

(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  
2011年1月6日(06.01.2011)

PCT

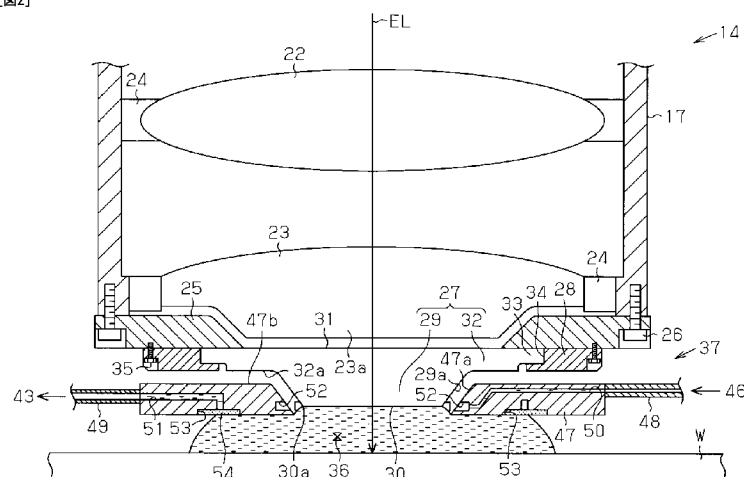
(10) 国際公開番号  
WO 2011/001740 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01L 21/027 (2006.01) G03F 7/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/057813
- (22) 国際出願日: 2010年5月7日(07.05.2010)
- (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:  
61/213,676 2009年7月1日(01.07.2009) US
- (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]; 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目1番1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): 北村 弥紘(KITAMURA, Yasuhiro) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目1番1号 株式会社 ニコン 内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 恩田 博宣, 外(ONDA, Hironori et al.); 〒5008731 岐阜県岐阜市大宮町2丁目1番地の1 Gifu (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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (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, LR, 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 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: POLISHING DEVICE, POLISHING METHOD, EXPOSURE DEVICE, AND DEVICE PRODUCING METHOD

(54) 発明の名称: 研磨装置、研磨方法、露光装置及びデバイスの製造方法

【図2】



(57) Abstract: An exposure device is provided with a projection optical system (14) having an image plane-side optical member (27) disposed in an optical path of an exposure light (EL) and a lens tube (17) which supports the image plane-side optical member (27), and a liquid supply device (37) which polishes the image plane-side optical member (27) supported by the lens tube (17) and alters the shape of the image plane-side optical member (27).

(57) 要約: 露光装置は、露光光(EL)の光路に配置される像面側光学部材(27)及び該像面側光学部材(27)を支持する鏡筒(17)を有する投影光学系(14)と、鏡筒(17)に支持されている状態の像面側光学部材(27)を研磨し、該像面側光学部材(27)の形状を変化させる液体供給装置(37)とを備えている。

WO 2011/001740 A1

## 明 細 書

発明の名称：

研磨装置、研磨方法、露光装置及びデバイスの製造方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、レンズなどの光学部材を備える露光装置及び該露光装置を用いるデバイスの製造方法に関するものである。また、本発明は、レンズなどの光学部材を研磨する研磨装置及び研磨方法に関するものである。

### 背景技術

[0002] 一般に、半導体集積回路などのマイクロデバイスを製造するためのリソグラフィ工程では、パターン（回路パターンなど）を感光性材料が塗布されたウエハ、ガラスプレートなどの基板に形成するための露光装置が用いられる。こうした露光装置に搭載される投影光学系は、鏡筒と、該鏡筒内に收容される複数の光学部材（レンズなど）とを備えている。これらの光学部材は、鏡筒に対して光学部材を変位させることが可能な光学部材保持装置を介して鏡筒にそれぞれ支持されている。

[0003] そして、上記露光装置では、各光学部材保持装置を駆動させて各光学部材の位置を調整することにより、投影光学系の収差（波面収差ともいう。）が調整される。こうして投影光学系の収差が適切に調整された状態で露光処理を実行することにより、投影光学系の像面側に配置される基板には、適切な大きさ及び形状のパターンが形成される。

