

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19)世界知的所有権機関  
国際事務局



(43)国際公開日  
2005年1月20日 (20.01.2005)

PCT

(10)国際公開番号  
WO 2005/006417 A1

(51)国際特許分類<sup>7</sup>: H01L 21/027, G03F 7/20, G02B 7/02

(21)国際出願番号: PCT/JP2004/009995

(22)国際出願日: 2004年7月7日 (07.07.2004)

(25)国際出願の言語: 日本語

(26)国際公開の言語: 日本語

(30)優先権データ:  
特願2003-272614 2003年7月9日 (09.07.2003) JP  
特願2004-44801 2004年2月20日 (20.02.2004) JP

(71)出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 Tokyo (JP).

(72)発明者; および

(75)発明者/出願人(米国についてのみ): 木内徹(KIUCHI, Tohru) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 三宅寿弘(MIYAKE, Toshihiro) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

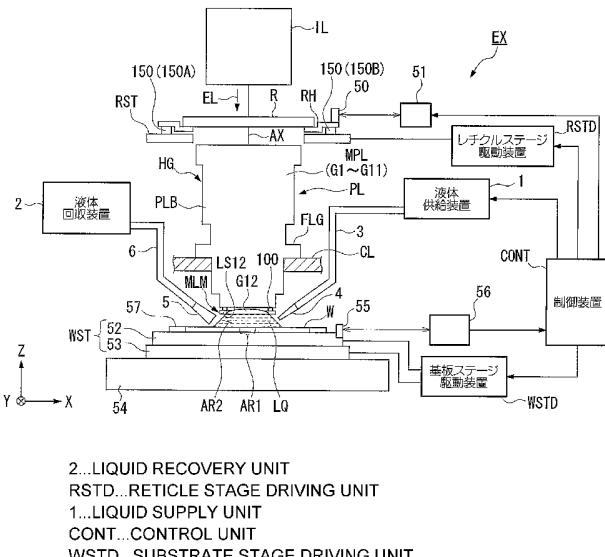
(74)代理人: 志賀正武, 外(SHIGA, Masatake et al.); 〒104-8453 東京都中央区八重洲2丁目3番1号 Tokyo (JP).

(81)指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,

[続葉有]

(54)Title: EXPOSURE APPARATUS AND METHOD FOR MANUFACTURING DEVICE

(54)発明の名称: 露光装置及びデバイス製造方法





LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明細書

## 露光装置及びデバイス製造方法

5 本願は、日本国特許庁へ出願された特許出願である特願2003-27261  
4号（2003年7月9日出願）および特願2004-044801号（2004年2  
月20日出願）を基礎とし、その内容を援用するものとする。

## 技術分野

10 本発明は投影光学系と基板との間を液体で満たした状態で基板を露光する露光  
装置、及びこの露光装置を用いるデバイス製造方法に関するものである。

## 背景技術

半導体デバイスや液晶表示デバイスは、マスク又はレチクル（以下、「レチクル」  
15 と称する）上に形成されたパターンをウエハやガラスプレート等の基板上に転写  
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、レチクルを支持するレチクルステージと基  
板を支持する基板ステージとを有し、レチクルステージ及び基板ステージを逐次  
20 移動しながらレチクルのパターンを投影光学系を介して基板に転写するものであ  
る。近年、デバイスパターンのより一層の高集積化に対応するために投影光学系  
の更なる高解像度化が望まれている。投影光学系の解像度は、使用する露光波長  
が短くなるほど、また投影光学系の開口数が大きいほど高くなる。

そのため、露光装置で使用される露光波長は年々短波長化しており、投影光学系  
の開口数も増大している。そして、現在主流の露光波長は、KrFエキシマレー  
25 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Re、及び焦点深度δはそれぞれ以下の式で表される。

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

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

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  $R_e$  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  $\delta$  が狭くなることが分かる。

焦点深度  $\delta$  が狭くなり過ぎると、投影光学系の像面に対して基板表面を合致させることが困難となり、露光動作時のフォーカスマージンが不足する恐れがある。

そこで、実質的に露光波長を短くして、且つ焦点深度を広くする方法として、例えば国際公開第 99/49504 号パンフレットに開示されている液浸法が提案されている。この液浸法は、投影光学系の下面と基板表面との間を水や有機溶媒等の液体で満たし、液体中の露光光の波長が、空気中の  $1/n$  ( $n$  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。

ところで、投影光学系の最も基板側の光学部材の端面と基板表面との間に液体を満たした状態においては、基板を保持する基板ステージの移動等によって生じる振動が液体を介してその終端の光学部材に伝わり、投影光学系と液体とを介して基板上に投影されるパターン像が劣化してしまう可能性がある。

さらに、上記従来技術においては、液体の液浸領域を形成するために液体供給口及び液体回収口を有するノズル部材を使って液体の供給及び回収を行っているが、ノズル部材と投影光学系との間の隙間に液体が浸入すると、投影光学系を構成する光学部材を保持する鏡筒に錆びが生じたり、あるいは光学部材が溶解する等の不都合が生じる可能性がある。

更には鏡筒内部に液体が浸入することも考えられ、その場合においても上記不都合が生じる可能性がある。

また、浸入した液体の影響により、投影光学系のうち例えば最も像面側の光学部材が僅かながら変形したり振動するなどして露光精度や計測精度が劣化する不都合が生じる可能性がある。

#### 発明の開示

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、投影光学系と基板と

の間に液体を満たして露光処理する際のパターン像の劣化を抑えることができる露光装置、及びこの露光装置を用いるデバイス製造方法を提供することを目的とする。

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10に対応付けした以下の構成を採用している。

本発明の露光装置（EX）は、液体（LQ）に接する光学部材（G12）及び該光学部材（G12）とパターンとの間に配置される光学群（G1～G11、MPL）を含む投影光学系（PL）を備え、投影光学系（PL）と液体（LQ）とを介して基板（W）上にパターンの像を投影することによって基板（W）を露光する露光装置において、光学部材（G12）と光学群（G1～G11、MPL）とを保持する保持機構（HG）を備え、保持機構（HG）は、光学部材（G12）を光学群（G1～G11、MPL）に対して可動に保持することを特徴とする。

本発明によれば、投影光学系のうち液体に接する光学部材（所謂、先玉レンズ）を、その光学部材とパターンとの配置される光学群に対して可動に保持するようにしたので、光学部材に伝わった振動はその光学部材が動くことで吸収される。したがって、光学部材の振動が光学群に伝わることを防止できる。

また本発明は投影光学系内への液体の浸入を防止して高い露光精度及び計測精度を維持できる露光装置、及びその露光装置を用いるデバイス製造方法を提供することを目的とする。

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10～図16に対応付けした以下の構成を採用している。

本発明の露光装置（EX）は、投影光学系（PL）の像面側に液体（LQ）の液浸領域（AR2）を形成し、投影光学系（PL）と液体（LQ）とを介してパターンを基板（W）に露光する露光装置において、投影光学系（PL）を構成する複数の光学部材（2A～2F）のうち液体（LQ）に接する光学部材（302F）の側面（302T）又は該光学部材（302F）を保持する保持部材（PK）の側面を囲むように設けられ、液体供給口（313）及び液体回収口（323）のうち少なくともいずれか一方を有する環状部材（370）と、光学部材（30

2 F) 又は保持部材 (P K) の側面 (3 0 2 T) と環状部材 (3 7 0) との間への液体 (L Q) の浸入を阻止する第1シール部材 (3 3 0) とを備えたことを特徴とする。

本発明によれば、第1シール部材を設けたことにより、光学部材又は保持部材と環状部材との間への液体の浸入を防止することができる。したがって、保持部材に鋸びが生じたり、光学部材が溶解する等の不都合を防止できる。また、光学部材又は保持部材と環状部材との間へ液体が浸入することができないので、浸入した液体による光学部材の変形や振動等の発生も防止できる。したがって、液体を介した露光処理及び計測処理を精度良く行うことができる。

本発明の露光装置 (E X) は、投影光学系 (P L) の像面側に液体 (L Q) の液浸領域 (A R 2) を形成し、投影光学系 (P L) と液体 (L Q) とを介してパターンを基板 (W) に露光する露光装置において、投影光学系 (P L) を構成する複数の光学部材 (2 A～2 F) のうち液体 (L Q) に接する光学部材 (2 F) を保持する保持部材 (P K) と、光学部材 (2 F) と保持部材 (P K) との間の気体の流通を阻止するシール部材 (3 4 0) とを備えたことを特徴とする。

本発明によれば、シール部材を設けたことにより、投影光学系を構成する複数の光学部材を保持する保持部材の内部空間と外部との間の気体の流通を防止することができる。したがって、保持部材の内部空間が所定のガスで満たされている構成であっても、その内部空間に対する外部の気体や液体の浸入を防止でき、内部空間を所望の環境に維持できる。

本発明のデバイス製造方法は、上記記載の露光装置 (E X) を用いることを特徴とする。本発明によれば、高い露光精度及び計測精度を維持できるので、所望の性能を発揮できるデバイスを提供できる。

## 25 図面の簡単な説明

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。

図 2 は、投影光学系の先端部近傍の拡大図である。

図 3 は、投影光学系の投影領域と液体供給装置及び液体回収装置との位置関係を示す図である。

図4は、本発明に係る投影光学系の一実施形態を示す構成図である。

図5は、第1保持部材及び接続機構近傍の拡大断面図である。

図6は、接続機構を構成するフレクシャの斜視図である。

図7は、接続機構を構成するフレクシャの正面図である。

5 図8は、像調整機構の制御ブロック図である。

図9は、本発明に係る投影光学系の他の実施形態を示す構成図である。

図10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。

図11は、液体供給口及び液体回収口と投影光学系の投影領域との位置関係を示す平面図である。

10 図12は、光学素子及び流路形成部材近傍の拡大断面図である。

図13は、第1シール部材近傍を示す拡大断面図である。

図14は、第2シール部材近傍を示す拡大断面図である。

図15は、第1シール部材の別の実施形態を示す断面図である。

図16は、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。

15

### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の露光装置及びデバイス製造方法について図面を参照しながら説明する。

#### 第1実施例

20 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。

図1において、露光装置EXは、レチクルRを支持するレチクルステージRSTと、基板Wを支持する基板ステージWSTと、レチクルステージRSTに支持されているレチクルRを露光光ELで照明する照明光学系ILと、露光光ELで照明されたレチクルRのパターンの像を基板ステージWSTに支持されている基板Wに投影露光する投影光学系PLと、露光装置EX全体の動作を統括制御する制御装置CONTとを備えている。

ここで、本実施形態では、露光装置EXとしてレチクルRと基板Wとを走査方向における互いに異なる向き（逆方向）に同期移動しつつレチクルRに形成されたパターンを基板Wに露光する走査型露光装置（所謂スキャニングステッパー）を

使用する場合を例にして説明する。以下の説明において、投影光学系PLの光軸AXと一致する方向をZ軸方向、Z軸方向に垂直な平面内でレチクルRと基板Wとの同期移動方向（走査方向）をX軸方向、Z軸方向及びX軸方向に垂直な方向（非走査方向）をY軸方向とする。また、X軸、Y軸、及びZ軸まわりの回転（傾斜）方向をそれぞれ、 $\theta_X$ 、 $\theta_Y$ 、及び $\theta_Z$ 方向とする。なお、ここでいう「基板」は半導体ウエハやガラスウエハ上にレジストを塗布したものを含む。

本実施形態の露光装置EXは、露光波長を実質的に短くして解像度を向上するとともに焦点深度を実質的に広くするために液浸法を適用した液浸露光装置であって、基板W上に液体LQを供給する液体供給装置1と、基板W上の液体LQを回収する液体回収装置2とを備えている。露光装置EXは、少なくともレチクルRのパターン像を基板W上に転写している間、液体供給装置1から供給した液体LQにより投影光学系PLの投影領域AR1を含む基板W上的一部分に液浸領域AR2を形成する。具体的には、露光装置EXは、投影光学系PLの終端部の光学部材（光学素子）G12と基板Wの表面との間を液体LQで満たす局所液浸構成（Local Liquid Filling）を採用し、この投影光学系PLと基板Wとの間の液体LQ及び投影光学系PLを介してレチクルRのパターン像を基板W上に投影することによって基板Wを露光する。

照明光学系ILは、レチクルステージRSTに支持されているレチクルRを露光光ELで照明するものであり、露光用光源、露光用光源から射出された光束の照度を均一化するオプティカルインテグレータ、オプティカルインテグレータからの露光光ELを集光するコンデンサレンズ、リレーレンズ系、露光光ELによるレチクルR上の照明領域をスリット状に設定する可変視野絞り等を有している。レチクルR上の所定の照明領域は照明光学系ILにより均一な照度分布の露光光ELで照明される。照明光学系ILから射出される露光光ELとしては、例えば水銀ランプから射出される紫外域の輝線（g線、h線、i線）及びKrFエキシマレーザ光（波長248nm）等の遠紫外光（DUV光）や、ArFエキシマレーザ光（波長193nm）及びF<sub>2</sub>レーザ光（波長157nm）等の真空紫外光（VUV光）などが用いられる。本実施形態では、ArFエキシマレーザ光を用いる。

ここで、本実施形態において、液体LQには純水が用いられる。純水はArFエキシマレーザ光のみならず、例えば水銀ランプから射出される紫外域の輝線(g線、h線、i線)及びKrFエキシマレーザ光(波長248nm)等の遠紫外光(DUV光)も透過可能である。

- 5 レチクルステージRSTは、原画となる回路パターンが形成されたレチクルRをレチクルホルダRHを介して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θZ方向に微小回転可能である。レチクルステージRSTはリニアモータ等のレチクルステージ駆動装置RSTDにより駆動される。
- 10 レチクルステージ駆動装置RSTDは制御装置CONTにより制御される。レチクルホルダRH上(あるいはレチクルステージRST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。レチクルステージRST上のレチクルRの2次元方向の位置、及びθZ方向の回転角(場合によってはθX、θY方向の微小回転角も)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。
- 15 制御装置CONTはレーザ干渉計51の計測結果に基づいてレチクルステージ駆動装置RSTDを駆動することでレチクルステージRSTに支持されているレチクルRの位置決めを行う。また、レチクルRを保持するレチクルホルダRHとレチクルステージRSTとの間には複数のアクチュエータ150(150A～150C)が設けられている。アクチュエータ150の駆動により、レチクルRを保持したレチクルホルダRHは、Z軸方向、及びθX、θY方向を含む傾斜方向に移動可能となっている。

投影光学系PLは、レチクルRのパターンを所定の投影倍率βで基板Wに投影露光するものである。本実施形態において、投影光学系PLは、投影倍率β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。

投影光学系PLは、その終端側(基板W側)に配置され、液体LQと接する光学部材G12と、光学部材G12とパターンを有するレチクルRとの間に配置された複数の光学素子G1～G11を含む光学群MPLとを備えている。なお、本実

施形態において、光学部材G 1 2は1つの平凸レンズ素子である。そして、投影光学系PLを構成する複数の光学素子G 1～G 1 2は保持機構HGで保持されている。保持機構HGは、光学群MPLを保持する鏡筒（第2保持部材）PLBと、レンズ素子G 1 2を保持するレンズ保持部MLMとを備えている。レンズ保持部5 MLMは、レンズ素子G 1 2を保持するレンズセル（第1保持部材）LS1 2と、レンズセルLS1 2を鏡筒PLBに対して軟らかく接続する接続機構100とを備えている。接続機構100は、後述する弾性部材としてのフレクシャ（100A～100C）を備えている。レンズセルLS1 2に保持されたレンズ素子G 1 2は接続機構100により鏡筒PLBに保持された光学群MPLに対して可動と10なっている。

鏡筒PLBの外周部にはフランジ部FLGが設けられており、投影光学系PLはフランジ部FLGを介してコラム（露光装置の本体ボディ）CLに支持される。

光学素子G 1～G 1 2は螢石あるいは石英で形成されており、一部の光学素子の曲面には非球面研磨が施されている。特に、レンズ素子G 1 2を螢石で形成すると、この螢石はそのままでは長期間に水によって浸食されてしまうので、適当な薄膜でコートしつつ親和性を高めておく。これにより、レンズ素子G 1 2の液体接触面のほぼ全面に液体LQを密着させることができ、レンズ素子G 1 2と基板Wとの間の光路を液体LQで確実に満たすことができる。なお、レンズ素子G 1 2は水との親和性が高い石英であってもよい。また、レンズ素子G 1 2の液体20接触面にコートする等の親水（親液）処理を施して、液体LQとの親和性をより高める場合、液浸領域AR2から水を除去した乾燥状態においては、レンズ素子G 1 2の液体接触面から水分が素早く逃げるような特殊な膜構造（例えば電界を印加すると分子配列が変化したり、わずかな電流を流すと温度上昇する膜等）にしてもよい。

25 基板ステージWSTは、基板Wを支持するものであって、基板W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とを備えている。Zステージ52及びXYステージ53を含む基板ステージWSTはステージベース54に支持されている。基板ステージWSTはリニアモータ等の基板ステージ駆動装置WSTDにより駆動される。基板ステージ駆動装置

WSTDは制御装置CONTにより制御される。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WのZ軸方向における位置（フォーカス位置）、及びθX、θY方向における位置が制御される。また、XYステージ53を駆動することにより、基板WのXY方向における位置（投影光学系PLの像面と実質的に平行な方向の位置）が制御される。すなわち、Zステージ52は、基板Wのフォーカス位置及び傾斜角を制御して基板Wの表面をオートフォーカス方式、及びオートレベリング方式で投影光学系PLの像面に合わせ込み、XYステージ53は基板WのX軸方向及びY軸方向における位置決めを行う。なお、ZステージとXYステージとを一体的に設けてよいことは言うまでもない。

基板ステージWST（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WST上の基板W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WSTDを駆動することで基板ステージWSTに支持されている基板Wの位置決めを行う。

また、基板ステージWST（Zステージ52）上には、基板W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Wの表面とほぼ同じ高さの平面を有している。ここで、基板Wのエッジと補助プレート57との間には0.1～1.0mm程度の隙間があるが、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W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のレンズ素子G12の下に液体LQを保持することができる。

露光装置EXは、基板W上に液体LQを供給する液体供給装置1と、基板W上の液体LQを回収する液体回収装置2とを備えている。液体供給装置1は、基板W上に液体LQを供給し、投影光学系PLの終端部のレンズ素子G12と基板Wとの間を液体LQで満たして液浸領域AR2を形成するためのものであって、液体LQを収容するタンク、加圧ポンプ、及び供給する液体LQの温度を調整する温度調整装置等を備えている。液体供給装置1には供給管3の一端部が接続され、

供給管3の他端部には供給ノズル4が接続されている。液体供給装置1は、供給管3及び供給ノズル4を介して基板W上に液体LQを供給する。

液体回収装置2は、吸引ポンプ、回収した液体LQを収容するタンク等を備えている。

- 5 液体回収装置2には回収管6の一端部が接続され、回収管6の他端部には回収ノズル5が接続されている。液体回収装置2は回収ノズル5及び回収管6を介して基板W上の液体LQを回収する。液浸領域AR2を形成する際、制御装置CON  
Tは液体供給装置1を駆動し、供給管3及び供給ノズル4を介して単位時間当たり所定量の液体LQを供給するとともに、液体回収装置2を駆動し、回収ノズル  
10 5及び回収管6を介して単位時間当たり所定量の液体LQを回収する。これにより、投影光学系PLの終端部のレンズ素子G12と基板Wとの間に液体LQの液  
浸領域AR2が形成される。

図2は、露光装置EXの投影光学系PLの下部、液体供給装置1、及び液体回  
收装置2などを示す正面図であり、図3は、投影光学系PLの投影領域AR1と  
15 供給ノズル4及び回収ノズル5との位置関係を示す図である。投影光学系PLの  
投影領域AR1はY軸方向に細長い矩形状（スリット状）となっており、その投  
影領域AR1をX軸方向に挟むように、+X側に3つの供給ノズル4A～4Cが  
配置され、-X側に2つの回収ノズル5A、5Bが配置されている。そして、供  
給ノズル4A～4Cは供給管3を介して液体供給装置1に接続され、回収ノズル  
20 5A、5Bは回収管4を介して液体回収装置2に接続されている。また、供給ノ  
ズル4A～4Cと回収ノズル5A、5Bとを投影光学系PLの光軸周りにほぼ1  
80°回転した位置に、供給ノズル8A～8Cと、回収ノズル9A、9Bとが配  
置されている。供給ノズル4A～4Cと回収ノズル9A、9BとはY軸方向に交  
互に配列され、供給ノズル8A～8Cと回収ノズル5A、5BとはY軸方向に交  
25 互に配列され、供給ノズル8A～8Cは供給管10を介して液体供給装置1に接  
続され、回収ノズル9A、9Bは回収管11を介して液体回収装置2に接続され  
ている。

