでもよい。この場合、段差35における圧力損失が小さくなるので、間隙G1の上端からの液体LQの流出を抑制することができる。また、第3回収面33と基板Pの表面との距離B2が初期距離B2₀より小さくなっているので、図9に示すように、基板P上で薄膜になった液体LQも第3液体回収面33で捕集することができる。

30

【0097】

なお、上述のように液体LQの供給条件を考慮して、あるいは液体LQの供給条件を考慮せずに、基板Pの移動条件に応じて、Z軸方向における下面6と基板Pの表面との位置関係、及び液体回収口8（液体回収面30）と基板Pの表面との位置関係の少なくとも一方を調整してもよい。基板Pの移動条件は、XY平面内における基板Pの移動速度を含む。XY平面内における基板Pの移動速度は、例えば走査露光時におけるY軸方向への基板Pの移動速度、ステッピング動作時におけるX軸方向（あるいはXY平面内においてX軸方向に対して傾斜する方向）への基板Pの移動速度等を含む。また、基板Pの移動条件は、XY平面内における所定方向への基板Pの直線的な連続移動距離を含む。XY平面内における所定方向への基板Pの直線的な連続移動距離は、例えばスキャン露光動作時におけるY軸方向への基板Pの直線的な連続移動距離、ステッピング動作時におけるX軸方向（あるいはXY平面内においてX軸方向に対して傾斜する方向）への基板Pの直線的な連続移動距離等を含む。

40

【0098】

例えば、終端光学素子4に対して基板Pを-Y方向に高速で移動する場合、あるいは基板Pを-Y方向に直線的に長距離移動する場合、制御装置3は、第1部材7及び第2部材

50

9を-Z方向に移動して、射出面5と下面6との距離Cを初期距離C₀より大きくして、下面6と基板Pの表面との距離Aを初期距離A₀より小さくするとともに、第3液体回収面33と基板Pの表面との距離B₂を初期距離B₂₀より小さくする。これにより、下面6と基板Pの表面との間の圧力損失が大きくなり、基板Pの移動に伴う液体LQの界面LGの移動を抑制することができる。また、第3液体回収面33と基板Pの表面との距離B₂が小さいので、基板P上で液体LQが薄い膜になったり、小さい滴になったりした液体LQも第3液体回収面33で捕集することができる。なお、下面6と第1液体回収面31との距離Fが初期距離F₀より大きくなるように、第1部材7と第2部材9を下降させてもよい。これにより、下面6と第1液体回収面31との段差35に起因する圧力損失が大きくなり、基板Pの移動に伴う液体LQの界面LGの移動をより抑制することができる。このように、基板Pの移動条件に応じて、第1部材7と第2部材9の少なくとも一方をZ軸方向に移動することにより、一方側の第1部材7及び第2部材と他方側の基板Pとの間の空間の外側への液体LQの漏出が抑制され、基板Pの表面に液体LQ（液体LQの膜、滴など）が残留することが抑制される。

10

【0099】

また、図6～図9を参照して説明した例においては、下面6及び液体回収面30の位置は、1枚の基板Pの露光中、固定されているが、1枚の基板Pの露光中に、下面6及び液体回収面30の少なくとも一方がZ軸方向に移動してもよい。例えば、基板Pの移動条件は、その基板Pの露光中に変化するので、各移動条件に応じて、下面6及び液体回収面30の少なくとも一方がZ軸方向に移動してもよい。

20

【0100】

また、Z軸方向における終端光学素子4の射出面5と基板Pの表面との距離Eに応じて、第1部材7及び第2部材9の少なくとも一方をZ軸方向に移動して、Z軸方向における下面6と基板Pの表面との距離A、及び液体回収口8（液体回収面30）と基板Pの表面との距離Bの少なくとも一方が調整されてもよい。

20

【0101】

例えば、図10に示すように、基板Pの表面が+Z方向に移動し、距離Eが小さくなる場合、制御装置3は、下面6と基板Pの表面との距離A、及び液体回収面30と基板Pの表面との距離Bが大きくなるように、下面6及び液体回収面30の位置を調整する。基板Pの表面が+Z方向に移動して、距離Eが小さくなることによって、下面6及び液体回収面30と基板Pの表面とが接触する可能性がある。例えば、基板Pを保持する基板ステージ2の動作異常によって、距離Eが小さくなる可能性がある。距離Eに応じて、Z軸方向における下面6及び液体接触面（液体回収面30）の位置を調整することによって、下面6及び液体回収面30の少なくとも一方と基板Pとの接触（衝突）を抑制することができる。本実施形態においては、基板Pの表面の位置情報が検出システム50で検出されるので、制御装置3は、例えば基板ステージ2の動作異常が発生しても、検出システム50で基板Pの表面の位置情報を検出し、その検出結果に基づいて、下面6及び液体回収面30と基板Pとの接触が抑制されるように、下面6及び液体回収面30の少なくとも一方の位置を調整することができる。