[0004] また、基板に塗布される感光性材料の一部が気化し、該気体状の感光性材料が光学部材の表面に付着することがある。そこで、特許文献 1、2 には、光学部材に付着した汚れなどの異物を除去する技術が開示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0005] 特許文献1：米国特許第 6 4 9 6 2 5 7 号明細書

特許文献2：米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 2 7 4 8 9 8 号明細書

特許文献3：特開2006-245085号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [0006]   ところで、露光装置を長期に亘って使用すると、投影光学系の収差が経時変化することがある。そのため、露光装置では、一般的に、投影光学系の収差が定期的又は不定期で調整される。しかしながら、従来の露光装置において投影光学系の収差を調整する方法は、各光学部材を変位させる方法しかなかった。そのため、投影光学系の収差の調整にも限度があった。
- [0007]   こうした問題点を解決する方法として、投影光学系に、一部の光学部材を鏡筒外に取り出すための構成を設け、鏡筒外に取り出された光学部材を研磨し、研磨後の光学部材を再び鏡筒内に再設置する方法が考えられる（特許文献3参照）。しかしながら、この方法では、光学部材を鏡筒内外で出し入れする必要があり、非常に作業が煩雑になる問題があった。
- [0008]   本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、光学系の収差を容易に調整できる研磨装置、研磨方法、露光装置及びデバイスの製造方法を提供することにある。

### 課題を解決するための手段

- [0009]   上記の課題を解決するため、本発明の1つの態様では、実施形態に示す図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1つの態様にかかる露光装置は、所定のパターンを光（EL）で照明し、該所定のパターンを介した光（EL）で感光性材料が塗布された基板（W）を照射する露光装置（11）であって、前記光（EL）の光路に配置される光学部材（18, 19, 20, 21, 22, 23, 27）及び該光学部材（18, 19, 20, 21, 22, 23, 27）を支持する支持部材（17）を有する光学系（12, 14）と、前記支持部材（17）に支持されている状態の前記光学部材（18, 19, 20, 21, 22, 23, 27）を研磨し、該光学部材（18, 19, 20, 21, 22, 23, 27）の形状を変化させる研磨装置（37, 37A, 65, 67, 76, 80）と、

を備えることを要旨とする。

[0010] 上記構成によれば、支持部材（１７）に支持されている状態の光学部材（１８，１９，２０，２１，２２，２３，２７）の形状を、研磨装置（３７，３７Ａ，６５）によって変化させることにより、光学系（１２，１４）の収差が調整される。したがって、光学系（１２，１４）から光学部材（１８，１９，２０，２１，２２，２３，２７）を取り出し、該光学部材（１８，１９，２０，２１，２２，２３，２７）の形状を変更させる従来の場合に比して、光学系（１２，１４）から光学部材（１８，１９，２０，２１，２２，２３，２７）を取り出す手間が省ける分、光学系（１２，１４）の調整の修正が容易なものとなる。

[0011] また、本発明の別の態様にかかる研磨装置は、所定のパターンを光（ＥＬ）で照明し、該所定のパターンを介した光（ＥＬ）で感光性材料が塗布された基板（Ｗ）を照射する露光装置（１１）であって、前記光（ＥＬ）の光路に配置される光学部材（１８，１９，２０，２１，２２，２３，２７）及び該光学部材（１８，１９，２０，２１，２２，２３，２７）を支持する支持部材（１７）を有する光学系（１２，１４）を備える露光装置（１１）に取付けられる研磨装置（３７，３７Ａ，６５，６７，７６，８０）であって、前記支持部材（１７）に支持されている状態の前記光学部材（１８，１９，２０，２１，２２，２３，２７）を研磨し、該光学部材（１８，１９，２０，２１，２２，２３，２７）の形状を変化させることを要旨とする。

[0012] また、本発明のさらに別の態様にかかる研磨方法は、所定のパターンを光（ＥＬ）で照明し、該所定のパターンを介した光（ＥＬ）で感光性材料が塗布された基板（Ｗ）を照射する露光装置であって、前記光（ＥＬ）の光路に配置される光学部材（１８，１９，２０，２１，２２，２３，２７）及び該光学部材（１８，１９，２０，２１，２２，２３，２７）を支持する支持部材（１７）を有する光学系（１２，１４）を備える露光装置（１１）の前記光学部材（１８，１９，２０，２１，２２，２３，２７）を研磨する研磨方法であって、前記支持部材（１７）に支持されている状態の前記光学部材（

