

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5787008号
(P5787008)

(45) 発行日 平成27年9月30日(2015.9.30)

(24) 登録日 平成27年8月7日(2015.8.7)

(51) Int.Cl. F I
G03F 7/20 (2006.01) G03F 7/20 521

請求項の数 46 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2014-132785 (P2014-132785)	(73) 特許権者	000004112
(22) 出願日	平成26年6月27日(2014.6.27)		株式会社ニコン
(62) 分割の表示	特願2013-242938 (P2013-242938) の分割		東京都港区港南二丁目15番3号
原出願日	平成16年5月21日(2004.5.21)	(74) 代理人	230104019
(65) 公開番号	特開2014-199947 (P2014-199947A)		弁護士 大野 聖二
(43) 公開日	平成26年10月23日(2014.10.23)	(74) 代理人	230112025
審査請求日	平成26年6月27日(2014.6.27)		弁護士 小林 英了
(31) 優先権主張番号	特願2003-146424 (P2003-146424)	(74) 代理人	100115808
(32) 優先日	平成15年5月23日(2003.5.23)		弁理士 加藤 真司
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100113549
			弁理士 鈴木 守
		(74) 代理人	100174078
			弁理士 大谷 寛

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露光装置、露光方法、並びにデバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

投影光学系と液体とを介して露光光で基板を露光する露光装置において、
 前記基板を載置する基板ステージと、
 前記液体の供給口と、前記供給口を介して供給される前記液体によって前記投影光学系の下に形成される液浸領域から液体を回収する回収口とを有する液浸部材と、
 前記供給口に接続される供給路を介して前記液体を供給するとともに、前記液体と異なる液体を、前記供給路の一部を介して前記供給口から供給する液体供給装置と、
 前記回収口に接続される回収路を介して前記液浸領域の液体を回収する液体回収装置と

10

、
 前記投影光学系と、前記基板ステージによって前記投影光学系と対向して配置される前記基板の一部との間に、前記液体で液浸領域が形成されるように、前記液体供給装置を制御する制御装置と、を備え、

前記液体供給装置は、前記液体を用いる前記基板の露光動作と異なる動作のために、前記異なる液体を供給し、

前記供給口は、前記投影領域に対して前記回収口よりも内側に配置されるように、前記液浸部材の下端側に設けられる。

【請求項2】

請求項1に記載の露光装置において、
 前記液体は純水である。

20

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の露光装置において、
前記液浸部材は、前記液浸領域の液体と接する、前記投影光学系の光学素子の周囲に配置される。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の露光装置において、
前記回収口は、前記露光光が照射される、前記投影光学系の投影領域を囲むように、前記液浸部材の下端側に設けられる。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の露光装置において、
前記制御装置は、前記投影光学系と、前記投影光学系と対向して配置される前記基板ステージとの間に、前記異なる液体で液浸領域が形成されるように、前記液体供給装置を制御する。

10

【請求項 6】

請求項 5 に記載の露光装置において、
前記制御装置は、前記液体と前記異なる液体とが選択的に前記投影光学系の下に供給されるように前記液体供給装置を制御する。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の露光装置において、
前記液体と前記異なる液体とは、前記基板の膜部材の種類に応じて選択的に供給される。

20

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の露光装置において、
前記制御装置は、前記投影光学系と前記基板の一部との間に形成される前記液体の液浸領域に対する前記基板の相対移動において、前記基板と前記液体との接触角に関する情報に基づいて決定された速度及び加速度の少なくとも一方によって前記基板ステージの駆動を制御する。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の露光装置において、
前記基板ステージは、前記接触角が互いに異なる表面を有する複数の基板をそれぞれ載置可能であり、前記決定された速度及び加速度の少なくとも一方は前記複数の基板で異なる。

30

【請求項 10】

請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の露光装置において、
前記基板ステージは、前記液浸領域の液体との接触角が互いに異なる表面を有する複数の基板をそれぞれ載置可能であり、
前記制御装置は、前記投影光学系と前記基板の一部との間に形成される前記液浸領域に対する前記基板の相対移動における速度及び加速度の少なくとも一方が前記複数の基板で異なるように、前記基板ステージの駆動を制御する。

【請求項 11】

請求項 9 又は 10 に記載の露光装置において、
前記複数の基板のうち前記接触角が小さい基板ほど、前記速度及び加速度の少なくとも一方が高くなる。

40

【請求項 12】

請求項 9 又は 10 に記載の露光装置において、
前記基板ステージは、前記基板の露光動作における速度及び加速度の少なくとも一方が前記複数の基板で異なるように駆動される。

【請求項 13】

請求項 9 又は 10 に記載の露光装置において、
前記基板ステージは、前記相対移動において許容される速度及び加速度の少なくとも一

50

方が前記複数の基板で異なるように駆動される。

【請求項 14】

請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記投影光学系と前記基板の一部との間に形成される前記液体の液浸領域に対する前記基板の相対移動における速度及び加速度の少なくとも一方によって、前記液浸領域を形成するための液浸条件が異なる。

【請求項 15】

請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記基板と前記液体との接触角に関する情報に基づいて、前記液浸領域を形成するための液浸条件が調整される。

10

【請求項 16】

請求項 1 ~ 15 のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記基板ステージはその上面の一部に設けられ、前記基板を保持するホルダを有し、前記基板はその表面が前記基板ステージの上面とほぼ同一面となるように前記ホルダに保持される。

【請求項 17】

請求項 1 ~ 16 のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記液浸領域の前記液体と接する前記液浸部材の一部を駆動する駆動装置を、さらに備える。

20

【請求項 18】

請求項 17 に記載の露光装置において、

前記駆動装置によって駆動される前記液浸部材の一部は、前記供給口及び前記回収口の一方、またはその両方を有する。

【請求項 19】

請求項 17 又は 18 に記載の露光装置において、

前記制御装置は、前記投影光学系の光軸と直交する方向に前記液浸部材の一部が移動されるように前記駆動装置を制御する。

【請求項 20】

請求項 17 ~ 19 のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記基板ステージは、複数の移動条件でそれぞれ駆動されるとともに、前記複数の移動条件で、前記液浸部材の一部の駆動を異ならせるように前記駆動装置が制御される。

30

【請求項 21】

請求項 20 に記載の露光装置において、

前記移動条件は、前記基板ステージの速度と加速度の少なくとも一方を含む。

【請求項 22】

請求項 20 又は 21 に記載の露光装置において、

前記基板ステージは、前記液浸領域の液体との接触角が互いに異なる表面を有する複数の基板をそれぞれ載置可能であり、前記複数の基板で前記移動条件が異なる。

【請求項 23】

デバイス製造方法であって、

マスクを準備するステップと、

露光処理ステップと、を含み、

前記露光処理ステップでは、請求項 1 ~ 22 のいずれか一項に記載の露光装置を用いて、前記マスクのパターンを基板に転写することを特徴とするデバイス製造方法。

40

【請求項 24】

投影光学系と液体とを介して露光光で基板を露光する露光方法において、

前記投影光学系と、前記基板を載置する基板ステージによって前記投影光学系と対向して配置される前記基板の一部との間に、前記投影光学系の下端側に配置される液浸部材の供給口と、前記供給口に接続される供給路とを介して供給される前記液体によって液浸領域を形成することと、

50

前記基板を露光するために、前記投影光学系と前記液体の液浸領域とを介して前記露光光を前記基板に照射することと、

前記液体を用いる前記基板の露光動作と異なる動作のために、前記液体と異なる液体を、前記供給路の一部を介して前記供給口から供給することと、を含み、

前記液浸部材の回収口と、前記回収口と接続される回収路とを介して、前記液浸領域から前記液体が回収され、

前記供給口は、前記投影領域に対して前記回収口よりも内側に配置されるように、前記液浸部材の下端側に設けられる。

【請求項 2 5】

請求項 2 4 に記載の露光方法において、
前記液体は純水である。

10

【請求項 2 6】

請求項 2 4 又は 2 5 に記載の露光方法において、
前記液浸部材は、前記液浸領域の液体と接する、前記投影光学系の光学素子の周囲に配置される。

【請求項 2 7】

請求項 2 6 に記載の露光方法において、
前記回収口は、前記露光光が照射される、前記投影光学系の投影領域を囲むように、前記液浸部材の下端側に設けられる。

【請求項 2 8】

請求項 2 4 ~ 2 7 のいずれか一項に記載の露光方法において、
前記供給路の一部を介して前記供給口から供給される前記異なる液体によって、前記投影光学系と、前記投影光学系と対向して配置される前記基板ステージとの間に液浸領域が形成される。

20

【請求項 2 9】

請求項 2 8 に記載の露光方法において、
前記液体と前記異なる液体とは選択的に前記投影光学系の下に供給される。

【請求項 3 0】

請求項 2 9 に記載の露光方法において、
前記液体と前記異なる液体とは、前記基板の膜部材の種類に応じて選択的に供給される

30

【請求項 3 1】

請求項 2 4 ~ 3 0 のいずれか一項に記載の露光方法において、
前記投影光学系と前記基板の一部との間に形成される前記液体の液浸領域に対する前記基板の相対移動において、前記基板と前記液体との接触角に関する情報に基づいて決定された速度及び加速度の少なくとも一方によって前記基板ステージの駆動が制御される。

