

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6332395号  
(P6332395)

(45) 発行日 平成30年5月30日(2018.5.30)

(24) 登録日 平成30年5月11日(2018.5.11)

(51) Int.Cl. F I  
**G03F 7/20 (2006.01)** G O 3 F 7/20 5 2 1  
**G03F 7/22 (2006.01)** G O 3 F 7/22 H

請求項の数 18 (全 37 頁)

(21) 出願番号	特願2016-201770 (P2016-201770)	(73) 特許権者	000004112
(22) 出願日	平成28年10月13日(2016.10.13)		株式会社ニコン
(62) 分割の表示	特願2015-205399 (P2015-205399) 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10月8日(2004.10.8)	(74) 代理人	100064908
(65) 公開番号	特開2017-4029 (P2017-4029A)		弁理士 志賀 正武
(43) 公開日	平成29年1月5日(2017.1.5)	(74) 代理人	100108578
審査請求日	平成28年11月2日(2016.11.2)		弁理士 高橋 詔男
(31) 優先権主張番号	特願2003-350628 (P2003-350628)	(72) 発明者	安田 雅彦
(32) 優先日	平成15年10月9日(2003.10.9)		東京都港区港南二丁目15番3号 株式会 社ニコン内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	正田 隆博
(31) 優先権主張番号	特願2004-45103 (P2004-45103)		東京都港区港南二丁目15番3号 株式会 社ニコン内
(32) 優先日	平成16年2月20日(2004.2.20)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液浸露光装置及び液浸露光方法、デバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板の表面の一部を覆う液体を介して前記基板を露光する液浸露光装置であって、  
投影光学系と、  
前記基板を保持する基板ホルダと前記基板ホルダ周囲のステージ上面とを有し、前記投  
影光学系の下で移動可能な基板ステージと、  
前記基板ステージに設けられた基準部材と、  
前記基準部材の上面の少なくとも一部は撥液性であり、  
前記基板ホルダは、前記基板の表面が前記ステージ上面とほぼ同じ高さになるように前  
記基板を保持し、  
前記基準部材の上面は、前記ステージ上面とほぼ同じ高さになるように設けられ、  
前記ステージ上面の一部は、前記基準部材と前記基板ホルダとの間に設けられ、前記投  
影光学系の像面側に液体を保持したまま、前記基準部材上に液浸領域が形成されている状  
態から前記基板ホルダに保持された前記基板の表面の一部に液浸領域が形成されている状  
態となるように前記基板ステージを前記投影光学系に対して移動可能である液浸露光装置  
。

【請求項2】

前記投影光学系の像面側に液体を保持したまま、前記基板ホルダに保持された前記基板  
の表面の一部に液浸領域が形成されている状態から前記基準部材上に液浸領域が形成され  
ている状態となるように前記基板ステージを前記投影光学系に対して移動可能である請求

項 1 記載の液浸露光装置。

【請求項 3】

基板の表面の一部を覆う液体を介して前記基板を露光する液浸露光装置であって、  
投影光学系と、  
前記基板を保持する基板ホルダと前記基板ホルダ周囲のステージ上面とを有し、前記投  
影光学系の下で移動可能な基板ステージと、  
前記基板ステージに設けられた基準部材と、  
前記基準部材の上面の少なくとも一部は撥液性であり、  
前記基板ホルダは、前記基板の表面が前記ステージ上面とほぼ同じ高さになるように前  
記基板を保持し、  
前記基準部材の上面は、前記ステージ上面とほぼ同じ高さになるように設けられ、  
前記投影光学系の像面側に液体を保持したまま、前記基板ホルダに保持された前記基板  
の表面の一部に液浸領域が形成されている状態から前記基準部材上に液浸領域が形成され  
ている状態となるように前記基板ステージを前記投影光学系に対して移動可能である液浸  
露光装置。

10

【請求項 4】

前記基板ホルダに保持された前記基板上のアライメントマークを検出する検出系をさら  
に備え、  
前記検出系は、前記基準部材の基準マークを検出可能である請求項 1 ~ 3 のいずれか一  
項記載の液浸露光装置。

20

【請求項 5】

前記基準部材の上面の少なくとも一部を撥液性にするために撥液化処理が施される請求  
項 1 ~ 4 のいずれか一項記載の液浸露光装置。

【請求項 6】

前記撥液化処理は、撥液性材料のコーティングを含む請求項 5 記載の液浸露光装置。

【請求項 7】

前記基準部材は、前記ステージ上面に設けられた凹部内に配置される請求項 1 ~ 6 のい  
ずれか一項記載の液浸露光装置。

【請求項 8】

液体供給口と液体回収口とを有し、  
前記基板ステージは、前記液体供給口と前記液体回収口の下で移動可能であり、  
前記液体供給口からの液体供給と前記液体回収口からの液体回収を行って、前記投影光  
学系の像面側に液浸領域が形成される請求項 1 ~ 7 のいずれか一項記載の液浸露光装置。

30

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれか一項記載の液浸露光装置を用いるデバイス製造方法。

【請求項 10】

投影光学系によって基板の表面の一部を覆う液体を介して前記基板を露光する液浸露光  
方法であって、  
前記投影光学系の下で、前記基板を保持する基板ホルダと前記基板ホルダ周囲のステー  
ジ上面とを有する基板ステージを移動させることを含み、  
前記基板は、前記基板の表面が前記ステージ上面とほぼ同じ高さになるように前記基板  
ホルダに保持され、  
前記基板ステージには、上面の少なくとも一部が撥液性である基準部材が設けられ、  
前記基準部材の上面は、前記ステージ上面とほぼ同じ高さになるように設けられ、  
前記基板ステージを移動させることは、前記ステージ上面の一部が、前記基準部材と前  
記基板ホルダとの間に設けられ、前記投影光学系の像面側に液体を保持したまま、前記基  
準部材上に液浸領域が形成されている状態から前記基板ホルダに保持された前記基板の表  
面の一部に液浸領域が形成されている状態となるように前記基板ステージを前記投影光  
学系に対して移動させることを含む液浸露光方法。

40

【請求項 11】

50

前記基板ステージを移動させることは、前記投影光学系の像面側に液体を保持したまま、前記基板ホルダに保持された前記基板の表面の一部に液浸領域が形成されている状態から前記基準部材上に液浸領域が形成されている状態となるように前記基板ステージを前記投影光学系に対して移動させることを含む請求項 10 記載の液浸露光方法。

【請求項 12】

投影光学系によって基板の表面の一部を覆う液体を介して前記基板を露光する液浸露光方法であって、

前記投影光学系の下で、前記基板を保持する基板ホルダと前記基板ホルダ周囲のステージ上面とを有する基板ステージを移動させることを含み、

前記基板は、前記基板の表面が前記ステージ上面とほぼ同じ高さになるように前記基板ホルダに保持され、

前記基板ステージには、上面の少なくとも一部が撥液性である基準部材が設けられ、前記基準部材の上面は、前記ステージ上面とほぼ同じ高さになるように設けられ、前記基板ステージを移動させることは、前記投影光学系の像面側に液体を保持したまま、前記基板ホルダに保持された前記基板の表面の一部に液浸領域が形成されている状態から前記基準部材上に液浸領域が形成されている状態となるように前記基板ステージを前記投影光学系に対して移動させることを含む液浸露光方法。

【請求項 13】

前記基板ホルダに保持された前記基板上のアライメントマークを検出することと、前記基準部材の基準マークを検出することと、

をさらに含む請求項 10 ~ 12 のいずれか一項記載の液浸露光方法。

【請求項 14】

前記基準部材の上面の少なくとも一部を撥液性にするために撥液化処理が施される請求項 10 ~ 13 のいずれか一項記載の液浸露光方法。

【請求項 15】

前記撥液化処理は、撥液性材料のコーティングを含む請求項 14 記載の液浸露光方法。

【請求項 16】

前記基準部材は、前記ステージ上面に設けられた凹部内に配置される請求項 10 ~ 15 のいずれか一項記載の液浸露光方法。

【請求項 17】

液体供給口からの液体供給と液体回収口からの液体回収を行って、前記投影光学系の像面側に液浸領域を形成することをさらに含み、

前記基板ステージを移動させることは、前記液体供給口と前記液体回収口の下で前記基板ステージを移動させることを含む請求項 10 ~ 16 のいずれか一項記載の液浸露光方法。

【請求項 18】

請求項 10 ~ 17 のいずれか一項記載の液浸露光方法を用いるデバイス製造方法。

【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基板にパターンを露光する液浸露光装置及び液浸露光方法、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等のマイクロデバイスは、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。

【0003】

10

20

30

40

50

上記マイクロデバイスは基板上に複数層のパターンを重ね合わせて形成されるので、2層目以降のパターンを基板上に投影露光する際には、基板上に既に形成されているパターンと次に露光するマスクのパターン像とを位置合わせするアライメント処理を精確に行うことが重要である。アライメント方式としては、マーク検出系の一部として投影光学系を使用する所謂TTL方式や、投影光学系を介さずに専用のマーク検出系を使用する所謂オフ・アクシス方式がある。これらの方式はマスクと基板とを直接位置合わせするのではなく露光装置内（一般には基板ステージ上）に設けられている基準マークを介して間接的に位置合わせを行う。このうちオフ・アクシス方式では基板ステージの移動を規定する座標系内における上記専用のマーク検出系の検出基準位置とマスクのパターン像の投影位置との距離（位置関係）であるベースライン量（情報）を計測するベースライン計測が行われる。そして基板に対して重ね合わせ露光をする際には、例えば基板上の露光対象領域であるショット領域に形成されているアライメントマークをマーク検出系で検出して、マーク検出系の検出基準位置に対するショット領域の位置情報（ずれ）を求め、そのときの基板ステージの位置から上記ベースライン量及びマーク検出系で求めたショット領域のずれ分だけ基板ステージを移動することで、マスクのパターン像の投影位置とそのショット領域とを位置合わせし、その状態で露光する。こうすることにより、基板（ショット領域）に既に形成されているパターンと次のマスクのパターン像とを重ね合わせることができる。

#### 【0004】

ところで、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。

#### 【0005】

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

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

ここで、 $\lambda$ 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 $\lambda$ 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。

#### 【0006】

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 $\lambda/n$ （ $n$ 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】

#### 【0007】

【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】

#### 【0008】

ところで、当然のことながら、液浸露光処理においてもマスクのパターン像と基板上的各ショット領域とを精確に位置合わせすることが重要であり、上述したようなマスクのパターン像と基板との位置合わせを基準マークを介して間接的に行う場合に精確にベースラ

10

20

30

40

50

イン計測及びアライメント処理をできるようにすることが重要である。

【0009】

また、基板ステージ上の周りには、基準マークのみならず、各種のセンサ等も配置されており、これらを使用する際に、液体の漏洩や浸入を極力避ける必要がある。また、基板ステージの内部に液体が浸入することによっても不具合が生じる可能性があるため、液体の浸入を防止する必要がある。

【0010】

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、液体の漏洩や浸入を抑えることのできる露光装置、及び露光方法を提供することを目的とする。また、液浸露光においてもアライメント処理を精確に行うことができる露光装置及び露光方法を提供することを

10

【課題を解決するための手段】

【0011】

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14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。

【0012】

本発明の露光装置(EX)は、投影光学系(PL)と液体(LQ)とを介して基板(P)上にパターン像を投影することによって、基板(P)を露光する露光装置において、基板(P)を保持して移動可能な基板ステージ(PST)と、基板ステージ(PST)に保持された基板(P)上のアライメントマーク(1)を検出するとともに基板ステージ(PST)に設けられた基準(PFM)を検出する第1検出系(5)と、基板ステージ(PST)に設けられた基準(MFM)を投影光学系(PL)を介して検出する第2検出系(6)とを備え、第1検出系(5)を用いて基板ステージ(PST)に設けられた基準(PFM)を、液体(LQ)無しに検出するとともに、第2検出系(6)を用いて基板ステージ(PST)に設けられた基準(MFM)を投影光学系(PL)と液体(LQ)とを介して検出して、第1検出系(5)の検出基準位置とパターン像の投影位置との位置関係を求めることを特徴とする。

20

【0013】

本発明によれば、基板ステージ上の基準を第1検出系で検出する際には液体を介さずに検出することで、液体の温度変化等の影響を受けることなく基準を良好に検出することができる。また、第1検出系を液浸対応に構成する必要がなく、従来の検出系をそのまま利用できる。そして、第2検出系を使って基板ステージ上の基準を検出する際には、液浸露光時と同様、投影光学系の像面側に液体を満たして、投影光学系と液体とを介して検出することにより、その検出結果に基づいてパターン像の投影位置を精確に検出することができる。そして、これら第1、第2検出系の検出動作中における基板ステージのそれぞれの位置情報に基づいて、第1検出系の検出基準位置とパターン像の投影位置との位置関係(距離)であるベースライン量を精確に求めることができ、このベースライン量(ベースライン情報)に基づいて、基板に対する重ね合わせ露光する際にも基板(ショット領域)と

30

40

【0014】

本発明の露光装置(EX)は、投影光学系(PL)と液体(LQ)とを介して基板(P)上にパターン像を投影することによって、基板(P)を露光する露光装置において、基板(P)を保持する基板ホルダ(52)を有し、基板ホルダ(52)に基板(P)を保持して移動可能な基板ステージ(PST)と、基板ステージ(PST)に保持された基板(P)上のアライメントマーク(1)を検出する第1検出系(5)と、基板ステージ(PST)に設けられた基準(MFM)を液体(LQ)を介して検出する第2検出系(6)とを備え、第2検出系(6)を用いて基板ステージ(PST)に設けられた基準(MFM)を液体(LQ)を介して検出するときに、基板ホルダ(52)には基板(P)もしくはダ

50

ミ-基板(DP)が配置されていることを特徴とする。

【0015】

本発明によれば、基準上に液体を配置した状態で検出するときにおいても、基板ホルダに基板あるいはダミー基板を配置しておくことにより、基板ホルダ内部や基板ステージ内部に大量の液体が浸入することを防止できる。したがって、浸入した液体に起因する基板ステージ内部の例えば電気機器の故障や漏電、あるいは基板ステージ内部の各部材の錆び等の不都合の発生を防止することができる。

【0016】

本発明の露光装置(EX)は、投影光学系(PL)と液体(LQ)とを介して基板(P)上にパターンの像を投影することによって、基板(P)を露光する露光装置において、  
10 上面が無段差の基準部材(3)と、投影光学系(PL)の端面(2a)と基準部材(3)の上面との間を液体(LQ)で満たした状態で、基準部材(3)に形成された基準(MFM)を検出する検出系(6)とを備えたことを特徴とする。

【0017】

本発明によれば、基準部材上面を無段差としたので、例えばドライ状態からウエット状態に切り替えた際にも、基準部材上の基準マーク部分(段差部分)に気泡が残留しにくくなる。また、ウエット状態からドライ状態に切り替えた際にも、マーク部分の液体の残留が防止される。したがって、基準部材上の水跡(所謂ウォーターマーク)の発生も防ぐことができる。