18, 19, 20, 21, 22, 23, 27)を研磨し、該光学部材(18, 19, 20, 21, 22, 23, 27)の形状を変化させることを要旨とする。

[0013] なお、本発明をわかりやすく説明するために実施形態を示す図面の符号に対応づけて説明したが、本発明が実施形態に限定されるものではないことは言うまでもない。

## 発明の効果

[0014] 本発明によれば、光学系の収差を容易に調整できる。

## 図面の簡単な説明

[0015] [図1]本実施形態における露光装置を示す概略構成図。

[図2]露光装置の要部を模式的に示す断面図。

[図3](a)(b)は像面側光学部材の射出側面の周縁部が研磨される様子を示す模式図。

[図4](a)(b)は別の実施形態の液体供給装置を示す模式図。

[図5]別の実施形態のウエハステージを示す模式図。

[図6]別の実施形態の研磨装置を示す模式図。

[図7]別の実施形態の研磨装置をウエハステージに取り付けた状態を示す模式図。

[図8]計測ステージに設けた別の実施形態の研磨装置を示す模式図。

[図9]デバイスの製造例のフローチャート。

[図10]半導体デバイスの場合の基板処理に関する詳細なフローチャート。

## 発明を実施するための形態

[0016] 以下に、一実施形態について図1～図3に基づき説明する。なお、本実施形態では、投影光学系の光軸に平行な方向をZ軸方向とし、Z軸方向に垂直な平面内で走査露光時のレチクルR及びウエハWの走査方向をY軸方向とし、その走査方向に直交する非走査方向をX軸方向として説明する。また、X軸、Y軸、Z軸の周りの回転方向を $\theta_x$ 方向、 $\theta_y$ 方向、 $\theta_z$ 方向ともいう。

- [0017] 図1に示すように、本実施形態の露光装置11は、図示しない光源装置から射出された露光光E<sub>L</sub>を用い、所定の回路パターンが形成されたマスクとしてのレチクルRを照明し、該照明によって形成される回路パターンの像をレジストなどの感光性材料が塗布されたウエハW上に投影するための装置である。こうした露光装置11は、上記光源装置からの露光光E<sub>L</sub>でレチクルRを照明する照明光学系12と、レチクルRを保持するレチクルステージ13と、該レチクルRを介した露光光E<sub>L</sub>でウエハWを照射する投影光学系14と、ウエハWを保持するウエハステージ15とを備えている。なお、本実施形態の光源装置としては、ArFエキシマレーザ光（波長193nm）を露光光E<sub>L</sub>として出力する光源が用いられている。
- [0018] 照明光学系12は、図示しないフライアイレンズやロッドレンズなどのオプティカルインテグレータ、リレーレンズ及びコンデンサレンズなどの各種レンズ系、及び図示しない開口絞りなどを含んで構成されている。そして、図示しない光源装置から射出された露光光E<sub>L</sub>が照明光学系12を通過することにより、レチクルR上には、均一な光強度分布（光輝度分布ともいう。）を有し、且つX軸方向（図1において紙面と直交する方向）に延びる略矩形状の照明領域が形成される。
- [0019] レチクルステージ13は、照明光学系12と投影光学系14との間で、そのレチクルRの載置面16が光路と略直交するように配置されている。すなわち、レチクルステージ13は、投影光学系14の物体面側（+Z方向側であって、図1では上側）に配置されている。また、レチクルステージ13には、レチクルRを保持するための図示しない保持部（例えば、レチクルRを真空吸着するための図示しない真空チャック）が設けられている。こうしたレチクルステージ13は、図示しないレチクルステージ駆動部の駆動によって、Y軸方向（図1における左右方向）に移動可能である。すなわち、レチクルステージ駆動部は、保持部に保持されるレチクルRをY軸方向に所定ストロークで移動させる。また、レチクルステージ駆動部は、レチクルRをX軸方向及びθ<sub>z</sub>方向にも移動させることが可能である。