【請求項 3 2】

請求項 3 1 に記載の露光方法において、
前記基板ステージは、前記接触角が互いに異なる表面を有する複数の基板をそれぞれ載置するとともに、前記決定された速度及び加速度の少なくとも一方は前記複数の基板で異なる。

40

【請求項 3 3】

請求項 2 4 ~ 3 0 のいずれか一項に記載の露光方法において、
前記基板ステージは、前記液浸領域の液体との接触角が互いに異なる表面を有する複数の基板をそれぞれ載置するとともに、前記投影光学系と前記基板の一部との間に形成される前記液体の液浸領域に対する前記基板の相対移動における速度及び加速度の少なくとも一方が前記複数の基板で異なるように、前記基板ステージの駆動が制御される。

【請求項 3 4】

請求項 3 2 又は 3 3 に記載の露光方法において、
前記複数の基板のうち前記接触角が小さい基板ほど、前記速度及び加速度の少なくとも

50

一方が高くなる。

【請求項 35】

請求項 32 又は 33 に記載の露光方法において、

前記基板ステージは、前記基板の露光動作における速度及び加速度の少なくとも一方が前記複数の基板で異なるように駆動される。

【請求項 36】

請求項 32 又は 33 に記載の露光方法において、

前記基板ステージは、前記相対移動において許容される速度及び加速度の少なくとも一方が前記複数の基板で異なるように駆動される。

【請求項 37】

請求項 24 ~ 30 のいずれか一項に記載の露光方法において、

前記投影光学系と前記基板の一部との間に形成される前記液体の液浸領域に対する前記基板の相対移動における速度及び加速度の少なくとも一方によって、前記液浸領域を形成するための液浸条件が異なる。

【請求項 38】

請求項 24 ~ 30 のいずれか一項に記載の露光方法において、

前記基板と前記液体との接触角に関する情報に基づいて、前記液浸領域を形成するための液浸条件が調整される。

【請求項 39】

請求項 24 ~ 38 のいずれか一項に記載の露光方法において、

前記基板はその表面が前記基板ステージの上面とほぼ同一面となるように前記基板ステージに載置される。

【請求項 40】

請求項 24 ~ 39 のいずれか一項に記載の露光方法において、

前記液浸領域の前記液体と接する前記液浸部材の一部が移動される。

【請求項 41】

請求項 40 に記載の露光方法において、

前記液浸部材の一部は、前記供給口及び前記回収口的一方、またはその両方を有する。

【請求項 42】

請求項 40 又は 41 に記載の露光方法において、

前記液浸部材の一部は、前記投影光学系の光軸と直交する方向に移動される。

【請求項 43】

請求項 40 ~ 42 のいずれか一項に記載の露光方法において、

前記基板ステージは、複数の移動条件でそれぞれ駆動されるとともに、前記複数の移動条件で、前記液浸部材の一部の駆動を異ならせる。

【請求項 44】

請求項 43 に記載の露光方法において、

前記移動条件は、前記基板ステージの速度と加速度の少なくとも一方を含む。

【請求項 45】

請求項 43 又は 44 に記載の露光方法において、

前記基板ステージは、前記液浸領域の液体との接触角が互いに異なる表面を有する複数の基板をそれぞれ載置するとともに、前記複数の基板で前記移動条件が異なる。

【請求項 46】

デバイス製造方法であって、

マスクを準備するステップと、

露光処理ステップと、を含み、

前記露光処理ステップでは、請求項 24 ~ 45 のいずれか一項に記載の露光方法を用いて、前記マスクのパターンを基板に転写することを特徴とするデバイス製造方法。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、投影光学系と液体とを介してパターンの像を基板上に投影することにより基板を露光する露光装置、並びにデバイス製造方法に関するものである。

【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くなるほど、また投影光学系の開口数が高いほど高くなる。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。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。

【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。

【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、例えば下記特許文献1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】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】国際公開第99/49504号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、露光対象である基板上に設けられるフォトレジスト層、あるいはその上層に設けられるトップコート層等の膜部材には種々の材料が用いられることが通常であるが、液浸領域の液体との接触面となる前記膜部材の種類が変更された場合、液浸露光用の液体に対する親和性が変化する。液浸露光では、基板上に液体を供給する動作と基板上的液体を回収する動作とが行われるが、膜部材に対する液体の親和性が変化すると、液体回収動作や液体供給動作を円滑に行うことができなくなる可能性がある。この場合、液浸露光装置の汎用性が著しく低下するといった問題が生じる。

【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、異なる種類の膜部材が設けられた基板のそれぞれに対して液浸露光を円滑に行うことができる露光装置並びにデバイス

10

20

30

40

50

製造方法を提供することを目的とする。特に、本発明は基板上に形成される種々の膜部材に最適化した液浸条件の下で液浸露光を実現することができる露光装置並びに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8に対応付けした以下の構成を採用している。

【0009】

本発明の露光装置(EX)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り基板(P)を露光する露光装置において、液浸露光用の液体(1)を供給する液体供給機構(10)を備え、液体供給機構(10)は、基板(P)上の液体接触面に形成される膜部材(SP)に応じて供給する液体(1)を変えることを特徴とする。

10

【0010】

本発明の露光装置によれば、基板上の液体接触面に形成される膜部材に応じて、液浸露光用の液体を変えることで、異なる種類の膜部材が設けられた複数の基板のそれぞれに対して良好な液浸条件のもとで液浸露光を行うことができる。

【0011】

なお、「液浸条件」とは、基板を液体を介して露光するとき、基板上に液浸領域を形成するための条件を意味し、液体を基板上に供給する条件、基板上から液体を回収する条件、基板上に供給する液体の種類などを含む概念である。

20

【0012】

本発明の露光装置(EX)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り基板(P)を露光する露光装置において、基板(P)上の液体接触面に形成される膜部材(SP)と液体(1)との親和性を計測する計測装置(70)を備えたことを特徴とする。

【0013】

本発明の露光装置によれば、基板上の液体接触面に形成される膜部材と液浸露光用の液体との親和性を計測する計測装置を設けたことにより、この計測結果に基づいて、最適な液浸条件を決定することができる。したがって、異なる種類の膜部材が設けられた複数の基板のそれぞれについて液浸露光する場合にも、良好な液浸条件のもとで各基板を円滑に露光処理できる。

30

【0014】

本発明の露光装置(EX)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り基板(P)を露光する露光装置において、液体(1)との親和性と、その親和性に対応する液浸条件との関係を複数記憶する記憶装置(MRY)を備え、基板(P)上の液体接触面に形成される膜部材(SP)に応じて、記憶装置(MRY)から液浸条件を選択することを特徴とする。

【0015】

本発明の露光装置によれば、液体と膜部材との親和性と、それに対応する液浸条件との関係を予め記憶装置に記憶しておくことで、露光対象の膜部材に関する情報に応じて、最適な液浸条件を選択し決定することができる。したがって、異なる種類の膜部材が設けられた複数の基板のそれぞれについて液浸露光する場合にも、良好な液浸条件のもとで各基板を円滑に露光処理できる。

40

【0016】

本発明の露光装置(EX)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り基板(P)を露光する露光装置において、基板(P)上の液体接触面に形成可能な種々の膜部材(SP)とそれぞれの膜部材(SP)に適した液浸条件との関係を記憶する記憶装置(MRY)を備えたことを特徴とする。

【0017】

50

本発明の露光装置によれば、基板上に形成可能な種々の膜部材とそれら膜部材に適した液浸条件との関係を予め記憶装置に記憶しておくことで、露光対象の膜部材に関する情報に応じて、最適な液浸条件を選択し決定することができる。したがって、異なる種類の膜部材が設けられた複数の基板のそれぞれについて液浸露光する場合にも、良好な液浸条件のもとで各基板を円滑に露光処理できる。

【0018】

本発明の露光装置（EX）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り基板（P）を露光する露光装置において、液体（1）を供給するための供給口（13A，14A）を有する液体供給機構（10）を備え、供給口（13A，14A）の大きさ、形状の少なくとも一方が変更可能であることを特徴とする。

10

【0019】

本発明の露光装置によれば、供給口の大きさ、形状の少なくとも一方が変更可能なので、例えば、液浸露光の際に、露光対象物の変更や膜部材の変更があっても、迅速に且つ最適な液浸条件で対処することができる。

【0020】

本発明の露光装置（EX）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り基板（P）を露光する露光装置において、液体（1）を回収するための回収口（31A，32A）を有する液体供給機構（30）を備え、供給口（31A，32A）の大きさ、形状の少なくとも一方が変更可能であることを特徴とする。

20

【0021】

本発明の露光装置によれば、回収口の大きさ、形状の少なくとも一方が変更可能なので、例えば、液浸露光の際に、露光対象物の変更や膜部材の変更があっても、迅速に且つ最適な液浸条件で対処することができる。

【0022】

本発明のデバイス製造方法は、上記記載の露光装置を用いることを特徴とする。本発明によれば、様々な種類の基板に対して良好な液浸条件のもとで高いパターン転写精度でパターンを転写でき、所望の性能を発揮できるデバイスを提供できる。