30

【0102】

また、例えば基板ステージ2の動作異常によって、基板Pの表面が-Z方向に移動し、距離Eが大きくなる可能性もある。そのような場合でも、制御装置3は、距離Eに応じて、下面6と基板Pの表面との距離A、及び液体回収面30と基板Pの表面との距離Bの少なくとも一方を調整することができる。例えば、基板Pの表面が-Z方向に移動して距離Eが大きくなる場合、制御装置3は、下面6と基板Pの表面との距離Aが小さくなり、液体回収面30と基板Pの表面との距離Bが小さくなるように、第1部材7及び第2部材9を-Z方向に移動する。これにより、基板Pの表面が-Z方向に移動しても、基板Pの表面との間で液体LQを良好に保持できるように下面6の位置が調整され、基板P上の液体LQを良好に回収できるように液体回収面30の位置が調整される。

40

【0103】

50

なお、図6～図10を参照して説明した例では、露光位置に基板Pが配置される場合を例にして説明したが、上述のように、基板P以外の物体が第1部材7の下面及び第2部材9の液体回収面30と対向する場合もある。例えば、基板ステージ2の一部(上面2T)が第1部材7及び第2部材9と対向する位置に配置されてもよい。この場合も、基板ステージ2の移動条件、及び/又は液体LQの供給条件に応じて、下面6と液体回収面30の少なくとも一方の位置を調整することによって、液体LQの漏出、残留等を抑制することができる。なお、下面6及び液体回収面30に対向する物体に合わせて、下面6及び液体回収面30の少なくとも一方の位置を変更してもよい。例えば、下面6及び液体回収面30に基板Pが対向している場合と、下面6及び液体回収面30に基板ステージ2の上面2Tが対向している場合とで、下面6及び液体回収面30の少なくとも一方の位置が異なっていてもよい。

10

【0104】

また、例えば、基板保持部2Hに、基板Pよりも厚い部材が保持される可能性がある。あるいは、基板ステージ2の上面2Tに、基板保持部2Hに保持された基板Pの表面より高い位置に部材(例えば計測部材)が配置される可能性がある。例えば、基板Pとほぼ同じ外径を有し、基板Pよりも厚い基板型の計測部材(温度センサなど)が基板ステージに保持される場合がある。そのような部材の表面と射出面5との距離は、初期距離E₀より小さいため、下面6及び液体回収面30の少なくとも一方と部材とが接触する可能性がある。このような場合においても、Z軸方向における射出面5と部材の表面との距離に応じて、下面6と部材の表面との位置関係(距離)、及び液体接触面(液体回収面30)と部材の表面との位置関係(距離)の少なくとも一方を調整することによって、下面6及び液体回収面30の少なくとも一方と部材との接触(衝突)を抑制することができる。検出システム50は、部材の表面の位置情報を検出可能であり、制御装置3は、その検出システム50の検出結果に基づいて、下面6及び液体回収面30の少なくとも一方を移動することができる。

20

【0105】

また、露光装置EXが、例えば米国特許第6897963号明細書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と、基準マークが形成された基準部材及び各種の光電センサの少なくとも一方を搭載し、露光対象の基板を保持しない計測ステージとを備えた露光装置である場合、露光位置に計測ステージが配置される。この場合、計測ステージの移動条件、及び/又は液体LQの供給条件に応じて、下面6と液体回収面30の少なくとも一方を移動することができる。

30

【0106】

なお、下面6及び液体回収面30の少なくとも一方をZ軸方向に移動する際、制御装置3は、第1駆動装置11の計測装置、及び第2駆動装置12の計測装置の計測結果に基づいて、終端光学素子4と第1部材7との接触、及び第1部材7と第2部材9との接触が抑制されるように、第1部材7及び第2部材9の少なくとも一方を移動することができる。

【0107】

なお、上述の実施形態においては、液浸システムは、第1駆動装置11と第2駆動装置12を備えているが、第1部材7の下面6と第2部材9の第1液体回収面31との相対的な位置関係、すなわち、下面6と第1液体回収面31とのZ軸方向における距離F(段差35の大きさ)を調整するだけならば、どちらか一方のみを備えるだけでもよい。