- [0020] 投影光学系 14 は、露光光 E L でレチクル R を照明することにより形成された回路パターンの像を所定の縮小倍率（例えば 1 / 4 倍）に縮小させる光学系であって、略円筒形状をなす鏡筒 17 を備えている。この鏡筒 17 内は、窒素ガスなどのパージガスで充填されている。こうした鏡筒 17 内には、複数（図 1 では 6 枚のみ図示）の光学部材（本実施形態ではレンズ） 18, 19, 20, 21, 22, 23 が Z 軸方向（図 1 では上下方向）に沿って配置されている。これらの光学部材 18 ~ 23 は、保持装置 24 を介して鏡筒 17 にそれぞれ支持されている。各保持装置 24 は、自らが個別に保持する光学部材 18 ~ 23 を複数方向に変位させることが可能に構成されている。なお、保持装置 24 の構成については、例えば米国特許第 6930842 号公報や米国特許公開第 2007 / 0183064 号公報に開示されている。
- [0021] また、鏡筒 17 の - Z 方向側の端部（図 1 では下端部）には、図 1 及び図 2 に示すように、光学部材 23 の射出部 23 a を包囲するように形成された円環状の固定部材 25 が複数本（図 2 では 2 本のみ図示）の第 1 ボルト 26 によって固定されている。すなわち、固定部材 25 は、光学部材 23 から射出される露光光 E L の光路を包囲するように形成されている。また、固定部材 25 の - Z 方向側には、鏡筒 17 内に配置される各光学部材 18 ~ 23 よりも像面側（- Z 方向側であって、図 1 では下側）に配置される像面側光学部材 27（「先玉レンズ」ともいう。）が設けられており、該像面側光学部材 27 は、円環状をなすレンズホルダ 28 及び固定部材 25 を介して鏡筒 17 に支持されている。
- [0022] 具体的には、像面側光学部材 27 は、図 2 に示すように、Z 軸方向から見た場合、略円形状をなしており、その中央部分に形成され且つ露光光 E L が通過する露光光通過部 29 を有している。この露光光通過部 29 は、その射出側面（- Z 方向側の面）30 が入射側面（+ Z 方向側の面）31 と平行となるように形成されている。また、像面側光学部材 27 は、露光光通過部 29 の外周側に形成される円環状のフランジ部 32 を有しており、該フランジ部 32 の周縁には、投影光学系 14 の光軸（図示略）を中心とした径方向に

おける外側に向けて突出する複数（図2では2つのみ図示）の被係止部33が形成されている。これらの被係止部33は、周方向において等間隔に配置されている。なお、該像面側光学部材27と後述する第1液体との屈折率差が小さい場合には、像面側光学部材27の射出側面30に反射防止コートを施さなくてもよい。

[0023] また、レンズホルダ28は、その径方向における内側が像面側光学部材27の各被係止部33と径方向において同一位置に位置するように形成されている。こうしたレンズホルダ28において各被係止部33と対応する各位置には、被係止部33を収容可能な係止用凹部34が形成されている。そして、各係止用凹部34内に該各係止用凹部34に個別対応する各被係止部33を収容した状態で、レンズホルダ28を複数本（図2では2本のみ図示）の第2ボルト35によって固定部材25に固定させることにより、像面側光学部材27は、鏡筒17に移動不能な状態で支持される。このとき、各被係止部33の+Z方向側の面は、固定部材25に当接すると共に、各被係止部33の周方向における両側面は、各係止用凹部34の側壁に当接している。

[0024] 本実施形態において、像面側光学部材27とウエハWとの間の所定空間36は、液体供給装置37の作動によって、ウエハWへの露光処理時に純水などの第1液体で満たされている。すなわち、本実施形態の露光装置11は、いわゆる液浸型の露光装置である。なお、液体供給装置37の具体的構成などについては、後述するものとする。

[0025] ウエハステージ15は、図1に示すように、投影光学系14の像面側において、ウエハWが載置される載置面が露光光ELの光路と交差するように配置されている。また、ウエハステージ15には、ウエハWを保持するための保持部38（例えば、レチクルRを真空吸着するための図示しない真空チャック）と、該保持部38を保持する図示しないウエハホルダと、該ウエハホルダのZ軸方向における位置及びX軸周り、Y軸周りの傾斜角を調整する図示しないZレベリング機構とが組み込まれている。こうしたウエハステージ15は、図示しないウエハステージ駆動部によって、Y軸方向に移動可能で