走査露光時には、投影領域AR1にレチクルRの一部のパターン像が投影され、  
投影光学系PLに対して、レチクルR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Wが+X方向（又は-X方向）に速度 $\beta \cdot V$ （ $\beta$ 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W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Wの移動方向と平行に、基板Wの移動方向と同一方向に液体LQを流すように設定されている。つまり、矢印Xa（図3参照）で示す走査方向（-X方向）に基板Wを移動させて走査露光を行う場合には、供給管3、供給ノズル4A～4C、回収管6、及び回収ノズル5A、5Bを用いて、液体供給装置1及び液体回収装置2により液体LQの供給及び回収が行われる。すなわち、基板Wが-X方向に移動する際には、供給管3及び供給ノズル4（4A～4C）を介して液体供給装置1から液体LQが投影光学系PLと基板Wとの間に供給されるとともに、回収ノズル5（5A、5B）、及び回収管6を介して液体LQが液体回収装置2に回収され、レンズ素子G12と基板Wとの間を満たすように-X方向に液体LQが流れる。一方、矢印Xbで示す走査方向（+X方向）に基板Wを移動させて走査露光を行う場合には、供給管10、供給ノズル8A～8C、回収管11、及び回収ノズル9A、9Bを用いて、液体供給装置1及び液体回収装置2により液体LQの供給及び回収が行われる。すなわち、基板Wが+X方向に移動する際には、供給管10及び供給ノズル8（8A～8C）を介して液体供給装置1から液体LQが投影光学系PLと基板Wとの間に供給されるとともに、回収ノズル9（9A、9B）、及び回収管11を介して液体LQが液体回収装置2に回収され、レンズ素子G12と基板Wとの間を満たすように+X方向に液体LQが流れる。この場合、例えば液体供給装置1から供給ノズル4を介して供給される液体LQは基板Wの-X方向への移動に伴ってレンズ素子G12と基板W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の供給エネルギーが小さくても液体LQをレンズ素子LS12と基板W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LQ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Wを走査する場合にも、レンズ素子G12と基板Wとの間を液体LQ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。

図4は、投影光学系PLを示す概略構成図である。レチクルRは、複数のレンズ素子（光学素子）G1～G12で構成される両側テレセントリックな投影光学系PLの物体面側に配置される。レンズ素子G1～G12は、光軸AXに沿って鏡筒PLB内の所定位置に配置されるが、本実施形態において、レンズ素子G3、  
5 G4、G6は、それぞれピエゾ伸縮素子やボイスコイルモータ（VCM）等のアクチュエータAC1、AC2、AC3により、鏡筒PLBに対して2自由度（X並進、Y並進）の方向、3自由度（Z並進、θX傾斜、θY傾斜）の方向、または5自由度（X並進、Y並進、Z並進、θX傾斜、θY傾斜）の方向に微動可能なリング状のレンズセルに支持される。

10 これら3つの微動可能なレンズ素子G3、G4、G6は、投影光学系PLの各種の収差を補正するためのもので、レチクルRの回路パターンが投影光学系PLの像面側に配置される基板W上に結像投影された際の像質（倍率誤差、歪曲収差、コマ収差、アス、像面湾曲等）や像面位置を微少に調整することが可能である。なお、投影光学系PL中のレンズ素子を動かして像調整を行う機構は、例えば特  
15 開平11-195602号公報に開示されている。図4において、レチクルR上の任意の点P1からの光線のうち、投影光学系PLの瞳面PPの中心で光軸AXと交差して基板W上の対応する点P2に達する主光線LOは、レチクルRとレンズ素子G1の間、及びレンズ素子G11と基板Wとの間では光軸AXと平行になっており、点P1の光軸AXからの距離と点P2の光軸AXからの距離との比が、  
20 この投影光学系PL全体の投影倍率βとなっている。

投影光学系PLの像側先端に位置するレンズ素子（以下、適宜「先玉レンズ素子」と称する）G12は、他のレンズ素子G1～G11が支持される鏡筒PLBに対して振動的に分離されたレンズ保持部MLMによって支持されている。レンズ保持部MLMは、上述したように、先玉レンズ素子G12を保持するレンズセルLS12と、レンズセルLS12を鏡筒PLBに対して軟らかく接続する接続機構100とを備えており、接続機構100により、鏡筒PLBとレンズセルLS12とが振動的に分離され、レンズセルLS12の振動が鏡筒PLBに伝達されないように吸収される。

本実施形態の液浸露光の場合、液体供給ノズル4から液体LQをレンズ素子G

1 2 の下面と基板Wとの間隙 1 ~ 2 mmを満たすように供給するとともに、液体回収ノズル5より液体L Qを回収しているため、液浸領域A R 2 の液体L Qはある程度の陽圧になり、液体L Qの剛性が上がってしまうおそれがある。また、本実施形態において、露光装置E Xは走査型露光装置であり、その場合基板WはX軸方向に最高速 5 0 0 mm／秒程度という速度で移動し、その走査露光中も基板Wの表面（露光面）が投影光学系P L の焦点深度内に維持されるように基板Wのオートフォーカス動作及びオートレベリング動作(A F / A L動作)が行われる。  
基板WのA F / A L動作は、通常基板Wを保持する基板ステージW S T（基板ホルダ）を微少に光軸方向（Z 軸方向）に移動させたり、傾斜させたりすることで行われるので、投影光学系P L の先玉レンズ素子G 1 2 が鏡筒P L B全体に対して強固に固定されていると、レンズ素子G 1 2 の下面と基板W表面との間隙距離（ギャップ）を一定に保とうとするA F / A L動作のために、基板W側で生じる振動成分が液浸領域A R 2 の液体L Qを介して鏡筒P L B全体に伝わってしまうことになる。また、基板Wを支持してX軸及びY軸方向に移動する基板ステージW S Tが例えばエアベアリングを使った非接触ガイド方式の場合、摺動性の振動は無いもののステージの加減速時に起こりやすいエアベアリングギャップの僅かな変動によって振動が発生し、液体L Qを介して鏡筒P L Bに伝わってしまう場合もある。投影光学系P L 全体は、鏡筒P L Bの中間付近に設けられたフランジ部F L Gを介してコラムC L に自重をかけて支持されるので、鏡筒P L Bに伝わった振動は鏡筒P L B内の各レンズ素子、及びコラムC L にも伝わることになり、その振動による影響で投影像の質が劣化する。また、その振動によって像ぶれが生じて、基板W上の所望位置にパターンが形成されない可能性もある。

従来、投影光学系P L のワーキングディスタンスが空間的に分離されていたので、そのような基板W側で生ずる振動成分が投影光学系P L 側に直接伝わることは皆無であったが、液浸露光の場合、液浸領域A R 2 の厚さを（光軸方向の厚さ）1 ~ 2 mm、可能であれば 1 mm以下に設定するのが望ましく、この程度の厚さの液浸領域A R 2 では、投影光学系P L の先玉レンズ素子G 1 2 と基板Wとが一定の弾性係数やバネ定数を持つ剛体で機械的に直結されたものとみなされるので、基板W側で生じる振動成分は投影光学系P L 側（光学群M P L 側）に直接伝わる

ことになる。そこで本実施形態においては、図4に示すように、少なくとも液浸領域A R 2 の液体L Qと接する先玉レンズ素子G 1 2 を鏡筒P L Bとは別のレンズセルL S 1 2 によって支持し、接続機構1 0 0 により鏡筒P L BとレンズセルL S 1 2とを接続するとともに、レンズ素子G 1 2（レンズセルL S 1 2）がミクロンオーダーの自由度、理想的にはZ並進微動、 $\theta$  X傾斜微動、 $\theta$  Y傾斜微動の3自由度を持つようとする。すなわち、少なくとも先玉レンズ素子G 1 2を保持するレンズセルL S 1 2を光学群M P Lの鏡筒P L Bに対して接続機構1 0 0 を介して少なくともZ軸方向には軟く接続し、鏡筒P L Bに対してZ軸方向、 $\theta$  X方向、 $\theta$  Y方向に移動可能に接続することで、基板W側で生じる振動がその軟性によって吸収され、これにより鏡筒P L Bに作用する振動が遮断又は低減される。

図5は、投影光学系P Lの先玉レンズ素子G 1 2及びレンズ保持部M L M近傍の拡大断面図である。鏡筒P L Bの最下端部である外鏡筒L B 3内には、レンズ素子G 8、G 9、G 1 0、G 1 1の各端面に形成されたフランジF 8、F 9、F 1 0、F 1 1をキネマチック支持するリング状のレンズセルL S 8、L S 9、L S 1 0、L S 1 1が固定されている。そして、レンズセルL S 1 1の最下面部は外鏡筒L B 3よりも下方に突出して設けられ、その鏡筒P L B（外鏡筒L B 3）に固定されたレンズセルL S 1 1の最下面部にはレンズ素子G 1 2を支持するレンズ保持部M L Mが取り付けられている。レンズ保持部M L Mは、レンズ素子G 1 2の端面部に形成されるフランジF 1 2をキネマチック支持するレンズセルL S 1 2と、外鏡筒L B 3側のレンズセルL S 1 1に対してレンズセルL S 1 2を軟く接続するための接続機構を構成する3個のフレクシャ1 0 0 A、1 0 0 B、1 0 0 Cとを備えている。なお図5では分かり易くするために2つのフレクシャ1 0 0 A、1 0 0 Bのみが図示されているが、実際は光軸A Xを中心とした円周上の3ヶ所に120度間隔で配置される。各フレクシャ1 0 0 A、1 0 0 B、1 0 0 Cは光軸A X方向（Z軸方向）に弾性伸縮するような特性を持つとともに、レンズセルL S 1 1に対してレンズセルL S 1 2が、横方向（光軸A Xを中心とする円の放射方向）にも数 $\mu$ m程度は弾性変位できるような特性を持つ弾性部材である。

投影光学系 P L の先玉レンズ素子 G 1 2 としては、その上面 G 1 2 a の曲率半径は比較的小さい凸面（球面又は非球面）であり、その下面 G 1 2 b は平坦面（曲率半径がほぼ無限大）であるものが好ましい。また、本実施形態ではレンズセル L S 1 2 の最下面部 1 1 0 は、レンズ素子 G 1 2 の下面 G 1 2 b とほぼ一致する  
5 高さのリング状の平坦面となっており、これにより、液浸領域 A R 2 の液体 L Q の流れがスムーズになる。

また、レンズ素子 G 1 2 の下面 G 1 2 b の周縁部とレンズセル L S 1 2 の最下面部 1 1 0 の周縁部との間には 1 mm 程度の僅かな隙間 R V が形成されるよう 10 設計されているが、その隙間 R V から液浸領域 A R 2 の液体 L Q が上昇して、その上のレンズ素子 G 1 1 等に液体 L Q の飛沫や蒸気が付着しないように、レンズセル L S 1 2 内には隙間 R V と連通した環状の気体供給管 1 1 2 とリング状の弾性シール部材 1 1 5 とが設けられている。気体供給管 1 1 2 はチューブ等を介して加圧ポンプに接続され、隙間 R V から液体 L Q や飛沫が入り込んでくるのを防ぐために、陽圧の窒素ガス等を隙間 R V に供給するものである。液浸領域 A R 2 の液体 L Q の本来の流れは、液体供給ノズル 4 と液体回収ノズル 5 とによって作り出されるので、気体供給管 1 1 2 による陽圧気体の供給は、その流れを著しく阻害しない程度の圧力に設定され、それでも隙間 R V から浸入してくる液体、飛沫、及び蒸気は、その上の弾性シール部材 1 1 5 によって遮蔽される。この弾性シール部材 1 1 5 はレンズ素子 G 1 2 の側面全周に圧接し、その上のレンズ素子 G 1 1 との間の空間を隔てる気密機能も兼ねており、これによりレンズ素子 G 1 ~ G 1 1 までが位置する鏡筒空間内と先玉レンズ素子 G 1 2 の上面 G 1 2 a までの空間を窒素ガスで満たすことができる。弾性シール部材 1 1 5 は、後述する第 2 実施例の第 1 シール部材 3 3 0 と同様に構成してもよい。

なお、図 5において、レンズセル L S 1 2 の外周部に固定された上向きの円筒状フィン 1 0 2 A とレンズセル L S 1 1 の外周部に固定された下向きの円筒状フィン 1 0 2 B とは、液体 L Q の飛沫がフレクシャ 1 0 0 A、1 0 0 B、1 0 0 C のある開放空間部内に外部から入り込むのを防止するためのもので、フィン同士はレンズ保持部 M L M が傾斜しても所定のクリアランスを保つように配置される。

ところで、図 5 のように 3 つのフレクシャ 1 0 0 A、1 0 0 B、1 0 0 C でレ

ンズセルL S 1 2 を支持しつつ、基板W側から液浸領域A R 2 を介して伝わってくる振動を吸収もしくは低減しようとする場合、レンズ保持部M L Mの微動時の応答周波数は相当に高い必要性があり、そのためには3つのフレクシャ1 0 0 A、1 0 0 B、1 0 0 CだけでレンズセルL S 1 2 全体の重量を支える構造にすると、  
5 必要な応答周波数を得られないで、レンズセルL S 1 2 の荷重のフレクシャ1 0 0 A、1 0 0 B、1 0 0 Cへの作用を低減するための自重キャンセル機構（荷重低減機構）を持たせることが望ましい。

図6は、自重キャンセル機構付のフレクシャ1 0 0 Aの構造を示す図である。なお、フレクシャ1 0 0 B、1 0 0 Cもフレクシャ1 0 0 Aと同等の構成を有する。図6において、座標系M S ZのZ軸は光軸AXと平行であり、S軸は光軸AXと垂直な放射方向の軸であり、M軸はS軸とZ軸との両方に対して垂直な接線方向の軸である。また図7は、図6のフレクシャ1 0 0 AをM軸方向から見たものである。フレクシャ1 0 0 Aは、SUSやジュラルミン等の金属材料をH形状のブロックとして成形し、上板部1 2 0 Aと底板部1 2 0 Bとをつなぐ中間部分

10 に、M軸方向に貫通した複数の切り込み部1 2 4 A、1 2 4 B、1 2 4 Cと、円形の貫通穴1 2 4 E、1 2 4 F、1 2 4 Gとを形成したフレクシャ部を有している。そして上板部1 2 0 Aは4個のビス穴1 2 1を介して図5中のレンズセルL S 1 1の底面部に固定され、底板部1 2 0 Bは4個のビス穴1 2 2を介してレンズセルL S 1 2の上面部に固定される。

15 この構造は、機械的には上板部1 2 0 Aと底板部1 2 0 Bとが結合しているものの、Z軸方向やS軸方向の剛性を極めて小さくできるとともに、M軸方向の剛性は極めて高くすることができる。その結果、上板部1 2 0 Aと底板部1 2 0 Bとは相対的にZ軸方向に弾性伸縮可能になるとともに、S軸方向についても相対的に微小変位可能になる。このようなフレクシャ構造を120度間隔で3個設けることにより、レンズセルL S 1 2は全体的にXY方向の剛性が高い状態でレンズセルL S 1 1（鏡筒PLB）に懸架され、レンズセルL S 1 2の運動自由度が、Z軸方向の平行移動に制限され、レンズセルL S 1 2は鏡筒PLBに対してキネマティック支持された構成となる。

そして、自重キャンセル機構は、上板部1 2 0 Aの下面に固定された永久磁石

126Aと、底板部120Bの上面に高さ調整機構部127を介して固定された永久磁石126Bによって構成され、一対の永久磁石126A、126Bが所定のギャップで対向している。そして、永久磁石126A、126Bどうしの磁気吸引力により、底板部120Bに固定されたレンズセルLS12のほとんど大部分の荷重が引き上げられる。こうして、その上板部120AをレンズセルLS11（鏡筒PLB）に接続し、底板部120BをレンズセルLS12に接続し、自重キャンセル機構を構成する永久磁石126A、126Bを有するフレクシャ100A～100Cは、レンズセルLS12の荷重をレンズセルLS11に支持させている。

なお図6では、一対の永久磁石126A、126Bがフレクシャ部の片側にしか示されていないが、当然、反対側にも同様の永久磁石126A、126Bと調整機構部127とが設けられている。調整機構部127は一対の永久磁石126A、126Bのギャップ間隔を調整してフレクシャ100A（100B、100Cも同様）の中間部分のフレクシャ部にレンズセルLS12の荷重が極力作用しないようにするためのものであり、例えばテーパカム等を使った簡単なZ並進機構で構成される。この調整機構部127は、永久磁石126の経時変化による減磁に対応するため、露光装置の定期メンテナンス時に一対の永久磁石126A、126Bのギャップ間隔を小さくする場合にも利用される。

このような自重キャンセル機構により、各フレクシャ100A、100B、100Cは機械的に変形していない中立に近い状態に保たれるとともに、各フレクシャ単体の剛性を低くできるので、レンズ保持部MLMは極めて低い剛性で鏡筒PLBの最下端に懸架されることになり、先玉レンズ素子G12は基板W側からの振動の伝達を吸収、又は低減すべく、液浸領域AR2の挙動に倣って微動することができる。

なお、図6では一対の永久磁石の磁気吸引力によって自重キャンセルを行うようにしたが、非接触で力を発生するものであれば良く、永久磁石と鉄片の対や電磁石と鉄片（又は磁石）の対を使うことができる。またフレクシャとしては、ここではH型のブロック材を図6のように加工して作ったが、同様の自由度と剛性が得られるように複数枚の薄い板バネを組み合わせたものでも良い。

ところで、フレクシャ<sub>100A</sub>～<sub>100C</sub>により、投影光学系PLの先玉レンズ素子G<sub>12</sub>が自由に動けるようなったので、それに伴う投影像の質（倍率、歪曲収差、コマ収差、アス等）が変化してしまうことがあるので、図4中のレンズ素子G<sub>3</sub>、G<sub>4</sub>、G<sub>6</sub>のそれぞれを駆動するアクチュエータAC<sub>1</sub>、AC<sub>2</sub>、AC<sub>3</sub>をリアルタイムに制御して、像質劣化を補償することが必要となる。

図8は、図1～図7に示した装置に適用される制御系の概略的なブロック図である。図8において、レチクルRHは真空吸着やメカクランプ機構によってレチクルホルダRH上に光軸AXとほぼ垂直になるように保持され、レチクルホルダRHは走査露光時に所定の走査方向に高速移動するレチクルステージ\_RST上に、  
10 3個のZアクチュエータ<sub>150A</sub>、<sub>150B</sub>、<sub>150C</sub>（但し<sub>150C</sub>は不図示）を介して設けられている。Zアクチュエータ<sub>150A</sub>、<sub>150B</sub>、<sub>150C</sub>はピエゾ素子やボイスコイルモータ（VCM）で構成され、レチクルファイン制御ユニット（像調整機構）204からの駆動信号Va、Vb、Vcに応答して、レチクルホルダRHを全体的にZ軸方向に微小に並進移動させるとともに、θX方向  
15 とθY方向とに微小傾斜させる。このレチクルホルダRHの微動は走査露光中に各種の位置誤差補正やディストーション補正のためにリアルタイム制御されるので、レチクルホルダRHは軽量化と高剛性化を図るために一部にカーボングラファイト材の構造体を含むファインセラミックス材で作られている。

また、図4中に示した3つのレンズ素子G<sub>3</sub>、G<sub>4</sub>、G<sub>6</sub>を駆動するアクチュエータAC<sub>1</sub>、AC<sub>2</sub>、AC<sub>3</sub>は、レンズ制御ユニット（像調整機構）202からの駆動信号K<sub>1</sub>、K<sub>2</sub>、K<sub>3</sub>のそれぞれに応答して相互に独立に制御可能であるが、各アクチュエータAC<sub>1</sub>、AC<sub>2</sub>、AC<sub>3</sub>内には駆動量を計測するホログラフィックエンコーダや静電容量型センサ等が設けられており、それらの計測器からの信号はレンズ制御ユニット202にフィードバック信号として入力する。

さて、レンズ保持部MLM内の各フレクシャ<sub>100A</sub>、<sub>100B</sub>、<sub>100C</sub>（但し<sub>100C</sub>は不図示）の近傍には、その部位におけるレンズセルLS<sub>12</sub>の上面の高さ変化を計測するためのギャップセンサ（第1検出器）<sub>130A</sub>、<sub>130B</sub>、<sub>130C</sub>（但し<sub>130C</sub>は不図示）が設けられている。ギャップセンサ<sub>130A</sub>、<sub>130B</sub>、<sub>130C</sub>は鏡筒PLBのレンズセルLS<sub>11</sub>に取り付けられており、