40

【0108】

また、上述の実施形態においては、2つの部材(第1部材7、第2部材9)がそれぞれ独立にZ軸方向に移動できるように構成されているが、3つ以上の部材がそれぞれ独立にZ軸方向に移動できるように構成してもよい。例えば、第3液体回収面33を第2部材9に設けずに、第2部材9と異なる第3の部材に設け、第1部材7、第2部材9、第3部材のそれぞれが独立にZ軸方向に移動できるように構成してもよい。

【0109】

また、上述の各実施形態において、第1部材7及び第2部材9の少なくとも一方をXY

50

平面と平行に移動可能に構成してもよい。

【0110】

また、上述の実施形態において、「環状」は、矩形環状、リング状環状、円形環状、多角形環状などの様々な様々な形状を含むこともできる。

【0111】

以上説明したように、本実施形態によれば、液体LQ中への気泡の混入、液体LQの漏出、残留等の発生を抑制できるので、露光不良の発生を抑制できる。また、露光不良の発生を抑制しつつ、基板Pの移動速度を高速化できる。したがって、良好なデバイスを生産性良く製造できる。

【0112】

なお、上述の実施形態においては、投影光学系PLの終端光学素子4の射出側（像面側）の光路が液体LQで満たされているが、例えば国際公開第2004/019128号パンフレットに開示されているように、終端光学素子4の入射側（物体面側）の光路も液体LQで満たされる投影光学系PLを採用することができる。

【0113】

なお、上述の各実施形態においては、液体LQとして水を用いているが、水以外の液体であってもよい。例えば、液体LQとして、ハイドロフロロエーテル（HFE）、過フッ化ポリエーテル（PFPE）、フォンブリンオイル等を用いることもできる。

【0114】

なお、上述の実施形態の基板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。

【0115】

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）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。

【0116】

さらに、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上に一括露光してもよい（スティッチ方式の一括露光装置）。また、スティ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・スティッチ方式の露光装置にも適用できる。

【0117】

また、例えば米国特許第6611316号明細書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にも本発明を適用することができる。また、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・アライナーなどにも本発明を適用することができる。

【0118】

また、本発明は、米国特許第6341007号明細書、米国特許第6208407号明細書、米国特許第6262796号明細書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にも適用できる。

【0119】

露光装置EXの種類としては、基板Pに半導体素子パターンを露光する半導体素子製造用の露光装置に限られず、液晶表示素子製造用又はディスプレイ製造用の露光装置や、薄

10

20

30

40

50

膜磁気ヘッド、撮像素子（C C D）、マイクロマシン、M E M S、D N Aチップ、あるいはレチクル又はマスクなどを製造するための露光装置などにも広く適用できる。

【0 1 2 0】

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1及び基板ステージ2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1、2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てもよい。

【0 1 2 1】

また、上述の各実施形態では、露光光E LとしてA r Fエキシマレーザ光を発生する光源装置として、A r Fエキシマレーザを用いてもよいが、例えば、米国特許第7 0 2 3 6 1 0号明細書に開示されているように、D F B半導体レーザ又はファイバーレーザなどの固体レーザ光源、ファイバーアンプなどを有する光増幅部、及び波長変換部などを含み、波長1 9 3 n mのパルス光を出力する高調波発生装置を用いてもよい。さらに、上記実施形態では、前述の各照明領域と、投影領域がそれぞれ矩形状であるものとしたが、他の形状、例えば円弧状などでもよい。

【0 1 2 2】

なお、上述の各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 7 7 8 2 5 7号明細書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D M D（Digital Micro-mirror Device）等を含む。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良い。自発光型画像表示素子としては、例えば、C R T（Cathode Ray Tube）、無機E Lディスプレイ、有機E Lディスプレイ（O L E D：Organic Light Emitting Diode）、L E Dディスプレイ、L Dディスプレイ、電界放出ディスプレイ（F E D：Field Emission Display）、プラズマディスプレイ（P D P：Plasma Display Panel）等が挙げられる。

【0 1 2 3】

上述の各実施形態においては、投影光学系P L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P Lを用いない露光装置及び露光方法に本発明を適用することができる。このように投影光学系P Lを用いない場合であっても、露光光はレンズ等の光学部材を介して基板に照射され、そのような光学部材と基板との間の所定空間に液浸空間が形成される。