【発明の効果】

30

【0023】

本発明によれば、基板上の液体接触面に形成される膜部材に応じて、基板に対して行われる液浸条件を決定することで、異なる種類の膜部材が設けられた複数の基板のそれぞれに対して円滑に液浸露光処理を行うことができ、高い汎用性を持たせることができる。特に、本発明は、半導体デバイスや液晶表示デバイスなどの種々の異なる対象物を露光処理する生産ラインにおいて、液浸条件を迅速に切り換えて高集積化されたデバイスを高いスループットで生産することに貢献する。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【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。

40

【図2】本発明の実施形態における液体供給機構及び液体回収機構の配置例を示す平面図である。

【図3】供給部材及び回収部材の一実施形態を示す断面図である。

【図4】液体供給位置及び液体回収位置が変化する様子を説明するための模式図である。

【図5】本発明の実施形態における制御系の一例を示すブロック図である。

【図6】計測手段の一実施形態を示す概略構成図である。

【図7】供給部材及び回収部材の一実施形態を示す断面図である。

【図8】本発明の実施形態における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】

50

【 0 0 2 5 】

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。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。

【 0 0 2 6 】

図 1 において、露光装置 E X は、マスク（レチクル）M を支持するマスクステージ M S T と、基板 P を支持する基板ステージ P S T と、マスクステージ M S T に支持されているマスク M を露光光 E L で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ステージ P S T に支持されている基板 P に投影露光する投影光学系 P L と、露光装置 E X 全体の動作を統括制御する制御装置 C O N T と、制御装置 C O N T に接続され、露光動作に関する各種情報を記憶した記憶装置 M R Y とを備えている。

10

【 0 0 2 7 】

本実施形態の露光装置 E X 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 1 0 と、基板 P 上の液体 1 を回収する液体回収機構 3 0 とを備えている。露光装置 E X 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 1 0 から供給した液体 1 により投影光学系 P L の投影領域 A R 1 を含む基板 P 上の少なくとも一部に液浸領域 A R 2 を形成する。具体的には、露光装置 E X は、投影光学系 P L の先端部の光学素子 2 と基板 P の表面（露光面）との間に液体 1 を満たし、この投影光学系 P L と基板 P との間の液体 1 及び投影光学系 P L を介してマスク M のパターン像を基板 P 上に投影し、基板 P を露光する。

20

【 0 0 2 8 】

ここで、本実施形態では、露光装置 E X としてマスク M と基板 P とを走査方向（所定方向）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（所謂スキャニングステッパ）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、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、所定方向）を X 軸方向、水平面内において X 軸方向と直交する方向を Y 軸方向（非走査方向）、X 軸及び Y 軸方向に垂直で投影光学系 P L の光軸 A X 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。

【 0 0 2 9 】

基板 P は、デバイスの基材（半導体ウエハやガラス基板）上にフォトレジスト層、あるいはこのフォトレジスト層の上層に設けられるトップコート層（保護層）からなる膜部材 S P を設けたものである。したがって、基板 P 上の最上層に設けられた膜部材 S P は、液浸露光時において液体 1 に接触する液体接触面を形成する。フォトレジスト層としては、例えば、東京応化工業株式会社製 P 6 1 1 1 が用いられ、トップコート層としては、例えば、東京応化工業株式会社製 T S P - 3 A が用いられる。これらの膜部材の材料特性、特に、用いる液体との濡れ性又は接触角に応じて、液浸条件が決定される。

30

【 0 0 3 0 】

照明光学系 I L は、マスクステージ M S T に支持されているマスク M を露光光 E L 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 E L を集光するコンデンサレンズ、リレーレンズ系、露光光 E L によるマスク M 上の照明領域 I A 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 I A は照明光学系 I L により均一な照度分布の露光光 E L で照明される。照明光学系 I L から射出される露光光 E L としては、例えば水銀ランプから射出される紫外域の輝線（g 線、h 線、i 線）及び K r F エキシマレーザ光（波長 2 4 8 n m）等の遠紫外光（D U V 光）や、A r F エキシマレーザ光（波長 1 9 3 n m）及び F 2 レーザ光（波長 1 5 7 n m）等の真空紫外光（V U V 光）などが用いられる。本実施形態では、A r F エキシマレーザ光が用いられる。

40

【 0 0 3 1 】

50

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次元方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計51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51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。

10

【0032】

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側の先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。また、投影光学系PLには、この投影光学系PLの結像特性(光学特性)を調整可能な結像特性制御装置3が設けられている。結像特性制御装置3は、投影光学系PLを構成する複数の光学素子の一部を移動可能な光学素子駆動機構、及び鏡筒PK内の複数の光学素子間のうちの特定の空間の圧力を調整する圧力調整機構を含んで構成されている。光学素子駆動機構は、投影光学系PLを構成する複数の光学素子のうちの特定の光学素子を光軸AX方向に移動したり、光軸AXに対して傾斜する。結像特性制御装置3は制御装置CONTにより制御され、制御装置CONTは結像特性制御装置3を介して、投影光学系PLの投影倍率や像面位置を調整可能である。

20

【0033】

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2は鏡筒PKに対して着脱(交換)可能に設けられている。また、先端部の光学素子2は鏡筒PKより露出しており、液浸領域AR2の液体1は光学素子2に接触する。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。

【0034】

また、露光装置EXは、フォーカス検出系4を有している。フォーカス検出系4は、発光部4aと受光部4bとを有し、発光部4aから液体1を介して基板P表面(露光面)に斜め方向から検出光を投射し、その反射光を受光部4bで受光する。制御装置CONTは、フォーカス検出系4の動作を制御するとともに、受光部4bの受光結果に基づいて、所定基準面に対する基板P表面のZ軸方向における位置(フォーカス位置)を検出する。また、基板P表面における複数の各点での各フォーカス位置を求めることにより、フォーカス検出系4は基板Pの傾斜方向の姿勢を求めることもできる。

30

【0035】

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52と、Zステージ52を支持するXYステージ53と、XYステージ53を支持するベース54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。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。基板ステージPSTのXYステージ53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。

40

【0036】

基板ステージPST(Zステージ52)上には移動鏡55が設けられている。また、移動鏡55に対向する位置にはレーザ干渉計56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56によりリアルタイムで計測

50

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56の計測結果に基づいて基板ステージ駆動装置PSTDを介してXYステージ53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X軸方向及びY軸方向における位置決めを行う。

【0037】

また、制御装置CONTは基板ステージ駆動装置PSTDを介して基板ステージPSTのZステージ52を駆動することにより、Zステージ52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方向における位置を制御する。すなわち、Zステージ52は、フォーカス検出系4の検出結果に基づく制御装置CONTからの指令に基づいて動作し、基板Pのフォーカス位置（Z位置）及び傾斜角を制御して基板Pの表面（露光面）を投影光学系PL及び液体1を介して形成される像面に合わせ込む。

10

【0038】

基板ステージPST（Zステージ52）上には、基板Pを囲むように補助プレート57が設けられている。補助プレート57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57との間には1～2mm程度の隙間があるが、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57により投影光学系PLの下に液体1を保持することができる。

20

【0039】

液体供給機構10は、基板P上に液浸露光用の液体1を供給するものであって複数種の液体1を供給可能である。本実施形態において、液体供給機構10は第1の液体である純水と第2の液体であるフッ素系オイル（フッ素系流体）との2種類の液体1を供給可能である。液体供給機構10は、第1の液体（純水）を送出可能な第1液体供給部11及び第2液体供給部12と、第2の液体（フッ素系オイル）を送出可能な第3液体供給部21及び第4液体供給部22と、第1液体供給部11及び第3液体供給部21に接続され、第1の液体（純水）及び第2の液体（フッ素系オイル）のうちいずれか一方を選択し、この選択した液体1を基板P上に供給する第1配管系15と、第2液体供給部12及び第4液体供給部22に接続され、第1の液体（純水）及び第2の液体（フッ素系オイル）のうちいずれか一方を選択し、この選択した液体1を基板P上に供給する第2配管系16とを有している。

30

【0040】

図2は液体供給機構10及び液体回収機構30の概略構成を示す平面図である。図1及び図2に示すように、第1配管系15は、第1液体供給部11及び第3液体供給部21のいずれか一方から送出された液体1を流通する供給管19を備えており、この供給管19の一端部は管17、18を介して第1液体供給部11及び第3液体供給部21のそれぞれに接続されている。一方、供給管19の他端部は、複数の分岐管13Bを介して複数の第1供給部材13のそれぞれに接続されている。複数の第1供給部材13はY軸方向に並んで配置されており、その供給口13Aを基板Pの表面に向けて近接させている。本実施形態において、第1供給部材13は5つ並んで配置されている。そして、これら第1供給部材13は、Y軸方向（非走査方向）を長手方向とするスリット状（矩形状）に設定された投影光学系PLの投影領域AR1に対して走査方向一方側（-X側）に設けられている。

40

【0041】

管17、18には弁17A、18Aがそれぞれ設けられており、弁17A、18Aの動作は制御装置CONTに制御される。制御装置CONTは、弁17A、18Aを使って、管17を開放するとともに管18を閉塞し、第1液体供給部11を駆動することにより、第1液体供給部11から第1の液体（純水）を管17、供給管19、及び第1供給部材13を介して供給口13Aより基板P上に供給する。一方、制御装置CONTは、弁17A、18Aを使って、管18を開放するとともに管17を閉塞し、第3液体供給部21を駆動することにより、第3液体供給部21から第2の液体（フッ素系オイル）を管18、供