レンズセルLS11に対するレンズセルLS12の距離変化を計測可能である。

各センサ130A、130B、130Cからの計測信号S0a、S0b、S0c

(但しS0cは不図示)はセンサユニット200に読み取られ、投影光学系PL

の鏡筒PLB側に固定されたレンズセルLS11を基準としたレンズセルLS1

5 2の姿勢変化(Z位置変化、θX方向とθY方向の傾斜変化)、つまり鏡筒PL

BとレンズセルLS12との位置関係がリアルタイムに検出される。ここで、鏡

筒PLBは光学群MPLを保持し、レンズセルLS12はレンズ素子G12を保

持しているため、センサユニット200は、ギャップセンサ130A～130C

の検出結果に基づいて、光学群MPLとレンズ素子G12(レンズ素子G12の下

10 面G12b)との位置関係を検出可能である。つまり、鏡筒PLBとレンズセル

LS12との位置関係を検出することは、光学群MPLとレンズ素子G12との

位置関係を検出することと実質的に同等であり、センサユニット200は、ギャ

ップセンサ130A、130B、130Cを使って鏡筒PLBとレンズセルLS

12との位置関係を検出することで、光学群MPLとレンズ素子G12との位置

15 関係を求めることができる。なお、鏡筒PLBとレンズセルLS12との位置関

係の検出を光学的に行ってよい。

更に、レンズセルLS12の下面のレンズ素子G12近傍には、基板Wの表面

(露光面)までの距離変化、すなわち液浸領域AR2の厚さ変化を計測する3個

以上のギャップセンサ(第2検出器)132A、132B、132C、…が取り

20 付けられ、これらの計測信号S2a、S2b、…もセンサユニット200に読み

取られ、レンズ素子G12の下面G12bと基板Wの表面との平行度(相対的な

傾斜の方向と量)や間隔の変化がリアルタイムに検出される。ここで、ギャップ

センサ132A、132B、132C、…は、レンズ素子G12を保持したレン

ズセルLS12に取り付けられているため、センサユニット200は、ギャップ

25 センサ132A、132B、132C、…の検出結果に基づいて、レンズ素子G

12と基板Wの表面との位置関係を検出可能である。つまり、レンズセルLS1

2と基板Wの表面との位置関係を検出することは、レンズ素子G12と基板Wの

表面との位置関係を検出することと実質的に同等であり、センサユニット200

は、ギャップセンサ132A、132B、132C、…を使ってレンズセルLS

12と基板Wの表面との位置関係を検出することで、レンズ素子G12と基板Wの表面との位置関係を求めることができる。なお、レンズセルLS12と基板Wの表面との位置関係を光学的に検出するようにしてもよい。

このセンサユニット200で計測された計測情報CSは、先のレンズ制御ユニット202とレチクルファイン制御ユニット204とにリアルタイムで送られる。

レンズ制御ユニット202は、その計測情報CSに基づいて先玉レンズ素子G12の位置や姿勢の変化に応じて副次的に生じる各種の収差成分の誤差を補正すべく、つまり、鏡筒PLBに対するレンズセルLS12の変動、あるいは基板Wの表面に対するレンズセルLS12の変動を補償するように、各アクチュエータA

10 C1、AC2、AC3への駆動信号K1、K2、K3にリアルタイムにオフセット成分を加え、基板W上に投影されるパターンの像を調整する。ここで、鏡筒PLBに対するレンズセルLS12の位置関係の変動は、光学群MPLに対するレンズ素子G12の位置関係の変動と実質的に同等であるため、レンズ制御ユニット202は、センサユニット200の計測情報CSに基づいて、光学群MPLに

15 対するレンズ素子G12の変動を補償することができる。同様に、基板Wの表面に対するレンズセルLS12の位置関係の変動は、基板Wの表面に対するレンズ素子G12の位置関係の変動と実質的に同等であるため、レンズ制御ユニット202は、センサユニット200の計測情報CSに基づいて、基板Wの表面に対するレンズ素子G12の変動を補償することができる。

20 同様に、レチクルファイン制御ユニット204は、レンズ素子G12の位置や姿勢の変化に応じて副次的に生じる各種の収差成分の誤差を補正すべく、計測情報CSに基づいて、レチクルホルダRH（レチクルR）のZ位置や傾斜を制御する各Zアクチュエータ150A、150B、150Cへの駆動信号Va、Vb、Vcにリアルタイムにオフセット成分を加えることができる。

25 なおここでは、レチクルRの位置姿勢補正と先のレンズ素子G3、G4、G6の位置姿勢補正とを同時に行っているが、必ずしも全て同時に使う必要はなく、先玉レンズ素子G12の運動の種類、即ち単純なZ位置の変化なのか、傾斜の変化なのか、或いはその2つの複合なのかによって、適宜選択的に行われる。

図9は、レンズ保持部MLMの他の実施形態を示す部分断面図であり、ここで

は先玉レンズ素子G 1 2 の上面G 1 2 a は光軸AX上の点C p を曲率中心とする凸球面状に形成され、下面G 1 2 b は平坦面に形成される。また先玉レンズ素子G 1 2 の下端部には下面G 1 2 b と連なったフランジ部F 1 2 b が形成され、基板Wの表面と下面G 1 2 bとの間に形成される液浸領域AR 2 の面積を先の図5 5 を参照して説明した実施形態よりも広げ、液体L Qの流れの一様化を向上させている。

レンズ素子G 1 2 の上側のフランジF 1 2 は、リング状のレンズセルLS 1 2 a にキネマチックにリジッドに支持される。また、レンズセルLS 1 2 a の外周には、点C p を中心とする凸球面座As a が輪帶状に形成され、さらにレンズセルLS 1 2 a の外側には、凸球面座As a とほぼ同じ曲率半径の凹球面座が形成されたリング状の第2セルLS 1 2 b が設けられている。互いに対向したレンズセルLS 1 2 a の凸球面座As a と第2セルLS 1 2 b の凹球面座との間には、真空予圧型又は磁気予圧型のエアベアリングが形成されている。

第2セルLS 1 2 b の外周には、上下に所定間隔を空けて配置した永久磁石M g 1 、M g 3 の組が円周上の複数ヶ所に固定される。そして、磁石M g 1 、M g 3 と、この磁石M g 1 、M g 3 の組の空隙に配置するように外鏡筒LB 3 の内側に固定された永久磁石M g 2 とによって、自重キャンセル機構が構成される。そして第2セルLS 1 2 b の下面端部と外鏡筒LB 3との間には、光軸AXを中心とする円周に沿った複数ヶ所に板バネ状のフレクシャ100A、100B、…が設けられる。この板バネ状フレクシャ100A、100B、…は、Z軸方向の剛性が極めて小さく、横方向(XY方向)の剛性が大きくなるように作られ、第2セルLS 1 2 b とレンズセルLS 1 2 a とを一体的にZ軸方向に微動させる。

以上のような構成により、レンズセルLS 1 2 a は第2セルLS 1 2 b に対して球面座の予圧型エアベアリングで拘束されているだけなので、点C p を中心にして自由に微小傾斜することができる。すなわち、先玉レンズ素子G 1 2 が中立位置から傾斜しても、その上面G 1 2 a の凸球面とレンズ素子G 1 1(図5等参照)の下面の凹球面との間隔は球面上の同一の径位置ではどこでも一定になるよう維持される。ただし、レンズセルLS 1 2 a と第2セルLS 1 2 b とが一体的に上下に微動した場合だけ、上面G 1 2 a の凸球面とレンズ素子G 1 1の下面

の凹球面との間隔が全体的に変化する。このため、先玉レンズ素子G 1 2の運動によって副次的に生じる各種収差は、特定の種類に制限可能となり、図8を参照して説明したレンズ制御ユニット202やレチクルファイン制御ユニット204によってレンズ素子G 3、G 4、G 6やレチクルホルダRHの姿勢に補正を加える量も小さくできるか、姿勢補正すべき要素を減らせると言った利点がある。

なお上記各実施形態では、投影光学系PL内で自己完結的に投影像質の劣化が起きないように補償を行うか、あるいはレチクルRの位置を光軸AXの方向にZ並進微動させたり、微少傾斜させることを併用することで基板W上に投影されるパターンの像を調整しているが、投影露光にエキシマレーザやF<sub>2</sub>レーザ等の波長チューニング機構を持つ光源装置を使う場合には、レチクルRの照明光の中心波長を僅かにシフトさせたりすることで、基板W上での投影像質の劣化を補償することも可能であり、その場合はレンズ素子G 3、G 4、G 6のリアルタイム駆動が全く必要ないか、あるいは限られたレンズ素子のみのリアルタイム駆動が補助的に必要となるだけである。

なお、上記実施形態において、レンズセルLS12は1つのレンズ素子G 1 2のみを保持するようになっているが、複数の光学素子（光学群）を保持する構成でもよい。

また、上述の実施形態においては、光学部材G 1 2と、レチクルRと光学部材G 1 2との間の光学群MPLとの二群に投影光学系PLを分けているが、三群以上に分離するようにしてもよい。その場合、光学部材G 1 2と、その光学部材G 1 2に対して隣り合わない群との位置関係を検出したり、位置変動の補償を行うようにしてもよい。

本実施形態では、投影光学系PLの先端にレンズ素子G 1 2が取り付けられているが、投影光学系PLの先端に取り付ける光学素子としては、投影光学系PLの光学特性、例えば収差（球面収差、コマ収差等）の調整に用いる光学プレートであってもよい。あるいは露光光ELを透過可能な平行平面板であってもよい。

上記各実施形態において、上述したノズルの形状は特に限定されるものでなく、例えば投影領域AR1の長辺について2対のノズルで液体3-0-LQの供給又は回収を行うようにしてもよい。なお、この場合には、+X方向、又は-X方向のど

ちらの方向からも液体LQの供給及び回収を行うことができるようするため、供給ノズルと回収ノズルと上下に並べて配置してもよい。

## 第2実施例

- 5 本発明の露光装置についてさらに図面を参照しながら説明する。図10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。

図10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Wを支持する基板ステージPSTと、マスクステージMSTに支持されているマスクMを露光光ELで照明する照明光学系ILと、露光光ELで照明されたマスクMのパターン像を基板ステージPSTに支持されている基板Wに投影露光する投影光学系PLと、露光装置EX全体の動作を統括制御する制御装置CONTとを備えている。

本実施形態の露光装置EXは、露光波長を実質的に短くして解像度を向上するとともに焦点深度を実質的に広くするために液浸法を適用した液浸露光装置であって、基板W上に液体LQを供給する液体供給機構310と、基板W上の液体LQを回収する液体回収機構320とを備えている。露光装置EXは、少なくともマスクMのパターン像を基板W上に転写している間、液体供給機構310から供給した液体LQにより投影光学系PLの投影領域AR301を含む基板W上的一部に、投影領域AR1よりも大きく且つ基板Wよりも小さい液浸領域AR302を局所的に形成する。具体的には、露光装置EXは、投影光学系PLの像面側終端部の光学素子302Fと、その像面側に配置された基板W表面との間に液体LQを満たす局所液浸方式を採用し、この投影光学系PLと基板Wとの間の液体LQ及び投影光学系PLを介してマスクMを通過した露光光ELを基板Wに照射することによってマスクMのパターンを基板Wに投影露光する。

25 本実施形態では、露光装置EXとしてマスクMと基板Wとを互いに同期移動、例えば互いに異なる向き（逆方向）に移動しつつマスクMに形成されたパターンを基板Wに露光する走査型露光装置（所謂スキャニングステッパー）を使用する場合を例にして説明する。以下の説明において、投影光学系PLの光軸AXと一致する方向をZ軸方向、Z軸方向に垂直な平面内でマスクMと基板Wとの同期移動

方向（走査方向）をX軸方向、Z軸方向及びX軸方向に垂直な方向（非走査方向）をY軸方向とする。また、X軸、Y軸、及びZ軸まわりの回転（傾斜）方向をそれぞれ、 $\theta_X$ 、 $\theta_Y$ 、及び $\theta_Z$ 方向とする。

照明光学系ILは、マスクステージMSTに支持されているマスクMを露光光ELで照明するものであり、露光用光源、露光用光源から射出された光束の照度を均一化するオプティカルインテグレータ、オプティカルインテグレータからの露光光ELを集光するコンデンサレンズ、リレーレンズ系、露光光ELによるマスクM上の照明領域をスリット状に設定する可変視野絞り等を有している。マスクM上の所定の照明領域は照明光学系ILにより均一な照度分布の露光光ELで照明される。照明光学系ILから射出される露光光ELとしては、例えば水銀ランプから射出される紫外域の輝線（g線、h線、i線）及びKrFエキシマレーザ光（波長248nm）等の遠紫外光（DUV光）や、ArFエキシマレーザ光（波長193nm）及びF<sub>2</sub>レーザ光（波長157nm）等の真空紫外光（VUV光）などが用いられる。本実施形態においてはArFエキシマレーザ光が用いられる。

本実施形態において、液体LQには純水が用いられる。純水はArFエキシマレーザ光のみならず、例えば水銀ランプから射出される紫外域の輝線（g線、h線、i線）及びKrFエキシマレーザ光（波長248nm）等の遠紫外光（DUV光）も透過可能である。

MSTは、マスクMを保持して移動可能であって、例えばマスクMを真空吸着（又は静電吸着）により固定している。マスクステージMSTは、リニアモータ等を含むマスクステージ駆動装置MSTDにより、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 $\theta_Z$ 方向に微少回転可能である。そして、マスクステージMSTは、X軸方向に指定された走査速度で移動可能となっており、マスクMの全面が少なくとも投影光学系PLの光軸AXを横切ることができるだけのX軸方向の移動ストロークを有している。

マスクステージMST上には移動鏡31が設けられている。また、移動鏡331に対向する位置にはレーザ干渉計32が設けられている。マスクステージMS

T上のマスクMの2次元方向の位置、及びθZ方向の回転角（場合によってはθX、θY方向の回転角も含む）はレーザ干渉計332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332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

5 ことでマスクステージMSTに支持されているマスクMの位置を制御する。

投影光学系PLは、マスクMのパターンを所定の投影倍率βで基板Wに投影露光するものであって、基板W側の先端部に設けられた光学素子（光学部材、レンズ）302Fを含む複数の光学素子302（302A～302F）で構成されており、これら光学素子2A～2Fは鏡筒PKで支持されている。本実施形態において、投影光学系PLは、投影倍率β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。

本実施形態の投影光学系PLの先端部の光学素子302Fは鏡筒PKより露出しており、液浸領域AR302の液体LQが接触する。複数の光学素子302A～302Fのうち少なくとも光学素子2Fは螢石（フッ化カルシウム）で形成さ

15 れている。螢石表面、あるいはMgF<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>等を付着させた表面は水との親和性が高いので、光学素子302Fの液体接触面2Sのほぼ全面に液体LQ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302Fの液体接触面302Sとの親和性が高い液体（水）LQを供給するよう

20 しているので、光学素子302Fの液体接触面302Sと液体LQとの密着性が高く、光学素子302Fと基板Wとの間の光路を液体LQで確実に満たすことができる。なお、光学素子302F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2Fの液体接触面302Sに親水化（親液化）処理を施して、液体LQとの親和性をより高めるようにしてもよい。

投影光学系PLの鏡筒PKの内部空間は略密閉されており、ガス置換装置303によって所定のガス環境に維持されている。ガス置換装置303は、配管303Aを介して鏡筒PK内部に所定のガスを供給するとともに、配管303Bを介して鏡筒PK内部のガスを回収することで、鏡筒PK内部を所定のガス環境に維持する。本実施形態においては、鏡筒PK内部は、ヘリウム、アルゴン、窒素などの不活性ガスで満たされる。露光光ELが真空紫外光の場合、露光光ELの通

25

過する空間である光路空間内に酸素分子、水分子、二酸化炭素分子、有機物などといった、かかる波長域の光に対し強い吸収特性を備える物質である吸光物質が存在していると、露光光E Lは吸光物質によって吸収され十分な光強度で基板W上に到達できない。ところが、露光光E Lの通過する光路空間である鏡筒PK内部を略密閉にして外部からの吸光物質の流入を遮断するとともに、その鏡筒PK内部を不活性ガスで満たすことにより、露光光E Lを十分な光強度で基板Wに到達させることができる。

なお、ガス置換装置303は、不活性ガスの他にドライエアを供給するようにしてもよい。

また、鏡筒PKは複数の分割鏡筒（サブバレル）を組み合わせた構成であってもよい。また、投影光学系PLを構成する複数の光学素子302A～302Fのうち液体LQに接する光学素子302Fは、他の光学素子302A～302Eを保持する鏡筒（鏡筒本体）PKとは別の保持部材（レンズセル）によって保持されているてもよい。この場合、鏡筒本体PKとレンズセルとは、第1の実施例で説明したようにフレクシャ100A～100Cが所定の連結機構で連結してもよい。

基板ステージPSTは、基板Wを保持して移動可能であって、XYステージ351と、XYステージ351上に搭載されたZチルトステージ352とを含んで構成されている。XYステージ351は、ステージベースSBの上面の上方に不図示の非接触ペアリングである気体軸受（エアペアリング）を介して非接触支持されている。XYステージ351（基板ステージPST）はステージベースSBの上面に対して非接触支持された状態で、リニアモータ等を含む基板ステージ駆動装置PSTDにより、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θZ方向に微小回転可能である。このXYステージ351上にZチルトステージ352が搭載され、Zチルトステージ352上に不図示の基板ホルダを介して基板Wが例えば真空吸着等により保持されている。Zチルトステージ352は、Z軸方向、θX方向、及びθY方向にも移動可能に設けられている。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。

基板ステージPST（Zチルトステージ352）上には移動鏡333が設けら

れている。また、移動鏡333に対向する位置にはレーザ干渉計334が設けられている。基板ステージPST上の基板Wの2次元方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計334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334の計測結果に基づいてリニアモータ等を含む基板ステージ駆動装置PSTDを駆動することで基板ステージPSTに支持されている基板Wの位置決めを行う。

また、露光装置EXは、基板ステージPSTに支持されている基板Wの表面の位置を検出する不図示のフォーカス・レベリング検出系を備えている。なお、フォーカス・レベリング検出系80の構成としては、例えば特開平8-37149号公報に開示されているものを用いることができる。フォーカス・レベリング検出系の検出結果は制御装置CONTに出力される。制御装置CONTはフォーカス・レベリング検出系の検出結果に基づいて、基板W表面のZ軸方向の位置情報、及び基板WのθX及びθY方向の傾斜情報を検出することができる。Zチルトステージ352は、基板Wのフォーカス位置及び傾斜角を制御して基板Wの表面をオートフォーカス方式、及びオートレベリング方式で投影光学系PLの像面に合わせ込み、XYステージ351は基板WのX軸方向及びY軸方向における位置決めを行う。なお、Zチルトステージと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。

また、基板ステージPST（Zチルトステージ52）上には、基板ステージPSTに保持された基板Wを囲むようにプレート部材356が設けられている。プレート部材356は環状部材であって、基板Wの外側に配置されている。プレート部材356は、基板ステージPSTに保持された基板Wの表面とほぼ同じ高さ（面一）の平坦面（平坦部）357を有している。平坦面357は、基板ステージPSTに保持された基板Wの外側の周囲に配置されている。

プレート部材356は、例えばポリ四フッ化エチレン（テフロン（登録商標））などの撥液性を有する材料によって形成されている。そのため、平坦面357は撥液性を有する。なお、例えば所定の金属などでプレート部材356を形成し、その金属製のプレート部材356の少なくとも平坦面57に対して撥液処理を施すことで、平坦面357を撥液性にしてもよい。プレート部材356（平坦面3

5 7) の撥液処理としては、例えば、ポリ四フッ化エチレン等のフッ素系樹脂材料、アクリル系樹脂材料、シリコン系樹脂材料等の撥液性材料を塗布、あるいは前記撥液性材料からなる薄膜を貼付する。また、表面処理のための膜は、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。撥液性にするための撥液性材料としては液体L Qに対して非溶解性の材料が用いられる。また、撥液性材料の塗布領域としては、プレート部材3 5 6の表面全域に対して塗布してもよいし、例えば平坦面3 5 7など撥液性を必要とする一部の領域のみに対して塗布するようにしてもよい。

基板Wの周囲に、基板W表面とほぼ面一の平坦面3 5 7を有するプレート部材3 5 6を設けたので、基板Wのエッジ領域Eを液浸露光するときにおいても、基板Wのエッジ部の外側には段差部がほぼ無いので、投影光学系PLの下に液体L Qを保持し、投影光学系PLの像面側に液浸領域AR 3 0 2を良好に形成することができる。また、平坦面3 5 7を撥液性にすることにより、液浸露光における基板W外側(平坦面3 5 7外側)への液体L Qの流出を抑え、また液浸露光後においても液体L Qを円滑に回収できて、平坦面3 5 7上に液体L Qが残留することを防止することができる。