ある。すなわち、ウエハステージ駆動部は、保持部 38 に保持されるウエハ W を Y 軸方向に所定ストロークで移動させる。また、ウエハステージ駆動部は、保持部 38 に保持されるウエハ W を X 軸方向及び Z 軸方向にも移動可能に構成されている。

[0026] そして、ウエハ W の一つのショット領域にレチクル R の回路パターンを形成する場合、照明光学系 12 によって照明領域をレチクル R に形成した状態で、レチクルステージ駆動部の駆動によって、レチクル R を Y 軸方向（例えば、+Y 方向側から -Y 方向側）に所定ストローク毎に移動させるとともに、ウエハステージ駆動部の駆動によって、ウエハ W をレチクル R の Y 軸方向に沿った移動に対して投影光学系 14 の縮小倍率に応じた速度比で Y 軸方向（例えば、-Y 方向側から +Y 方向側）に同期して移動させる。そして、一つのショット領域への回路パターンの形成が終了した場合、ウエハ W の他のショット領域に対する回路パターンの形成が連続して行われる。

[0027] 次に、本実施形態の液体供給装置 37 について説明する。

図 1 に示すように、液体供給装置 37 は、露光処理時などに用いられる第 1 液体（例えば純水）を所定空間 36 内に供給すべく駆動する第 1 液体供給部 41 と、像面側光学部材 27 の研磨時などに用いられる第 2 液体（例えば、研磨剤を含有する液体）を供給すべく駆動する第 2 液体供給部 42 とを備えている。また、液体供給装置 37 には、所定空間 36 内の液体を回収すべく駆動する液体回収部 43 と、液体供給部 41、42 から延びる供給管 44、45 がそれぞれ接続される切替部 46 とが設けられている。この切替部 46 は、2つの入力ポートと 1つの出力ポートとを有する図示しない切替弁を備えており、該切替弁の駆動によって後述する液体供給回収部材 47 への供給を許容する液体の種類が選択される。

[0028] さらに、液体供給装置 37 には、円環状をなす液体供給回収部材 47 が設けられており、該液体供給回収部材 47 は、図示しない支持機構によって、像面側光学部材 27、レンズホルダ 28 及びウエハ W などに接触しないように支持されている。また、液体供給回収部材 47 は、像面側光学部材 27 の

フランジ部 32 よりも -Z 方向側であって、且つ像面側光学部材 27 の露光光通過部 29 を包囲するように配置されている。すなわち、液体供給回収部材 47 は、その内側面 47a が像面側光学部材 27 の露光光通過部 29 の側面 29a と対向すると共に、その +Z 方向側の面（図 2 では上面）47b が像面側光学部材 27 におけるフランジ部 32 の -Z 方向側の面 32a と対向するように配置されている。また、液体供給回収部材 47 の -Z 方向側の部位は、像面側光学部材 27 の射出側面 30 よりも -Z 方向側に位置している。なお、本実施形態において、液体供給回収部材 47 の内側面 47a 及び +Z 方向側の面 47b と、露光光通過部 29 の側面 29a 及びフランジ部 32 の -Z 方向側の面 32a には、フッ素樹脂コーティングなどの撥水処理が施されている。

[0029] また、液体供給回収部材 47 は、連結管 48 を介して切替部 46 に連結されると共に、回収管 49 を介して液体回収部 43 に連結されている。こうした液体供給回収部材 47 内には、連結管 48 と連通する液体供給通路 50 が形成されると共に、回収管 49 と連通する液体回収通路 51 が形成されている。また、液体供給回収部材 47 の内側面 47a において像面側光学部材 27 の射出側面 30 及び露光光 EL の光路を包囲すると共に周方向に沿って等間隔に配置された複数の供給ノズル 52 が形成されている。また、液体供給回収部材 47 内には、各供給ノズル 52 と液体供給通路 50 とを連通させるための図示しない連通路が形成されている。そして、各供給ノズル 52 からは、液体供給通路 50 を介して供給された液体（第 1 液体又は第 2 液体）が像面側光学部材 27 の射出側面 30 の周縁部 30a に向けて噴射される（図 3（a）参照）。また、液体供給回収部材 47 の -Z 方向側の面側には、露光光 EL の光路を包囲するように形成された環状の回収ノズル 53 が形成されており、該回収ノズル 53 は、液体回収通路 51 と連通している。なお、回収ノズル 53 には、多数の孔が形成されてなる多孔部材 54 が設けられている。