【0018】

本発明の露光装置(EX)は、投影光学系(PL)と液体(LQ)とを介して基板(P)上にパターンの像を投影することによって、基板(P)を露光する露光装置において、  
20 基板(P)を保持する基板ホルダ(PSH)を有し、基板ホルダ(PSH)に基板(P)を保持して移動可能な基板ステージ(PST)と、基板ホルダ(PSH)に基板(P)もしくはダミー基板(DP)が保持されているか否かを検出する検出器(94)と、検出器(94)の検出結果に応じて、基板ステージ(PST)の可動領域を決定する制御装置(CONT)とを備えたことを特徴とする。

【0019】

本発明によれば、基板ホルダに基板もしくはダミー基板が保持されているか否かに応じて、  
30 基板ステージの可動領域を決定するようにしたので、基板ホルダの保持面に液体が付着したり、基板ステージの内部に液体が浸入することを防止できる。

【0020】

本発明の露光装置(EX)は、投影光学系(PL)と液体(LQ)とを介して基板(P)上にパターンの像を投影することによって、基板(P)を露光する露光装置において、  
40 基板(P)を保持する基板ホルダ(PSH)を有し、基板ホルダ(PSH)に基板(P)を保持して移動可能な基板ステージ(PST)と、液体(LQ)を供給する液体供給機構(10)と、基板ホルダ(PSH)に基板(P)もしくはダミー基板(DP)が保持されているか否かを検出する検出器(94)と、検出器(94)の検出結果に基づいて、液体供給機構(10)の動作を制御する制御装置(CONT)とを備えたことを特徴とする。

【0021】

本発明によれば、基板ホルダに基板もしくはダミー基板が保持されているか否かに応じて、  
40 液体供給機構の動作を制御するようにしたので、基板ホルダの保持面に液体が付着したり、基板ステージの内部に液体が浸入することを防止できる。

【0022】

本発明の露光装置(EX)は、投影光学系(PL)と液体(LQ)とを介して基板(P)上にパターンの像を投影することによって、基板(P)を露光する露光装置において、  
50 基板(P)を保持する基板ホルダ(PSH)を有し、基板ホルダ(PSH)に基板(P)を保持して移動可能な基板ステージ(PST)と、基板ホルダ(PSH)上に基板(P)又はダミー基板(DP)が保持されている場合に限り、基板ステージ(PST)上に液体(LQ)を供給する液体供給機構(10)とを備えたことを特徴とする。

## 【 0 0 2 3 】

本発明によれば、基板ホルダ上に基板又はダミー基板が保持されている場合に限り、液体供給機構が基板ステージ上に液体を供給するので、基板ホルダの保持面に液体が付着したり、基板ステージ内部に液体が浸入したりすることを防止することができる。

## 【 0 0 2 4 】

本発明の露光装置は、液体（LQ）を介して基板（P）上にパターンの像を投影することによって、基板を露光する露光装置において、基板上にパターンの像を投影する投影光学系（PL）と、基板を保持して移動可能な基板ステージ（PST）と、基板ステージ（PST）に基板（P）又はダミー基板（DP）が保持されている場合に限り、基板ステージ上に液浸領域を形成する液浸機構（10）とを備える露光装置（EX）である。

10

## 【 0 0 2 5 】

本発明の露光装置によれば、基板ステージに基板又はダミー基板が保持されていない場合には、液浸機構が基板ステージ上に液浸領域を形成しないので、基板ステージ内部に液体が浸入することが有効に防止される。

## 【 0 0 2 6 】

本発明の露光装置は、液体（LQ）を介して基板（P）上にパターンの像を投影することによって、基板を露光する露光装置において、基板（P）上にパターンの像を投影する投影光学系（PL）と、基板を保持するための凹部と、凹部の周囲に配置され、凹部（60）に保持された基板の表面とほぼ面一の平坦部とを有する基板ステージ（PST）とを備え、基板ステージ（PST）上の凹部（60）に物体（P、DP）が配置され、物体表面と平坦部とがほぼ面一になっている場合に限り、基板ステージ上に液浸領域を形成する露光装置（EX）である。

20

## 【 0 0 2 7 】

本発明の露光装置によれば、基板ステージの凹部に、物体が収容されていないかあるいは確実に物体が凹部に収容されていない場合には、基板ステージ上に液浸領域を形成しない。これにより、基板ステージ内部に液体が浸入することが有効に防止される。

## 【 0 0 2 8 】

本発明の露光方法は、投影光学系（PL）と液体（LQ）とを介して基板（P）上のパターンの像を投影することによって、基板（P）を露光する露光方法において、基板（P）上のアライメントマーク（1）の位置情報を第1検出系（5）を用いて検出し、第1検出系（5）を用いて、基板（P）を保持する基板ステージ（PST）上の基準（PFM）の位置情報を検出し、第1検出系（5）によるアライメントマーク（1）の位置情報の検出と基板ステージ（PST）上の基準（PFM）の位置情報の検出との両方が完了した後、基板ステージ（PST）上の基準（MFM）を投影光学系（PL）と液体（LQ）とを介して第2検出系（6）を用いて検出し、第1検出系（5）によるアライメントマーク（1）の位置情報の検出結果と、第1検出系（5）による基板ステージ（PST）上の基準（PFM）の位置情報の検出結果と、第2検出系（6）による基板ステージ（PST）上の基準（MFM）の位置情報の検出結果とに基づいて、第1検出系（5）の検出基準位置とパターンの像の投影位置との関係を求めるとともに、パターンの像と基板（P）との位置合わせを行って、基板（P）上の複数のショット領域（S1～S20）のそれぞれに順次パターンの像を投影して露光することを特徴とする。

30

40

## 【 0 0 2 9 】

本発明によれば、はじめに液体を介さずに基板上のアライメントマークを第1検出系で検出することによって基板上の複数のショット領域の位置情報を求め、次いで液体を介さずに基板ステージ上の基準を検出してその位置情報を求め、次いで投影光学系の像面側に液体を満たして投影光学系と液体とを介して第2検出系で基板ステージ上の基準を検出することによってパターン像の投影位置を求め、第1検出系の検出基準位置とパターン像の投影位置との位置関係（距離）であるベースライン量を精確に求めた後、投影光学系と基板との間に液体を満たして基板を液浸露光するようにしたので、投影光学系の像面側に液体を満たさないドライ状態と投影光学系の像面側に液体を満たすウエット状態との切り替

50

え回数を少なくすることができ、スループットを向上することができる。また、第1検出系による基準の検出動作と、第2検出系による投影光学系及び液体を介した基準の検出動作とを連続して行うようにしたので、第1検出系による基準の検出動作時における検出状態に対して、第2検出系による基準の検出動作時における検出状態が大きく変動して第1検出系の検出基準位置とパターン像の投影位置との位置関係であるベースライン量が正確に計測できないといった不都合を回避することができる。そして、基板ステージ上の基準を第1検出系で検出する際には液体を介さずに検出することで、液体の温度変化等の影響を受けることなく基準を良好に検出することができる。また、第1検出系を液浸対応に構成する必要がなく、従来の検出系をそのまま利用できる。そして、第2検出系を使って基板ステージ上の基準を検出する際には、液浸露光時と同様、投影光学系の像面側に液体を満たして投影光学系と液体とを介して検出することにより、その検出結果に基づいてパターン像の投影位置を正確に検出することができる。そして、これら第1、第2検出系の検出動作中における基板ステージのそれぞれの位置情報に基づいて、第1検出系の検出基準位置とパターン像の投影位置との位置関係（距離）であるベースライン量を正確に求めることができ、このベースライン量に基づいて、基板に対する重ね合わせ露光する際にも基板（ショット領域）とマスクのパターン像とを正確に位置合わせすることができる。

10

## 【0030】

本発明は、液体（LQ）を介して基板上にパターン像を投影することによって基板（P）を露光する露光方法において、基準（MFM）と基板ホルダ（PSH）が設けられた基板ステージ（PST）に保持された基板上のアライメントマークを第1検出器（5）で検出することと、基板ホルダ（PSH）に基板（P）またはダミー基板（DP）を配置した状態で基準を液体を介して第2検出器（6）で検出することと、第1及び第2検出器（5、6）の検出結果に基づいて基板とパターン像を位置合わせして、パターン像で基板を露光することを含む露光方法である。

20

## 【0031】

本発明の露光方法によれば、基板ステージに設けられた基準を液体を介して第2検出器で検出する際に、基板ホルダに基板またはダミー基板が配置されているので、基板ステージ内部に液体が浸入することが有効に防止される。

## 【0032】

本発明は、移動可能な基板ステージ（PST）の基板ホルダ（PSH）に保持された基板上に液体を介してパターン像を投影することによって基板を露光する露光方法において、基板ホルダ（PSH）に基板（P）もしくはダミー基板（DP）が保持されているか否かを検出することと、検出結果に応じて、基板ステージ（PST）の可動領域を設定することを含む露光方法である。

30

## 【0033】

本発明の露光方法によれば、基板ホルダに基板もしくはダミー基板が保持されていないことが検出された場合には、例えば、基板ステージ内部への液体の浸入が防止されるように、基板ステージの可動領域が設定される。

## 【0034】

本発明は、移動可能な基板ステージ（PST）に保持された基板（P）上に液体を介してパターン像を投影することによって基板（P）を露光する露光方法において、基板ステージ（PST）に基板（P）もしくはダミー基板（DP）が保持されているか否かを検出することと、検出結果に応じて、基板ステージ上に液浸領域を形成するか否かを判断することを含む露光方法である。

40

## 【0035】

本発明の露光方法によれば、基板ステージに基板もしくはダミー基板が保持されていないことが検出された場合に、例えば、基板ステージ上への液体の供給が中止されるので、基板ステージ内部への液体の浸入が防止される。

## 【0036】

本発明の露光装置は、液体（LQ）を介して基板（P）上にパターン像を投影するこ

50



とによって、基板（P）を露光する露光装置において、基板（P）上にパターンの像を投影する投影光学系（PL）と、投影光学系（PL）の像面側で移動可能なステージ（PST）と、基板（P）上のアライメントマーク（1）を検出するとともにステージ（PST）に設けられた基準（PFM）を検出する第1検出系（5）と、ステージ（PST）に設けられた基準（MFM）を投影光学系（PL）を介して検出する第2検出系（6）とを備え、第1検出系（5）を用いてステージに設けられた基準（PFM）を、液体（LQ）を介さずに検出するとともに、第2検出系（6）を用いてステージに設けられた基準（MFM）を投影光学系（PL）と液体（LQ）とを介して検出して、第1検出系（5）の検出基準位置とパターンの像の投影位置との位置関係を求める露光装置（EX）が提供される。

10

## 【0037】

本発明の露光装置によれば、基板（ショット領域）とパターン像とを精確に位置合わせすることができる。

## 【0038】

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。また本発明のデバイス製造方法は、上記記載の露光方法を用いることを特徴とする。

## 【0039】

本発明によれば、パターン像の投影位置と基板（ショット領域）とを精確に位置合わせした状態で液浸露光処理できるので、所望の性能を発揮できるデバイスを製造することができる。また、液体の漏洩や浸入を抑えることのできる露光装置で、所望性能のデバイスを製造できる。

20

## 【発明の効果】

## 【0040】

本発明によれば、精確にアライメント処理をできるので、所望のパターンを精度良く基板上に形成することが可能となる。また、基板ステージの内部などへの液体の浸入を防止することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0041】

【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】液体供給機構及び液体回収機構を示す概略構成図である。

30

【図3】液体供給機構及び液体回収機構を示す概略平面図である。

【図4】基板ステージの平面図である。

【図5】基準部材を示す図である。

【図6】本発明の露光方法の一実施形態を示すフローチャート図である。

【図7】本発明に係る基板ステージの別の実施形態を示す模式図である。

【図8】本発明に係る基板ステージの別の実施形態を示す模式図である。

【図9】ダミー基板の待機場所を備えた露光装置の一実施形態を示す平面図である。

【図10】本発明に係る基板ステージの別の実施形態を示す模式図である。

【図11】本発明に係る基板ステージの移動軌跡を説明するための図である。

【図12】本発明に係る基板ステージの移動軌跡を説明するための図である。

40

【図13】本発明に係る液体供給機構の動作を説明するための図である。

【図14】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】

## 【0042】

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が、本発明はこれに限定されない。図1は本発明に係る露光装置の一実施形態を示す概略構成図である。

## 【0043】

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のパターンの像

50

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 とを備えている。

【 0 0 4 4 】

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 L Q を供給する液体供給機構 1 0 と、基板 P 上の液体 L Q を回収する液体回収機構 2 0 とを備えている。本実施形態において、液体 L Q には純水が用いられる。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 L Q 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（局所的に）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 L Q を満たし、この投影光学系 P L と基板 P との間の液体 L Q 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 上に投影することによって、基板 P を露光する。

10

【 0 0 4 5 】

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レジストを塗布したものを含み、「マスク」は基板上に縮小投影されるデバイスパターンを形成されたレチクルを含む。

20

【 0 0 4 6 】

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 上の照明領域をスリット状に設定する可変視野絞リ等を有している。マスク M 上の所定の照明領域は照明光学系 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 C 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。上述したように、本実施形態における液体 L Q は純水であって、露光光 E L が A r F 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 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）も透過可能である。

30

【 0 0 4 7 】

マスクステージ M S T は、マスク M を保持して移動可能であって、投影光学系 P L の光軸 A X に垂直な平面内、すなわち X Y 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 M S T はリニアモータ等のマスクステージ駆動装置 M S T D により駆動される。マスクステージ駆動装置 M S T D は制御装置 C O N T により制御される。マスクステージ M S T 上には移動鏡 5 0 が設けられている。また、移動鏡 5 0 に対向する位置にはレーザ干渉計 5 1 が設けられている。マスクステージ M S T 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 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 C O N T に出力される。制御装置 C O N T 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 M S T D を駆動することでマスクステージ M S T に支持されているマスク M の位置決めを行う。

40

50

## 【 0 0 4 8 】

投影光学系 P L 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 P K で支持されている。本実施形態において、投影光学系 P L 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 P L は等倍系及び拡大系のいずれでもよい。また、投影光学系 P L は反射素子と屈折素子とを含む反射屈折型の投影光学系であってもよいし、反射素子のみを含む反射型の投影光学系であってもよい。また、本実施形態の投影光学系 P L の先端部の光学素子 2 は鏡筒 P K 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 P K より露出しており、液浸領域 A R 2 の液体 L Q は光学素子 2 に接触する。これにより、金属からなる鏡筒 P K の腐蝕等が防止されている。

10

## 【 0 0 4 9 】

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 2 a のほぼ全面に液体 L Q 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 ) L Q 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 L Q との密着性が高い。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 に親水化 ( 親液化 ) 処理を施して、液体 L Q との親和性をより高めるようにしてもよい。

## 【 0 0 5 0 】

また、露光装置 E X 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 4 a と受光部 4 b とを有し、発光部 4 a から液体 L Q 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 4 b で受光する。制御装置 C O N T 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 4 b 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。なお、フォーカス検出系 4 の構成としては、例えば特開平 8 - 3 7 1 4 9 号公報に開示されているものを用いることができる。また、フォーカス検出系 4 は液体を介さずに基板 P の表面に検出光を投射するものであってもよい。