50

給管 19、及び第 1 供給部材 13 を介して供給口 13A より基板 P 上に供給する。

【0042】

第 2 配管系 16 は、第 2 液体供給部 12 及び第 4 液体供給部 22 のいずれか一方から送出された液体 1 を流通する供給管 25 を備えており、この供給管 25 の一端部は管 23、24 を介して第 2 液体供給部 12 及び第 4 液体供給部 22 のそれぞれに接続されている。一方、供給管 25 の他端部は、複数の分岐管 14B を介して複数の第 2 供給部材 14 のそれぞれに接続されている。複数の第 2 供給部材 14 は Y 軸方向に並んで配置されており、その供給口 14A を基板 P の表面に近接させている。第 2 供給部材 14 は、第 1 供給部材 13 同様、5 つ並んで配置されている。そして、これら第 2 供給部材 14 は投影領域 AR1 に対して走査方向他方側 (+X 側) に設けられている。

10

【0043】

管 23、24 には弁 23A、24A がそれぞれ設けられており、弁 23A、24A の動作は制御装置 CONT に制御される。制御装置 CONT は、弁 23A、24A を使って、管 23 を開放するとともに管 24 を閉塞し、第 2 液体供給部 12 を駆動することにより、第 2 液体供給部 12 から第 1 の液体 (純水) を管 23、供給管 25、及び第 2 供給部材 14 を介して供給口 14A より基板 P 上に供給する。一方、制御装置 CONT は、弁 23A、24A を使って、管 24 を開放するとともに管 23 を閉塞し、第 4 液体供給部 22 を駆動することにより、第 4 液体供給部 22 から第 2 の液体 (フッ素系オイル) を管 24、供給管 25、及び第 2 供給部材 14 を介して供給口 14A より基板 P 上に供給する。

【0044】

20

上記第 1 ~ 第 4 の各液体供給部 11、12、21、22 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おり、これら各液体供給部 11、12、21、22 の液体供給動作は制御装置 CONT により制御され、制御装置 CONT は、各液体供給部 11、12、21、22 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。また、各液体供給部 11、12、21、22 のそれぞれは液体の温度調整機構を有しており、装置が収容されるチャンバ内の温度とほぼ同じ 23 の液体 1 を基板 P 上に供給するようになっている。

【0045】

このように、液体供給機構 10 は、配管系 15、16 を使って、複数種 (ここでは 2 種) の液浸露光用の液体 1 を選択的に使用するための液体供給動作を行う。そして、図 2 に示すように、液体 1 が満たされた液浸領域 AR2 は投影領域 AR1 を含むように基板 P 上の一部に形成される。液体供給機構 10 は、複数の第 1、第 2 供給部材 13、14 の供給口 13A、14A のそれぞれより、投影領域 AR1 の両側で液体 1 を同時に供給する。

30

【0046】

以下の説明では、液体供給機構 10 は液浸露光用の液体 1 として純水を供給するものとする。純水は、露光光 EL が ArF エキシマレーザ光であっても透過可能である。また、純水は紫外域の輝線 (g 線、h 線、i 線) 及び KrF エキシマレーザ光 (波長 248 nm) 等の遠紫外光 (DUV 光) も透過可能である。また、投影光学系 PL の先端の光学素子 2 は蛍石で形成されている。蛍石は純水との親和性が高いので、光学素子 2 の液体接触面 2a 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 2a 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 2a と液体 1 との密着性が高く、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 2a に親水化 (親液化) 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。

40

【0047】

液体回収機構 30 は基板 P 上の液体 1 を回収するものであって、基板 P の表面に近接して配置された回収口 31A、32A を有する複数の第 1、第 2 回収部材 31、32 と、この第 1、第 2 回収部材 31、32 のそれぞれに回収管 33A、34A を介して接続された第 1、第 2 液体回収部 33、34 とを備えている。回収管 33A は複数の第 1 回収部材 31 のそれぞれに接続され、回収管 34A も複数の第 2 回収部材 32 のそれぞれに接続され

50

ているが、図2ではその図示を一部省略している。複数の第1回収部材31は、投影領域AR1の-X側において、略円弧状に配置されており、その回収口31Aを基板Pの表面に向くように配置されている。また、複数の第2回収部材32は、投影領域AR2の+X側において、略円弧状に配置されており、その回収口32Aを基板Pの表面に向くように配置されている。そして、これら複数の第1、第2回収部材31、32は、液体供給機構10の第1、第2供給部材13、14、及び投影領域AR1を取り囲むように配置されている。

【0048】

第1、第2液体回収部33、34は例えば真空ポンプ等の吸引装置、及び回収した液体1を収容するタンク等を備えており、基板P上の液体1を第1、第2回収部材31、32、及び回収管33A、34Aを介して回収する。第1、第2液体回収部33、34の液体回収動作は制御装置CONTにより制御され、制御装置CONTは第1、第2液体回収部33、34による単位時間あたりの液体回収量(回収力)を制御可能である。第1、第2供給部材13、14の供給口から基板P上に供給された液体1は、投影光学系PLの先端部(光学素子2)の下端面と基板Pとの間に濡れ拡がるように供給される。また、投影領域AR1に対して第1、第2供給部材13、14の外側に流出した液体1は、この第1、第2供給部材13、14より投影領域AR1に対して外側に配置されている第1、第2回収部材31、32の回収口より回収される。

【0049】

図3は、第1供給部材13を拡大断面図である。図3(a)において、第1供給部材13は、本体部材40と、本体部材40の下方において本体部材40に対してスライド可能なスライド部材41と、スライド部材41の下端部である供給口13Aに設けられ、スライド部材41に対してX方向にスライドすることにより供給口13Aの大きさを変更可能なシャッタ部材42とを備えている。スライド部材41及びシャッタ部材42は不図示の駆動装置によりスライド移動される。そして、図3(b)に示すように、スライド部材41が本体部材40に対して+X方向に移動することにより、供給口13Aの位置が+X側に移動し、図3(c)に示すように、スライド部材41が本体部材40に対して-X方向に移動することにより、供給口13Aの位置が-X側に移動する。また、図3(d)に示すように、シャッタ部材42が供給口13Aの内側に向かって移動することにより、供給口13Aが小さくなる。

【0050】

そして、第2供給部材14、第1回収部材31、及び第2回収部材32のそれぞれは、第1供給部材13と同等の構成を有している。したがって、第2供給部材14はその供給口14Aの位置及び大きさを変更可能であり、同様に、第1、第2回収部材31、32のそれぞれはその回収口31A、32Aの位置及び大きさを変更可能である。

【0051】

図4は、第1、第2供給部材13、14の液体供給位置、及び第1、第2回収部材31、32の液体回収位置が変更される様子を示す模式図である。制御装置CONTは、第1、第2供給部材13、14の駆動装置、及び第1、第2回収部材31、32の駆動装置を駆動することにより、図4(a)に示すように、第1、第2供給部材13、14による液体供給位置を投影光学系PLの投影領域AR1に対して近づけることができるとともに、第1、第2回収部材31、32による液体回収位置を投影領域AR1に対して離すことができる。また、図4(b)に示すように、制御装置CONTは、第1、第2供給部材13、14の駆動装置、及び第1、第2回収部材31、32の駆動装置を駆動することにより、第1、第2供給部材13、14による液体供給位置を投影領域AR1に対して離すことができるとともに、第1、第2回収部材31、32による液体回収位置を投影領域AR1に対して近づけることができる。そして、第1、第2供給部材13、14による液体供給位置、及び第1、第2回収部材31、32による液体回収位置は、それぞれ独立して調整可能となっている。

【0052】

10

20

30

40

50

次に、上述した露光装置 EX を用いてマスク M のパターンの像を投影光学系 PL と液浸領域 AR 2 の液体 1 とを介して基板 P 上に投影露光する方法について説明する。

【 0 0 5 3 】

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 の先端部直下のスリット状（矩形状）の投影領域 AR 1 に、照明領域 IA に応じたマスク 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。そして、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 SA に対する走査露光処理が順次行われる。

10

【 0 0 5 4 】

また、図 5 に示すブロック図のように、記憶装置 MRY には、液浸露光を行うための液浸条件に関する情報が記憶されている（液浸条件データベース）。具体的には、記憶装置 MRY は、液浸露光時において基板 P 上の液体 1 に接触する液体接触面に形成されている膜部材 SP と液体 1 との親和性と、その親和性に対応する液浸条件との関係が複数マップデータとして記憶されている。ここで、膜部材 SP と液体 1 との親和性に関する情報は、膜部材 SP に対する液体 1 の接触角情報を含む。更に、記憶装置 MRY には、液体 1 の材料特性（例えば揮発性や粘性、密度、表面張力など）に応じた液浸露光条件が予め記憶されている。なお、後述するように、種々の膜部材 SP とそれらの膜部材 SP に好適な液体種を予め調査しておき、膜部材 SP とその膜部材に好適な液体種の組み合わせ並びにその組み合わせに最適な液浸条件を記憶装置 MRY に保存しておいてもよい。