液体供給機構3 1 0は、所定の液体L Qを投影光学系PLの像面側に供給するためのものであって、液体L Qを送出可能な液体供給部3 1 1と、液体供給部3 1 1にその一端部を接続する供給管3 1 2(3 1 2 A、3 1 2 B)とを備えている。液体供給部3 1 1は、液体L Qを収容するタンク、及び加圧ポンプ等を備えている。基板W上に液浸領域AR 3 0 2を形成する際、液体供給機構3 1 0は液体L Qを基板W上に供給する。

液体回収機構3 2 0は、投影光学系PLの像面側の液体L Qを回収するためのものであって、液体L Qを回収可能な液体回収部3 2 1と、液体回収部3 2 1にその一端部を接続する回収管3 2 2(3 2 2 A、3 2 2 B)とを備えている。液体回収部3 2 1は例えば真空ポンプ等の真空系(吸引装置)、回収された液体L Qと気体とを分離する気液分離器、及び回収した液体L Qを収容するタンク等を備えている。なお真空系として、露光装置EXに真空ポンプを設げずに、露光装置EXが配置される工場の真空系を用いるようにしてもよい。基板W上に液浸領域

AR 302を形成するために、液体回収機構320は液体供給機構310より供給された基板W上の液体LQを所定量回収する。

投影光学系PLを構成する複数の光学素子302A～302Fのうち、液体LQに接する光学素子302Fの近傍には流路形成部材370が配置されている。

5 流路形成部材370は、基板W（基板ステージPST）の上方において、光学素子302Fの側面302Tを囲むように設けられた環状部材である。

流路形成部材370は、例えばアルミニウム、チタン、ステンレス鋼、ジュラルミン、及びこれらを含む合金によって形成可能である。あるいは、流路形成部材370は、ガラス（石英）等の光透過性を有する透明部材（光学部材）によつて構成されてもよい。

10 流路形成部材370は、基板W（基板ステージPST）の上方に設けられ、その基板W表面に対向するように配置された液体供給口313（313A、313B）を備えている。本実施形態において、流路形成部材370は2つの液体供給口313A、313Bを有している。液体供給口313A、313Bは流路形成部材15 370の下面370Sに設けられている。

また、流路形成部材370は、その内部に液体供給口313（313A、313B）に対応した供給流路314（314A、314B）を有している。供給流路314A、314Bの一端部は供給管312A、312Bを介して供給部311にそれぞれ接続され、他端部は液体供給口313A、313Bにそれぞれ接続20 されている。

供給管312A、312Bの途中には、液体供給部311から送出され、液体供給口313A、313Bのそれぞれに対する単位時間あたりの液体供給量を制御するマスフローコントローラと呼ばれる流量制御器316A、316Bがそれぞれ設けられている。流量制御器316（316A、316B）による液体供給25 量の制御は制御装置CONTの指令信号の下で行われる。

更に、流路形成部材370は、基板W（基板ステージPST）の上方に設けられ、その基板W表面に対向するように配置された液体回収口323を備えている。本実施形態において、流路形成部材370は2つの液体回収口323A、323Bを有している。液体回収口323A、323Bは流路形成部材370の下面3

70 Sに設けられている。

また、流路形成部材370は、その内部に液体回収口323(323A、323B)に対応した回収流路324(324A、324B)を有している。回収流路324A、324Bの一端部は回収管322A、322Bを介して液体回収部321にそれぞれ接続され、他端部は液体回収口323A、323Bにそれぞれ接続されている。

本実施形態において、流路形成部材370は、液体供給機構310及び液体回収機構320それぞれの一部を構成している。そして、液体供給機構310を構成する液体供給口313A、313Bは、投影光学系PLの投影領域AR301を挟んだX軸方向両側のそれぞれの位置に設けられており、液体回収機構320を構成する液体回収口323A、323Bは、投影光学系PLの投影領域AR301に対して液体供給機構310の液体供給口313A、313Bの外側に設けられている。

液体供給部311及び流量制御器316の動作は制御装置CONTにより制御される。基板W上に液体LQを供給する際、制御装置CONTは、液体供給部311より液体LQを送出し、供給管312A、312B、及び供給流路314A、314Bを介して、基板Wの上方に設けられている液体供給口313A、313Bより基板W上に液体LQを供給する。このとき、液体供給口313A、313Bは投影光学系PLの投影領域AR301を挟んだ両側のそれぞれに配置されており、その液体供給口313A、313Bを介して、投影領域AR301の両側から液体LQを供給可能である。また、液体供給口313A、313Bのそれから基板W上に供給される液体LQの単位時間あたりの量は、供給管312A、312Bのそれぞれに設けられた流量制御器316A、316Bにより個別に制御可能である。

液体回収部321の液体回収動作は制御装置CONTにより制御される。制御装置CONTは、液体回収部321による単位時間あたりの液体回収量を制御可能である。基板Wの上方に設けられた液体回収口323A、323Bから回収された基板W上の液体LQは、流路形成部材370の回収流路324A、324B、及び回収管322A、322Bを介して液体回収部321に回収される。

なお、本実施形態において、供給管312A、312Bは1つの液体供給部311に接続されているが、供給管の数に対応した液体供給部311を複数（ここでは2つ）設け、供給管312A、312Bのそれぞれを前記複数の液体供給部311のそれぞれに接続するようにしてもよい。また、回収管322A、322Bは、1つの液体回収部321に接続されているが、回収管の数に対応した液体回収部321を複数（ここでは2つ）設け、回収管322A、322Bのそれぞれを前記複数の液体回収部321のそれぞれに接続するようにしてもよい。

投影光学系PLの光学素子302Fの液体接触面302S、及び流路形成部材370の下面（液体接触面）370Sは親液性（親水性）を有している。本実施形態においては、光学素子302F及び流路形成部材370の液体接触面に対して親液処理が施されており、その親液処理によって光学素子302F及び流路形成部材370の液体接触面が親液性となっている。換言すれば、基板ステージPSTに保持された基板Wの被露光面（表面）と対向する部材の表面のうち少なくとも液体接触面は親液性となっている。本実施形態における液体LQは極性の大きい水であるため、親液処理（親水処理）としては、例えばアルコールなど極性の大きい分子構造の物質で薄膜を形成することで、この光学素子302Fや流路形成部材370の液体接触面に親水性を付与する。すなわち、液体LQとして水を用いる場合にはOH基など極性の大きい分子構造を持ったものを前記液体接触面に設ける処理が望ましい。あるいは、MgF<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>などの親液性材料を前記液体接触面に設けてもよい。

なお、流路形成部材370の下面（基板W側を向く面）370Sはほぼ平坦面であってもよいが、流路形成部材370の下面370Sのうち投影光学系PLに対して液体回収口323（323A、323B）より外側の領域に、XY平面に対して傾斜した面、具体的には投影領域AR301（液浸領域AR302）に対して外側に向かうにつれて基板Wの表面に対して離れるように（上に向かうように）傾斜する所定長さを有する傾斜面（トラップ面）を設けてもよい。こうすることにより、基板Wの移動に伴って投影光学系PLと基板Wとの間の液体LQが流路形成部材370の下面370Sの外側に流出しようとしても、トラップ面で捕捉されるため、液体LQの流出を防止することができる。ここで、トラップ面

に親液処理を施して親液性にすることで、基板Wの表面に塗布されている膜（フォトレジスト等の感光材膜や、反射防止膜あるいは液体から感光材を保護する膜等）は通常撥液性（撥水性）なので、液体回収口323の外側に流出した液体LQはトラップ面で捕捉される。

5 また、不図示ではあるが、基板ステージPST（Zチルトステージ352）上において、基板Wの周囲のプレート部材356の外側の所定位置には、基準部材が配置されている。基準部材には、例えば特開平4-65603号公報に開示されているような構成を有する基板アライメント系により検出される基準マークと、  
10 例えば特開平7-176468号公報に開示されているような構成を有するマスクアライメント系により検出される基準マークとが所定の位置関係で設けられている。基準部材の上面はほぼ平坦面となっており、基板W表面、プレート部材56の表面（平坦面）357とほぼ同じ高さ（面一）に設けられている。基板アライメント系は基板ステージPSTの近傍に設けられ、基板W上のアライメントマークも検出する。また、マスクアライメント系はマスクステージMSTの近傍に  
15 設けられ、マスクMと投影光学系PLとを介して基板ステージPST（Zチルトステージ352）上の基準マークを検出する。

また、Zチルトステージ352（基板ステージPST）上のうち、プレート部材356の外側の所定位置には、光学センサとして例えば特開昭57-117238号公報に開示されているような照度ムラセンサが配置されている。照度ムラセンサは平面視矩形状の上板を備えている。上板の上面はほぼ平坦面となっており、基板W表面、プレート部材356の表面（平坦面）357とほぼ同じ高さ（面一）に設けられている。上板の上面には、光を通過可能なピンホール部が設けられている。上面のうち、ピンホール部以外はクロムなどの遮光性材料で覆われている。

25 また、Zチルトステージ352（基板ステージPST）上のうち、プレート部材356の外側の所定位置には、光学センサとして例えば特開2002-14005号公報に開示されているような空間像計測センサが設けられている。空間像計測センサは平面視矩形状の上板を備えている。上板の上面はほぼ平坦面となっており、フォーカス・レベリング検出系の基準面として使ってもよい。そして、

上板の上面は基板W表面、プレート部材356の表面（平坦面）357とほぼ同じ高さ（面一）に設けられている。上板の上面には、光を通過可能なスリット部が設けられている。上面のうち、スリット部以外はクロムなどの遮光性材料で覆われている。

5 また、Zチルトステージ352（基板ステージPST）上には、例えば特開平  
11-16816号公報に開示されているような照射量センサ（照度センサ）も  
設けられており、その照射量センサの上板の上面は基板W表面やプレート部材3  
56の表面（平坦面）357とほぼ同じ高さ（面一）に設けられている。

本実施形態における露光装置EXは、マスクMと基板W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Wに投影露光するものであって、  
走査露光時には、液浸領域AR2の液体LQ及び投影光学系PLを介してマスク  
Mの一部のパターン像が投影領域AR1内に投影され、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、基板Wが投影領域AR1に対し  
て+X方向（又は-X方向）に速度 $\beta \cdot V$ （ $\beta$ は投影倍率）で移動する。そして、  
15 基板W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Wのステッピング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Wを移動しながら各  
ショット領域に対する走査露光処理が順次行われる。

図11は液体供給口313及び液体回収口323と投影領域AR301との位  
20 置関係を示す平面図である。図11に示すように、投影光学系PLの投影領域A  
R1は、Y軸方向を長手方向とし、X軸方向を短手方向とした平面視矩形状に設  
定されている。

液体供給口313A、313Bは、X軸方向（走査方向）に関し、投影光学系  
PLの投影領域AR301を挟んだ両側のそれぞれに設けられている。具体的に  
25 は、液体供給口313Aは、流路形成部材370の下面370Sのうち、投影領  
域AR301に対して走査方向一方側（-X側）に設けられ、液体供給口313  
Bは他方側（+X側）に設けられている。つまり液体供給口313A、313B  
は投影領域AR301の近くに設けられ、走査方向（X軸方向）に関して投影領  
域AR1を挟むようにその両側に設けられている。液体供給口313A、313

Bのそれぞれは、Y軸方向に延びる平面視略コ字状（円弧状）のスリット状に形成されている。そして、液体供給口313A、313BのY軸方向における長さは少なくとも投影領域AR301のY軸方向における長さより長くなっている。液体供給口313A、313Bは、少なくとも投影領域AR301を囲むように設けられている。液体供給機構310は、液体供給口313A、313Bを介して投影領域AR1の両側で液体LQを同時に供給可能である。

液体回収口323A、323Bは、液体供給機構310の液体供給口313A、313Bより投影光学系PLの投影領域AR301に対して外側に設けられており、X軸方向（走査方向）に関し、投影光学系PLの投影領域AR301を挟んだ両側のそれぞれに設けられている。具体的には、液体回収口323Aは、流路形成部材370の下面370Sのうち、投影領域AR301に対して走査方向一方側（-X側）に設けられ、液体回収口323Bは他方側（+X側）に設けられている。液体回収口323A、323Bのそれぞれは、Y軸方向に延びる平面視略コ字状（円弧状）のスリット状に形成されている。液体回収口323A、323Bは、投影光学系PLの投影領域AR301、及び液体供給口313A、313Bを囲むように設けられている。

そして、液体LQが満たされた液浸領域AR302は、投影領域AR301を含むように実質的に2つの液体回収口323A、323Bで囲まれた領域内であって且つ基板W上的一部に局所的に形成される。なお、液浸領域AR302は少なくとも投影領域AR301を覆っていればよく、必ずしも2つの液体回収口323A、323Bで囲まれた領域全体が液浸領域にならなくてもよい。

なお、液体供給口313は投影領域AR301の両側のそれぞれに1つずつ設けられている構成であるが、複数に分割されていてもよく、その数は任意である。同様に、液体回収口323も複数に分割されていてもよい。また、投影領域AR301の両側に設けられた液体供給口313のそれぞれは互いにほぼ同じ大きさ（長さ）に形成されているが、互いに異なる大きさであってもよい。同様に、投影領域AR301の両側に設けられた液体回収口323のそれぞれが互いに異なる大きさであってもよい。また、供給口313のスリット幅と回収口323のスリット幅とは同じであってもよいし、回収口323のスリット幅を、供給口31

3のスリット幅より大きくしてもよいし、逆に回収口323のスリット幅を、供給口313のスリット幅より小さくしてもよい。

図12は流路形成部材370近傍の拡大断面図である。図12に示すように、投影光学系PLの光学素子302Fの側面302Tと流路形成部材370の内側面370Tとの間には隙間G301が設けられている。隙間G301は、投影光学系PLの光学素子302Fと流路形成部材370とを振動的に分離するために設けられたものである。隙間G301は例えば3～10mm程度に設定されている。また、流路形成部材370を含む液体供給機構310及び液体回収機構320と、投影光学系PLとはそれぞれ別の支持機構で支持されており、振動的に分離されている。これにより、流路形成部材370を含む液体供給機構310及び液体回収機構320で発生した振動が、投影光学系PL側に伝達することを防止している。

また、光学素子302Fの上部にはフランジ部302Gが形成されており、鏡筒PKの下端部には、フランジ部302Gと対向する支持面PFが形成されている。そして、鏡筒PKの支持面PFには、光学素子302Fをキネマティック支持する支持部360が設けられている。支持部360に支持されている光学素子302Fのフランジ部302Gの下面と、鏡筒PKの支持面PFとの間には隙間G302が設けられている。

そして、露光装置EXは、投影光学系PLを構成する複数の光学素子302A～302Fのうち、基板W上に形成された液浸領域AR302の液体LQに接する光学素子302Fの側面302Tと流路形成部材370との間への液体LQの浸入を阻止する第1シール部材330を備えている。

更に、露光装置EXは、光学素子302Fとその光学素子302Fを保持する鏡筒PKとの間の気体の流通を阻止する第2シール部材340を備えている。第1シール部材330は環状に形成されている流路形成部材370の内側面370Tに交換可能に取り付けられている。第2シール部材340は鏡筒PKに交換可能に取り付けられている。

図13は第1シール部材330近傍を示す拡大断面図である。図13に示すように、第1シール部材330は、光学素子302Fの側面302Tと流路形成部

材370の内側面370Tとの間に設けられており、光学素子302Fの側面302Tと流路形成部材370の内側面370Tとの間に對して基板W上に形成された液浸領域A R 302の液体LQが浸入することを阻止する。第1シール部材330は、光学素子302Fを囲むように環状に形成されている。

5 第1シール部材330は可撓性を有している。また、第1シール部材330は  
撥液性を有している。本実施形態においては、第1シール部材330はフッ素ゴム  
によって構成されている。フッ素ゴムは可撓性及び撥液性を有しているとともに  
に、アウトガスが少なく、液体LQに対して非溶解性であって露光処理に与える  
影響が少ないため好ましい。なお、第1シール部材330としては、可撓性を有  
10 する所定の材料で形成された環状部材の表面に撥液性材料をコーティングするよ  
うにしてもよい。

光学素子302Fを囲むように環状に形成されている第1シール部材330は、  
流路形成部材370の内側面370Tに取り付けられる本体部331と、本体部  
331にヒンジ部332を介して接続され、光学素子302Fの側面302Tに  
15 接触する接触部333とを備えている。接触部333は略円環状（円錐状）部材  
である。

流路形成部材370の内側面370Tの下端部近傍には、第1シール部材330の本体部331を保持可能な凹部371が形成されている。凹部371は流路  
形成部材370の内側面370Tに沿うように平面視略円環状に形成されている。  
20 凹部371に対して第1シール部材330の本体部331が嵌合することにより、  
その本体部331が流路形成部材370の内側面370Tの下端部近傍に取り付  
けられる。そして、第1シール部材330の本体部331が流路形成部材370  
の内側面370T（凹部371）に取り付けられた状態において、接触部333  
は光学素子302Fの側面302Tの下端部近傍に接触する。接触部333は本  
25 体部331よりも薄肉化されており、光学素子302Fの側面302Tに接触し  
た状態で大きく撓むことができるようになっている。

ヒンジ部332は本体部331と接触部333とを接続するものであって、図  
13中、矢印y301で示す方向に弾性変形可能である。そして、第1シール部  
材330の本体部331が流路形成部材370の内側面370Tに取り付けられ

た状態において、接触部333は、光学素子302Fの側面302Tを押す方向（矢印y302参照）に力を発生する。これにより、接触部333と光学素子302Fの側面302Tとが密着する。これにより、光学素子302Fの側面302Tと流路形成部材370との間の隙間G301への液浸領域AR302の液体LQの浸入が阻止される。

また、接触部333は可撓性を有しているので、例えば流路形成部材370で振動が発生しても、接触部333が撓んだり、あるいはヒンジ部332が弾性変形することにより吸収することができる。したがって、流路形成部材370で発生した振動が投影光学系PLの光学素子302Fに伝達することを防止することができる。また、接触部333が撓んだり、あるいはヒンジ部332が弾性変形することにより、第1シール部材330（接触部333）が光学素子302Fに与える力を低減することができる。したがって、光学素子302Fが歪んだり位置ずれを生じるなどといった不都合の発生を防止することができる。

ここで、接触部333の矢印y302方向への力（付勢力）はヒンジ部332の弾性変形に基づいて発生するが、液浸領域AR302の液体LQの圧力によつても発生する。つまり、液浸領域AR302の液体LQの圧力が陽圧化すると、隙間G301のうち第1シール部材330より下側の空間G301aの圧力が、上側の空間G301bの圧力よりも高くなる。そして、図13に示すように、接触部333の上端部がヒンジ部332を介して本体部331に接続され、その下端部が光学素子302Fの側面302Tに接触している状態においては、接触部333は光学素子302Fの側面302Tに密着する。

なお、図13に示す第1シール部材330の形態は一例であつて、空間G301aと空間G301bとの圧力差によって接触部333が光学素子302の側面302Tに密着するように、接触部333（第1シール部材330）を設置したときの姿勢、あるいは本体部331に対する接触部333の位置が最適に設定されていればよい。

なおここでは、第1シール部材330の本体部331が流路形成部材370に取り付けられ、接触部333が光学素子302Fに接触しているが、第1シール部材330の本体部331を光学素子302Fの側面302Tに取り付け、接触

部333を流路形成部材370の内側面370Tに接触させるようにしてもよい。

また、隙間G301を形成する光学素子302Fの側面302Tと、流路形成部材370のうち光学素子302Fの側面302Tと対向する内側面370Tとのそれぞれは撥液性となっている。具体的には、内側面370T及び側面302Tのそれぞれは、撥液処理を施されることによって撥液性を有している。撥液処理としては、フッ素系樹脂材料、アクリル系樹脂材料、シリコン系樹脂材料等の撥液性材料を塗布、あるいは前記撥液性材料からなる薄膜を貼付する。また、表面処理のための膜は、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。一方、上述したように、投影光学系PLの光学素子302Fの液体接触面302S、及び流路形成部材370の下面（液体接触面）370Sは親液性（親水性）を有している。

第1シール部材330、光学素子302Fの側面302T、及び流路形成部材370の内側面370Tのそれぞれが撥液性を有していることにより、例えば毛細管現象によって隙間G301に液体LQが浸入した場合でも、その浸入した液体LQははじかれて隙間G301に留まることがない。したがって、隙間G301において液体LQが淀むことないので、淀むことによって清浄度が低下した液体LQが光学素子302Fと基板Wとの間の液浸領域AR302の液体LQ中に混入する不都合の発生が防止される。

図14は第2シール部材340近傍を示す拡大断面図である。鏡筒PKの下端部に形成された支持面PF上には、光学素子302Fをフランジ部302Gを介してキネマティック支持する支持部360が設けられており、光学素子302Fは鏡筒PKの支持面PF上に支持部360を介してキネマティック支持されている。支持部360は支持面PF上の3箇所の所定位置にそれぞれ設けられている。なお図14には3つの支持部360A～360Cのうち支持部360Cは図示されていない。