20

## 【 0 0 5 1 】

基板ステージ P S T は、基板 P を保持して移動可能であって、基板 P を基板ホルダ P S H 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 X Y ステージ 5 3 とを備えている。X Y ステージ 5 3 はベース 5 4 上に支持されている。基板ステージ P S T はリニアモータ等の基板ステージ駆動装置 P S T D により駆動される。基板ステージ駆動装置 P S T D は制御装置 C O N T により制御される。なお、Z ステージと X Y 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 P S T の X Y ステージ 5 3 を駆動することにより、基板 P の X Y 方向における位置 ( 投影光学系 P L の像面と実質的に平行な方向の位置 ) が制御される。

30

## 【 0 0 5 2 】

基板ステージ P S T ( 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 P S T 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 C O N T へ出力される。制御装置 C O N T はレーザ干渉計 5 6 の計測結果に基づいて、レーザ干渉計 5 6 で規定される 2 次元座標系内で基板ステージ駆動装置 P S T D を介して X Y ステージ 5 3 を駆動することで基板ステージ P S T 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。

40

## 【 0 0 5 3 】

また、制御装置 C O N T は基板ステージ駆動装置 P S T D を介して基板ステージ P S T の 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 方向における位置を制御する。す

50

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LQを介して形成される像面に合わせ込む。

#### 【0054】

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PSH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0.1～2mm程度の間隙があるが、液体LQの表面張力によりその隙間に液体LQ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LQを保持することができる。なお、基板ホルダPSHは、基板ステージPST（Zステージ52）と別部材であってもよいし、基板ステージPST（Zステージ52）と一体的に設けることもできる。

10

#### 【0055】

投影光学系PLの先端近傍には、基板P上のアライメントマーク1あるいはZステージ52上に設けられた基準部材3上の基板側基準マークPFMを検出する基板アライメント系5が設けられている。また、マスクステージMSTの近傍には、マスクMと投影光学系PLとを介してZステージ52上に設けられた基準部材3上のマスク側基準マークMFMを検出するマスクアライメント系6が設けられている。なお、基板アライメント系5の構成としては、例えば特開平4-65603号公報に開示されているものを用いることができる。また基板アライメント系5の終端の光学素子（基板P、基板ステージPSTに最も近い光学素子）の周囲には液体の付着を防止するように撥液性のカバー（不図示）が設けられている。また、基板アライメント系5の終端の光学素子の表面は撥液性の材料で被膜されており、液体LQの付着が防止されているばかりでなく、終端の光学素子に液体が付着しても、オペレータが容易に拭き取れるようになっている。また、基板アライメント系5の終端の光学素子とその光学素子を保持する金物との間に液体の浸入を防止するためのVリングなどのシール部材が配置されている。また、マスクアライメント系6の構成としては、例えば特開平7-176468号公報に開示されているものや、特開昭58-7823号公報に開示されているものを用いることができる。

20

#### 【0056】

液体供給機構10は、液浸領域AR2を形成するために基板P上に所定の液体LQを供給するものであって、液体LQを送出可能な液体供給装置11と、液体供給装置11に供給管12を介して接続され、この液体供給装置11から送出された液体LQを基板P上に供給する供給口を有する供給ノズル13とを備えている。供給ノズル13は基板Pの表面に近接して配置されている。

30

#### 【0057】

液体供給装置11は、液体LQを収容するタンク、及び加圧ポンプ等を備えており、供給管12及び供給ノズル13を介して基板P上に液体LQを供給する。また、液体供給装置11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は液体供給装置11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制御可能である。また、液体供給装置11は液体LQ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温度（例えば23℃）の液体LQを基板P上に供給するようになっている。なお、液体LQを供給するためのタンクや加圧ポンプは必ずしも露光装置EXで備えている必要はなく、露光装置EXが設置されている工場などの設備を利用することもできる。

40

#### 【0058】

液体回収機構20は基板P上の液体LQ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ノズル23と、この回収ノズル23に回収管22を介して接続された液体回収装置21とを備えている。液体回収装置21は例えば真空ポンプ等の真空系（吸引装置）及び回収した液体LQを収容するタンク等を備えており、基板P上の液体LQを

50

回収ノズル 2 3 及び回収管 2 2 を介して回収する。液体回収装置 2 1 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 は液体回収装置 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。なお、液体 L Q を回収するための真空系やタンクは必ずしも露光装置 EX で備えている必要はなく、露光装置 EX が設置されている工場などの設備を利用することもできる。

【 0 0 5 9 】

図 2 は、露光装置 EX の投影光学系 PL の先端部、液体供給機構 1 0、及び液体回収機構 2 0 近傍を示す正面図である。走査露光時には、投影光学系 PL の先端の光学素子 2 の直下の投影領域 AR 1 にマスク M の一部のパターン像が投影され、投影光学系 PL に対して、マスク M が - X 方向（又は + X 方向）に速度 V で移動するのに同期して、XY ステージ 5 3 を介して基板 P が + X 方向（又は - X 方向）に速度  $\cdot V$ （ $\cdot$  は投影倍率）で移動する。そして、1 つのショット領域への露光終了後に、基板 P のステッピングによって次のショット領域が走査開始位置に移動し、以下、ステップ・アンド・スキャン方式で各ショット領域に対する露光処理が順次行われる。本実施形態では、基板 P の移動方向に沿って液体 L Q を流すように設定されている。

10

【 0 0 6 0 】

図 3 は、投影光学系 PL の投影領域 AR 1 と、液体 L Q を X 軸方向に供給する供給ノズル 1 3 ( 1 3 A ~ 1 3 C ) と、液体 L Q を回収する回収ノズル 2 3 ( 2 3 A、2 3 B ) との位置関係を示す図である。図 3 において、投影光学系 PL の投影領域 AR 1 の形状は Y 軸方向に細長い矩形状となっており、その投影領域 AR 1 を X 軸方向に挟むように、+ X 方向側に 3 つの供給ノズル 1 3 A ~ 1 3 C が配置され、- X 方向側に 2 つの回収ノズル 2 3 A、2 3 B が配置されている。そして、供給ノズル 1 3 A ~ 1 3 C は供給管 1 2 を介して液体供給装置 1 1 に接続され、回収ノズル 2 3 A、2 3 B は回収管 2 2 を介して液体回収装置 2 1 に接続されている。また、供給ノズル 1 3 A ~ 1 3 C と回収ノズル 2 3 A、2 3 B とをほぼ 1 8 0 ° 回転した位置関係で、供給ノズル 1 5 A ~ 1 5 C と、回収ノズル 2 5 A、2 5 B とが配置されている。供給ノズル 1 3 A ~ 1 3 C と回収ノズル 2 5 A、2 5 B とは Y 軸方向に交互に配列され、供給ノズル 1 5 A ~ 1 5 C と回収ノズル 2 3 A、2 3 B とは Y 軸方向に交互に配列され、供給ノズル 1 5 A ~ 1 5 C は供給管 1 6 を介して液体供給装置 1 1 に接続され、回収ノズル 2 5 A、2 5 B は回収管 2 6 を介して液体回収装置 2 1 に接続されている。

20

30

【 0 0 6 1 】

そして、矢印 X a で示す走査方向（- X 方向）に基板 P を移動させて走査露光を行う場合には、供給管 1 2、供給ノズル 1 3 A ~ 1 3 C、回収管 2 2、及び回収ノズル 2 3 A、2 3 B を用いて、液体供給装置 1 1 及び液体回収装置 2 1 により液体 L Q の供給及び回収が行われる。すなわち、基板 P が - X 方向に移動する際には、供給管 1 2 及び供給ノズル 1 3 ( 1 3 A ~ 1 3 C ) を介して液体供給装置 1 1 から液体 L Q が基板 P 上に供給されるとともに、回収ノズル 2 3 ( 2 3 A、2 3 B ) 及び回収管 2 2 を介して液体 L Q が液体回収装置 2 1 に回収され、投影光学系 PL と基板 P との間を満たすように - X 方向に液体 L Q が流れる。一方、矢印 X b で示す走査方向（+ X 方向）に基板 P を移動させて走査露光を行う場合には、供給管 1 6、供給ノズル 1 5 A ~ 1 5 C、回収管 2 6、及び回収ノズル 2 5 A、2 5 B を用いて、液体供給装置 1 1 及び液体回収装置 2 1 により液体 L Q の供給及び回収が行われる。すなわち、基板 P が + X 方向に移動する際には、供給管 1 6 及び供給ノズル 1 5 ( 1 5 A ~ 1 5 C ) を介して液体供給装置 1 1 から液体 L Q が基板 P 上に供給されるとともに、回収ノズル 2 5 ( 2 5 A、2 5 B ) 及び回収管 2 6 を介して液体 L Q が液体回収装置 2 1 に回収され、投影光学系 PL と基板 P との間を満たすように + X 方向に液体 L Q が流れる。このように、制御装置 CONT は、液体供給装置 1 1 及び液体回収装置 2 1 を用いて、基板 P の移動方向に沿って基板 P の移動方向と同一方向へ液体 L Q を流す。この場合、例えば液体供給装置 1 1 から供給ノズル 1 3 を介して供給される液体 L Q は基板 P の - X 方向への移動に伴って投影光学系 PL と基板 P との間に引き込まれるようにして流れるので、液体供給装置 1 1 の供給エネルギーが小さくても液体 L Q を投影光

40

50

学系 P L と基板 P との間に容易に供給できる。そして、走査方向に応じて液体 L Q を流す方向を切り替えることにより、+ X 方向、又は - X 方向のどちらの方向に基板 P を走査する場合にも、投影光学系 P L と基板 P との間を液体 L Q で満たすことができ、高い解像度及び広い焦点深度を得ることができる。

#### 【 0 0 6 2 】

図 4 は、基板ステージ P S T の Z ステージ 5 2 を上方から見た概略平面図である。矩形状の Z ステージ 5 2 の互いに垂直な 2 つの側面には移動鏡 5 5 が配置されており、Z ステージ 5 2 のほぼ中央には不図示の基板ホルダ P S H を介して基板 P が保持されている。基板 P の周囲には、上述したように、基板 P の表面とほぼ同じ高さの平面を有する補助プレート 5 7 が設けられている。そして、基板 P 上には露光対象領域である複数のショット領域 S 1 ~ S 2 0 がマトリクス状に設定されており、各ショット領域 S 1 ~ S 2 0 のそれぞれに付随してアライメントマーク 1 が形成されている。なお図 4 では、各ショット領域は互いに隣接するように図示されているが、実際には互いに離間しており、アライメントマーク 1 はその離間領域であるスクライプライン上に設けられている。

10

#### 【 0 0 6 3 】

Z ステージ 5 2 の 1 つのコーナーには基準部材 3 が設けられている。基準部材 3 には、基板アライメント系 5 で検出される基準マーク P F M と、マスクアライメント系 6 で検出される基準マーク M F M とが所定の位置関係で離れて配置されている。基準部材 3 の基材にはガラス板部材等の光学部材が使用されており、その基材上に例えば互いに異なる材料（光反射率の異なる材料）でパターンニングすることで、基準マーク P F M、M F M が形成されている。そして、基準マーク P F M、M F M は無段差に形成されており、基準部材 3 の表面は、ほぼ平坦となっている。したがって、基準部材 3 の表面は、フォーカス検出系 4 の基準面としての役割も果たすこともできる。

20

#### 【 0 0 6 4 】

図 5 は基準部材 3 を示す図であって、図 5 ( a ) は平面図、図 5 ( b ) は図 5 ( a ) の A - A 矢視断面図である。基準部材 3 は、ガラス板部材等からなる基材 3 3 と、その基材 3 3 上にパターンニングされた互いに異なる光反射率を有する第 1 材料 3 1 及び第 2 材料 3 2 とを有している。本実施形態においては、第 1 材料 3 1 は、光反射率の低い酸化クロム ( C r 2 O 3 ) により構成され、第 2 材料 3 2 は、酸化クロムよりも光反射率の高いクロム ( C r ) により構成されている。そして、十字状に形成された基準マーク P F M、M F M は酸化クロムにより形成され、その周囲をクロムが取り囲むように配置され、更にその外側の領域に酸化クロムが配置されている。なお使用する材料としては上記材料の組み合わせに限定されず、例えば第 1 材料をアルミニウムにより構成し、第 2 材料をクロムにより構成してもよい。そして、基準マーク P F M、M F M の上面は無段差に形成された無段差マークとなっている。

30

#### 【 0 0 6 5 】

このような無段差マークを形成するには、例えば基材 3 3 上に酸化クロム膜を蒸着等により設けた後、エッチング処理等により酸化クロム膜の所定領域に溝を形成する。そして、前記溝の内部にクロムを設けた後、上面を C M P 処理（化学的機械的研磨処理）などによって研磨処理することにより、酸化クロム及びクロムからなる無段差マークを形成することができる。なお、基材 3 3 に溝を形成し、その溝にクロムあるいは酸化クロムを埋め込んだ後、研磨処理することによっても、無段差マークを形成することができる。あるいは基材 3 3 上に光処理（あるいは熱処理）によって変質する感光材等の材料を塗布し、形成する基準マークに応じた領域に光（あるいは熱）を当ててその領域を変質（変色など）させることによっても、無段差マークを形成することができる。あるいは、基材 3 3 のクロム膜の蒸着などによりマークを形成し、その上を、石英などの光透過性の材料でコーティングすることによって、基準部材 3 上面を無段差化（平坦化）することもできる。

40

#### 【 0 0 6 6 】

基準部材 3 の上面のうち、基準マーク P F M、M F M を含む少なくとも一部の領域は撥液性（撥水性）となっている。本実施形態では、基準部材 3 の上面全域が撥液性となって

50

いる。また、本実施形態では、基準部材3の上面は、撥液性を付与する撥液化処理を施されることによって撥液性となっている。撥液化処理としては、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、あるいはアクリル系樹脂や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。

#### 【0067】

なお、基準マークMFM、PFMを形成する上記第1、第2材料31、32として撥液性を有する材料を用いることによって、基準部材3の上面を撥液性にすることができる。また、第1のガラス板部材上にクロム等の所定の材料により基準マークを形成し、その上に第2のガラス板部材を重ね、第1、第2のガラス板部材で上記クロム等からなる基準マークを挟むようにすることによっても、平坦な（無段差な）上面を有する基準部材を形成することができる。この場合、撥液化処理は第2のガラス板部材に対して施せばよいので、撥液化処理を円滑に行うことができる。

#### 【0068】

なおここでは、基準マークPFM、MFMは十文字状に形成されているが、その形状は十文字状に限られず、各検出系に最適なマーク形状が使用可能である。また、基準マークPFM、MFMは強調されて図示されているが、実際には数 $\mu\text{m}$ 程度の線幅を有するものである。また、マスクアライメント系6として、特開昭58-7823号公報に開示されているようなものを用いる場合には、基準部材3には、基準マークMFMとして光透過部が形成される。この場合も、石英などの光透過性の材料を基準部材3の光透過部に埋め込んだり、光透過性の材料で基準部材3の上面をコーティングしたりして、基準部材3の上面を無段差化しておくことが望ましい。また、上述したように基準部材3の上面はフォーカス検出系4の基準面として使われるが、フォーカス検出系4の基準面を基準部材3とは別にZステージ52上に設けてもよい。また、基準部材3と補助プレート57とは一体で設けられていてもよい。