20

【 0 0 5 5 】

液浸露光処理を行うに際し、露光処理されるべき基板 P の膜部材情報が入力装置 60 を介して制御装置 CONT に入力される。入力される膜部材情報には、膜部材 SP と液体 1 との接触角に関する情報が含まれている。制御装置 CONT は、入力された膜部材情報（接触角に関する情報）に応じて、記憶装置 MRY に予め記憶されている、膜部材 SP と液体 1 との親和性（接触角）とその親和性（接触角）に対応する液浸条件との関係（マップデータ）を参照し、露光処理されるべき基板 P に対する最適な液浸条件を選択し、決定する。

30

【 0 0 5 6 】

ここで、液浸条件は、液浸露光用の液体 1 の基板 P 上への供給条件を含む。また、液体 1 の供給条件は、基板 P 上に対する液体供給位置に関する条件、及び単位時間あたりの液体供給量に関する条件を含む。

【 0 0 5 7 】

更に、液浸条件は、液浸露光用の液体 1 の基板 P 上からの回収条件を含む。また、液体 1 の回収条件は、基板 P 上での液体回収位置に関する条件、及び単位時間あたりの液体回収量（液体回収力）に関する条件を含む。

40

【 0 0 5 8 】

例えば、制御装置 CONT は、膜部材 SP に対する液体 1 の接触角に応じて、液体供給機構 10 の液体供給量及び液体回収機構 30 の液体回収量を調整する。

【 0 0 5 9 】

具体的には、膜部材 SP に対する液体 1 の接触角が大きい場合、膜部材 SP は液体 1 に対して撥液性（撥水性）を有していることになるので、基板 P（膜部材 SP）上に液体 1 を供給した際、この液体 1 は過剰に濡れ拡がらない。したがって、この膜部材 SP に対して液体 1 を供給する場合、液体供給機構 10 は、例えば単位時間あたりの液体供給量を多くする。こうすることにより、基板 P（膜部材 SP）表面に対して液体 1 を良好に濡れ拡がらせることができ、液浸領域 AR 2 を円滑に形成できる。また、膜部材 SP が撥液性を

50

有する場合、走査露光のために基板 P を走査移動すると、液体 1 が基板 P (膜部材 S P) に対して剥離を生じやすくなるが、液体供給量を多くすることで、液体 1 の剥離の発生を抑えることができる。

【 0 0 6 0 】

また、膜部材 S P が液体 1 に対して撥液性 (撥水性) である場合、液体 1 は過剰に濡れ拡がらないので、液体回収機構 3 0 は基板 P (膜部材 S P) 上の液体 1 を比較的回収しやすい。したがって、液体回収機構 3 0 は、液体回収力 (液体回収部の駆動力)、すなわち単位時間あたりの液体回収量を低減しても液体 1 を円滑に回収できる。したがって、液体回収部の駆動に起因する振動の発生を抑制することができる。

【 0 0 6 1 】

一方、膜部材 S P に対する液体 1 の接触角が小さい場合、膜部材 S P は液体 1 に対して親液性 (親水性) を有していることになるので、基板 P (膜部材 S P) 上に液体 1 を供給した際、この液体 1 は濡れ拡がりやすい。したがって、この膜部材 S P に対して液体 1 を供給する場合、液体供給機構 1 0 は、例えば単位時間あたりの液体供給量を少なくしても、基板 P (膜部材 S P) 表面に対して液体 1 を良好に濡れ拡がらせることができ、液浸領域 A R 2 を円滑に形成できる。また、液体供給量を低減できるので、液体 1 の浪費を抑え、液体供給部の駆動に起因する振動の発生を抑制することができる。

【 0 0 6 2 】

また、膜部材 S P が液体 1 に対して親液性 (親水性) である場合、液体 1 は基板 P (膜部材 S P) 上で濡れ拡がりやすいので、液体回収機構 3 0 は基板 P (膜部材 S P) 上の液体 1 を回収しづらくなる可能性がある。したがって、液体回収機構 3 0 は、液体回収力 (液体回収部の駆動力)、すなわち単位時間あたりの液体回収量を多くする。こうすることにより、液体回収機構 3 0 は液体 1 を円滑に回収できる。

【 0 0 6 3 】

また、制御装置 C O N T は、膜部材 S P に対する液体 1 の接触角に応じて、液体供給機構 1 0 の液体供給位置及び液体回収機構 3 0 の液体回収位置を調整することができる。

【 0 0 6 4 】

例えば、膜部材 S P に対する液体 1 の接触角が大きい場合、膜部材 S P は液体 1 に対して撥液性 (撥水性) を有していることになるので、基板 P (膜部材 S P) 上に液体 1 を供給した際、この液体 1 は濡れ拡がりにくくなるので、走査露光するために基板 P を液体 1 に対して移動する際、基板 P (膜部材 S P) に対する液体 1 の剥離が生じやすくなる可能性がある。したがって、液体供給機構 1 0 は、その液体供給位置を投影光学系 P L の投影領域 A R 1 より離れた位置に、すなわち、液体供給位置の投影光学系 P L の投影領域 A R 1 に対する距離を長くして、液浸領域 A R 2 を大きく形成することにより、基板 P を走査移動した際に液体 1 の剥離の発生を抑えることができる。液体供給位置の調整は、図 3 を参照して説明したように、供給部材 1 3、1 4 の本体部材 4 0 に対してスライド部材 4 1 をスライドさせればよい。

【 0 0 6 5 】

また、液体 1 が膜部材 S P に対して撥液性 (撥水性) である場合、過剰に濡れ拡がらないので、上述したように、液体回収機構 3 0 は基板 P (膜部材 S P) 上の液体 1 を比較的回収しやすい。したがって、液体回収機構 3 0 は、その液体回収位置を投影光学系 P L の投影領域 A R 1 に近い位置に、すなわち、液体回収位置の投影光学系 P L の投影領域 A R 1 に対する距離を短くしても、液体 1 を円滑に回収できる。したがって、液体回収機構 3 0 が占有するスペースをコンパクト化できる。

【 0 0 6 6 】

一方、膜部材 S P に対する液体 1 の接触角が小さい場合、膜部材 S P は液体 1 に対して親液性 (親水性) を有していることになるので、基板 P (膜部材 S P) 上に液体 1 を供給した際、この液体 1 は濡れ拡がりやすい。したがって、この膜部材 S P に対して液体 1 を供給する場合には、液体供給機構 1 0 は、その液体供給位置を投影光学系 P L の投影領域 A R 1 に近い位置に、すなわち、液体供給位置の投影光学系 P L の投影領域 A R 1 に対す

10

20

30

40

50

る距離を短くすることにより、液体1の外側への漏洩を抑えることができる。

【0067】

また、液体1が膜部材SPに対して親液性（親水性）である場合、液体1は基板P（膜部材SP）上で濡れ拡がりやすいので、液体回収機構30は基板P（膜部材SP）上の液体1を回収しづらくなる可能性がある。したがって、液体回収機構30は、その液体回収位置を投影光学系PLの投影領域AR1より離れた位置に、すなわち、液体回収位置の投影光学系PLの投影領域AR1に対する距離を長くすることにより、液体回収機構30は液体1を円滑に回収できる。つまり、液体1が濡れ拡がりやすい場合には、液体供給位置に対して離れた位置で液体回収することで、供給された液体1の流れの勢いが低減された状態で回収することになるため、膜部材SPに対して親液性を有する液体1を回収する際

10

【0068】

また、制御装置CONTは、膜部材SPに対する液体1の接触角に応じて、液体供給機構10の液体供給口13A、14Aの大きさ及び液体回収機構30の液体回収口の大きさ31A、32Aを調整することができる。

【0069】

例えば、膜部材SPに対する液体1の接触角が大きい場合、膜部材SPは液体1に対して撥液性（撥水性）を有していることになるので、基板Pに対して液体1は剥離を生じやすい。この場合、液体供給口13A、14Aを小さくすることにより、基板P上に供給される液体1の流れの勢いが増すため、剥離の発生を抑えることができる。液体供給口の大きさの調整は、図3を参照して説明したように、供給部材13、14のシャッタ部材42を移動すればよい。

20

【0070】

また、液体1が膜部材SPに対して撥液性（撥水性）である場合、上述したように、液体回収機構30は基板P（膜部材SP）上の液体1を比較的回収しやすい。したがって、液体回収機構30は、その液体回収口31A、32Aを小さくすることができる。液体回収口31A、32Aを小さくすることにより、液体1を回収する際に、空気を噛み込みにくくなるので、液体回収機構30は基板P上の液体1を円滑に回収することができる。

【0071】

一方、膜部材SPに対する液体1の接触角が小さい場合、膜部材SPは液体1に対して親液性（親水性）を有していることになるので、液体供給口13A、14Aを大きくして液体1を基板P上に供給しても円滑に液浸領域AR2を形成することができる。

30

【0072】

また、液体1が膜部材SPに対して親液性（親水性）である場合、液体1は基板P（膜部材SP）上で濡れ拡がりやすいので、液体回収機構30は基板P（膜部材SP）上の液体1を回収しづらくなる可能性がある。そこで、液体回収口31A、32Aを大きくして、広い範囲で液体1を回収することで、基板P上の液体1を円滑に回収することができる。