【0 1 2 4】

また、例えば国際公開第2 0 0 1 / 0 3 5 1 6 8号パンフレットに開示されているように、干渉縞を基板P上に形成することによって、基板P上にライン・アンド・スペースパターンを露光する露光装置（リソグラフィシステム）にも本発明を適用することができる。

【0 1 2 5】

以上のように、本実施形態の露光装置E Xは、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

10

20

30

40

50

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。

【0126】

半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図11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、上述の実施形態に従って、マスクのパターンを用いて露光光で基板を露光すること、及び露光された基板を現像することを含む基板処理（露光処理）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、ボンディング工程、パッケージ工程などの加工プロセスを含む）205、検査ステップ206等を経て製造される。

【0127】

なお、上述の各実施形態の要件は、適宜組み合わせができる。また、一部の構成要素を用いない場合もある。また、法令で許容される限りにおいて、上述の各実施形態及び変形例で引用した露光装置など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。

【符号の説明】

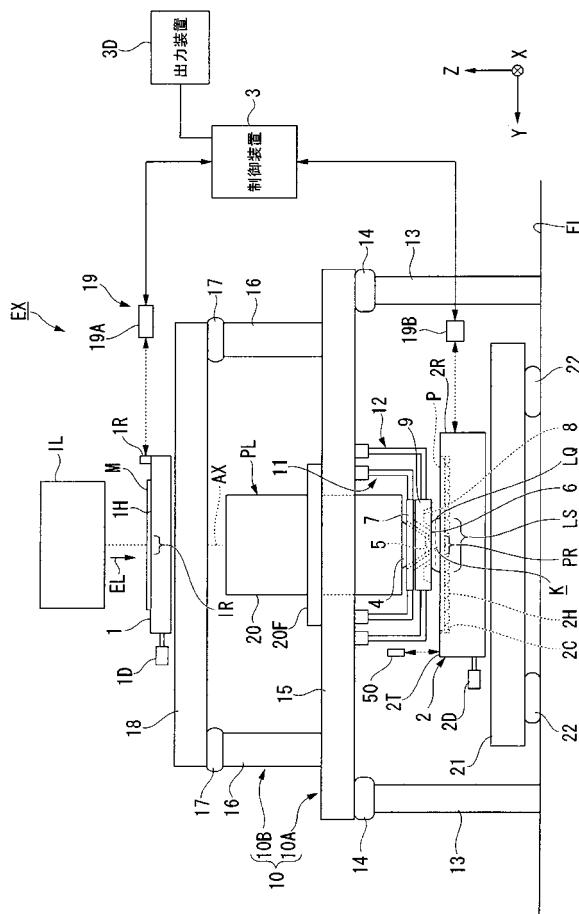
【0128】

2…基板ステージ、4…終端光学素子、5…射出面、6…下面、7…第1部材、8…液体回収口、9…第2部材、11…第1駆動装置、12…第2駆動装置、30…液体回収面、31…第1液体回収面、32…第2液体回収面、33…第3液体回収面、34…多孔部材、37…液体供給口、EL…露光光、EX…露光装置、K…光路、LQ…液体、LS…液浸空間、P…基板