支持部360は、例えば鏡筒PKの支持面PFに設けられ、V状内面を有するV溝部材361と、V溝部材361のV状内面に接する球面を有する球状部材362とを備えている。ここで、光学素子302Fのフランジ部302Gの下面には前記球状部材362を配置可能な球面状凹部363が形成されており、光学素

子302Fのフランジ部302Gの球面状凹部363の内面と球状部材362の球面とが接している。そして、これら面どうしが摺動可能であることにより、例えば鏡筒PKが僅かに変形した際、これら面どうしが摺動することで鏡筒PKの変形の光学素子302への影響が抑制されている。

5 支持部360（360A～360C）によって3点支持されている光学素子302Fのフランジ部302Gと、鏡筒PKの支持面PFとの間には隙間G302が設けられている。そして、光学素子302Fと鏡筒PK（支持面PF）との間の気体の流通を阻止する第2シール部材340が、支持部360近傍に設けられている。第2シール部材340は、光学素子302Fを囲むように環状に形成され10ている。

なお、支持部360は、V時部材361と、球状部材362とを備える構成に限定されるものではない。例えば、支持部材360の構成として、鏡筒PKの下端部に設けられた3つの座と、この3つの座に対応する位置に設けられる3つの光学素子押さえ部材とを備える構成であってもよい。この支持部材の構成では、  
15 光学素子2Fのフランジ部2Gの一方の面を3つの座に載置し、光学素子302Fを3点支持する。そして、上述した押さえ部材を光学素子302Fのフランジ部302Gの他方の面に設けて、フランジ部302Gを3つの座と共に挟み込むことによって、鏡筒PKの下端部に光学素子302Fを保持することができる。

第2シール部材340は、光学素子302Fのフランジ部302Gと鏡筒PKの支持面PFとの間に設けられており、鏡筒PKの内部空間と外部との間の気体の流通を阻止する。これにより、鏡筒PK内部は略密閉状態となり、上述したように、ガス置換装置3を使って鏡筒PK内部を不活性ガスで満たすことができる。  
20

第2シール部材340は、第1シール部材330とほぼ同等の構成であって例えばフッ素ゴムによって形成されており、可撓性及び撥液性を有している。また、  
25 上述したようにフッ素ゴムはアウトガスが少ないなど、露光処理に与える影響が少ないとめ好ましい。

そして、光学素子302Fを囲むように環状に形成されている第2シール部材340は、鏡筒PKの支持面PFに取り付けられる本体部341と、本体部341にヒンジ部342を介して接続され、光学素子302Fのフランジ部302G

の下面に接触する接触部 343 を備えている。

鏡筒 PK の下端部には、光学素子 302F を配置可能な開口部 PM が形成されており、鏡筒 PK の支持面 PF のうち開口部 PM 近傍には、第 2 シール部材 340 の本体部 341 を保持可能な凹部 372 が形成されている。凹部 372 は開口部 PM に沿うように環状に形成されている。凹部 372 に対して第 2 シール部材 340 の本体部 341 が嵌合することにより、その本体部 341 が鏡筒 PK の支持面 PF に取り付けられる。本実施形態においては、第 2 シール部材 340 は、支持面 PF 上において支持部 360 よりも光学素子 302F 側に配置されている。

そして、第 2 シール部材 340 の本体部 341 が鏡筒 PK の支持面 PF (凹部 372) に取り付けられた状態において、接触部 343 は光学素子 302F のフランジ部 302G の下面に接触する。接触部 343 は本体部 341 よりも薄肉化されており、光学素子 302F のフランジ部 302G に接触した状態で大きく撓むことができるようになっている。

ヒンジ部 342 は本体部 341 と接触部 343 とを接続するものであって、弾性変形可能である。そして、第 2 シール部材 340 の本体部 341 が鏡筒 PK の支持面 PF に取り付けられた状態において、接触部 343 は、光学素子 302F のフランジ部 302G を押す方向に力を発生する。これにより、接触部 343 と光学素子 302F のフランジ部 302G の下面とが密着する。これにより、光学素子 302F のフランジ部 302G と鏡筒 PK の支持面 PF との間の気体の流通が阻止される。

また、接触部 343 は可撓性を有しているので、例えば光学素子 302F で振動が発生しても、接触部 343 が撓んだり、あるいはヒンジ部 342 が弾性変形することにより吸収することができる。したがって、光学素子 302F で発生した振動が鏡筒 PK に伝達することを防止することができる。また、接触部 343 が撓んだり、あるいはヒンジ部 342 が弾性変形することにより、第 2 シール部材 340 (接触部 343) が光学素子 302F に与える力を低減することができる。したがって、光学素子 302F が歪んだり位置ずれを生じるなどといった不都合の発生を防止することができる。

また、接触部 343 のフランジ部 302G を押す方向への力 (付勢力) はヒン

ジ部342の弾性変形に基づいて発生するが、鏡筒PK内部空間と外部との圧力差によっても発生する。したがって、鏡筒PKの内部空間と外部との圧力差によって接触部343が光学素子302Fのフランジ部302Gに密着するように、接触部343（第2シール部材340）を設置したときの姿勢、あるいは本体部341に対する接触部343の位置を設定することが好ましい。

なおここでは、第2シール部材340の本体部341が鏡筒PKに取り付けられ、接触部343が光学素子302Fに接触しているが、第2シール部材340の本体部341を光学素子302Fのフランジ部302Gに取り付け、接触部343を鏡筒PKの支持面PFに接触させるようにしてもよい。

また、隙間G2を形成する光学素子302Fのフランジ部302Gの下面と、鏡筒PKのうち光学素子302Fのフランジ部302Gと対向する支持面PFとのそれぞれを撥液性にしてもよい。

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

マスクMがマスクステージMSTにロードされるとともに、基板Wが基板ステージPSTにロードされた後、基板Wの走査露光処理を行うに際し、制御装置CONTは液体供給機構310を駆動し、基板W上に対する液体供給動作を開始する。液浸領域AR302を形成するために液体供給機構310の液体供給部311から供給された液体LQは、供給管312A、312Bを流通した後、供給流路314A、314Bを介して液体供給口313A、313Bより基板W上に供給される。

基板W上に供給された液体LQによって、投影光学系PLと基板Wとの間に液浸領域AR302が形成される。ここで、供給管312A、312Bを流通した液体LQはスリット状に形成された供給流路314A、314B及び液体供給口313A、313Bの幅方向に拡がり、基板W上の広い範囲に供給される。液体供給口313A、313Bから基板W上に供給された液体LQは、投影光学系PLの先端部（光学素子302）の下端面と基板Wとの間に濡れ拡がるように供給され、投影領域AR301を含む基板W上的一部分に、基板Wよりも小さく且つ投影領域AR301よりも大きい液浸領域AR302を局所的に形成する。このと

き、制御装置CONTは、液体供給機構310のうち投影領域AR301のX軸方向（走査方向）両側に配置された液体供給口313A、313Bのそれぞれより、投影領域AR301の両側から基板W上への液体LQの供給を同時に行う。

また、制御装置CONTは、液体供給機構310の駆動と並行して、液体回収機構320の液体回収部321を駆動し、基板W上の液体LQの回収を行う。そして、制御装置CONTは、液体供給機構310及び液体回収機構320の駆動を制御して、液浸領域AR2を形成する。

制御装置CONTは、液体供給機構310による基板W上に対する液体LQの供給と並行して、液体回収機構320による基板W上の液体LQの回収を行いつつ、基板Wを支持する基板ステージPSTをX軸方向（走査方向）に移動しながら、マスクMのパターン像を投影光学系PLと基板Wとの間の液体LQ及び投影光学系PLを介して基板W上に投影露光する。このとき、液体供給機構310は走査方向に関して投影領域AR301の両側から液体供給口313A、313Bを介して液体LQの供給を同時に行っているので、液浸領域AR302は均一且つ良好に形成されている。

本実施形態において、投影領域AR301の走査方向両側から基板Wに対して液体LQを供給する際、制御装置CONTは、液体供給機構310の流量制御器316A、316Bを使って単位時間あたりの液体供給量を調整し、基板W上の1つのショット領域の走査露光中に、走査方向に関して投影領域AR301の一方側から供給する液体量（単位時間あたりの液体供給量）を、他方側から供給する液体量と異ならせる。具体的には、制御装置CONTは、走査方向に関して投影領域AR301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Wを+X方向に移動しつつ露光処理する場合、制御装置CONTは、投影領域AR301に対して-X側（すなわち液体供給口313A）からの液体量を、+X側（すなわち液体供給口313B）からの液体量より多くし、一方、基板Wを-X方向に移動しつつ露光処理する場合、投影領域AR301に対して+X側からの液体量を、-X側からの液体量より多くする。このように、制御装置CONTは、基板Wの移動方向に応じて、液体供給口313A、313B

からのそれぞれの単位時間あたりの液体供給量を変える。

そして、基板Wを液浸露光中、隙間G 3 0 1に液浸領域A R 3 0 2の液体L Qが浸入しようとしても、第1シール部材3 3 0によってその浸入が阻止される。

液体L Qが隙間G 3 0 1に浸入した場合、その隙間G 3 0 1に浸入した液体L Qによって光学素子3 0 2 Fの側面3 0 2 Tに力が加わり、光学素子3 0 2 Fが変形する（歪む）等の不都合が生じる可能性がある。ところが、第1シール部材3 3 0を設けたので、光学素子3 0 2 Fの側面3 0 2 Tが液体L Qから力を受ける不都合を防止することができる。

また、第1シール部材3 3 0によって隙間G 3 0 1への液体L Qの浸入が阻止されているので、隙間G 3 0 1に対する液体L Qの流入及び流出による圧力変動も生じない。したがって、その圧力変動によって光学素子3 0 2 Fが振動する不都合も防止される。

また、隙間G 3 0 1に液体L Qが浸入した場合、浸入した液体L Qが隙間G 3 0 1に滞留する可能性がある。隙間G 3 0 1に液体L Qが長時間滞留すると、その液体L Qは汚染する可能性が高くなり、その汚染された隙間G 3 0 1の液体L Qが例えば基板Wの液浸露光中に投影光学系P Lと基板Wとの間に流入すると、露光精度の劣化をもたらす可能性がある。ところが、第1シール部材3 3 0によって隙間G 3 0 1に液体L Qを浸入させないようにすることで、隙間G 3 0 1に液体L Qが滞留する不都合を防止できる。

また、第1シール部材3 3 0によって光学素子3 0 2 Fの側面3 0 2 Tと流路形成部材3 7 0との間への液体L Q、あるいは液体L Qの飛沫の浸入を防止することで、流路形成部材3 7 0の側面3 7 0 Tや鏡筒P Kに鋸びが生じたり、光学素子3 0 2 Fの例えば側面3 0 2 Tが溶解する等の不都合を防止できる。

また、第2シール部材3 4 0を設けたことにより、鏡筒P Kの内部空間を不活性ガスで満たす構成であっても、その内部空間に対する外部の気体の浸入を防止することができる。

したがって、鏡筒P Kの内部空間の環境を維持することができる。また、基板W上の液浸領域A R 3 0 2の液体L Qが気化し、その気化して湿った気体が隙間G 3 0 1及び隙間G 3 0 2を介して鏡筒P K内部に浸入する可能性があり、その

場合、鏡筒PKの内壁面に鋸びを生じさせたり、鏡筒PK内部の光学素子302A～302Eなどを溶解させる不都合が発生する可能性がある。ところが、第1シール部材330及び第2シール部材340によってその湿った気体の鏡筒PK内部への浸入を防止することができるので、上記不都合の発生を回避することができる。

なお、上述した実施形態においては、光学素子302Fが鏡筒PKより露出しており、流路形成部材370の内側面370Tに光学素子302Fの側面302Tが対向している形態であるが、光学素子302の側面302Tを鏡筒PKの一部（先端部）、あるいは鏡筒PKとは別の保持部材（レンズセル）で保持するよう10 にしてもよい。この場合、前記鏡筒PKの側面あるいはレンズセルの側面が流路形成部材370の内側面370Tと対向することになる。その場合、第1シール部材330は、光学素子302Fを保持するレンズセル（あるいは鏡筒）の側面と流路形成部材370との間への液体LQの浸入を阻止するように取り付けられる。

15 なお、上述した実施形態においては、液体LQを供給する液体供給口313A、313Bと、液体LQを回収する液体回収口323A、323Bとは、1つの流路形成部材370の下面370Sに形成されているが、例えば、第1実施例で説明した構成のように液体供給口313A、313Bを有する流路形成部材（供給部材）と、液体回収口323A、323Bを有する流路形成部材（回収部材）と20 が別々に設けられていてもよい。

なお、上述した実施形態においては、液体LQの液浸領域AR302を基板W上に形成する場合について説明したが、上述したような、基板ステージPST上に設けられた基準部材の上面に液体LQの液浸領域AR302を形成する場合もある。そして、その上面上の液浸領域AR302の液体LQを介して各種計測処理を行う場合がある。その場合においても、第1シール部材330によって隙間G301への液体LQの浸入を防止するとともに、第2シール部材340によって隙間G302における気体の流通を阻止することで、計測処理を良好に行うことができる。同様に、照度ムラセンサの上板の上面や、空間像計測センサの上板の上面等に液体LQの液浸領域AR302を形成して計測処理を行う場合におい

ても、良好に計測処理を行うことができる。更には、Zチルトステージ352（基板ステージPST）上面に液浸領域AR302を形成する構成も考えられ、その場合においても、第1シール部材330によって隙間G301への液体LQの浸入を防止するとともに、第2シール部材340によって隙間G302における気体の流通を阻止することができる。

なお、上述した実施形態において、液体供給口313及び液体回収口323や、それらに接続される供給流路314及び回収流路324などに、スポンジ状部材や多孔質セラミックスなどからなる多孔質体を配置してもよい。

なお、第1シール部材（あるいは第2シール部材）として、図15に示すよう10な、シート状部材335を用いるようにしてもよい。シート状部材335は平面視円環状（円錐状）に形成されており、シート状部材335のうち外縁部335Aが流路形成部材370の内側面370Tに取り付けられ、内縁部335Bが光学素子302Fの側面302Tに接触している。外縁部335Aは流路形成部材370Tの内側面370Tに対して例えば接着剤によって固定されている。

15 そして、シート状部材335の内縁部335Bは、隙間G301のうちシート状部材335の下側の空間G301aと上側の空間G301bとの圧力差によつて、光学素子302Fの側面302Tに密着している。これにより、光学素子302Fの側面302Tと流路形成部材370との間への液体LQの浸入が阻止される。

20 ここで、シート状部材335としてガスの流通を規制するガスバリアシート（ガス遮蔽シート）を用いることにより、基板W上に形成された液浸領域AR302の液体LQに加えて、更にその液体LQから気化した湿った気体の隙間G301への浸入も防止することができる。

ガスバリアシートとしては、伸縮フィルム、接着剤層、金属膜、隔離フィルムの順に積層されて構成されたものを使用することができる。隔離フィルムは、ガスに対する遮蔽性（ガスバリア性）に極めて優れないとともに、脱ガスが極めて少ないという材料、例えば、この材料として、エチレン・ビニル・アルコール樹脂（EVOH樹脂）で形成されることが望ましい。このEVOH樹脂としては、例えば株式会社クラレの「商品名：エバール（EVAL）」を使用することができ

る。他の材料としては、カプトン（デュポン社製）、マイラー（デュポン社製）、ミクトロン（東レ製）、ベクスタ（クラレ製）、ルミラー（東レ製）等を使用することができる。

なお、シート状部材335の内縁部335Bを光学素子302Fの側面302Tに固定し、外縁部335Aを流路形成部材370の内側面370Tに接触させるようにしてもよい。

ところで、上述したように、第1シール部材330及び第2シール部材340のそれぞれは撥液性を有していることが好ましい。一方、露光光ELが照射されることにより、第1シール部材330及び第2シール部材340の撥液性は劣化する可能性がある。特に、第1、第2シール部材330、340として例えばフッ素系樹脂を用い、露光光ELとして紫外光を用いた場合、そのシール部材330、340の撥液性は劣化しやすい（親液化しやすい）。したがって、露光光ELの照射時間、又は積算照射量に応じて、第1、第2シール部材330、340を交換することにより、所望の撥液性を有する第1、第2シール部材330、340を設置することができる。

上述したように、第1実施例および第2実施例における液体LQは純水により構成されている。純水は、半導体製造工場等で容易に大量に入手できるとともに、基板W上のフォト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W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よい。

そして、波長が193nm程度の露光光ELに対する純水（水）の屈折率nはほぼ1.44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W上では $1/n$ 、すなわち約134nmに短波長化されて高い解像度が得られる。更に、焦点深度は空气中に比べて約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。

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（TE偏光成分）、すなわち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なるとよい。投影光学系PLと基板W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W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（TE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）等を適宜組み合わせると更に効果的である。

また、例えばArFエキシマレーザを露光光とし、1/4程度の縮小倍率の投影光学系PLを使って、微細なライン・アンド・スペースパターン（例えば25～50nm程度のライン・アンド・スペース）を基板W上に露光するような場合、マスクMの構造（例えばパターンの微細度やクロムの厚み）によっては、Wave guide効果によりマスクMが偏光板として作用し、コントラストを低下させるP偏光成分（TM偏光成分）の回折光よりS偏光成分（TE偏光成分）の回折光が多くマスクMから射出されるようになるので、上述の直線偏光照明を用いることが望ましいが、ランダム偏光光でマスクMを照明しても、投影光学系PLの開口数NAが0.9～1.3のように大きい場合でも高い解像性能を得ることができる。また、マスクM上の極微細なライン・アンド・スペースパターンを基板W上に露光するような場合、Wire Grid効果によりP偏光成分（TM偏光成分）がS偏光成分（TE偏光成分）よりも大きくなる可能性もあるが、例えばArFエキシマレーザを露光光とし、1/4程度の縮小倍率の投影光学系PLを使って、2

5 nmより大きいライン・アンド・スペースパターンを基板W上に露光するような場合には、S偏光成分（TE偏光成分）の回折光がP偏光成分（TM偏光成分）の回折光よりも多くマスクMから射出されるので、投影光学系PLの開口数NAが0.9～1.3のように大きい場合でも高い解像性能を得ることができる。

5 更に、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帶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が大きい場合でも高い結像性能を得ることができる。

15 本実施形態では、投影光学系PLの先端に光学素子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面板であってもよい。

20 なお、本実施形態では、投影光学系PLと基板W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Wの表面に平行平面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。

25 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は、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つてできるだけ屈折率が高く、投影光学系PLや基板P基板W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L Qの極性に応じて行われる。

なお本願発明においては、第1実施例に記載された構成と第2実施例に記載された構成を、適宜互いに置き換えたり組み合わせてもよいということが重要である。

なお、上記各実施形態の基板W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。

また、上述の実施形態においては、投影光学系PLと基板Wとの間を局所的に液体で満たす露光装置を採用しているが、特開平6-124873号公報に開示されているような露光対象の基板を保持したステージを液槽の中で移動させる液浸露光装置や、特開平10-303114号公報に開示されているようなステージ上に所定深さの液体槽を形成し、その中に基板を保持する液浸露光装置にも本発明を適用可能である。

露光装置EXとしては、レチクルRと基板Wとを同期移動してレチクルRのパターンを走査露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置(スキヤニングステッパ) の他に、レチクルRと基板Wとを静止した状態でレチクルRのパターンを一括露光し、基板W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W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。

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ように、ウエハ等の被処理基板を別々に載置してXY方向に独立に移動可能な2つのステージを備えたツインステージ型の露光装置にも適用できる。

露光装置EXの種類としては、基板W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。

基板ステージWSTやレチクルステージRST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、それらのステージを定盤に対して浮上させる方式としてエアペ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アクタンス力を用いた磁気浮上型のどちらかを用いるのが好ましい。また、各ステージWST、RST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。

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

基板ステージWST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。レチクルステージRST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。

本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、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。

各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種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。

半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図16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レチカル（マスク）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によりレチカルのパターンを基板に露光する基板処理ステップ204、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）205、検査ステップ206等を経て製造される。

なお、露光装置EXが使われる図10中のステップ204においては、露光装置EXとインライン接続されるコータデベロッパ（C/D）装置も使われる。通常の半導体製造ラインにおいては、C/D装置のコータ部でレジストを塗布されたウエハがロボットアームやスライダーアームによって、コータ部から露光装置EX内のプリアライメント部に自動搬送されてくる。露光装置EX内のプリアライメント部はウエハのノッチやオリフラの回転方向を所定方向に揃えた後、そのウエハをステージWST上に搬送する。この未露光ウエハの搬送動作の直前に、ステージWST上の露光済みウエハはアンロードアーム等によってステージWSTから搬出されて、C/D装置のデベロッパ部まで自動搬送される。この際、液体浸領域AR2は保水していた液体の回収により大気開放状態になるが、露光済みウエハの表面や裏面には水滴等が残存していることがある。そこで、少なくともステージWSTからC/D装置（デベロッパ部）へ露光済みウエハを搬送するロボットアームやスライダーアーム等には、防滴、又は防水処理を施しておくのが良い。特に、ウエハの裏面を保持するためにアーム上に形成された真空吸着部には、ウエハ裏面に付着した水滴や水分が浸入しても問題無いように、液体トラップ部（液体のみを溜め込む小さな窪み部やスポンジ等）を併設した真空排気路にしておくのが望ましい。