【0073】

以上説明したように、膜部材SPに対する液体1の接触角（親和性）に対応する最適な液浸条件（供給・回収量、供給・回収位置等）が予め求め、この最適な液浸条件に関する情報を記憶装置MRYに記憶しておくことにより、制御装置CONTは、入力装置60を介して入力された露光処理されるべき基板Pの膜部材SPに関する情報（液体1に関する膜部材SPの接触角情報）に基づいて、複数記憶されている液浸条件のなかから最適な液浸条件を選択して決定し、この選択した液浸条件に基づいて、上述したように、液体供給・回収量や、液体供給・回収位置を設定する。そして、制御装置CONTは、基板Pに対して液浸露光を行う。

40

【0074】

液浸露光処理を行う際には、制御装置CONTは、基板搬送系を使って基板Pを基板ス

50

テージ P S T にロードした後、液体供給機構 10 を駆動して基板 P 上に対する液体供給動作を開始する。液浸領域 A R 2 を形成するために液体供給機構 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、第 1、第 2 配管系 15、16 を流通した後、第 1、第 2 供給部材 13、14 を介して基板 P 上に供給され、投影光学系 P L と基板 P との間に液浸領域 A R 2 を形成する。第 1、第 2 供給部材 13、14 の供給口 13 A、14 A は投影領域 A R 1 の X 軸方向（走査方向）両側に配置されており、制御装置 C O N T は、液体供給機構 10 の供給口 13 A、14 A より投影領域 A R 1 の両側で基板 P 上への液体 1 の供給を同時に行う。これにより、基板 P 上に供給された液体 1 は、少なくとも投影領域 A R 1 より広い範囲の液浸領域 A R 2 を基板 P 上に形成する。

【 0 0 7 5 】

本実施形態において、投影領域 A R 1 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 C O N T 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 A R 1 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 C O N T は、投影領域 A R 1 に対して - X 側（すなわち供給口 13 A）からの液体量を、+ X 側（すなわち供給口 14 A）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 A R 1 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。

【 0 0 7 6 】

また、制御装置 C O N T は、液体回収機構 30 の第 1、第 2 液体回収部 33、34 を制御し、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、第 1、第 2 供給部材 13、14 の供給口 13 A、14 A より投影領域 A R 1 に対して外側に流れる基板 P 上の液体 1 は、第 1、第 2 回収部材 33、34 の回収口 31 A、32 A より回収される。このように、液体回収機構 30 は、投影領域 A R 1 を取り囲むように設けられている回収口 31 A、32 A により基板 P 上の液体 1 の回収を行う。

【 0 0 7 7 】

ここで、制御装置 C O N T は、基板 P の移動条件も考慮して、液浸条件を選択して決定することができる。例えば、基板 P を移動しながら走査露光する場合、基板 P の膜部材 S P が液体 1 に対して親液性を有している場合には、液体 1 を走査方向一方側からのみ供給することによっても、液体 1 は基板 P 上で良好に濡れ拡がって、液浸領域 A R 2 を円滑に形成することができる。例えば、基板 P を + X 方向に移動しながら液浸露光する際、液体供給機構 10 は第 1 供給部材 13 から液体 1 を供給し、第 2 供給部材 14 からの液体供給を停止する、あるいは第 2 供給部材 14 からの液体供給量を第 1 供給部材 13 からの液体供給量より少なくするといったことができる。一方、基板 P の膜部材 S P が液体 1 に対して撥液性を有している場合には、液体 1 を走査方向両側から供給することで、液浸領域 A R 2 を円滑に形成することができる。

【 0 0 7 8 】

また、制御装置 C O N T は、基板 P の移動条件に応じて制御装置 C O N T は、基板 P の X 軸方向（走査方向）に関する速度又は加速度に応じて、液浸条件を決定する。例えば、基板 P の走査速度（あるいは加速度）が高速であれば、制御装置 C O N T は基板 P に対する液体供給量を増大するとともに、基板 P 上の液体回収力を増大する。一方、基板 P の走査速度（あるいは加速度）が比較的低速であれば、制御装置 C O N T は基板 P に対する液体供給量を減少し、基板 P 上の液体回収力を低減しても、液浸領域 A R 2 を円滑に形成することができる。

【 0 0 7 9 】

また、基板 P の走査速度（あるいは加速度）が高速化することにより、液体 1 の剥離が生じやすくなるので、液体供給機構 10 は、単位時間あたりの液体供給量を多くするとともに、その供給位置を投影光学系 P L の投影領域 A R 1 より離れた位置に設定して液浸領域 A R 2 を大きくし、剥離の発生を抑えることができる。同様に、基板 P の走査速度（あ

10

20

30

40

50

るいは加速度)が高速化するに従い、基板P上の液体1を回収しづらくなるので、液体回収機構30による液体回収力を増大するとともに、この回収位置を投影光学系PLの投影領域AR1から離れた位置に設定して、液体1の流れの勢いが低減された位置で液体1を回収することで、液体1を円滑に回収することができる。

【0080】

更に、制御装置CONTは、基板Pの走査方向(X軸方向)及びステップ移動方向(Y軸方向)を含む基板Pの移動方向に応じて、液浸条件を決定する。例えば、基板PがY軸方向にステップ移動する際には、液体供給機構10による液体回収動作を停止、あるいは走査露光時に比べて液体供給量を低減する。あるいは、制御装置CONTは、投影領域AR1を囲むように配置された複数の回収部材31、32のうち、投影領域AR1に対し

10

【0081】

また、制御装置CONTは、膜部材SPに応じて、液浸条件の1つである液体供給口13A、14Aの形状や、液体回収口31A、32Aの形状を変えることもできる。上記実施形態では、シャッタ部材42を駆動することで供給口あるいは回収口を、幅の広いスリット形状(略正方形)と幅の狭いスリット形状(長方形)との間で変更可能であるが、例えば、膜部材SPに応じて、円形状や楕円形状、あるいは多角形状にする等、種々の形状を選択し、供給口及び回収口の形状を決定する。

【0082】

20

ところで、上述したように、本実施形態の露光装置EXは、第1の液体である純水と、第2の液体であるフッ素系オイルとを切り替えて基板P上に供給可能である。制御装置CONTは、露光処理されるべき基板Pの膜部材SPに応じて、基板P上に供給する液体1を変える。例えば、膜部材SPが、アミン系物質等の純水に溶けやすいものである場合、液浸露光用の液体1としてフッ素系オイルを使うことが好ましい。したがって、入力装置60を介して、膜部材SPに関する情報が入力されたら、制御装置CONTは、液体供給機構10を制御して、基板Pに供給する液体1を選択する。そして、制御装置CONTは、使用する液体1に応じて、液浸条件を決定する。

【0083】

記憶装置MRYには、この膜部材SPと液体(第2の液体)1との親和性と、その親和性に対応する液浸条件との関係も記憶されている。制御装置CONTは、露光処理されるべき基板P(膜部材SP)に応じて、液体供給・回収量や液体供給・回収位置を含む液浸条件を決定する。

30

【0084】

なお前述の膜部材SPに応じて基板P上に供給する液体1を変更する場合には、膜部材SPとその膜部材SPに好適な液体種の組み合わせ並びにその組み合わせを用いる場合の液浸条件を記憶装置MRYに保存しておくことができる。こうすることで、露光装置のオペレータが膜部材SPを選定(入力)すれば、液体種を含めた液浸条件が自動的に決定されることになる。すなわち、液体種の選定は液浸条件の一つと見ることにもできる。なお、膜部材SPとしては、フォトレジストの材料、製造主、品番などを記憶させておくことができる。

40

【0085】

また、基板P上に供給する液体1の材料特性によって液浸条件を変えてもよい。例えば、液体1が揮発しやすい液体である場合には、単位時間あたりの液体供給量を多くする。これにより、揮発しやすい液体1であっても、液浸領域AR2を円滑に形成できる。また、揮発しやすい液体1の場合、揮発することで基板P上より除去されるので、例えば液体回収力を低減することもできる。つまり、制御装置CONTは、基板P上に供給される液体1の材料特性のうち揮発性に応じて、液浸条件を調整することができる。

【0086】

また、基板P上に供給する液体1の粘性が高い場合には、例えば基板Pに対する基板ホ

50

ルダによる基板保持力を大きくするといったように、制御装置CONTは、液体1の材料特性のうち粘性に応じて、液浸露光条件を調整することができる。つまり、液体1の粘性が高いと、走査露光した際に、液体1の粘性により基板Pが液体1に引っ張られる現象が生じる場合が考えられ、これにより露光中において基板ホルダに対して基板Pの位置がずれてしまう不都合が生じる可能性がある。したがって、制御装置CONTは、液体1の粘性に応じて、基板ホルダによる基板Pの保持力を調整する。具体的には、基板ホルダが真空吸着孔を介して基板Pを真空吸着保持する構成のものである場合には、制御装置CONTは基板Pに対する真空吸着力を増大する。一方、液体1の粘性が低い場合には、走査露光中に基板Pの位置がずれる可能性が低くなるので、制御装置CONTは、基板Pの反りを考慮して基板Pに対する真空吸着力を低減するといった制御が可能である。

10

【0087】

更に、液体1が変わることにより、液体1の比熱も変わるため、例えば露光光ELの光量を調整したり、あるいは、液体1の温度変化に伴う液体1の屈折率変化を考慮して、基板Pのフォーカス位置及び傾斜を制御することができる。例えば、フォーカス検出系4によるフォーカス位置検出結果を補正するといったことができる。