#### 【0069】

次に、上述した露光装置EXを用いてマスクMのパターンを基板Pに露光する手順の一例について図6のフローチャート図を参照しながら説明する。

#### 【0070】

Zステージ52の基板ホルダPSHに基板Pがロードされ、その基板ホルダPSHに基板Pを保持させる（図1参照）。そして、液体供給機構10から液体LQの供給を行う前に、基板P上に液体LQが無い状態で、まず計測処理が行われる。制御装置CONTは、投影光学系PLの光軸AXが図4の波線矢印Cに沿って進むようにレーザ干渉計56の出力をモニタしつつXYステージ53を移動する。その移動の途中で、基板アライメント系5は、ショット領域S1～S20に付随して基板P上に形成されている複数のアライメントマーク1を液体LQを介さずに順次検出する（ステップSA1）。

#### 【0071】

ここで、基板アライメント系5がアライメントマークの検出を行うときはXYステージ53は停止され、基板アライメント系5がアライメントマーク1の検出を行っているときの基板ステージPSTの位置はレーザ干渉計56によって計測される。その結果、レーザ干渉計56によって規定される座標系内での各アライメントマーク1の位置情報が計測される。基板アライメント系5及びレーザ干渉計56を使って検出されたアライメントマーク1の位置情報の検出結果は、制御装置CONTに出力される。なお本実施形態の基板アライメント系5では、基板ステージPSTを静止させてマーク上にハロゲンランプからの白色光等の照明光を照射して、得られたマークの画像を撮像素子により所定の撮像視野内で撮像し、画像処理によってマークの位置を計測するFIA（フィールド・イメージ・アライメント）方式が採用されている。

#### 【0072】

また基板アライメント系5は、レーザ干渉計56によって規定される座標系内に検出基

10

20

30

40

50

準位置を有しており、アライメントマーク1の位置情報は、その検出基準位置との偏差として検出される。

【0073】

ここで、本実施形態では、例えば特開昭61-44429号公報に開示されているような、所謂EGA（エンハンスド・グローバル・アライメント）方式によりショット領域S1～S20の位置情報が求められる。そのため、制御装置CONTは、基板P上に形成された複数のショット領域S1～S20のうち、少なくとも三つの領域（EGAショット領域）を指定し、各ショット領域に付随したアライメントマーク1を基板アライメント系5を使って検出する。なお、基板アライメント系5は基板P上の全てのアライメントマーク1を検出してよい。

10

【0074】

また、そのXYステージ53の移動中に、フォーカス検出系4により基板Pの表面情報が液体LQを介さずに検出される。フォーカス検出系4は、投影光学系PLと液体LQとを介して形成されるパターン像の結像面と基板P表面とのずれを検出する。フォーカス検出系4による表面情報の検出は基板P上の全てのショット領域S1～S20毎に行われ、検出結果は基板Pの走査方向（X軸方向）の位置を対応させて制御装置CONTに記憶される。なお、フォーカス検出系4による表面情報の検出は、一部のショット領域に対して行うだけでもよい。

【0075】

次に、制御装置CONTは、アライメントマーク1の位置情報の検出結果に基づいて、基板P上の複数のショット領域S1～S20それぞれの位置情報を演算処理（EGA処理）によって求める（ステップSA2）。

20

【0076】

EGA方式では、ステップSA1において指定された上記EGAショット領域に付随したアライメントマーク1の位置情報（座標位置）を基板アライメント系5を使って検出した後、その検出値と設計値とに基づいて基板P上のショット領域S1～S20の配列特性（位置情報）に関する誤差パラメータ（オフセット、スケール、回転、直交度）を最小二乗法等により統計演算して決定する。そして、この決定されたパラメータの値に基づいて、基板P上の全てのショット領域S1～S20に対してその設計上の座標値を補正する。これにより、基板アライメント系5の検出基準位置と、基板ステージPSTに載置された基板P上の各ショット領域との位置関係が決定される。すなわち、制御装置CONTは、レーザ干渉計56の出力から基板アライメント系5の検出基準位置に対して基板P上の各ショット領域がどこに位置しているかを知ることができる。

30

【0077】

基板Pのアライメントマーク1の検出及び基板Pの表面情報の検出が終了すると、基板アライメント系5の検出領域が基準部材3上に位置決めされるように、制御装置CONTはXYステージ53を移動する。基板アライメント系5は基準部材3上の基準マークPFMを液体無しに検出し、レーザ干渉計56によって規定される座標系内での基準マークPFMの位置情報を検出する（ステップSA3）。

【0078】

基準マークPFMの位置情報を基板アライメント系5を使って検出したことにより、レーザ干渉計56によって規定される座標系内での基板アライメント系5の検出基準位置と基準マークPFMとの位置関係を検出したことになる。

40

【0079】

基板アライメント系5を用いたアライメントマーク1の位置情報の検出とZステージ52上の基準マークPFMの位置情報の検出との両方が完了した後に、制御装置CONTは、マスクアライメント系6により基準部材3上の基準マークMFMを検出できるようにXYステージ53を移動する。マスクアライメント系6は投影光学系PLを介して基準マークMFMを観察するので、投影光学系PLの先端部と基準部材3とは対向している。ここで、制御装置CONTは液体供給機構10及び液体回収機構20による液体LQの供給及

50



び回収を開始し、投影光学系 P L の先端部の光学素子 2 の先端面と基準部材 3 の上面との間を液体 L Q で満たして液浸領域を形成する。なお、液浸領域 A R 2 は、基準部材 3 上のみ形成されるのが望ましいが、基準部材 3 と補助プレート 5 7 とに跨って形成されていてもよいし、基準部材 3 と補助プレート 5 7 と基板 P とに跨って形成されていてもよい。

【 0 0 8 0 】

次に、制御装置 C O N T は、マスクアライメント系 6 によりマスク M、投影光学系 P L、及び液体 L Q を介して基準マーク M F M の検出を行う (ステップ S A 4)。

【 0 0 8 1 】

これにより投影光学系 P L と液体 L Q とを介して、X Y 平面内におけるマスク M のパターン像の投影位置情報が基準マーク M F M を使って検出され、レーザ干渉計 5 6 で規定される座標系内でのパターン像の投影位置と基準マーク M F M との位置関係が計測される。なお本実施形態のマスクアライメント系 6 では、マークに対して光を照射し、C C D カメラ等で撮像したマークの画像データを画像処理してマーク位置を検出する V R A (ビジュアル・レチクル・アライメント) 方式が採用されている。

10

【 0 0 8 2 】

制御装置 C O N T は、基板アライメント系 5 の検出基準位置とパターン像の投影位置との間隔 (位置関係) であるベースライン量を求める (ステップ S A 5)。

【 0 0 8 3 】

具体的には、ステップ S A 3 で求めた基板アライメント系 5 の検出基準位置と基準マーク P F M との位置関係、ステップ S A 4 で求めたパターン像の投影位置と基準マーク M F M との位置関係、及び予め定められている基準マーク P F M (基準部材 3 a) と基準マーク M F M (基準部材 3 b) との位置関係から、レーザ干渉計 5 6 で規定される座標系内でのパターン像の投影位置と基板アライメント系 5 の検出基準位置との位置関係 (ベースライン量) が決定される。

20

【 0 0 8 4 】

以上のような計測処理が終了すると、制御装置 C O N T は、液体供給機構 1 0 による基準部材 3 上への液体 L Q の供給動作を停止する。一方で、制御装置 C O N T は液体回収機構 2 0 による基準部材 3 上の液体 L Q の回収動作を所定期間継続する。そして、前記所定期間が経過した後、制御装置 C O N T は、液体回収機構 2 0 による回収動作を停止する。こうすることで、基準部材 3 上の液体 L Q が回収される。なお、基準部材 3 と補助プレート 5 7 とが一体的に設けられ、基準部材 3 b と基板 P とが補助プレート 5 7 を介してほぼ同じ高さで連続している構成が好ましく、この場合には、液体供給機構 1 0 の液体供給動作を停止することなく、投影光学系 P L の像面側に液体 L Q を保持した状態で、液体 L Q の液浸領域を基準部材 3 上から基板 P 上に移動することができる。

30

【 0 0 8 5 】

次いで、制御装置 C O N T は、投影光学系 P L と基板 P とを対向させた状態で、制御装置 C O N T は、液体供給機構 1 0 及び液体回収機構 2 0 を駆動し、基板 P 上に対する液体供給動作及び基板 P 上の液体回収動作を開始する。これにより、投影光学系 P L と基板 P との間に液浸領域 A R 2 が形成される。そして、基板 P 上に液浸領域 A R 2 を形成した後、基板 P の複数のショット領域のそれぞれが順次パターン像を投影されて液浸露光される (ステップ S A 6)。

40

【 0 0 8 6 】

より具体的には、ステップ S A 2 で求めた基板アライメント系 5 の検出基準位置に対する各ショット領域の位置情報、及びステップ S A 5 で求めた基板アライメント系 5 の検出基準位置とパターン像の投影位置との位置関係 (ベースライン量) に基づいて、X Y ステージ 5 3 を移動し、基板 P 上の各ショット領域 S 1 ~ S 2 0 とパターン像とを位置合わせしながら、各ショット領域の液浸露光処理を行う。

【 0 0 8 7 】

基板 P 上の各ショット領域 S 1 ~ S 2 0 を走査露光する際には、前述の計測処理中に求めた各情報を使って露光処理が行われる。すなわち、ステップ S A 2 で求めたショット領

50

域の配列（位置情報）に基づいて、各ショット領域がパターン像の投影位置に位置合わせされて順次露光される。なお、基板 P 上の各ショット領域内のアライメントマーク 1 を基板アライメント系 5 で逐次検出してそのショット領域に重ね合わせ露光を行う所謂ダイ・バイ・ダイ方式を行ってもよいが、その場合、基板 P のショット領域の露光中には基板 P 上に液体 L Q を配置し、基板アライメント系 5 によるアライメントマーク 1 の検出中には基板 P 上には液体 L Q を配置しない動作を繰り返すことになるため、本実施形態のようにショット領域の配列（位置情報）を予め求め、その求めた配列によって基板 P を逐次移動する構成が好ましい。

#### 【0088】

また、各ショット領域 S 1 ~ S 2 0 に対する走査露光中は、液体 L Q の供給前に求めた基板 P の表面情報に基づいて、フォーカス検出系 4 を使うことなしに、基板 P 表面と液体 L Q を介して形成される像面との位置関係が調整される。なお、液体 L Q の供給前に基板 P の表面情報を求めずに、走査露光中に液体 L Q を介して基板 P 表面と像面との位置関係を検出して調整を行うようにしてもよいし、両方を行うようにしてもよい。

10

#### 【0089】

基板 P 上の各ショット領域 S 1 ~ S 2 0 の走査露光が終了すると、制御装置 CONT は、液体供給機構 1 0 による液体供給を停止する。一方、制御装置 CONT は、液体供給機構 1 0 による液体供給を停止した後、液体回収機構 2 0 の駆動を所定時間継続する。これにより、基板 P 上の液体 L Q が回収される。なお、基板 P 上の液体 L Q を回収する際には、基板ステージ P S T を駆動して、基板 P と液体回収機構 2 0 の回収ノズル 2 3 とを相対的に移動しながら液体 L Q を回収するようにしてもよい。

20

#### 【0090】

基板 P の露光完了後に、別の基板 P ' を基板ステージ P S T 上に保持して露光する際には、基板ステージ P S T 上の基準マーク P F M、M F M の位置情報の検出を行うことなく、基板 P ' のショット領域とマスクのパターン像の投影位置とを位置合わせすることができる。その場合には、別の基板 P ' を Z ステージ 5 2 上の基板ホルダ P S H に保持させた後、ショット領域に付随して設けられたアライメントマーク 1 の位置情報を基板アライメント系 5 を使って検出する。これにより、先に露光された基板 P と同様に、E G A 処理を用いて、基板アライメント系 5 の検出基準位置に対する各ショット領域の位置情報が求められる。これにより、投影光学系 P L と基板 P ' とが対向され、基板 P ' 上の各ショット領域とパターン像とが位置合わせされ、パターン像を基板 P ' の各ショット領域に露光することができる。

30

#### 【0091】

このように、複数の基板 P ( P ' ) を順次露光する際、ベースライン量を求めるための基準マーク P F M、M F M の検出動作は、Z ステージ 5 2 ( 基板ホルダ P S H ) に別の基板 P ' が保持された毎に行う必要はなく、Z ステージ 5 2 に保持された ( ロードされた ) 基板 P ' 上のアライメントマーク 1 の位置情報を検出し、先に求めたベースライン量に基づいて基板 P ' を移動することで、基板 P ' とパターン像とを効率良く高精度に位置合わせすることができる。そして、ベースライン量を求めるための基準マーク P F M、M F M の検出動作は、予め設定された基板処理枚数毎やマスクを交換したとき毎など、所定期間毎に行えばよい。

40

#### 【0092】

以上説明したように、Z ステージ 5 2 上の基準マーク P F M を基板アライメント系 5 で検出する際には液体 L Q を介さずに検出することで、液体 L Q の温度変化等の影響を受けることなく基準マーク P F M を良好に検出することができる。また、基板アライメント系 5 を液浸対応に構成する必要がなく、従来の検出系をそのまま利用できる。そして、マスクアライメント系 6 を使って Z ステージ 5 2 上の基準マーク M F M を検出する際には、液浸露光時と同様、投影光学系 P L の像面側に液体 L Q を満たして投影光学系 P L と液体 L Q とを介して検出することにより、その検出結果に基づいてパターン像の投影位置を正確に検出することができる。そして、これら基板アライメント系 5 及びマスクアライメント

50

系 6 の検出動作中における基板ステージ P S T のそれぞれの位置情報に基づいて、基板アライメント系 5 の検出基準位置とパターン像の投影位置との位置関係（距離）であるベースライン量を精確に求めることができ、このベースライン量に基づいて、基板 P に対する重ね合わせ露光する際にも基板 P（ショット領域 S 1 ~ S 2 0）とマスク M のパターン像とを精確に位置合わせすることができる。

#### 【 0 0 9 3 】

本実施形態では、基準マーク M F M（基準部材 3）上に液体 L Q を配置した状態でマスクアライメント系 6 によりマーク検出が行われるが、その検出動作中においては Z ステージ 5 2 の基板ホルダ P S H に基板 P が配置されている。これにより、仮に基準部材 3 上から液体 L Q が流出しても、基板ホルダ P S H 内部や基板ステージ P S T 内部に液体 L Q が浸入することを防止できる。また、液浸領域 A R 2 が補助プレート 5 7 の内側エッジをはみ出す場合にも、基板ホルダ P S H 内部や基板ステージ P S T 内部に液体 L Q が浸入することを防止できる。したがって、浸入した液体 L Q に起因する基板ステージ P S T 内部の例えば電気機器の故障や漏電、あるいは基板ステージ P S T 内部の各部材の錆び等の不都合の発生を防止することができる。