### 産業上の利用の可能性

液体に接する光学部材の振動が光学群に伝わることを防止できるので、パターン像の劣化を防止し、高いパターン精度を有するデバイスを製造することができる。

- 5 また本発明によれば、投影光学系の像面側への液体や気体の浸入を防止しつつ露光処理及び計測処理を高精度で行うことができるので、基板を良好に露光できる。

## 請求の範囲

1. 液体に接する光学部材及び該光学部材とパターンとの間に配置される光学群を含む投影光学系を備え、前記投影光学系と前記液体とを介して基板上に前記パターンの像を投影することによって前記基板を露光する露光装置において、
  - 5 前記光学部材と前記光学群とを保持する保持機構を備え、前記保持機構は、前記光学部材を前記光学群に対して可動に保持することを特徴とする露光装置。
2. 前記保持機構は、前記液体と接する光学部材を保持する第1保持部材と、
  - 10 前記光学群を保持する第2保持部材と、前記第1保持部材を前記第2保持部材に対して軟らかく接続する接続機構とを有することを特徴とする請求項1記載の露光装置。
3. 前記接続機構は、前記第1保持部材と前記第2保持部材とを振動的に分離することを特徴とする請求項2記載の露光装置。
  - 15 4. 前記接続機構は、前記第1保持部材の振動を前記第2保持部材に伝達されないように吸収することを特徴とする請求項3記載の露光装置。
- 20 5. 前記第1保持部材は、前記液体と接する光学部材として所定の光軸を有するレンズ素子を保持し、前記第2保持部材に対して前記光軸方向又は前記光軸と直交する軸まわり方向に移動可能に接続されていることを特徴とする請求項4に記載の露光装置。
- 25 6. 前記第1保持部材は、前記第2保持部材に対して傾斜可能に接続されていることを特徴とする請求項5に記載の露光装置。
7. 前記第1保持部材は、前記第2保持部材に対してキネマティック支持されていることを特徴とする請求項6に記載の露光装置。

8. 前記接続機構は弾性部材を含むことを特徴とする請求項 7 に記載の露光装置。

9. 前記第 1 保持部材の荷重の前記接続機構への作用を低減するための荷重低減

5 機構を備えたことを特徴とする請求項 8 に記載の露光装置。

10. 前記荷重低減機構は、前記第 1 保持部材の荷重を非接触で前記第 2 保持部材に支持させることを特徴とする請求項 9 記載の露光装置。

10 11. 前記基板上に投影されるパターンの像を調整する像調整機構を備えたことを特徴とする請求項 10 に記載の露光装置。

12. 前記像調整機構は、前記光学群に対する前記光学部材の変動に伴って発生し得る投影パターンの像質変化を補償することを特徴とする請求項 11 記載の露  
15 光装置。

13. 前記光学群と前記光学部材との位置関係を検出する第 1 検出器を備え、  
前記像調整機構は、前記第 1 検出器の検出結果に基づいて像調整を行うことを特徴とする請求項 12 記載の露光装置。

20 14. 前記像調整機構は、前記光学部材と前記基板の露光面との位置関係の変動を補償することを特徴とする請求項 13 に記載の露光装置。

15. 前記光学部材と前記基板の露光面との位置関係を検出する第 2 検出器を備  
25 え、

前記像調整機構は、前記第 2 検出器の検出結果に基づいて像調整を行うことを特徴とする請求項 14 記載の露光装置。

16. 請求項 1 ~ 請求項 15 のいずれか一項に記載の露光装置を用いることを特

徴とするデバイス製造方法。

17. 投影光学系の像面側に液体の液浸領域を形成し、前記投影光学系と前記液体とを介してパターンを基板に露光する露光装置において、

5 前記投影光学系を構成する複数の光学部材のうち前記液体に接する光学部材の側面又は該光学部材を保持する保持部材の側面を囲むように設けられ、液体供給口及び液体回収口のうち少なくともいずれか一方を有する環状部材と、

前記光学部材又は前記保持部材の側面と前記環状部材との間への液体の浸入を阻止する第1シール部材とを備えたことを特徴とする露光装置。

10

18. 前記第1シール部材は可撓性を有することを特徴とする請求項17記載の露光装置。

19. 前記第1シール部材は、環状に形成され、前記側面及び前記環状部材のいずれか一方に取り付けられる本体部と、前記本体部にヒンジ部を介して接続され、他方に接触する接触部とを有することを特徴とする請求項18に記載の露光装置。

20. 前記第1シール部材のうち少なくとも前記接触部は可撓性を有することを特徴とする請求項19に記載の露光装置。

20

21. 前記第1シール部材はシート状部材を含むことを特徴とする請求項18に記載の露光装置。

22. 前記第1シール部材は撥液性であることを特徴とする請求項21に記載の露光装置。

23. 前記側面と、前記環状部材のうち前記側面と対向する内側面とのそれぞれは撥液性であることを特徴とする請求項22に記載の露光装置。

24. 前記光学部材と前記保持部材との間の気体の流通を阻止する第2シール部材を備えたことを特徴とする請求項23に記載の露光装置。

25. 投影光学系の像面側に液体の液浸領域を形成し、前記投影光学系と前記液体とを介してパターンを基板に露光する露光装置において、

前記投影光学系を構成する複数の光学部材のうち前記液体に接する光学部材を保持する保持部材と、

前記光学部材と前記保持部材との間の気体の流通を阻止するシール部材とを備えたことを特徴とする露光装置。

10

26. 前記保持部材は前記光学部材及び前記複数の光学部材を保持し、

前記シール部材は、前記複数の光学部材を保持した前記保持部材の内部空間と外部との間の気体の流通を阻止することを特徴とする請求項25に記載の露光装置。

15

27. 前記保持部材は前記光学部材をキネマティック支持する支持部を有し、

前記シール部材は、前記支持部近傍に設けられていることを特徴とする請求項26に記載の露光装置。

20

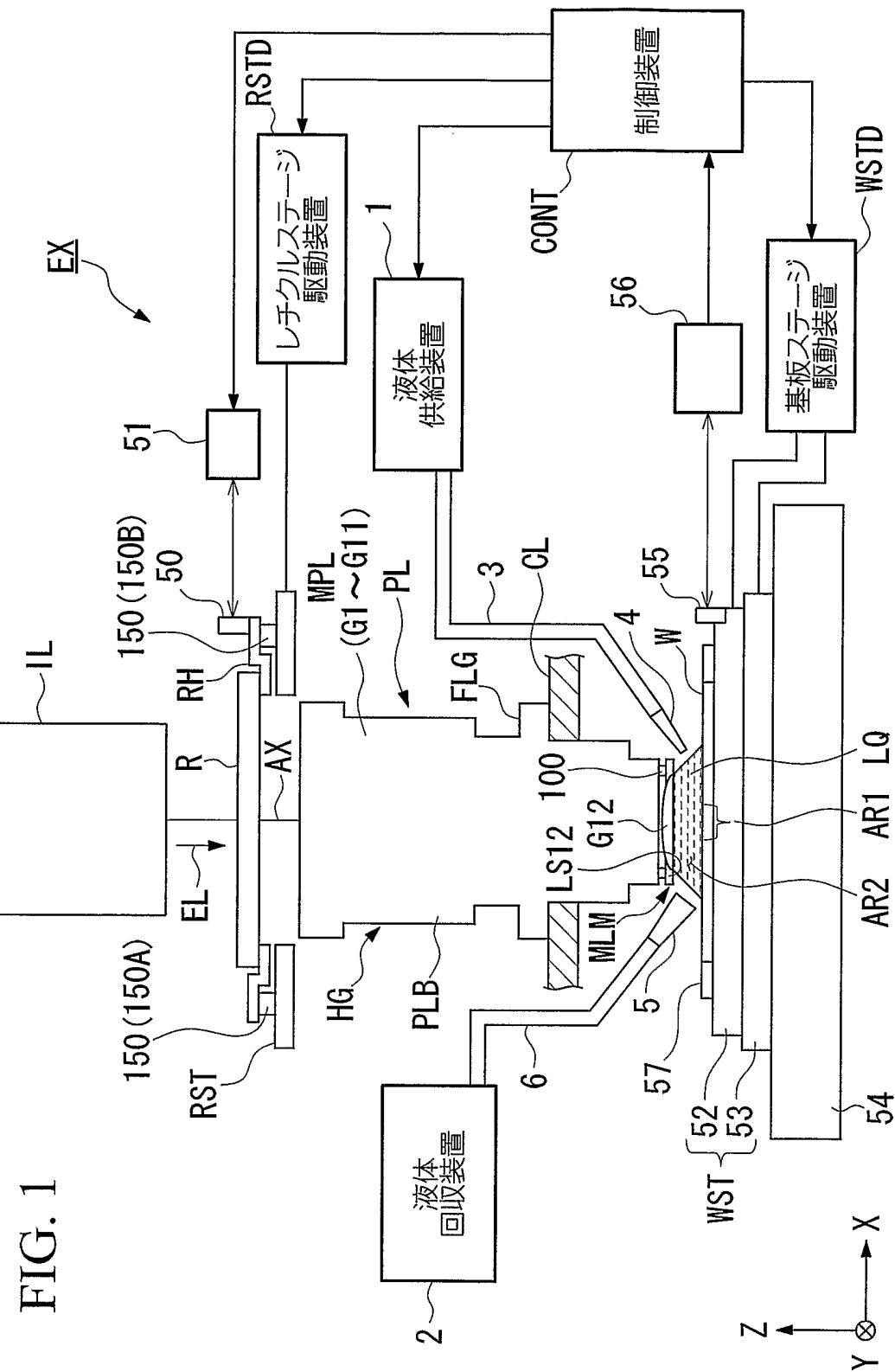
28. 前記シール部材は、前記光学部材及び前記保持部材のいずれか一方に取り付けられる本体部と、前記本体部にヒンジ部を介して接続され、他方に接触する接触部とを有することを特徴とする請求項27に記載の露光装置。