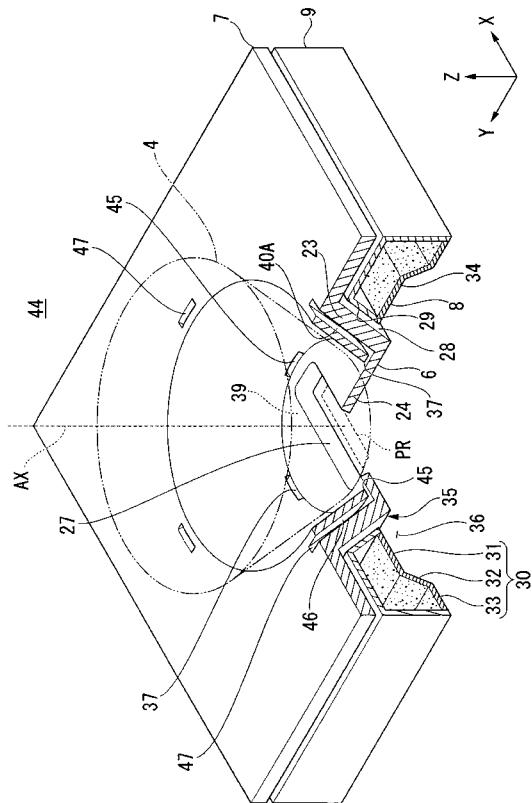
10

20

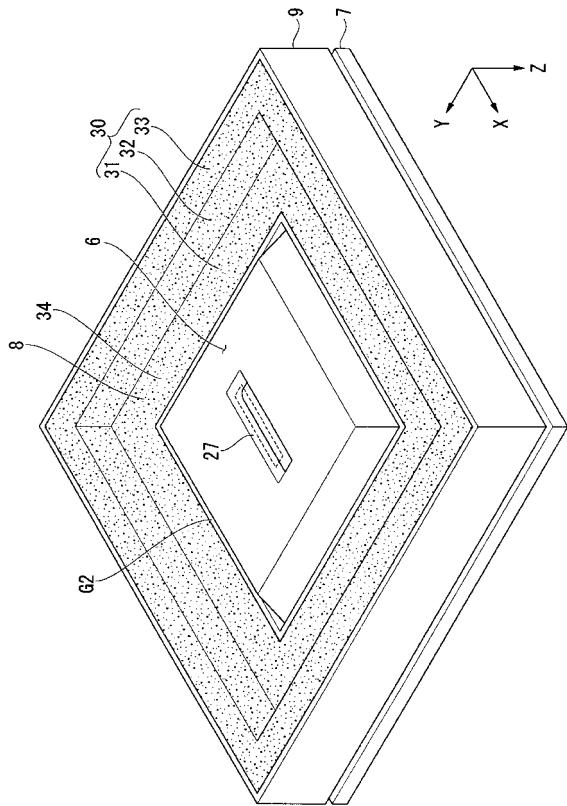
【図1】



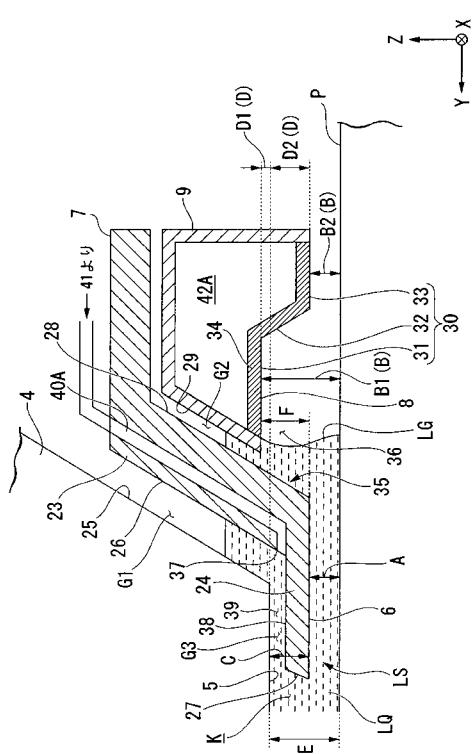
【 図 3 】



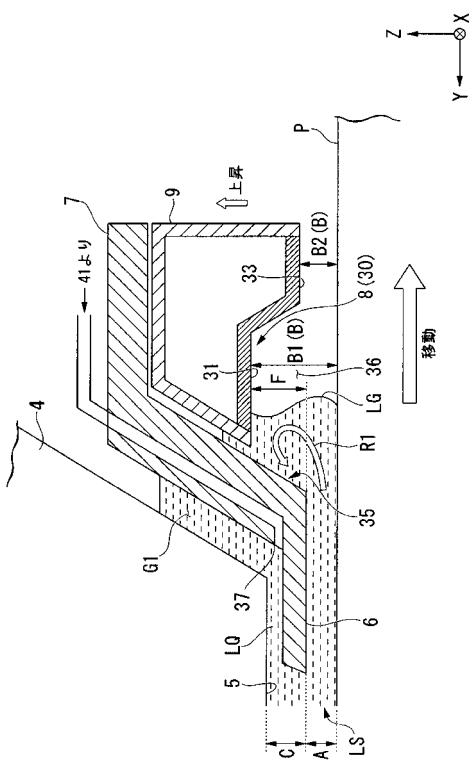
【 図 4 】



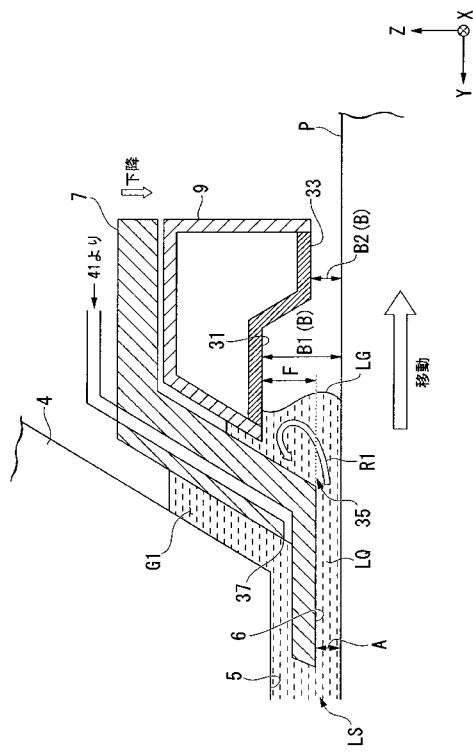