【0088】

また液体1と膜部材SPとの親和性（接触角）が変わることにより、液体1が基板Pに及ぼす圧力も変わるため、液体1が基板Pに及ぼす圧力変化も考慮して、基板Pのフォーカス位置及び傾斜を制御することもできる。

【0089】

また、液体1を変更することにより、投影光学系PL及び液体1を介した像の結像特性が変化することが考えられる。この場合、制御装置CONTは、記憶装置MRYに予め記憶されている液体1の材料特性及び光学特性に基づいて、結像特性制御装置3を駆動することで、液体1が変更したことによる結像特性の変化を補正することができる。更に、制御装置CONTは、基板ステージPSTのZ軸方向の位置やX、Y方向の姿勢を調整することで液体1の変更に伴って変化した像面位置に基板Pの表面を合わせ込むこともできる。

20

【0090】

記憶装置MRYに記憶されているマップデータは随時更新することができる。つまり、更に異なる種類の膜部材SPを有する基板Pを露光するときや、新たな種類の液体1を使うときには、この新たな膜部材SPや液体1について例えば実験を行って前記マップデータを作成し、記憶装置MRYに記憶されているマップデータを更新すればよい。また、マップデータの更新は、例えばインターネットを含む通信装置を介して、露光装置EX（記憶装置MRY）に対して遠隔地より行うことも可能である。

30

【0091】

なお、上述の実施形態においては、液体供給機構10は、膜部材SPに応じて2種類の液体を供給可能であるが、1種類の液体だけを供給する構成であってもよいし、3種類以上の液体を供給できるようにしてもよい。

【0092】

また上述の実施形態においては、膜部材SPと液体1との親和性と、その親和性に対応する液浸条件との関係を記憶装置MRYに記憶しているが、使用する膜部材SPの種類及び使用する液体1の種類が予めわかっている場合には、膜部材SPと液浸条件との関係を記憶装置MRYに記憶しておき、オペレータなどによって選択（入力）された膜部材SPの情報から直ちに液浸条件が決定されるようにしてもよい。

40

【0093】

また、上記実施形態においては、膜部材SPと液体1との接触角（親和性）に応じて液浸条件を決定する場合に、基板Pの移動条件（例えば、走査露光における基板Pの速度又は加速度又はその両方）も考慮するようにしているが、膜部材SPと液体1との接触角（親和性）に基づいて、基板Pの移動条件（例えば、走査露光における基板Pの速度又は加速度又はその両方）を決定するようにしてもよい。例えば、膜部材SPの液体1に対する

50

親和性が比較的高い場合には、走査露光における基板 P の速度や加速度を大きくする。膜部材 S P と液体 1 との親和性が比較的高い場合には、液体 1 が基板 P 上で濡れ拡がりやすいため、基板 P の速度や加速度を大きくしても液浸領域 A R 2 を円滑に形成することができる。逆に、膜部材 S P の液体 1 に対する親和性が比較的低い場合には、走査露光における基板 P の速度や加速度を小さくする。膜部材 S P の液体 1 に対する親和性が比較的低い場合には、液体 1 が基板 P 上で濡れ拡がりにくいため、基板 P の速度や加速度を大きくしすぎると液体 1 の剥離などが生じて、投影光学系 P L と基板 P との間を液体 1 で十分に満たせない可能性があるからである。

【 0 0 9 4 】

また、膜部材 S P に応じて決定された液浸条件に基づいて基板 P の移動条件を決定することもできる。例えば、膜部材 S P に応じて決定された液体回収機構 3 0 の液体回収力が小さい場合には、基板 P の走査速度や加速を小さくすることによって、液体 1 の剥離や漏洩を防止することができる。

【 0 0 9 5 】

また、上記実施形態では、膜部材 S P と液体 1 との接触角（親和性）を予め実験等により求めておき、この求めた接触角に対応する液浸条件を記憶装置 M R Y に記憶しておく構成であるが、露光処理前に、基板 P 上の液体接触面に形成される膜部材 S P と液体 1 との親和性を、露光装置 E X に設けられた計測装置で計測し、この計測結果に基づいて液浸条件を決定するようにしてもよい。

【 0 0 9 6 】

図 6 は、膜部材 S P と液体 1 との親和性を計測する計測装置（計測手段）7 0 を示す模式図である。本実施形態において、計測装置 7 0 は基板 P の搬送経路上に設けられている。図 6（a）において、計測装置 7 0 は、基板搬送系の一部を構成するローダ用ハンド 7 1 に保持されている基板 P 表面に液体 1 の液滴を滴下可能な滴下部 7 2 と、液体 1 の液滴を検知可能な検知部 7 3 とを備えている。ローダ用ハンド 7 1 は露光処理されるべき基板 P を基板ステージ P S T にロードする。ローダ用ハンド 7 1 は、ローダ用ハンド 7 1 を軸方向に回転する回転駆動部 7 4 により、基板 P を保持した状態で回転可能となっている。この回転駆動部 7 4 の駆動は制御装置 C O N T に制御される。また検知部 7 3 は、液滴の検知信号を制御装置 C O N T に出力する。

【 0 0 9 7 】

膜部材 S P と液体 1 との親和性（接触角）を計測する際には、ローダ用ハンド 7 1 が基板 P を水平に保持した状態で、この基板 P の膜部材 S P に対して滴下部 7 2 より液体 1 の液滴が滴下される。液体 1 の液滴が基板 P の膜部材 S P 上に配置されたら、ローダ用ハンド 7 1 を図 6 中の矢印 r で示す方向に回転することによって、保持した基板 P を傾斜させる。基板 P を傾斜させるにしたがって、図 6（b）に示すように、液体 1 が基板 P（膜部材 S P）表面から転がるように落下する。落下した液体 1 は検知部 7 3 に検知される。検知部 7 3 の検知信号は制御装置 C O N T に出力され、制御装置 C O N T は、このときの基板 P の傾斜角度（転落角）を、回転駆動部 7 4 の駆動量より求める。転落角 は、基板 P を水平面に対して傾けたときに基板 P の膜部材 S P 表面の液体 1 の液滴が転がり落ちる角度である。この転落角 は、膜部材 S P に対する液体 1 の接触角に対応する。例えば、転落角 が小さい場合には、膜部材 S P は液体 1 に対して撥液性であって、接触角は大きい。したがって、この転落角 を求めることにより、制御装置 C O N T は、膜部材 S P に対する液体 1 の接触角を求めることができる。制御装置 C O N T は、計測装置 7 0 で計測した接触角に基づいて液浸条件を設定し、ローダ用ハンド 7 1 で基板ステージ P S T 上にロードされた基板 P に対して液浸露光を行う。

【 0 0 9 8 】

なお、本実施形態では、図 3 を参照して説明したように、供給部材 1 3、1 4 及び回収部材 3 1、3 2 のそれぞれにスライド機構を設け、スライド機構を駆動することで液体供給位置及び液体回収位置の変更を行っているが、図 7 に示すように、供給部材及び回収部材の一部をフレキシブルチューブ 8 0 で構成し、このチューブ 8 0 を曲げることで、図 7

10

20

30

40

50

(a)、(b) に示すように、その供給位置及び回収位置を変更するようにしてもよい。

【 0 0 9 9 】

なお、上記実施形態における露光装置 E X は、液体 1 として純水とフッ素系オイルとを切り替えて使用可能であるが、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 P L 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。

【 0 1 0 0 】

そして、波長が 1 9 3 n m 程度の露光光 E L に対する純水 (水) の屈折率 n はほぼ 1 . 4 4 であるため、露光光 E L の光源として A r F エキシマレーザ光 (波長 1 9 3 n m) を用いた場合、基板 P 上では $1 / n$ 、すなわち約 1 3 4 n m 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 . 4 4 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 P L 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。

10

【 0 1 0 1 】

本実施形態では、投影光学系 P L 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 P L 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 P L の先端に取り付ける光学素子としては、投影光学系 P L 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 E L を透過可能な平行平板であってもよい。

20

【 0 1 0 2 】

液体 1 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 E X の運搬、組立、調整時等において投影光学系 P L の透過率、基板 P 上での露光光 E L 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 1 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 1 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。即ち、露光光 E L 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 1 中の不純物の付着などに起因して液体 1 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。

30

【 0 1 0 3 】

なお、液体 1 の流れによって生じる投影光学系 P L 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。

【 0 1 0 4 】

なお、本実施形態では、投影光学系 P L 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。

40

【 0 1 0 5 】

一方、例えば、露光光 E L の光源が F 2 レーザである場合、この F 2 レーザ光は水を透過しないので、液体 1 としては F 2 レーザ光を透過可能な上記フッ素系オイル等のフッ素系流体であることが好ましい。この場合、液体 1 と接触する部分には、例えばフッ素を含む極性の小さい分子構造の物質で薄膜を形成することで親液化処理する。また、液体 1 としては、その他にも、露光光 E L に対する透過性があるだけ屈折率が高く、投影光学系 P L や基板 P 表面に塗布されているフォト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。この場合も表面処理は用いる液体 1 の極性に依りて行われる。

50

【 0 1 0 6 】

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。

【 0 1 0 7 】

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

10

【 0 1 0 8 】

また、本発明は、特開平 10 - 163099 号公報、特開平 10 - 214783 号公報、特表 2000 - 505958 号公報などに開示されているツインステージ型の露光装置にも適用できる。