25

29. 前記シール部材は交換可能であることを特徴とする請求項28に記載の露光装置。

30. 露光光の照射時間に応じて前記シール部材が交換されることを特徴とする請求項29に記載の露光装置。

31. 請求項30に記載の露光装置を用いることを特徴とするデバイス製造方法。



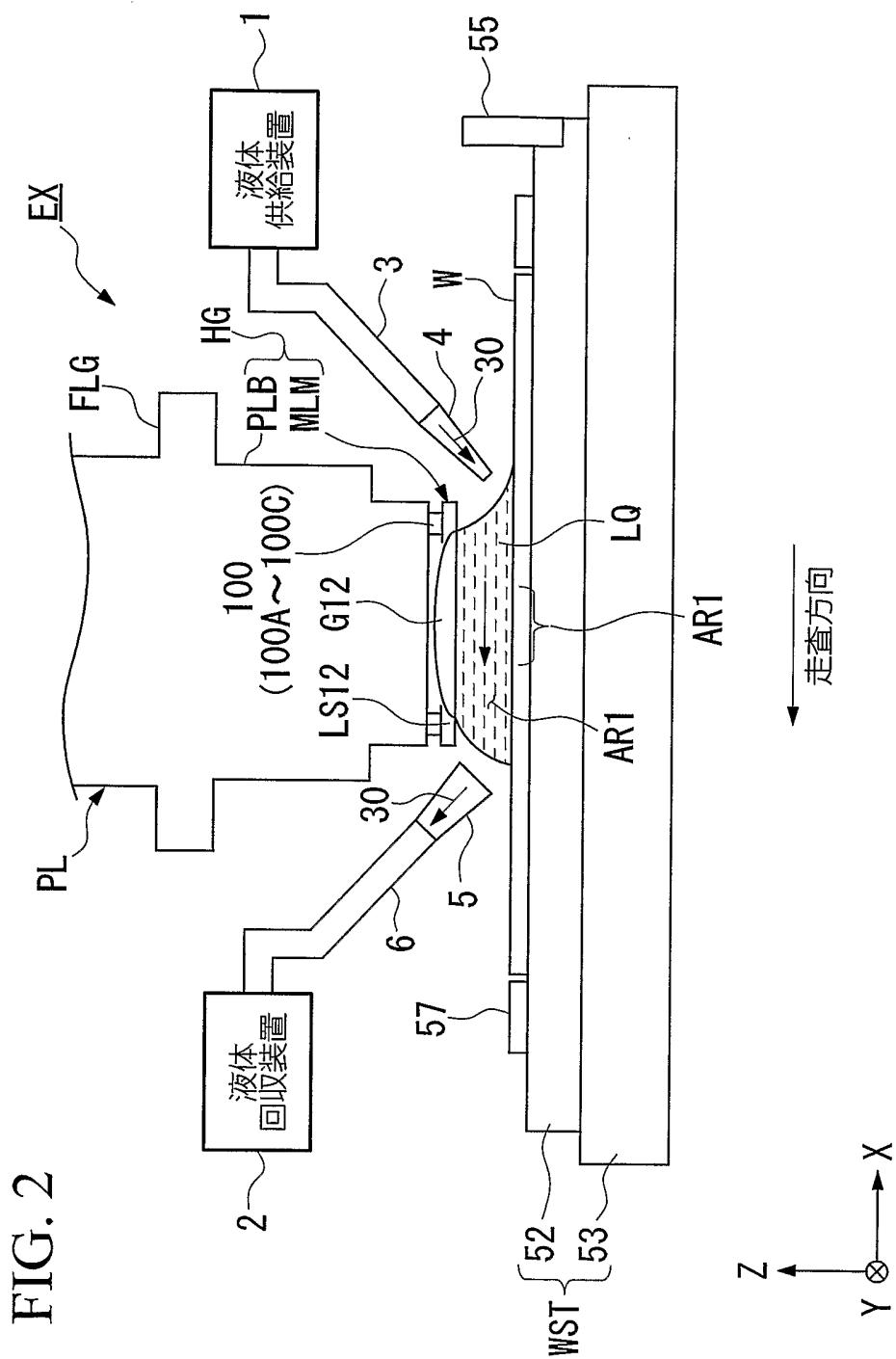


FIG. 3

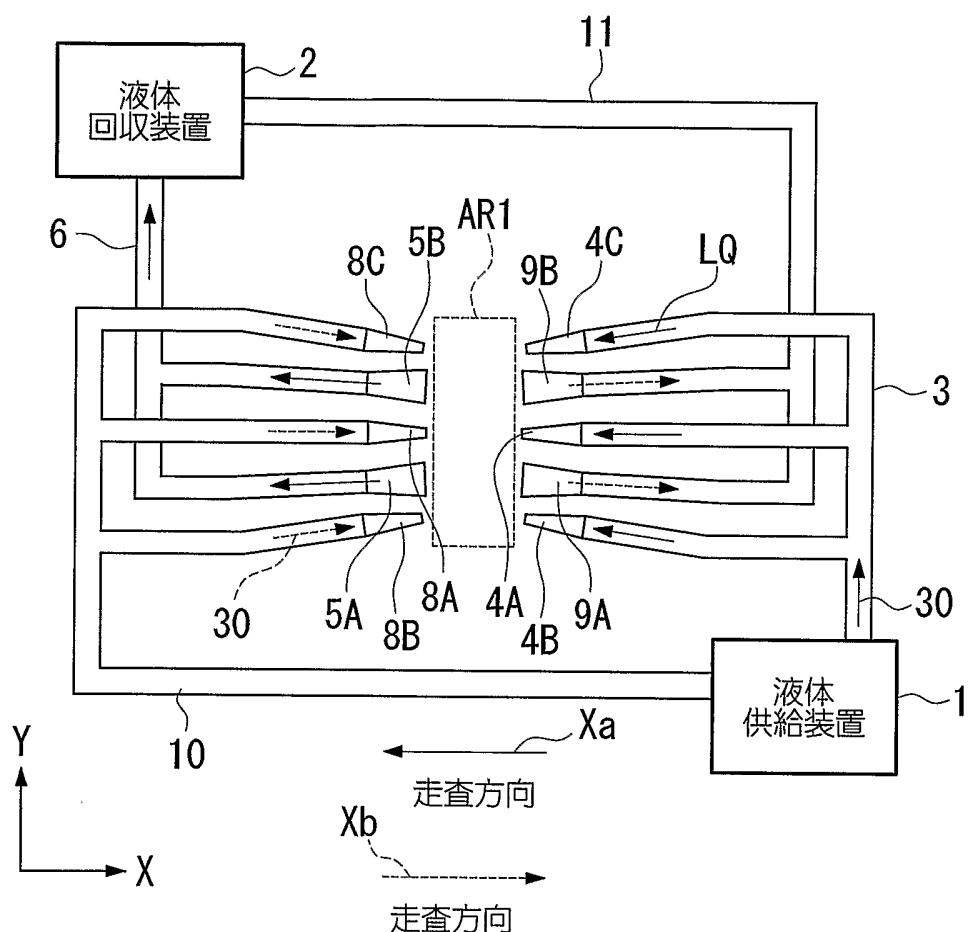


FIG. 4

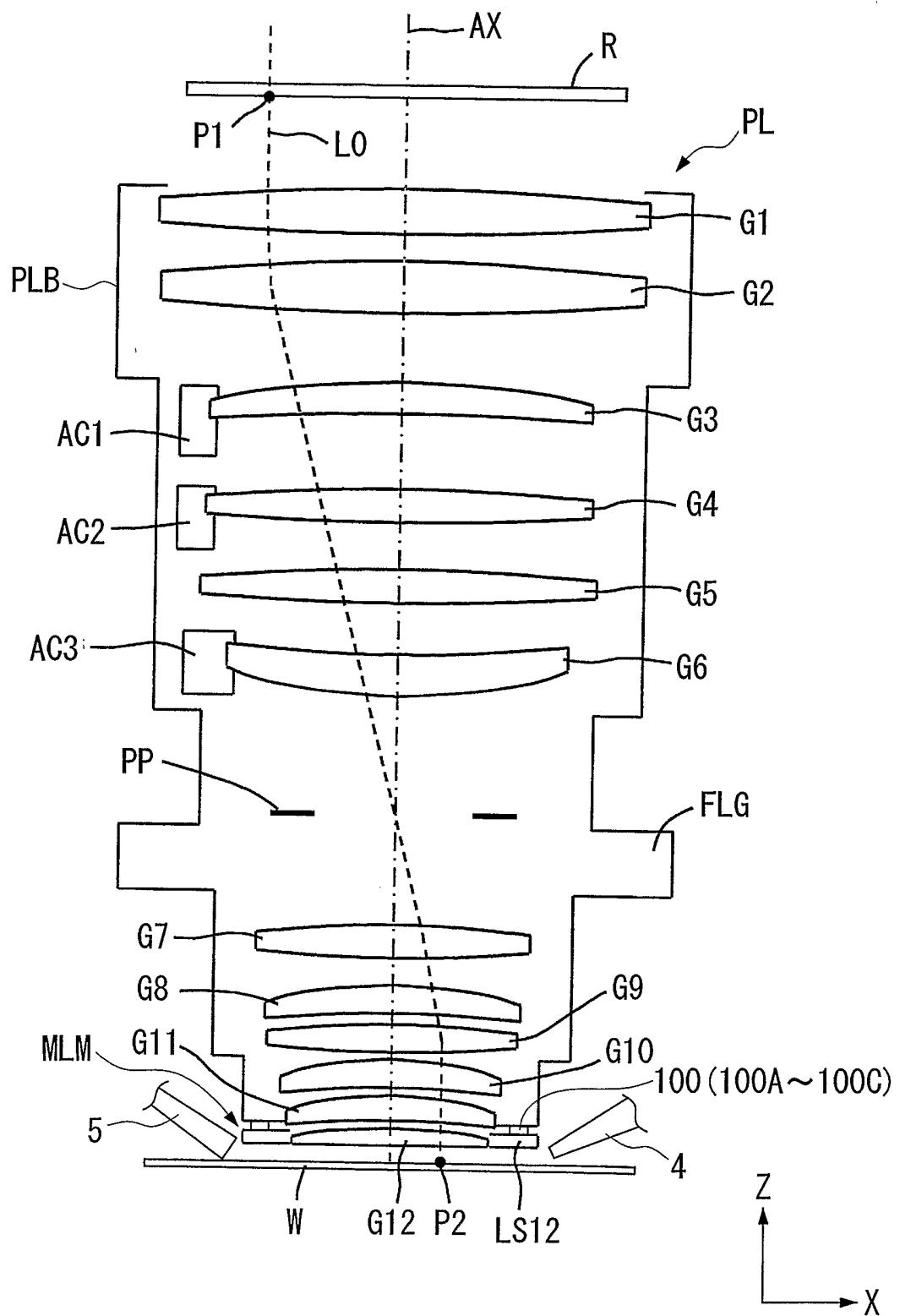


FIG. 5

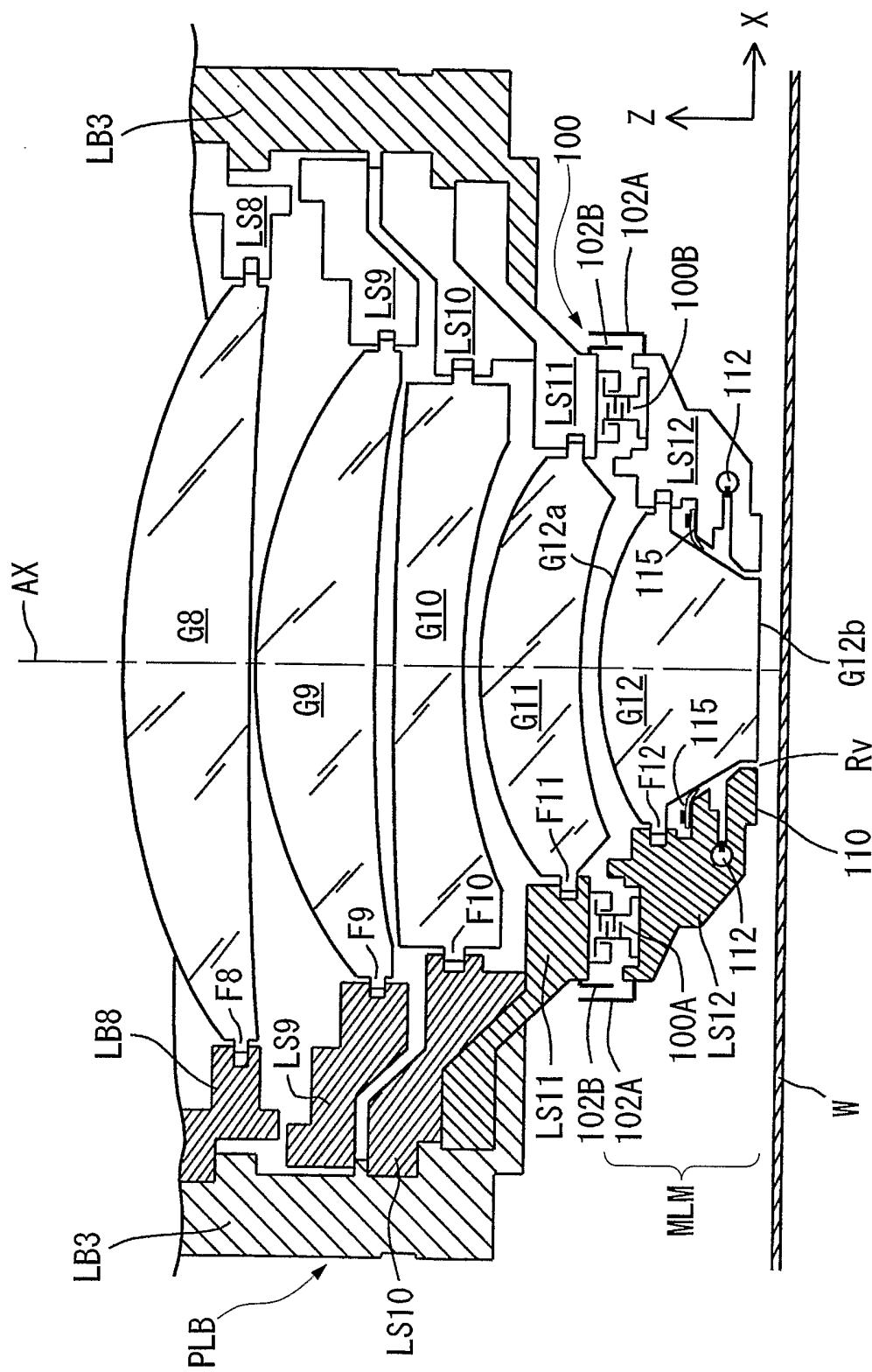


FIG. 6

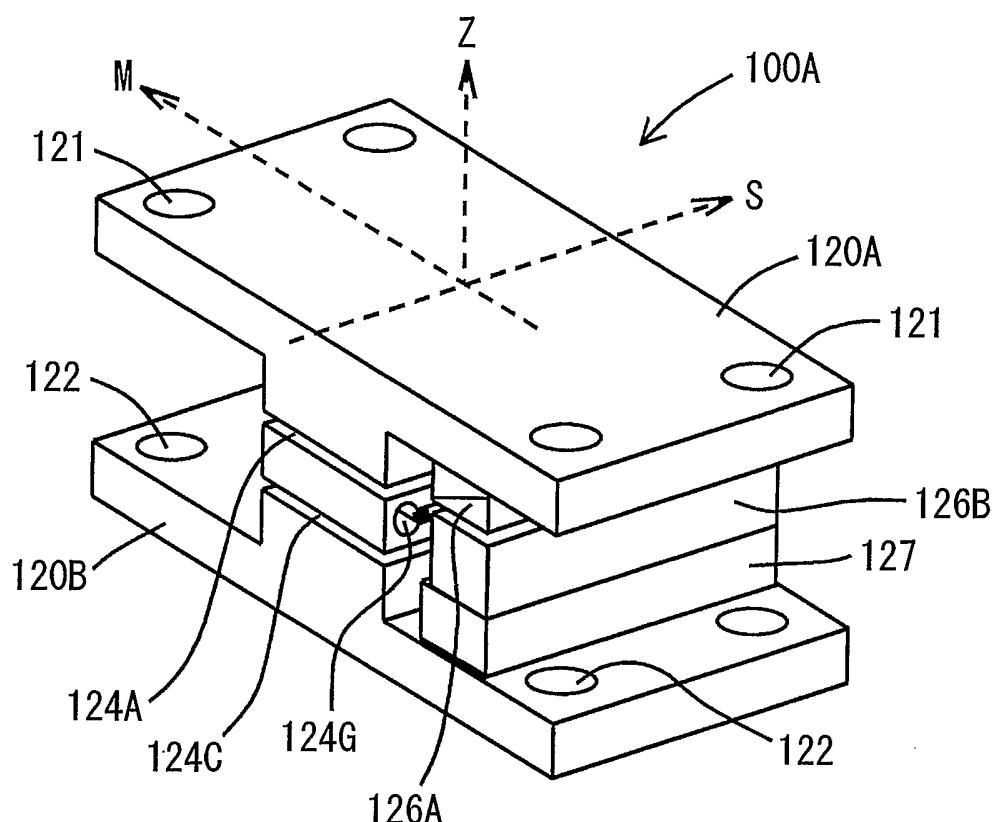
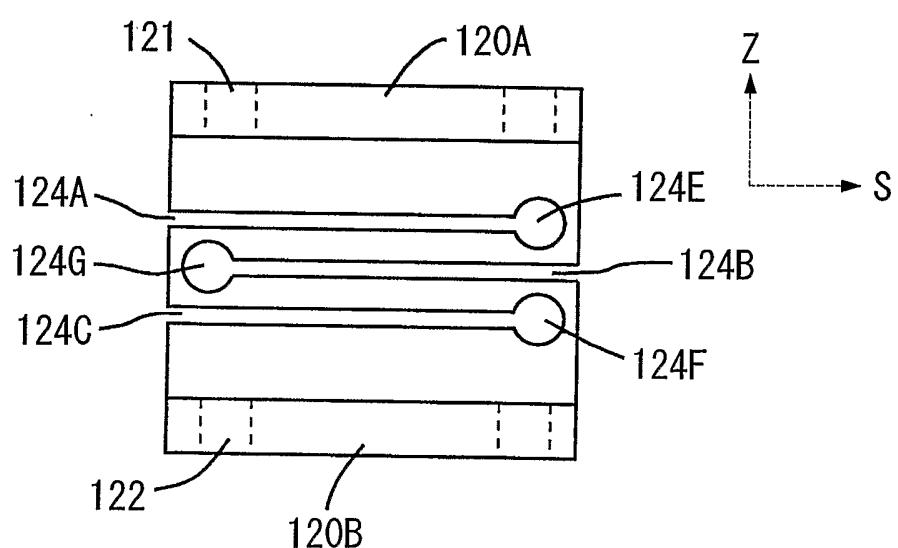