10

#### 【 0 0 9 4 】

また、上述したように、本実施形態においては、基準部材 3 上の基準マーク P F M、M F M を検出する際に、基準部材 3 上に液体 L Q が配置されるウェット状態と配置されないドライ状態とが切り替えられることになるが、図 5 を参照して説明したように、基準部材 3 上に形成される基準マーク P F M、M F M を無段差としたので、例えばドライ状態からウェット状態に切り替えた際にも、基準部材 3 上の液体 L Q 中のマーク部分に気泡が生成されにくくなる。また、ウェット状態からドライ状態に切り替えるために基準部材 3 上から液体 L Q を回収する際にも、液体 L Q を良好に回収できてマーク部分に液体 L Q を残留させることがない。特に本実施形態では、基準部材 3 の上面は撥液性となっているので、液体 L Q を更に良好に回収することができる。したがって、例えばマスクアライメント系 6 は気泡等の影響を受けることなく基準マーク M F M の検出を精確に行うことができる。基板アライメント系 5 は残留した液体 L Q の影響を受けることなく基準マーク P F M の検出を精確に行うことができる。

20

#### 【 0 0 9 5 】

ところで、本実施形態では、基板アライメント系 5 で基準マーク P F M を検出する際には基準部材 3 上に液体 L Q は配置されず、マスクアライメント系 6 で基準マーク M F M を検出する際には基準部材 3 上に液体 L Q が配置される。そして、マスク側基準マーク M F M と基板側基準マーク P F M とを別々に（非同時に）検出する構成であるが、基準部材 3 上で基準マーク P F M と基準マーク M F M とが十分に離れていて、基準マーク P F M 部分が液体 L Q に曝されない場合には、基準マーク P F M を無段差マークにしなくてもよい。また、マスク側基準マーク M F M と基板側基準マーク P F M とを別々の基準部材に形成してもよい。その場合、本実施形態のように、マスク側基準マーク M F M と基板側基準マーク P F M とを非同時に検出するようにすることで、基準マーク P F M が形成された基準部材上には液浸領域を形成する必要がなくなる。したがって、基準マーク P F M の無段差化などの液浸対応を行う必要がないばかりでなく、ウォーターマークなどの発生も防止できる。

30

40

#### 【 0 0 9 6 】

本実施形態では、はじめに液体 L Q を介さずに基板 P 上のアライメントマーク 1 を基板アライメント系 5 で検出することによって基板 P 上の複数のショット領域 S 1 ~ S 2 0 の位置情報を求め（ステップ S A 1、S A 2）、次いで液体 L Q を介さずに基板ステージ P S T 上の基準マーク P F M を検出し（ステップ S A 3）、次いで投影光学系 P L の像面側に液体 L Q を満たして投影光学系 P L と液体 L Q とを介してマスクアライメント系 6 で基準マーク M F M を検出することによってパターン像の投影位置を求め（ステップ S A 4）、基板アライメント系 5 の検出基準位置とパターン像の投影位置との位置関係（距離）であるベースライン量を精確に求めた後（ステップ S A 5）、基板 P を液浸露光する（ステ

50

ップ S A 6 ) 構成である。すなわち、上記ステップ S A 1 ~ ステップ S A 3 においては投影光学系 P L の像面側には液体 L Q は満たされず、ステップ S A 4 ~ ステップ S A 6 において投影光学系 P L の像面側に液体 L Q が満たされる構成である。こうすることにより、投影光学系 P L の像面側に液体 L Q を満たさないドライ状態と投影光学系 P L の像面側に液体 L Q を満たすウエット状態との切り替え回数を少なくすることができ、スループットを向上することができる。例えばウエット状態からドライ状態に切り替えた場合、切り替え後において例えば基準部材 3 の上面等に残存している液体 L Q を除去する作業が必要となるが、切り替え回数が増えるとその液体除去作業の回数も多くなり処理効率を低下させる。しかしながら、切り替え回数を低減することで、スループットを向上することができる。

10

## 【 0 0 9 7 】

基板アライメント系 5 で基準マーク P F M の検出を行った後 (ステップ S A 3 )、基板 P 上のアライメントマーク 1 の検出を行い (ステップ S A 1、S A 2)、次いで、マスクアライメント系 6 で投影光学系 P L 及び液体 L Q を介して基準マーク M F M の検出を行った後 (ステップ S A 4、S A 5)、基板 P を液浸露光処理する (ステップ S A 6) ことによっても、前述の本実施形態と同様にドライ状態とウエット状態との切り替え回数を少なくすることができる。一方、本実施形態のように、基板アライメント系 5 による基準マーク P F M の検出動作と、マスクアライメント系 6 による投影光学系 P L 及び液体 L Q を介した基準マーク M F M の検出動作とを連続して行うようにしたので、基板アライメント系 5 による基準マーク P F M の検出動作時における検出状態に対して、マスクアライメント系 6 による基準マーク M F M の検出動作時における検出状態が大きく変動して基板アライメント系 5 の検出基準位置とパターン像の投影位置との位置関係であるベースライン量が精確に計測できないといった不都合を回避することができる。例えば、ステージ駆動を行うリニアモータの停止時と駆動時との発熱量の違い等に起因する露光装置環境の熱的変動により、投影光学系 P L とアライメント系 5 との位置関係の物理的な変動、アライメント系 5 の光学特性の変動、及び基板ステージ P S T の位置計測を行うレーザ干渉計 5 6 の計測光路上の環境 (温度) 変動などが生じる可能性がある。その場合、基板アライメント系 5 による基準マーク P F M の検出動作時と、マスクアライメント系 6 による基準マーク M F M の検出動作時との時間的間隔が大きいと、前記熱的変動によりベースライン量を精確に計測できない不都合が生じる可能性がある。しかしながら、本実施形態のように、基板アライメント系 5 による基準マーク P F M の検出動作と、マスクアライメント系 6 による基準マーク M F M の検出動作とを連続して行うことで上記不都合を回避することができる。

20

30

## 【 0 0 9 8 】

なお、図 6 のフローチャートで示したアライメントシーケンスにおいては、基板 P 上のアライメントマーク 1 を液体を介さずに検出して (ステップ S A 1)、E G A 処理を行った (ステップ S A 2) 後に、基準マーク P F M の検出を液体を介さずに行い (ステップ S A 3)、さらにその後に、基準マーク M F M の検出を投影光学系 P L と液体とを介して実行している (ステップ S A 4) が、ステップ S A 2 とステップ S A 3 とを入れ替えてもよい。この場合、基準マーク P F M と基準マーク M F M との検出間隔が図 6 のシーケンスよりも多少長くなってしまいが、図 6 のシーケンスと同様に少ない回数の液体の供給・回収動作が可能であるので、スループットの点で有利である。また上述の実施形態においては、基準マーク P F M と基準マーク M F M とを別々に設けているが、一つの基準マークを基板アライメント系 5 とマスクアライメント系 6 とで検出するようにしてもよい。さらに、基準マーク P F M の液体なしでの検出と基準マーク M F M の液体を介しての検出とを実行して、ベースライン量を求めた後に、基板 P 上のアライメントマーク 1 を検出するようにしてもよい。

40

## 【 0 0 9 9 】

図 7 は本発明の別の実施形態を示す模式図である。図 7 は投影光学系 P L が基板 P 上に配置されている状態を、図 8 は投影光学系 P L が基準部材 3 上に配置されている状態をそ

50

れぞれ示している。図7及び8において、Zステージ52上には、基板ホルダPSH上に基板Pを配置するための凹部60が形成されているとともに、基準部材3を配置するための凹部61が形成されている。そして、凹部60に配置された基板Pの上面と、凹部61に配置された基準部材3の上面と、Zステージ52の上面とはほぼ面一となるように設けられている。こうすることにより、基準部材3上の基準マークMFMを液体LQを介して検出するために、図7に示す状態から図8に示す状態にする場合であっても、投影光学系PLの像面側に液体LQを保持した状態で基板ステージPSTをXY方向に移動することができる。もちろん、図8に示す状態から図7に示す状態にする場合であっても、投影光学系PLの像面側に液体LQを保持した状態で基板ステージPSTをXY方向に移動することができる。また、基準部材3上の基準マークMFMを液体LQを介して検出している場合、基準部材3上に形成される液体LQの液浸領域の大きさによっては、基準マークMFMの検出動作中に基準部材3上の液浸領域の一部(端部)が基板ホルダPSHが配置されている凹部60に配置される状況が発生することが考えられるが、凹部60の基板ホルダPSHに基板Pを配置しておくことで、凹部60内部への液体LQの浸入を防止することができる。また、基板Pを配置することで凹部60を平坦にすることができ、凹部(段部)に起因する液浸領域の乱れを防止することができる。なお、基準マークが形成された基準部材3をZステージ52の凹部61に埋設する構成の他に、凹部61を設けずにZステージ52の上面に直接基準マークを形成するようによい。

#### 【0100】

なお上記実施形態では、基板P上のアライメントマーク1を検出した後に、マスクアライメント系6による基準マークMFMの検出を行うシーケンスを採用しているため、マスクアライメント系6による液体LQを介した基準マークMFMの検出動作中には、デバイスを製造するための基板Pが基板ホルダPSHに配置されている。しかしながら、ベースライン量を単独で計測する場合や、ベースライン量の計測後に、基板Pを基板ホルダPSH上にロードするシーケンスなどが採用される可能性がある。その場合には、ダミー基板DPを基板ホルダPSHに配置することももちろん可能である。ここで、ダミー基板DPはデバイス製造用の基板Pとほぼ同じ形状及び大きさを有する。またダミー基板DPは、基板Pと同じ材料、例えばシリコンで形成したものでよいが、液体LQとの接触による汚染物の溶出などが無いものであれば各種の材料をダミー基板DPに用いることができる。その場合、基板ホルダPSHにダミー基板DPを配置した状態で、マスクアライメント系6により投影光学系PL及び液体LQを介した基準マークMFMの検出が行われる。次いで、基板アライメント系5により液体LQ無しに基準マークPFMの検出が行われ、ベースライン量が計測される。その基板アライメント系5の検出動作の前又は後に、ダミー基板DPが基板ホルダPSHからアンロードされるとともに、デバイス製造用の基板Pが基板ホルダPSHにロードされる。そして、基板P上のアライメントマーク1が基板アライメント系5により検出された後、基板P上のアライメントマーク1の位置情報とベースライン量とに基づいて、基板P上のショット領域とパターン像との位置合わせが行われ、液浸露光が行われる。

#### 【0101】

図9は、上記ダミー基板DPを保管するダミー基板用ライブラリ70Aを備えた露光装置EXの一例を模式的に示した平面図である。図9において、露光装置EXは、チャンバ装置CHの内部に設けられている。チャンバ装置CHの内部は、空調系によって所定の環境(温度、湿度)に維持されている。基板ステージPSTは、チャンバ装置CHの内部において所定の可動範囲SRで移動可能に設けられている。露光装置EXには、基板Pを搬送する搬送装置80が接続されている。搬送装置80には、基板Pに感光材を塗布する機能と露光処理済みの基板Pを現像する機能とを有するコータ・デベロッパC/Dがインターフェース部IFを介して接続されている。搬送装置80は、基板Pを保持して搬送する第1アーム部81及び第2アーム部82を備えている。第1、第2アーム部81、82のそれぞれはガイド部81A、82Aに案内されつつ移動する。第1、第2アーム部81、82及びガイド部81A、82Aは第2チャンバ装置CH2の内部に設けられている。コ

ータ・デベロッパC/Dで感光材を塗布された露光処理前の基板Pは、第1アーム部81及び第2アーム部82によって、露光装置EXのチャンバ装置CH内部に搬送される。基板ステージPSTは、露光処理前の基板Pが第2アーム部82によってロードされる時、基板交換位置RPに移動される。基板交換位置RPで基板Pがロードされた基板ステージPSTは、投影光学系PLの下である露光処理位置EPに移動する。また、露光処理を終えた基板Pを保持した基板ステージPSTは、基板交換位置RPに移動する。露光処理済みの基板Pは、基板交換位置RPにおいて、第2アーム部82（あるいは別のアーム部）によってアンロードされ、第1アーム部81（あるいは別のアーム部）によって、インターフェース部IFを介してコータ・デベロッパC/Dに搬送される。

#### 【0102】

そして、ダミー基板DPを基板ホルダPSHに配置するときは、制御装置CONTは、例えば第2アーム部82を使って、チャンバ装置CHの内部に設けられているダミー基板DPの待機場所であるダミー基板用ライブラリ70Aよりダミー基板DPを取り出し、基板交換位置RPにおいて、基板ステージPSTの基板ホルダPSHにロードする。そして、基板ホルダPSHにダミー基板DPを保持した状態で、制御装置CONTは、上述したような例えばマスクアライメント系6による投影光学系PL及び液体LQを介した基準マークMFMの検出を行う。

#### 【0103】

また、上記液体LQを介した検出処理が終了した後、ダミー基板DPを基板ステージPSTよりアンロードするときは、まず、制御装置CONTは液体回収機構20などを使ってダミー基板DPに付着・残留している液体LQの除去作業を行う。そして、制御装置CONTは、液体除去処理を施されたダミー基板DPを保持した基板ステージPSTを基板交換位置RPに移動する。そして、制御装置CONTは、第2アーム部82（あるいは別のアーム部）を使って基板ステージPSTよりダミー基板DPをアンロードし、ダミー基板DPの待機場所であるダミー基板用ライブラリ70Aに収納する。

#### 【0104】

なお、本実施形態においては、ダミー基板用ライブラリ70Aは、露光装置EXを収容するチャンバ装置CHの内部に設けられているが、図9中、符号70Bで示すように、ダミー基板用ライブラリを例えば搬送装置80を収容する第2チャンバ装置CH2の内部に設けてもよい。あるいは、コータ・デベロッパC/Dの内部に、ダミー基板用ライブラリ

#### 【0105】

なお、ダミー基板DPは撥液性を有していることが好ましい。本実施形態においては、ダミー基板DPは撥液化処理されて撥液性を有している。撥液化処理としては、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、あるいはアクリル系樹脂や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。

#### 【0106】

また、ダミー基板DPの撥液性は経時的に劣化する。そこで、ダミー基板DPを、その撥液性の劣化に応じて交換するようにしてもよい。また、ダミー基板DPを撥液性の材料（例えば、フッ素系の材料やアクリル）で形成してもよい。

#### 【0107】

図10は別の実施形態を示す模式図である。図10に示すように、Zステージ52（基板ステージPST）に凹部60を形成し、その凹部60の内部に凹部60に応じた形状を有する基板ホルダPSHを配置するとともに、Zステージ52内部に基板ホルダPSHを昇降する昇降装置63を設けるようにしてもよい。そして、マスクアライメント系6による液体LQを介した基準マークMFMの検出動作時においては、図10(a)に示すように、昇降装置63は基板ホルダPSHを上昇して、Zステージ52の上面と基板ホルダPSHの上面とを面一にする。こうすることによっても、基準マークMFMを液体LQを介