【図5】



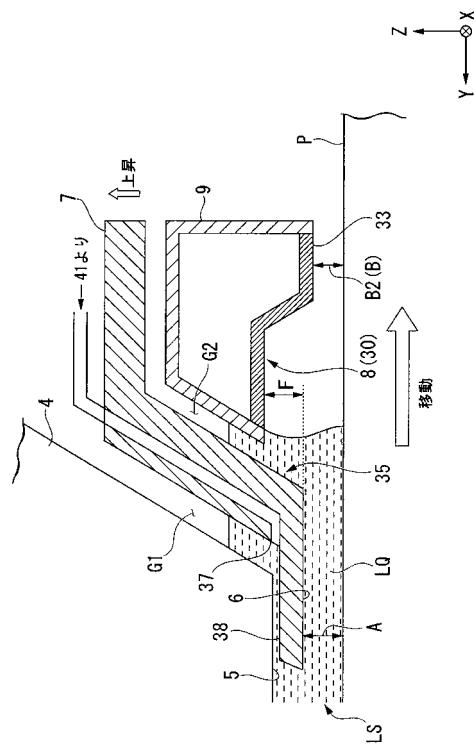
【図6】



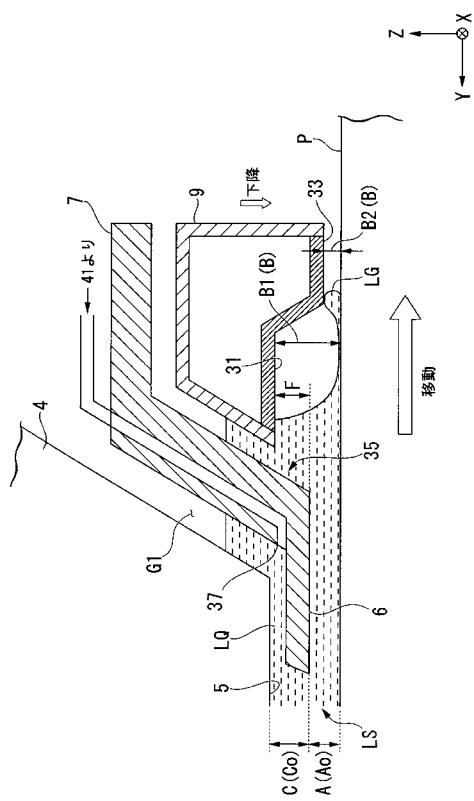
【図 7】



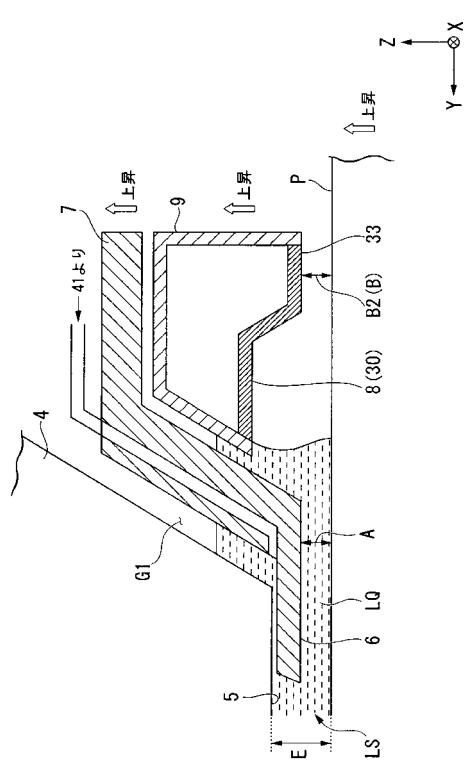
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【図 1 1】