FIG. 7



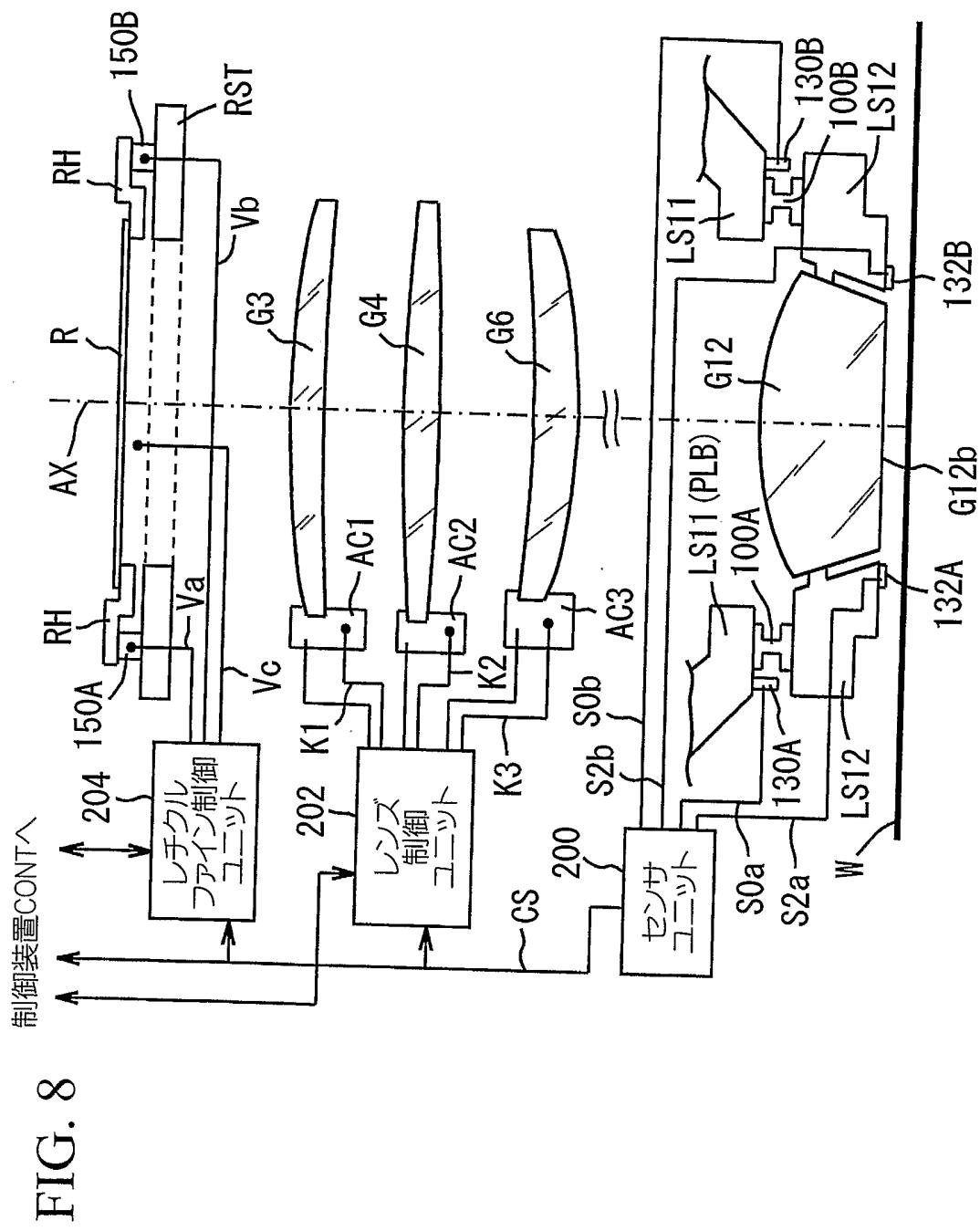


FIG. 9

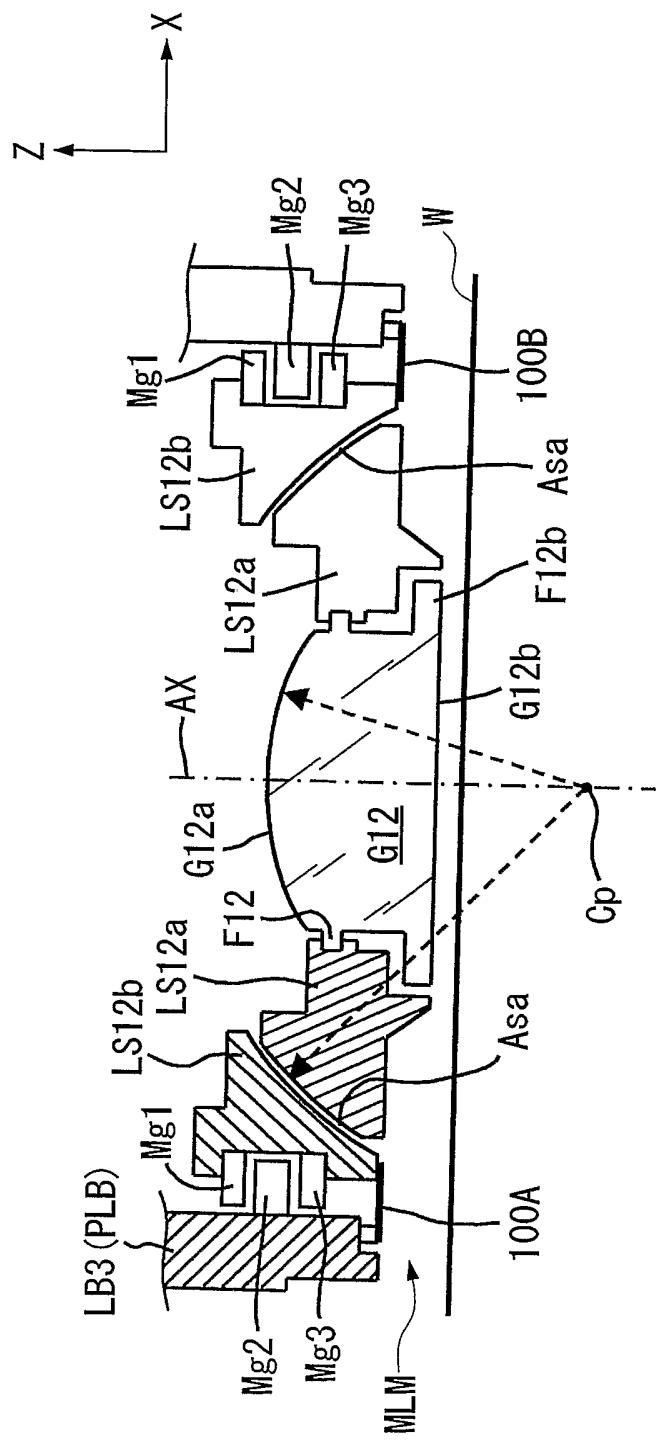


FIG. 16

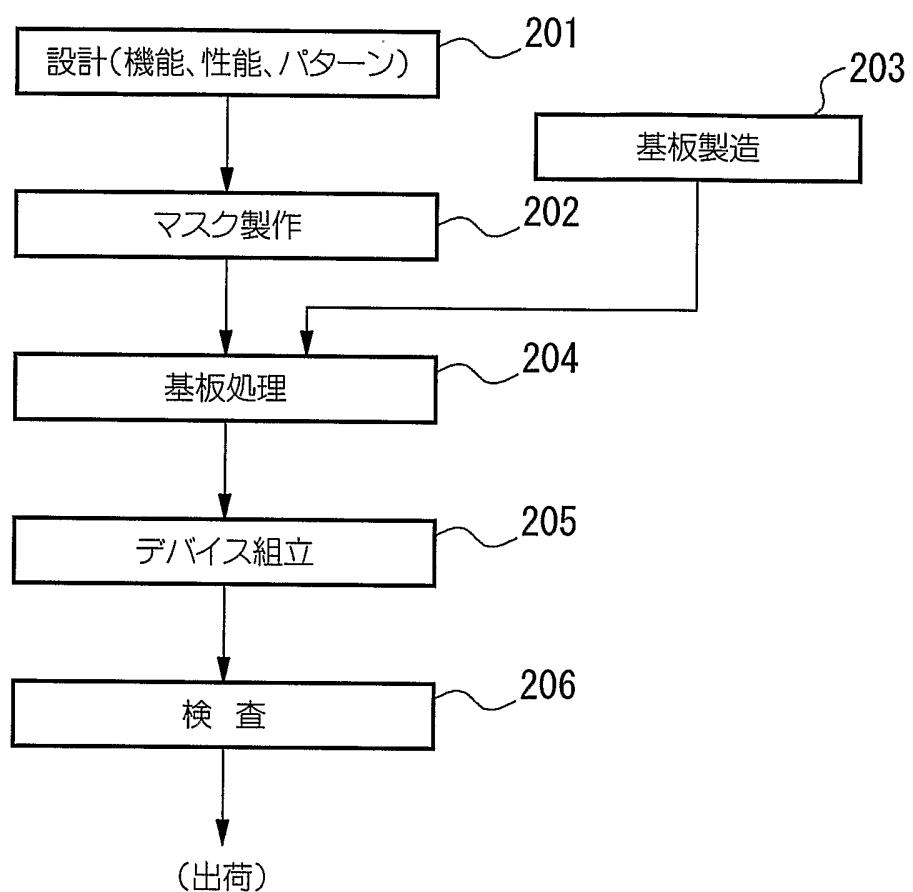


FIG. 10

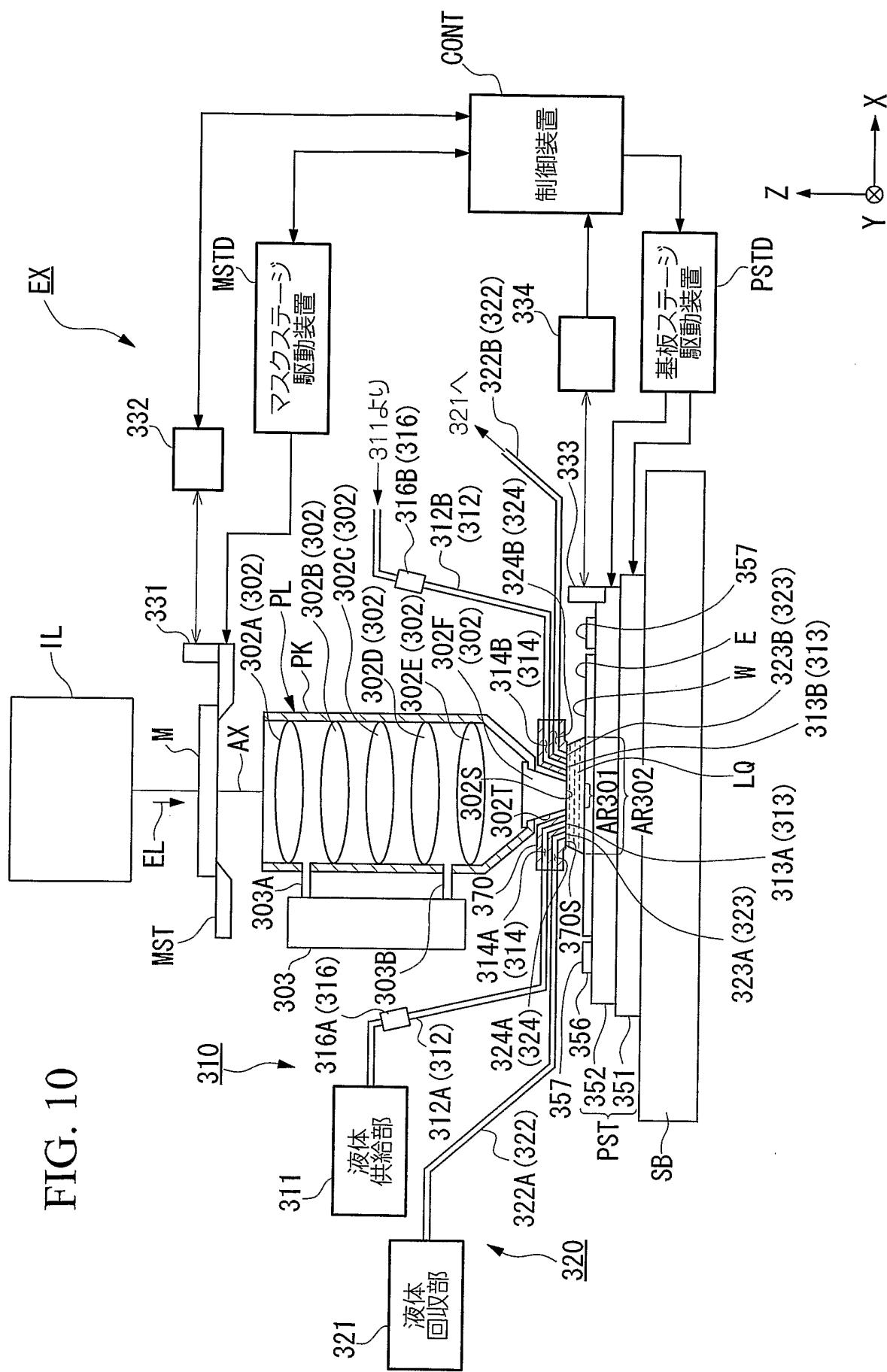
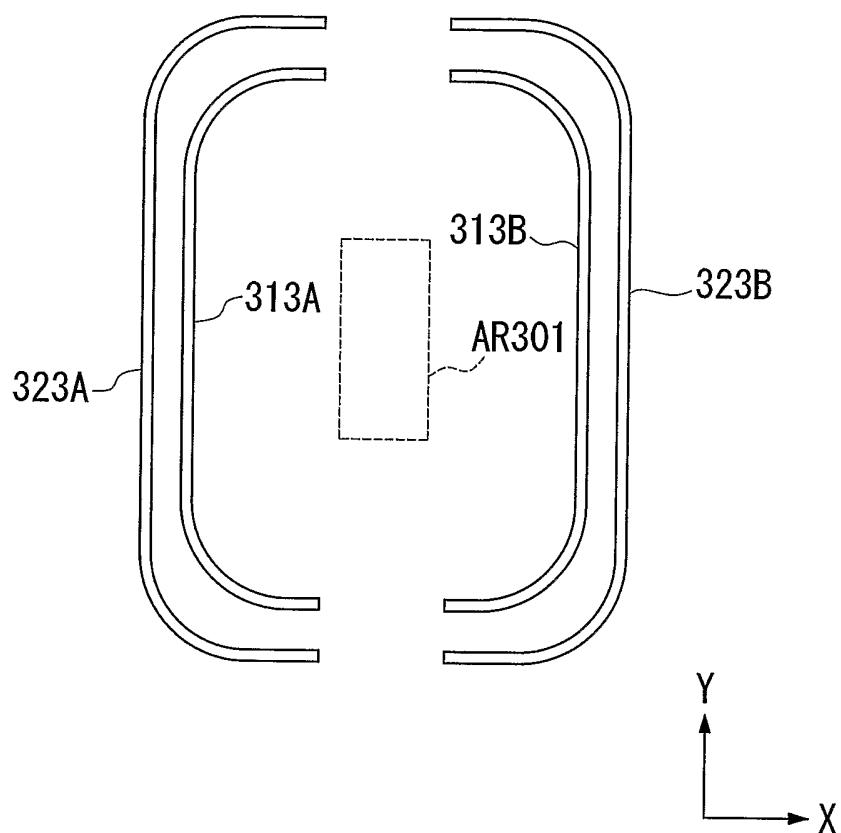


FIG. 11



12/15

FIG. 12

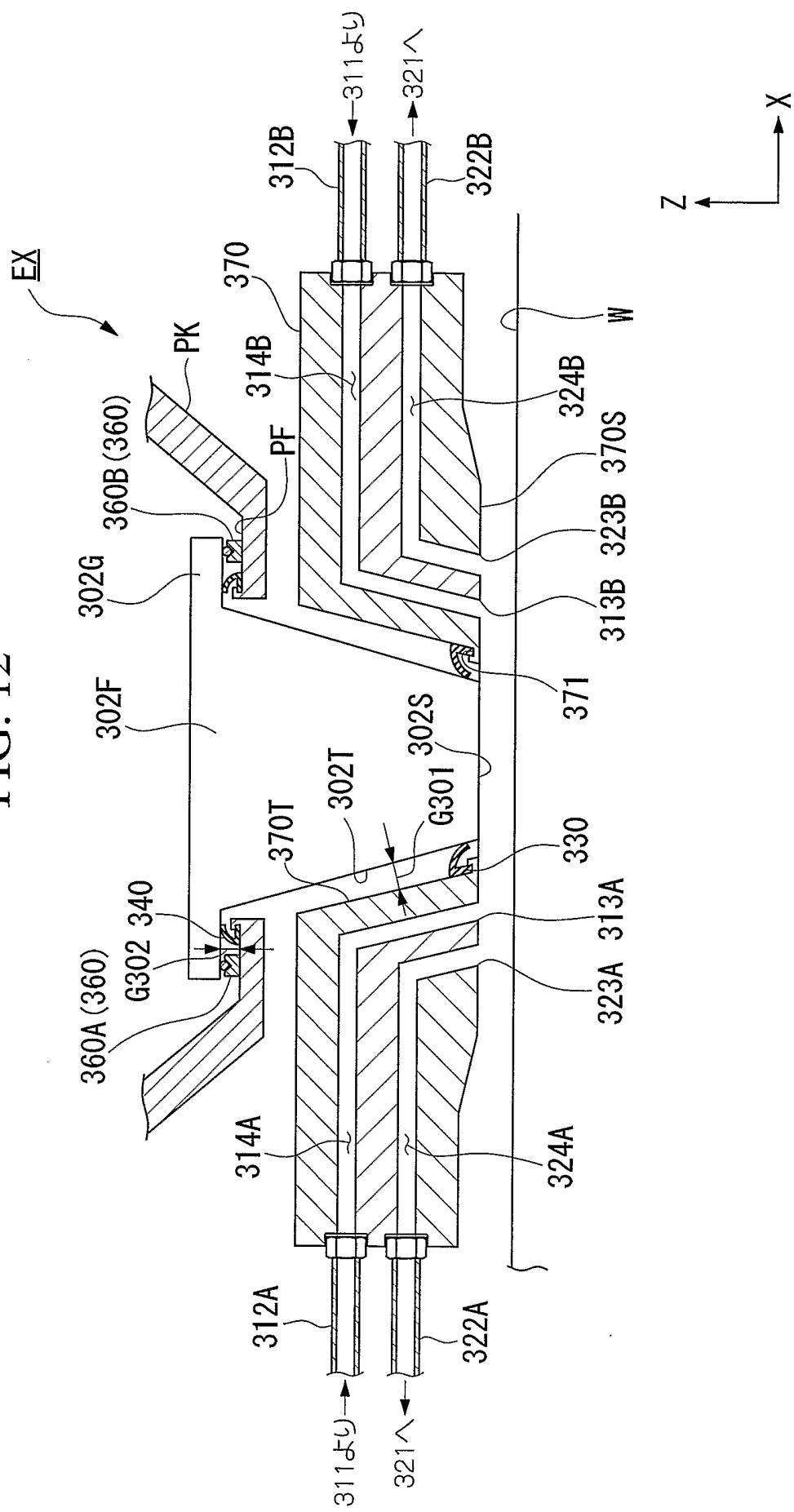


FIG. 13

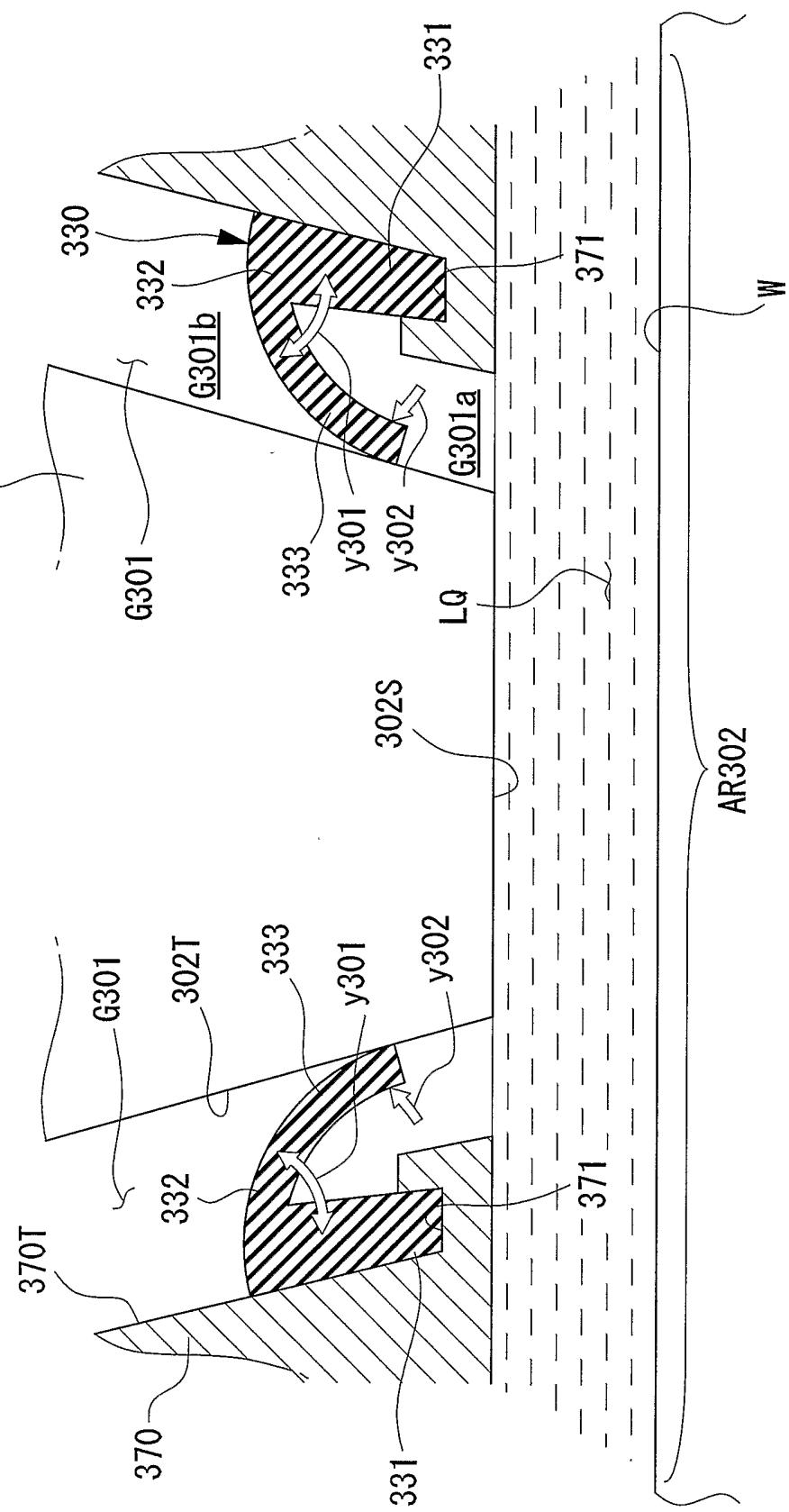


FIG. 14

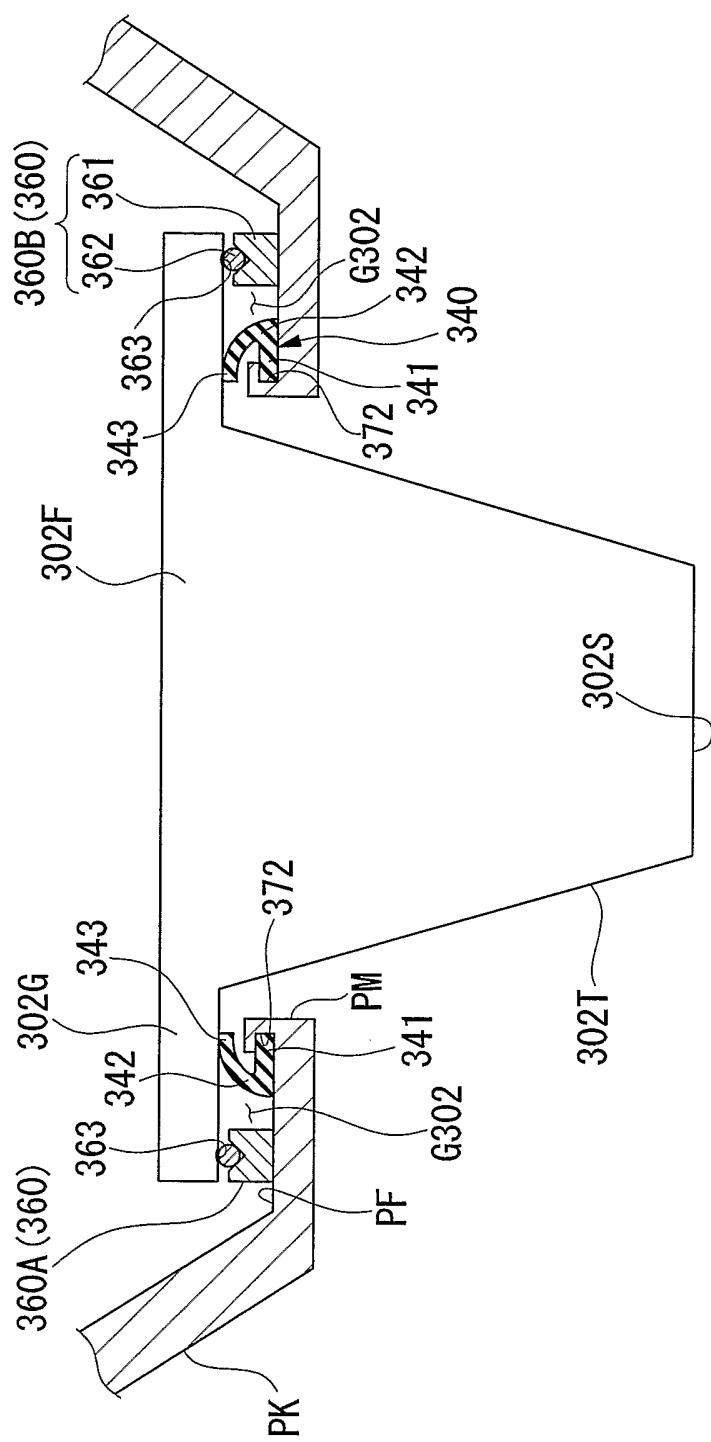
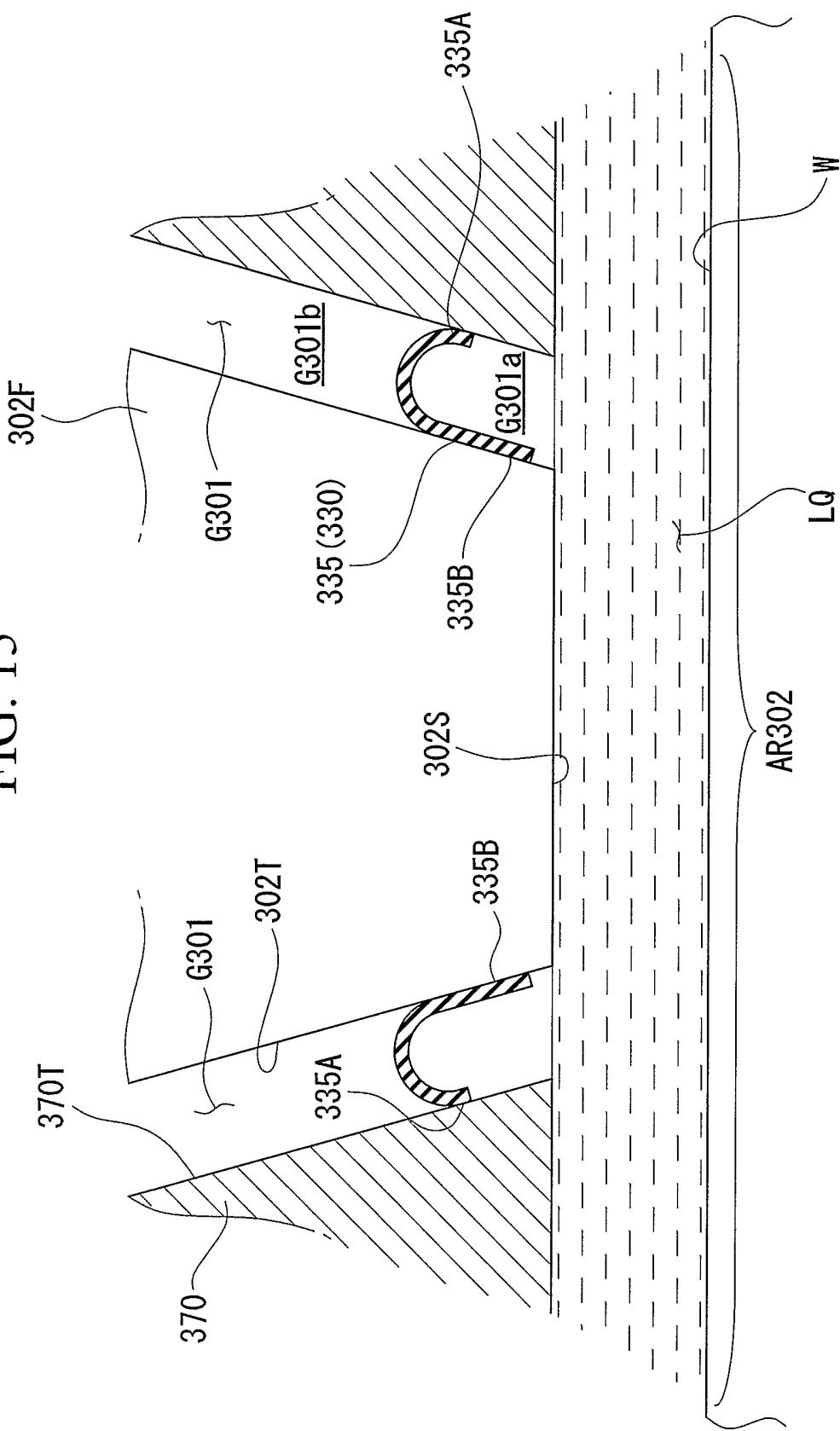


FIG. 15



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/009995

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/20, G02B7/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/20, G02B7/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 06-168866 A (Canon Inc.), 14 June, 1994 (14.06.94), Full text; particularly, Par. Nos. [0021] to [0022] & EP 605103 B1 & US 5610683 A	1,16,17 18-31 2-15
Y	JP 2000-100909 A (Dainippon Screen Mfg. Co., Ltd.), 07 April, 2000 (07.04.00), Full text; particularly, Par. Nos. [0005], [0035] (Family: none)	18-24,28-31

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&"	document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
08 October, 2004 (08.10.04)Date of mailing of the international search report  
26 October, 2004 (26.10.04)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/009995

## C.(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-307982 A (Canon Inc.), 02 November, 2001 (02.11.01), Full text (Family: none)	24-31
A	JP 06-124873 A (Canon Inc.), 06 May, 1994 (06.05.94), Full text; particularly, Par. No. [0015] (Family: none)	24-31
A	WO 1999/049504 A1 (Nikon Corp.), 30 September, 1999 (30.09.99), Full text & AU 9927479 A	1-31

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**International application No.  
PCT/JP2004/009995**Box No. II      Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III      Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The inventions of claims 1-16 relate to an immersion exposure apparatus which is characterized by its projection optical system.

The inventions of claims 17-31 relate to an immersion exposure apparatus which is characterized by its sealing member.

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

## A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int. C1<sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/20, G02B7/02

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))

Int. C1<sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/20, G02B7/02

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

## 国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 06-168866 A (キャノン株式会社), 1994.06.14 全文 (特に[0021]-[0022]), & EP 605103 B1 & US 5610683 A	1, 16, 17
Y		18-31
A		2-15
Y	JP 2000-100909 A (大日本スクリーン製造株式会社), 2000.04.07 全文 (特に[0005], [0035]), (ファミリーなし)	18-24, 28-31

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願目前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

## 国際調査を完了した日

08.10.2004

## 国際調査報告の発送日

26.10.2004

## 国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

## 特許庁審査官(権限のある職員)

佐藤 秀樹

2M 3154

電話番号 03-3581-1101 内線 6480

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2001-307982 A (キャノン株式会社), 2001.11.02 全文, (ファミリーなし)	24-31
A	JP 06-124873 A (キャノン株式会社), 1994.05.06 全文 (特に[0015]), (ファミリーなし)	24-31
A	WO 1999/049504 A1 (株式会社ニコン), 1999.09.30 全文, & AU 9927479 A	1-31

## 第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1.  請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2.  請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3.  請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-16に係る発明は、投影光学系の構造に特徴のある液浸露光装置に関わるものである。

請求の範囲17-31に係る発明は、シール部材に特徴のある液浸露光装置に関わるものである。

1.  出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2.  追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3.  出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4.  出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。