10

20

30

40

50

して計測するために基準部材 3 上に形成された液浸領域の液体 L Q が Z ステージ 5 2 ( 基板ステージ P S T ) 内部に浸入するなどの不都合の発生を防止することができる。そして、液浸露光するためにデバイス製造用の基板 P を基板ホルダ P S H に保持させる際には、図 1 0 ( b ) に示すように、昇降装置 6 3 が基板ホルダ P S H を下降することにより、基板 P を配置するための凹部 6 0 が設けられる。なお、基板 P を載置する際に基板ホルダ P S H 上に液体 L Q が付着している場合には、付着した液体 L Q を除去あるいは回収してから基板 P に載置するとよい。

#### 【 0 1 0 8 】

なお、上述の実施形態においては、基板ステージ P S T 上の基準マーク M F M を、投影光学系 P L と液体 L Q とを介して検出するときに、基板 P、ダミー基板 D P を基板ホルダ P S H に保持して、Z ステージ 5 2 内部に液体 L Q が浸入するのを防止しているが、基準マーク M F M の検出に限ることなく、Z ステージ 5 2 ( 基板ステージ P S T ) 上の各種センサの使用時など、Z ステージ 5 2 ( 基板ステージ P S T ) 上面の周辺部に液浸領域を形成するときには、基板 P やダミー基板 D P を基板ホルダ P S H に保持したり、図 1 0 のような構成を用いて Z ステージ 5 2 ( 基板ステージ P S T ) 内部への液体 L Q の浸入を防止することが望ましい。

#### 【 0 1 0 9 】

ところで、上述したように、ベースライン量を求めるための基準マーク P F M、M F M の検出動作は、予め設定された基板処理枚数毎やマスク M を交換したとき毎など、所定期間毎に行えばよい。そして、上述した実施形態においては、基板 P を基板ホルダ P S H 上にロードする前においてベースライン量を単独で計測するときなどに、基板ホルダ P S H にダミー基板 D P を保持しておくことで、基板ホルダ P S H 内部や基板ステージ P S T 内部に液体 L Q が浸入することを防止している。一方で、ベースライン量を計測するときには、ダミー基板 D P を基板ホルダ P S H に保持する代わりに、露光処理済みの基板 P を基板ホルダ P S H に保持した状態で、ベースライン量を求めるための基準マーク P F M、M F M の検出動作を行うことによっても、基板ホルダ P S H 内部や基板ステージ P S T 内部に液体 L Q が浸入することを防止することができる。そして、ベースライン量の計測を終了した後、その露光処理済みの基板 P をアンロードすればよい。すなわち、基板 P の露光を終了した後、その露光処理済みの基板 P を基板ステージ P S T に保持した状態で、基板アライメント系 5 による基板ステージ P S T 上の基準マーク P F M の位置情報の検出とマスクアライメント系 6 による基板ステージ P S T 上の基準マーク M F M の位置情報の検出とを行い、その基準マーク P F M、M F M の位置情報の検出結果に基づいてベースライン量を求めた後、その露光処理済みの基板 P を基板ステージ P S T より搬出することによって、基板ホルダ P S H 内部や基板ステージ P S T 内部に液体 L Q が浸入することを防止できる。

#### 【 0 1 1 0 】

なお、露光処理前の基板 P を基板ホルダ P S H に保持した状態で、ベースライン量を求めるための基準マーク P F M、M F M の検出動作を行う構成も考えられる。しかしながら、液体 L Q を介して基準マーク M F M を検出するときなどに、露光処理前の基板 P 上のアライメントマーク 1 に液体 L Q が付着する可能性が高くなる。基板 P 上のアライメントマーク 1 を検出する基板アライメント系 5 は、液体 L Q を介さずに ( ドライ状態で ) 検出するように構成されているので、露光処理前の基板 P 上のアライメントマーク 1 を基板アライメント系 5 で検出するときに、アライメントマーク 1 上に液体 L Q が付着していると、検出精度の劣化を招く。したがって、ベースライン量を求めるための基準マーク P F M、M F M を検出するときに基板ホルダ P S H に保持させておく基板 P は、露光処理後の基板 P であることが好ましい。

#### 【 0 1 1 1 】

なお、Z ステージ 5 2 ( 基板ステージ P S T ) 上に基準部材や各種の計測センサなどの計測部材が配置されていない場合であっても、Z ステージ 5 2 ( 基板ステージ P S T ) 上に液浸領域 A R 2 を形成する場合には、基板 P やダミー基板 D P を基板ホルダ P S H に保

10

20

30

40

50

持したり、図10のような機構を用いてZステージ52(基板ステージPST)内部への液体LQの浸入を防止することが望ましい。

【0112】

さらに言えば、Zステージ52(基板ステージPST)上の基準部材や各種の計測センサなどの計測部材の有無にかかわらず、Zステージ52(基板ステージPST)の凹部60が基板Pやダミー基板DPなどで覆われていない場合に、Zステージ52(基板ステージPST)上に液浸領域AR2を形成するのを禁止するのが望ましい。

【0113】

例えば、Zステージ52(基板ステージPST)の凹部60が基板Pやダミー基板DPなどで覆われていない場合に、制御装置CONTは、液体供給機構10による液体供給を禁止したり、投影光学系PLの光学素子2とZステージ52(基板ステージPST)とが対向しないように、Zステージ52(基板ステージPST)のXY平面内での移動範囲を制限することができる。

10

【0114】

なお、制御装置CONTは、露光装置EX全体の動作を統括制御しているので、Zステージ52(基板ステージPST)の凹部60が基板Pやダミー基板DPなどで覆われているか否かを判断することができるが、後述するように、基板Pやダミー基板DPなどで覆われているか否かを検出する検出器を使うこともできる。

【0115】

また、基板アライメント系5で基板P上のアライメントマーク1を検出するとき、上述したように、基板P上のアライメントマーク1に液体LQが配置されていない(付着していない)状態にすることが望ましい。基板ステージPSTにロードされた露光処理前の基板Pが、供給ノズル13の下や回収ノズル23の下、あるいは投影光学系PLの光学素子2の下を通過するとき、供給ノズル13や回収ノズル23、又は光学素子2に残留・付着している液体LQが基板P上に滴下あるいは飛散するおそれがある。そして、その滴下した液体LQが基板P上のアライメントマーク1上に配置されて(付着して)しまうと、基板アライメント系5はアライメントマーク1の計測ができず計測エラーを発生したり、計測ができたとしてもアライメントマーク1の像や波形信号が歪んで誤計測してしまい、アライメント計測精度が劣化する等の不都合が生じる。

20

【0116】

あるいは、基板ステージPST上のうちその基板ステージPSTに保持された基板Pとは別の位置(例えば補助プレート57上やZステージ52の上面上)に液浸領域AR2を形成しつつ、基板アライメント系5が基板P上のアライメントマーク1を液体LQを介さずに計測する構成も考えられる。あるいは、基板P上の一部に(局所的に)液浸領域AR2を形成しつつ、その液浸領域AR2の外側でアライメントマーク1を基板アライメント系5で液体LQを介さずに検出する構成も考えられる。この場合においても、液浸領域AR2から液体LQが飛散したり、液体LQの回収が十分に行われないと、基板P上のアライメントマーク1上に液体LQが配置された状態で、そのアライメントマーク1が基板アライメント系5に計測される不都合が生じる。

30

【0117】

そこで、制御装置CONTは、基板アライメント系5の検出領域に配置される前の基板P上のアライメントマーク1が、供給ノズル13や回収ノズル23、又は投影光学系PLの光学素子2の下を通過しないように、基板ステージPSTの移動軌跡を決定する。そして制御装置CONTは、決定した移動軌跡に基づいて基板ステージPSTを移動しながら、基板アライメント系5を使って、基板P上の複数のアライメントマーク1のそれぞれを順次計測する。

40

【0118】

図11は、基板P上の複数のアライメントマーク1のそれぞれを基板アライメント系5で順次計測するときの動作を説明するための図である。図11において、投影光学系PLの光学素子2の近傍には供給ノズル13及び回収ノズル23が配置されており、それら光

50



学素子 2、供給ノズル 13、及び回収ノズル 23 の + X 側には基板アライメント系 5 が配置されている。このような位置関係において、基板アライメント系 5 を使って基板 P 上の複数のアライメントマーク 1 のそれぞれを順次計測するとき、最初に制御装置 CONT は、図 11 ( a ) に示すように、基板 P 上の最も - X 側に設けられているショット領域に付随したアライメントマーク 1 を基板アライメント系 5 の検出領域に配置し、そのアライメントマーク 1 を基板アライメント系 5 で計測する。例えば制御装置 CONT は、基板 P 上のショット領域 S 10 や S 11 ( 図 4 参照 ) などに付随したアライメントマーク 1 を基板アライメント系 5 の検出領域に配置する。以下の説明では、最初に計測される上記アライメントマーク 1 を「第 1 アライメントマーク」と称する。

#### 【 0 1 1 9 】

ここで、制御装置 CONT は、露光処理前の基板 P を基板交換位置 RP ( 図 9 参照 ) において基板ステージ PST 上にロードした後、基板 P 上の第 1 アライメントマーク 1 を基板アライメント系 5 の検出領域に配置するとき、基板 P 上の複数のアライメントマーク 1 のうち、少なくとも基板アライメント系 5 の計測対象であるアライメントマーク 1 が、供給ノズル 13 や回収ノズル 23、あるいは光学素子 2 の下を通過しないように、基板ステージ PST を移動する。これにより、第 1 アライメントマーク 1 は、供給ノズル 13 などの下を通過することなく、基板アライメント系 5 の検出領域に配置される。したがって、第 1 アライメントマーク 1 上に、供給ノズル 13 などから滴下した液体 LQ が配置された状態で、その第 1 アライメントマーク 1 が基板アライメント系 5 に計測される不都合を防止することができる。

#### 【 0 1 2 0 】

第 1 アライメントマーク 1 の検出が終了した後、制御装置 CONT は、基板ステージ PST を - X 側に移動し、第 1 アライメントマーク 1 よりも + X 側に設けられた第 2 アライメントマーク 1 ( 例えばショット領域 S 12 や S 9 などに付随したアライメントマーク 1 ) を基板アライメント系 5 の検出領域に配置する。ここで、制御装置 CONT は、基板アライメント系 5 の検出領域に計測対象であるアライメントマーク 1 が、供給ノズル 13 などの下を通過しないように、基板ステージ PST の移動軌跡を決定しているので、基板 P が基板ステージ PST にロードされた後、その基板 P 上の第 2 アライメントマーク 1 が基板アライメント系 5 の検出領域に配置されるまでの間に、第 2 アライメントマーク 1 は供給ノズル 13 などの下を通過しない。したがって、第 2 アライメントマーク 1 上に、供給ノズル 13 などから滴下した液体 LQ が配置される不都合が防止されている。なお、既に基板アライメント系 5 に計測された第 1 アライメントマーク 1 は、供給ノズル 13 などの下を通過してもよい。

#### 【 0 1 2 1 】

以下同様に、図 11 ( b ) に示すように、制御装置 CONT は、第 2 アライメントマーク 1 よりも + X 側に設けられた第 3、第 4 アライメントマーク 1 を基板アライメント系 5 の検出領域に順次配置して計測する。以上の動作は、制御装置 CONT が基板ステージ PST の位置をレーザ干渉計 56 でモニタしつつ、露光レシピに基づいて基板ステージ駆動装置 PSD を制御することで行われる。

#### 【 0 1 2 2 】

なおここでは、制御装置 CONT は基板ステージ PST を - X 側に移動し、基板アライメント系 5 の検出領域に基板 P 上の - X 側のアライメントマーク 1 から + X 側のアライメントマーク 1 を順次配置しているが、基板アライメント系 5 が投影光学系 PL の - X 側に設けられている場合には、基板ステージ PST は + X 側に移動される。また、アライメントマーク 1 を検出する順番も、X 軸方向に沿った順番に限られない。また、上述したように、基板 P 上に設けられた複数のアライメントマーク 1 の全てを基板アライメント系 5 で検出する必要はない。したがって、基板アライメント系 5 の計測対象ではないアライメントマーク 1 は、供給ノズル 13 などの下を通過してもよい。要は、基板アライメント系 5 の検出領域に配置される前の計測対象であるアライメントマーク 1 が、供給ノズル 13 などの下を通過しなければよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 2 3 】

以上説明したように、制御装置CONTは、基板アライメント系5の検出領域にアライメントマーク1を配置するための基板ステージPSTの移動軌跡を、基板アライメント系5と供給ノズル13（及び回収ノズル23、光学素子2）との位置関係に応じて決定している。基板アライメント系5で計測されるアライメントマーク1に、供給ノズル13などの下を通過したことに起因して液体LQが付着される不都合を防止することができる。したがって、基板アライメント系5が液体LQを付着された状態のアライメントマーク1を計測する不都合が防止されるので、計測エラーや誤計測を防止することができる。したがって、露光装置EXの稼働率が向上し、露光精度を高度に維持することができる。

## 【 0 1 2 4 】

なお、図11を参照して説明した実施形態の場合、投影光学系PLの像面側に液体LQを保持した状態で、基板アライメント系5によるアライメントマーク1の検出を行なうようにしてもよい。この場合、基板ステージPST（Zステージ52）上面、あるいは基板ステージPST上面と基板P表面とに跨るように、あるいは基板P表面に液浸領域AR2が形成されるが、図11からも明らかなように、制御装置CONTは、基板Pのアライメントマーク1が液浸領域AR2の液体LQ（図1参照）に接触する前に基板アライメント系5で検出されるように基板ステージPSTの移動軌跡を決定している。基板アライメント系5が液体LQを付着された状態のアライメントマーク1を計測する不都合が防止することができる。

## 【 0 1 2 5 】

なおここでは、基板アライメント系5の検出領域に配置される前の基板P上のアライメントマーク1が、供給ノズル13などの下を通過しないようにしているが、基板アライメント系5の検出領域に配置される前の基準マークPFMが、供給ノズル13などの下を通過しないように、基板ステージPSTの移動軌跡が決定されてもよい。このように、アライメントマーク1や基準マークPFMに限らず、ドライ状態で計測される基板ステージPST上のマーク（計測対象）が液体LQを滴下させる可能性のある部材の下を通過しないように基板ステージPSTの移動軌跡を決定するようにすることで、液体LQを介さないマーク計測精度を向上することができる。