【 0 1 0 9 】

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 0 】

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（USP5,623,853 または USP5,528,118 参照）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。

【 0 1 1 1 】

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 1 2 】

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、特開平 8 - 166475 号公報（USP5,528,118）に記載されているように、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。

【 0 1 1 3 】

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、特開平 8 - 330224 号公報（US S/N 08/416,558）に記載されているように、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。

40

【 0 1 1 4 】

以上のように、本願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

50

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。

【0115】

半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図8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。

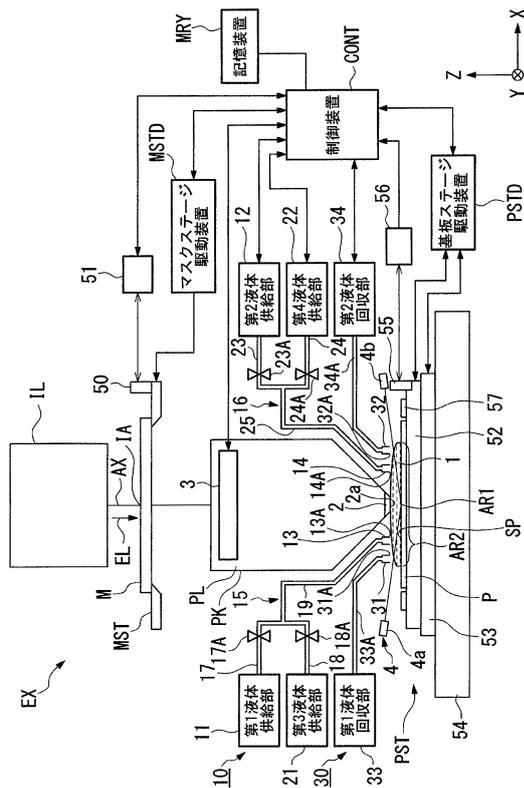
10

【符号の説明】

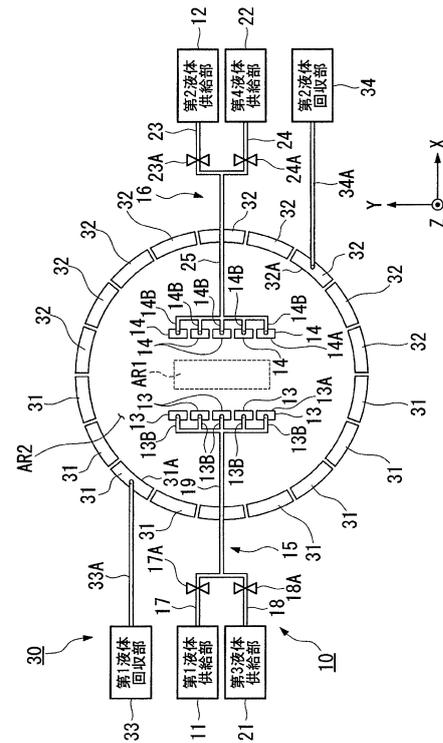
【0116】

1...液体、10...液体供給機構、13A、14A...供給口（供給位置）、15、16...配管系、30...液体回収機構、31A、32A...回収口（回収位置）、70...計測装置（計測手段）、AR1...投影領域、AR2...液浸領域、CONT...制御装置、EX...露光装置、MRY...記憶装置、P...基板、PL...投影光学系、SP...膜部材

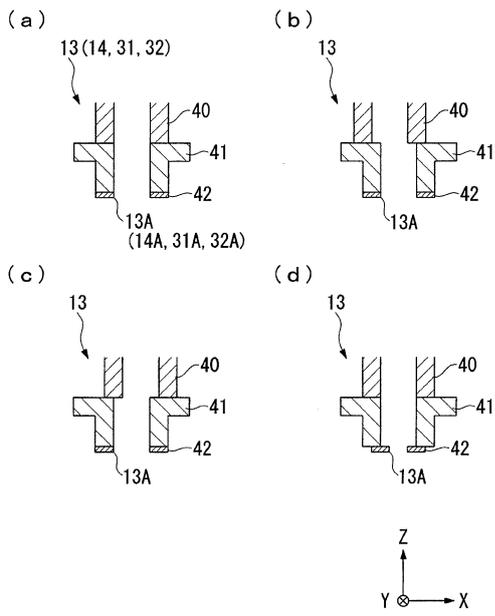
【図1】



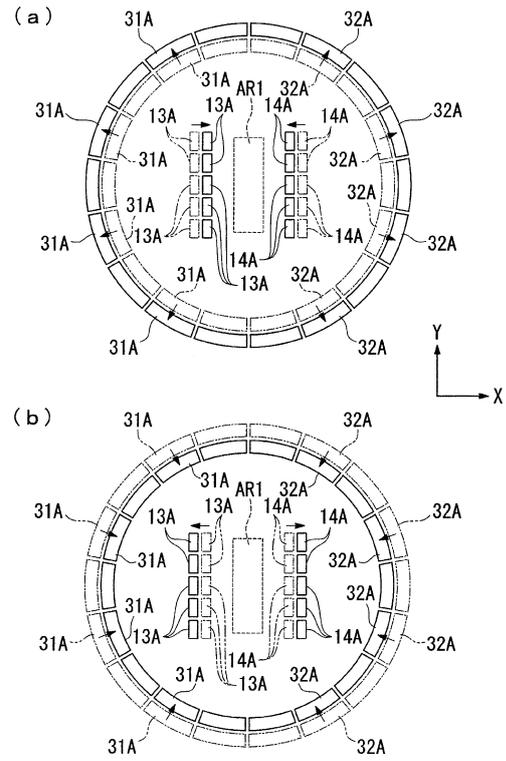
【図2】



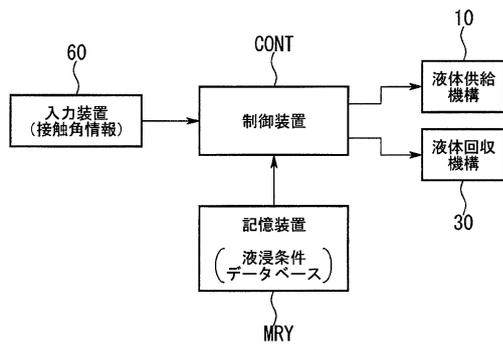
【図3】



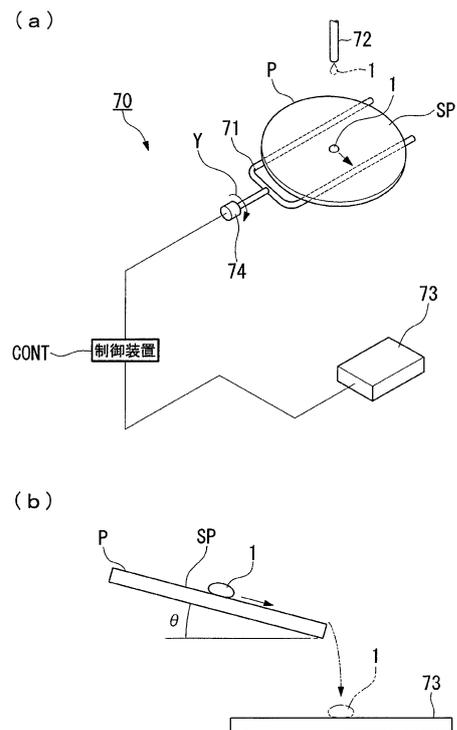
【図4】



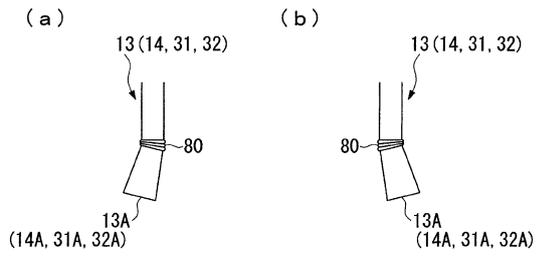
【図5】



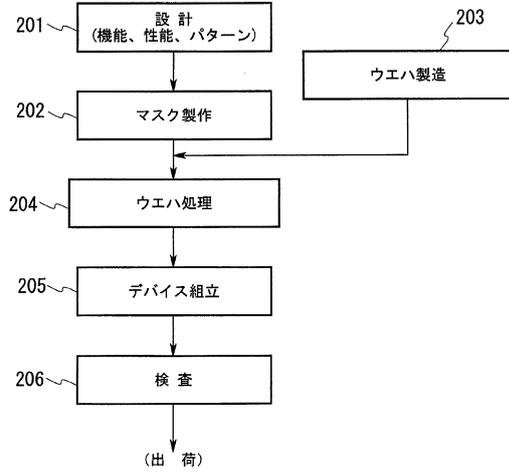
【図6】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(72)発明者 長坂 博之
東京都千代田区有楽町一丁目12番1号 株式会社ニコン内

審査官 赤尾 隼人

(56)参考文献 特開平10-340846(JP,A)
国際公開第99/049504(WO,A1)
特開平10-154659(JP,A)
特開昭63-157419(JP,A)
特開平07-220990(JP,A)
特開昭58-202448(JP,A)
米国特許第04346164(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/027
G03F 7/20