## 【 0 1 2 6 】

なお上述した実施形態においては、基板ステージPSTを基板交換位置RPから投影光学系PL近傍（露光処理位置EP）まで移動させるときや、基板P上の複数のアライメントマーク1を計測するときについての基板ステージPSTの移動軌跡について説明したが、基準部材3上の基準マークPFM、MFMを計測した後、基板P上のアライメントマーク1を計測するときなどにも、基板P上のアライメントマーク1が供給ノズル13などの下を通過しないように、基板ステージPSTの移動軌跡が決定されることが好ましい。例えば、図12において、基準部材3上の基準マークMFMをマスクアライメント系6を使って液体LQを介して計測するときは、制御装置CONTは、基準部材3上に液浸領域AR2を形成した状態で基準マークMFMを計測する。そして、基準マークMFMの液体LQを介した計測が終了した後、制御装置CONTは、基準部材3上の液体LQを液体回収機構20などを使って回収する。その後、制御装置CONTは、基板アライメント系5の検出領域に基板P上のアライメントマーク1を配置するときに、供給ノズル13などが図12の波線矢印Kに沿って進むようにレーザ干渉計56の出力をモニタしつつXYステージ53を移動する。そして、制御装置CONTは、基板アライメント系5の検出領域に第1アライメントマーク1（例えばショット領域S10に付随したアライメントマーク1）を配置する。この場合においても、基板アライメント系5で計測される前のアライメントマーク1は、供給ノズル13などの下を通過しないので、供給ノズル13などから滴下した液体LQが付着することがない。

## 【 0 1 2 7 】

なお、アライメントマーク1に液体が付着して検出エラーになった場合には、アライメントマーク1に異物が付着して検出エラーが生じた場合と同様に、そのアライメントマ

10

20

30

40

50

クの検出を中止し、その近傍のアライメントマークを替わりに検出するようにしてもよいし、その基板Pそのものを不良基板として扱うようにしてもよい。

【0128】

また、基板アライメント系5で基板P上のアライメントマークをドライ状態で検出したときに得られるマーク像や信号波形を予め記憶しておき、実際に基板アライメント系5でアライメントマーク1を検出したときに得られたマーク像や信号波形が、記憶されているものと大きく異なる場合には、基板アライメント系5の終端の光学素子と、アライメントマークとの少なくとも一方に液体が付着していると判断して、検出エラーを出力し、オペレータなどに付着した液体の拭き取りなどを促すようにしてもよい。

【0129】

同様に、基板アライメント系5で基準マークPFMをドライ状態で計測したときに得られるマーク像や信号波形を記憶しておき、ベースライン量の計測などのときに実際に基板アライメント系5で基準マークPFMの取得したマーク像や信号波形が記憶されているものと大きく異なる場合には、基板アライメント系5の終端の光学素子と、基準マークPFMとの少なくとも一方に液体が付着していると判断して、検出エラーを出力し、オペレータなどに付着した液体の拭き取りなどを促すようにしてもよい。

【0130】

なお、記憶されるマーク像や信号波形は、露光装置EX内で基板アライメント系5を使って取得してもよいし、露光装置EXの外で取得するようにしてもよい。

【0131】

また、図12に示す基板ステージPST上には、例えば特開昭57-117238号公報に開示されているような照度ムラセンサ400や、例えば特開2002-14005号公報に開示されているような空間像計測センサ500が設けられている。そして、これら計測用センサ400、500上に液浸領域AR2を形成した状態で、液体LQを介して計測処理を行うことが考えられる。その場合においても、制御装置CONTは、センサ400、500による計測処理を終了した後、液体回収機構20などを使って液体回収を行う。そして、基板P上のアライメントマーク1を基板アライメント系5の検出領域に配置するときは、制御装置CONTは、基板アライメント系5の計測対象である基板P上のアライメントマーク1が供給ノズル13などの下を通過しないように、基板ステージPSTの移動軌跡を決定する。

【0132】

図13は、本発明の別の実施形態を示す模式図である。図13(a)において、露光装置EXは、基板ホルダPSHに基板Pを吸着保持するための吸着保持機構90を備えている。吸着保持機構90は、基板ホルダPSHの上面の複数の位置のそれぞれに設けられた吸着孔91と、これら複数の吸着孔91のそれぞれに流路92を介して接続された真空系93とを備えている。制御装置CONTは、真空系93を駆動することで、基板ホルダPSHの上面に載置された基板Pの裏面を、吸着孔91を介して真空吸着保持する。

【0133】

吸着保持機構90の流路92又は真空系93の圧力に関する情報は、圧力検出器94にモニタされるようになっている。圧力検出器94は、検出した圧力に関する情報に基づいて、基板ホルダPSH上に基板P(もしくはダミー基板DP)が保持されているか否かを検出することができる。すなわち、圧力検出器94は、吸着保持機構90による吸着動作が実行され、圧力が低下しない場合には、基板ホルダPSH上に基板Pが保持されていないと判断し、圧力が低下した場合には、基板ホルダPSH上に基板Pが保持されていると判断する。また、圧力検出器94の検出結果及び判断結果は、制御装置CONTに出力される。

【0134】

液体供給機構10の供給管12の途中には、供給管12の流路を開閉するバルブ14が設けられている。バルブ14の動作は、制御装置CONTに制御される。

【0135】

10

20

30

40

50

図13(a)に示すように、基板ホルダPSH上に基板Pが保持されているとき、上述したように、圧力検出器94は、圧力に関する情報に基づいて、基板ホルダPSH上に基板Pが保持されていることを検出することができる。そして、圧力検出器94が基板Pを検出したとき、制御装置CONTは、圧力検出器94の検出結果(判断結果)に基づいて、液体供給機構10に液体供給可能の指令を出す。

【0136】

一方、図13(b)に示すように、基板ホルダPSH上に基板Pが保持されていないとき、圧力検出器94は、圧力に関する情報に基づいて、基板ホルダPSH上に基板Pが保持されていないことを検出することができる。そして、圧力検出器94が基板Pを検出しないときには、制御装置CONTは、圧力検出器94の検出結果(判断結果)に基づいて、液体供給機構10に液体供給不可の指令を出す。制御装置CONTの指令を受けた液体供給機構10は、例えばバルブ14によって供給管12の流路を閉じる。こうして、制御装置CONTは、液体供給機構10による液体供給を停止する。

【0137】

上述したように、基板ホルダPSHに基板Pもしくはダミー基板DPが保持されていない状態において、液浸領域AR2が形成されたり、液体供給機構10による液体供給が実行されると、基板ホルダPSH内部や基板ステージPST内部に液体LQが浸入する可能性があり、例えば液体LQが基板ステージPST内部に浸入すると、錆びを生じさせたり、内部に配置されている電気機器や摺動部に不具合が生じ、修復に多大な時間を要してしまう。あるいは、基板ホルダPSHの保持面に液体LQがかかると、吸着孔91を介して真空系93に液体LQが流入する不都合が生じる。また、基板ホルダPSHの保持面に液体LQが付着すると、基板Pが載置されたときに、その液体LQが潤滑膜として機能し、基板Pを所望の位置に対してずれた状態で保持する不都合も生じる。そこで、本実施形態のように、基板ホルダPSHに基板Pもしくはダミー基板DPが保持されているか否かに応じて、液体供給機構10の動作を制御することで、基板ホルダPSHの保持面に液体LQが付着したり、基板ステージPSTの内部に液体が浸入することを防止できる。そして、基板ホルダPSHに基板Pもしくはダミー基板DPが保持されていないときは、制御装置CONTが液体供給機構10による液体供給を停止することで、基板ステージPSTの内部への液体の浸入等を防止することができる。

【0138】

なお本実施形態においては、圧力検出器94の検出結果に基づいて、基板ホルダPSHに基板P若しくはダミー基板DPが保持されているか否かが判断されているが、基板ステージPSTや基板ホルダPSHに、例えば接触式の基板有無センサを設け、その検出結果に基づいて、液体供給機構10の動作を制御するようにしてもよい。あるいは、前述のフォーカス検出系4を用いて、基板ホルダPSHに基板P若しくはダミー基板DPが保持されているか否かを判断し、その結果に基づいて、液体供給機構10の動作を制御するようにしてもよい。また、基板ホルダPSHに基板P(もしくはダミー基板DP)が保持されていないときに、Zステージ52(基板ステージPST)上に液浸領域AR2が形成されないように、Zステージ52(基板ステージPST)の供給ノズル13や回収ノズル23、あるいは光学素子2の下への移動を禁止するようにしてもよい。

【0139】

また、制御装置CONTは、圧力検出器94の検出結果に応じて、基板ステージPSTの可動領域を変更するようにしてもよい。図13を参照して説明した実施形態のように、基板ホルダPSHに基板P(もしくはダミー基板DP)が保持されていないときに、液体供給機構10による液体供給を停止したとしても、供給ノズル13や回収ノズル23、あるいは投影光学系PLの光学素子2に残留・付着している液体LQが滴下して、基板ホルダPSH内部や基板ステージPST内部に浸入する可能性がある。その場合においても、基板ステージPST内部の電気機器の漏電を引き起こしたり、錆びを生じさせたり、吸着孔91を介して液体LQが真空系93に流入したり、あるいは基板ホルダPSHの保持面に滴下した液体LQが潤滑膜として機能して、所望位置に対してずれた状態で基板Pを保

10

20

30

40

50

持するなどの不都合が生じる。そこで、制御装置CONTは、基板ホルダPSHに基板Pが保持されているか否かを検出する検出器94の検出結果に応じて、基板ステージPSTの可動領域を変更する。

#### 【0140】

具体的には、基板ホルダPSHに基板P（もしくはダミー基板DP）が保持されていないときは、換言すれば、圧力検出器94が基板Pを検出しないときは、制御装置CONTは、基板ステージPSTの可動領域を、供給ノズル13や回収ノズル23、あるいは光学素子2の下に基板ホルダPSHが位置しない領域とする。そして、制御装置CONTは、基板ホルダPSHに基板Pが保持されていない場合、レーザ干渉計56の出力をモニタしつつ、基板ホルダPSHが供給ノズル13などの下を通過しないように、基板ステージPSTを移動する。こうすることにより、仮に供給ノズル13などから液体LQが滴下しても、基板ホルダPSHの内部や基板ステージPSTの内部への液体LQの浸入等を防止することができる。

10

#### 【0141】

なお、上述の実施形態においては、基板ステージPST上に液浸領域AR2を形成するときに、供給ノズル13から液体LQの供給を開始するようにしているが、基板ステージPSTとは異なる所定の物体と投影光学系PLとの間に保持された液体を回収することなく、その所定物体上に形成されている液浸領域AR2を基板ステージPST上に移動することによって、基板ステージPST上に液浸領域AR2を形成することもできる。

#### 【0142】

なお、上述の実施形態においては、基板P上のアライメントマーク1及び基準マークPFMを液体を介さずに検出し、基準マークMFMの検出は液体を介して実行するようになっているが、基準部材3表面の撥液化、基準部材3上面の無段差化、ダミー基板DPの使用などに関する発明は、特開平4-45512号公報に開示されているような基準マークPFMと基準マークMFMとを同時に検出できるような構成を採用した場合にも適用可能であり、基板P上のアライメントマーク1及び基準マークPFMを液体を介して検出するような場合にも適用可能である。

20

#### 【0143】

また、基準部材3上に液浸領域と非液浸領域とを分離して形成できる場合には、特開平4-45512号公報に開示されているように、基準マークPFMの液体なしでの検出と基準マークMFMの液体ありでの検出とを同時にできるような構成を採用してもよい。その場合には、例えば図6に示したアライメントシーケンスにおいて、ステップSA3とステップSA4とを同時に行うことができるので、スループットの点で有利である。またさらに、基板アライメント系5が基板P上のアライメントマーク1や基準マークPFMを液体を介して検出する構成の場合には、特開平4-45512号公報に開示されているように基準マークPFMの検出と基準マークMFMの検出とを同時にできるような構成を採用してもよいことは言うまでもない。

30

#### 【0144】

また、上述の実施形態においては、基準部材上に、基準マークPFMと基準マークMFMの二つの基準マークを設けたが、単一の基準マーク（基準）を使ってステップSA3とステップSA4を行うことも可能である。

40

#### 【0145】

上述したように、本実施形態における液体LQは純水を用いた。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。なお工場等から供給される純水の純度が低い場合には、露光装置が超純水製造器を持つようにしてもよい。

#### 【0146】

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.

50

44程度と言われており、露光光ELの光源としてArFエキシマレーザ光(波長193nm)を用いた場合、基板P上では $1/n$ 、すなわち約134nm程度に短波長化されて高い解像度が得られる。更に、焦点深度は空气中に比べて約 $n$ 倍、すなわち約1.44倍に拡大されるため、空气中で使用する場合と同程度の焦点深度が確保できればよい場合には、投影光学系PLの開口数をより増加させることができ、この点でも解像度が向上する。

#### 【0147】

なお、上述したように液浸法を用いた場合には、投影光学系の開口数NAが0.9~1.3になることもある。このように投影光学系の開口数NAが大きくなる場合には、従来から露光光として用いられているランダム偏光光では偏光効果によって結像性能が悪化する  
10  
こともあるので、偏光照明を用いるのが望ましい。その場合、マスク(レチクル)のライン・アンド・スペースパターンのラインパターンの長手方向に合わせた直線偏光照明を行い、マスク(レチクル)のパターンからは、S偏光成分(ラインパターンの長手方向に沿った偏光方向成分)の回折光が多く射出されるようにするとよい。投影光学系PLと基板P表面に塗布されたレジストとの間が液体で満たされている場合、投影光学系PLと基板P表面に塗布されたレジストとの間が空気(気体)で満たされている場合に比べて、コントラストの向上に寄与するS偏光成分の回折光のレジスト表面での透過率が高くなるため、投影光学系の開口数NAが1.0を越えるような場合でも高い結像性能を得ることができる。また、位相シフトマスクや特開平6-188169号公報に開示されているようなラインパターンの長手方向に合わせた斜入射照明法(特にダイボール照明法)等を適宜  
20  
組み合わせると更に効果的である。

#### 【0148】

またマスク(レチクル)のラインパターンの長手方向に合わせた直線偏光照明(S偏光照明)だけでなく、特開平6-53120号公報に開示されているように、光軸を中心とした円の接線(周)方向に直線偏光する偏光照明法と斜入射照明法との組み合わせも効果的である。特に、マスク(レチクル)のパターンが所定の一方方向に延びるラインパターンだけでなく、複数の異なる方向に延びるラインパターンが混在する場合には、同じく特開平6-53120号公報に開示されているように、光軸を中心とした円の接線方向に直線偏光する偏光照明法と輪帯照明法とを併用することによって、投影光学系の開口数NAが  
30  
大きい場合でも高い結像性能を得ることができる。

#### 【0149】

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。液体LQ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EXの運搬、組立、調整時等において投影光学系PLの透過率、基板P上での露光光ELの照度、及び照度分布の均一性を低下させる物質(例えばシリコン系有機物等)がその平行平板に付着しても、液体LQ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LQと接触する光学素子をレンズとする場合  
40  
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ELの照射によりレジストから発生する飛散粒子、または液体LQ中の不純物の付着などに起因して液体LQ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。

#### 【0150】

なお、液体LQ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。

10

20

30

40

50

## 【0151】

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 LQ 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 LQ を満たす構成であってもよい。

## 【0152】

また、上述の液浸法を適用した露光装置は、投影光学系 PL の終端光学素子 2 の射出側の光路空間を液体(純水)で満たしてウェハ基板 P を露光する構成になっているが、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 の終端光学素子 2 の入射側の光路空間も液体(純水)で満たすようにしてもよい。

## 【0153】

なお、本実施形態の液体 LQ は水であるが、水以外の液体であってもよい、例えば、露光光 EL の光源が F<sub>2</sub> レーザである場合、この F<sub>2</sub> レーザ光は水を透過しないので、液体 LQ としては F<sub>2</sub> レーザ光を透過可能な例えば、過フッ化ポリエーテル(PFPE)やフッ素系オイル等のフッ素系流体であってもよい。この場合、液体 LQ 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 LQ 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リソ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 LQ の極性に依拠して行われる。

## 【0154】

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。

## 【0155】

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。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。

## 【0156】

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。

## 【0157】

2 つのステージを備えたツインステージ型の露光装置では、基板の露光が行われる露光ステーションと基板上のショットエリアの位置合わせが行われるアライメントステーションが独立に設けられている場合がある。この場合、スループット向上のために、第 1 ステージ上の基板が露光ステーションで露光されているときに、第 2 ステージ上の基板がアライメントステーションでアライメントされる。そして、第 2 ステージ上の基板がアライメントされた後に、第 2 ステージは露光ステーションに移動して、アライメントステーションで位置合わせされた基板が露光ステーションで露光される。この際、第 2 ステージ上の基板はアライメントステーションにおいて、前述の実施形態で説明したような基板ステージに設けられた基準マークに対する相対位置が求められ、そして露光ステーションに第 2 ステージが移動されたときに、露光ステーションでも基準マークを基準として結像位置が決定される。従って、前述の実施形態で説明したような基準マークはツインステージ型の露光装置で、露光及びアライメントステーションで有効利用される。

## 【0158】

また、上述の実施形態においては、投影光学系 PL と基板 P との間に局所的に液体を満

10

20

30

40

50

たす露光装置を採用しているが、本発明は、特開平6-124873号公報や特開平10-303114号などに開示されているような露光対象の基板の表面全体が液体で覆われる液浸露光装置にも適用可能である。

【0159】

また、本発明は、例えば特開平11-135400号公報に開示されているように、ウエハ等の被処理基板を保持して移動可能な露光ステージと、各種の基準部材や計測センサなどの計測部材を備えた計測ステージとを備えた露光装置にも適用することができる。この場合、上述の実施形態において基板ステージPSTに配置されている基準部材や各種計測センサの少なくとも一部を計測ステージに配置することができる。

【0160】

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。

【0161】

基板ステージPSTやマスクステージMST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PST、MST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。

【0162】

各ステージPST、MST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PST、MST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PST、MST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PST、MSTの移動面側に設ければよい。

【0163】

基板ステージPSTの移動により発生する反力は、投影光学系PL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。

【0164】

マスクステージMSTの移動により発生する反力は、投影光学系PL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。

【0165】

以上のように、本願実施形態の露光装置EX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、電氣的精度、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氣的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

【0166】

半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図14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

10

20

30

40

50



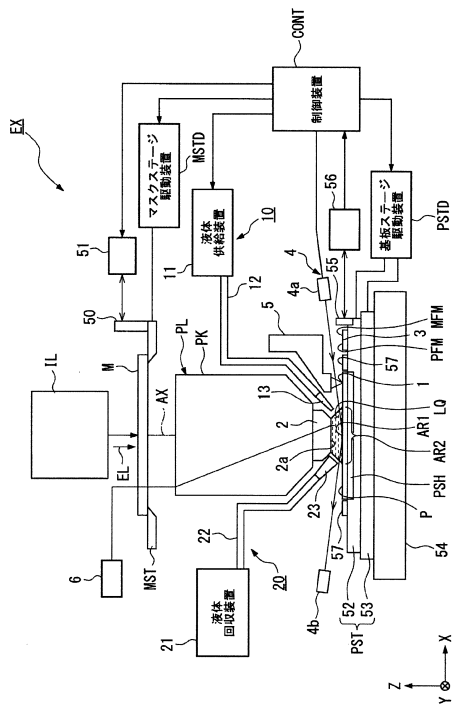
た実施形態の露光装置 EX によりマスクのパターンを基板に露光する露光処理ステップ 204、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）205、検査ステップ206等を経て製造される。

【符号の説明】

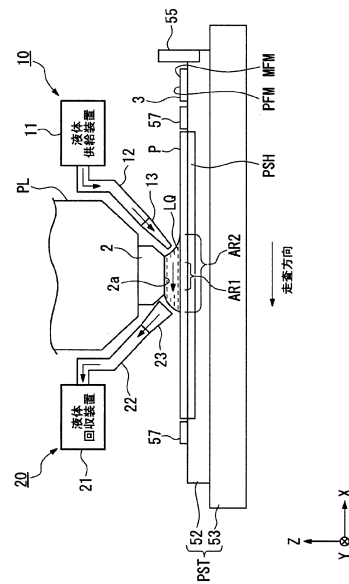
【0167】

1 ... アライメントマーク、2 ... 光学素子、3 ... 基準部材、5 ... 基板アライメント系（第1検出系）、6 ... マスクアライメント系（第2検出系）、10 ... 液体供給機構、13 ... 供給ノズル（ノズル部材）、20 ... 液体回収機構、23 ... 回収ノズル（ノズル部材）、52 ... Zステージ、60 ... 凹部（基板ホルダ）、94 ... 圧力検出器、AR1 ... 投影領域、AR2 ... 液浸領域、DP ... ダミー基板、EX ... 露光装置、LQ ... 液体、MFM ... 基準マーク、P ... 基板、PFM ... 基準マーク、PL ... 投影光学系、PSH ... 基板ホルダ、PST ... 基板ステージ

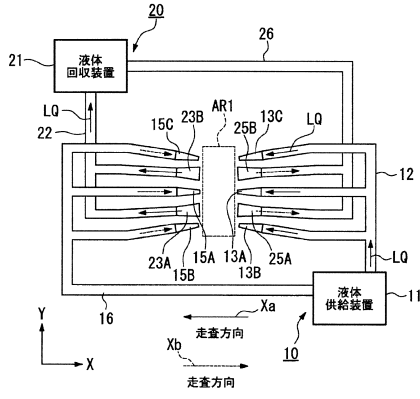
【図1】



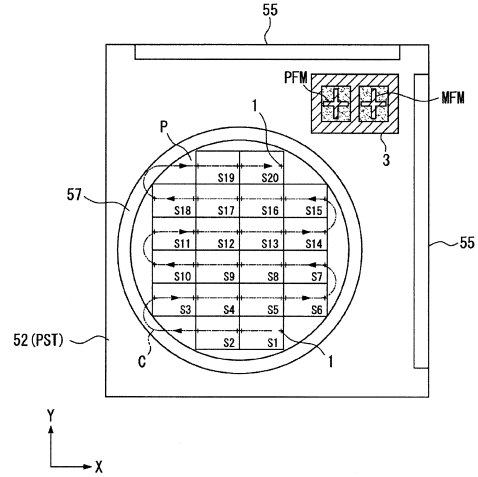
【図2】



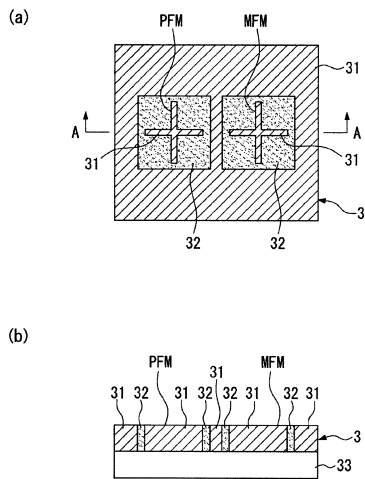
【図3】



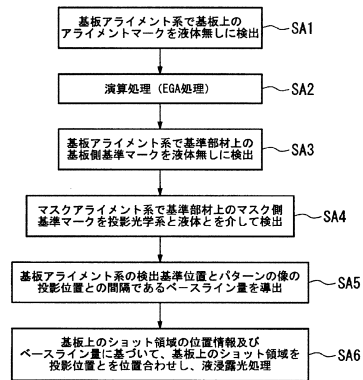
【図4】



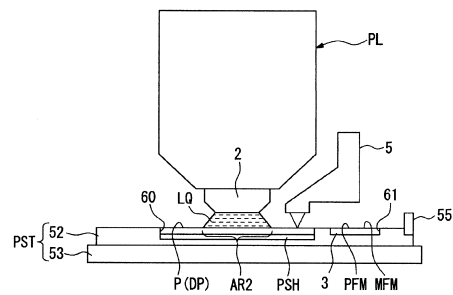
【図5】



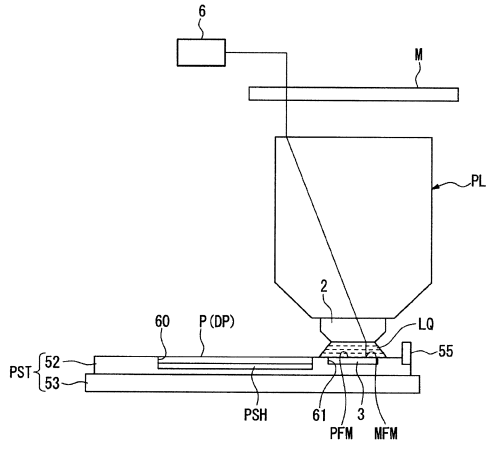
【図6】



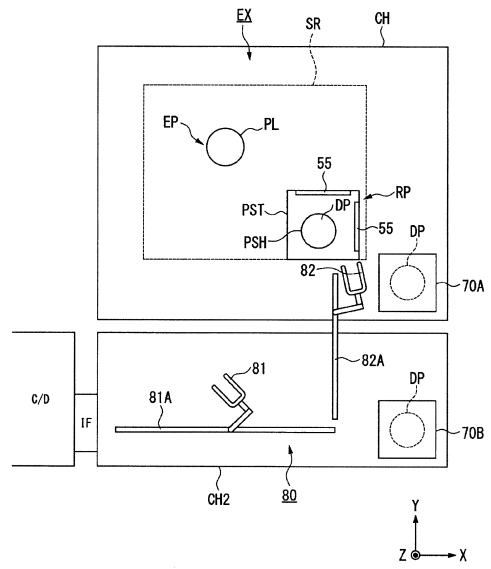
【図7】



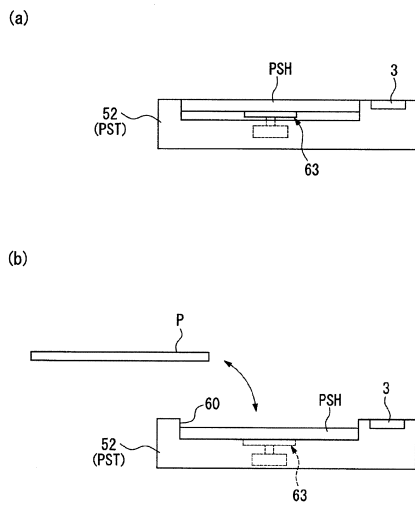
【 図 8 】



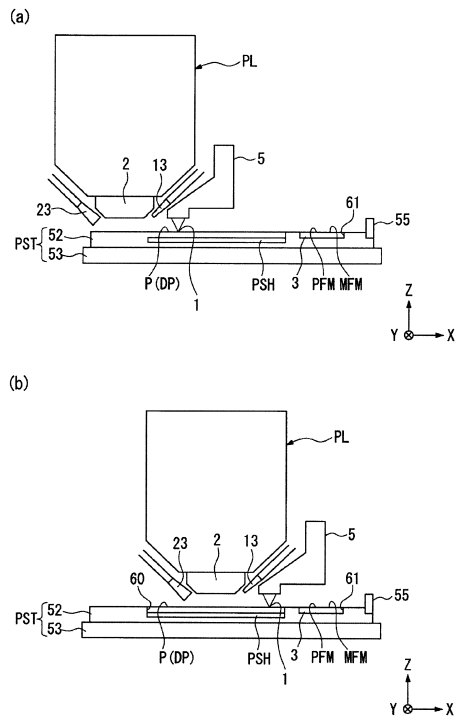
【 図 9 】



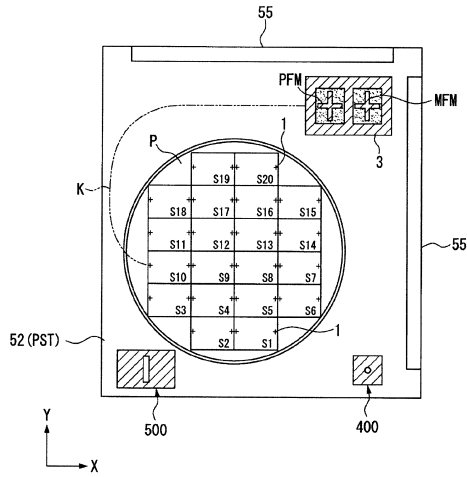
【 図 10 】



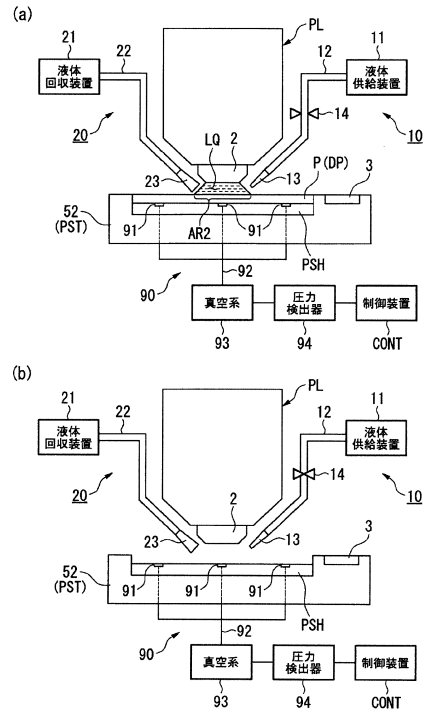
【 図 11 】



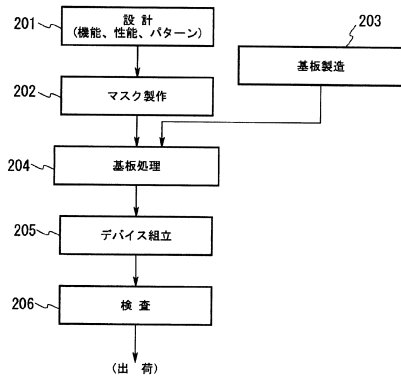
【図12】



【図13】



【図14】



## フロントページの続き

- (72)発明者 金谷 有歩  
東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内
- (72)発明者 長山 匡  
東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内
- (72)発明者 白石 健一  
東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内

審査官 新井 重雄

- (56)参考文献 特許第4524601(JP, B2)  
特開平02-094540(JP, A)  
特開平11-307612(JP, A)  
特開平10-303114(JP, A)  
特開平06-168866(JP, A)  
特開昭62-266846(JP, A)  
特開2001-267400(JP, A)  
米国特許第05610683(US, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |        |
|------|--------|
| G03F | 7/20   |
| G03F | 7/22   |
| H01L | 21/027 |