[0030] また、本実施形態の液体供給装置 37 には、制御装置 55 が設けられてい

る。この制御装置 55 は、CPU、ROM 及び RAM などから構築される図示しないデジタルコンピュータ、及び各液体供給部 41、42、液体回収部 43 及び切替部 46 を駆動させるための図示しないドライバ回路などを備えている。そして、制御装置 55 は、露光処理時には、液体供給回収部材 47 の各供給ノズル 52 から第 1 液体が噴射されるように、第 1 液体供給部 41 及び切替部 46 を制御する。このとき、制御装置 55 は、第 1 液体が各供給ノズル 52 から第 1 の流速で噴射されるように、第 1 液体供給部 41 を制御する。また、制御装置 55 は、露光処理を行なうウエハ W の交換時には、液体供給回収部材 47 の回収ノズル 53 を介して所定空間 36 内の液体（即ち、第 1 液体）が回収されるように液体回収部 43 を制御する。

[0031] ここで、露光装置 11 を長期に亘って使用すると、各種光学部材の特性の経年変化などに起因して投影光学系 14 の収差が変化することがある。この投影光学系 14 の収差が大きくなると、ウエハ W に形成される回路パターンに歪みなどが発生するおそれがある。一般的な露光装置 11 では、定期的に投影光学系 14 を構成する各光学部材 18～23 の Z 軸方向における位置を変位させることなどにより、投影光学系 14 の収差が調整される。しかしながら、各光学部材 18～23 の変位だけでは投影光学系 14 の収差を小さくしきれないことがある。そこで、本実施形態では、像面側光学部材 27 の像面側の光学面である射出側面 30 を研磨することにより、像面側光学部材 27 を意図的に変形させ、投影光学系 14 の収差の調整が図られる。

[0032] 本実施形態においては、投影光学系 14 の収差が、当該投影光学系 14 を構成する複数の光学部材 18～23 の位置・姿勢の変更で補正できるか否かを判定してもよい。このとき、例えば米国特許公開第 2007/0201010 号、第 2007/0263191 号、第 2008/0123067 号公報に開示される計測ステージ中の収差測定装置や米国特許第 6914665 号に開示される波面収差計測装置を用いて投影光学系 14 の収差を計測し、その計測された収差のうち、投影光学系 14 を構成する複数の光学部材 18～23 の位置・姿勢の変更で補正できない残渣成分が許容範囲であるかを判

定することができる。そして、許容範囲でない場合には、像面側光学部材 27 の像面側の光学面である射出側面 30 を研磨することにより、像面側光学部材 27 の射出側面 30 を意図的に変化させて投影光学系 14 の収差の調整を図る。

[0033] こうした像面側光学部材 27 の研磨時には、制御装置 55 は、液体供給回収部材 47 の各供給ノズル 52 から第 2 液体が噴射されるように第 2 液体供給部 42 及び切替部 46 を制御すると共に、所定空間 36 内の液体及び研磨時に発生するかす（以下、「研磨かす」という。）が回収されるように液体回収部 43 を制御する。このとき、制御装置 55 は、第 2 液体が各供給ノズル 52 から第 1 の流速よりも高速に設定された第 2 の流速で噴射されるように第 2 液体供給部 42 を制御する。また、研磨終了時には、制御装置 55 は、液体供給回収部材 47 の供給ノズル 52 から第 1 液体が第 1 の流速で噴射されるように第 1 液体供給部 41 及び切替部 46 を制御すると共に、所定空間 36 内の液体などが回収されるように液体回収部 43 を制御する。したがって、本実施形態では、液体供給装置 37 が、像面側光学部材 27 の形状を変化させる研磨装置としても機能する。

[0034] なお、第 1 の流速とは、第 1 液体によって像面側光学部材 27 を研磨できない程度の流速であり、第 2 の流速とは、第 2 液体によって像面側光学部材 27 を研磨可能となる非常に速い流速のことである。

[0035] 次に、本実施形態の露光装置 11 の作用のうち投影光学系 14 の収差を調整する際の作用を中心に図 3 に基づき説明する。なお、図 3（b）では、明細書の説明理解の便宜上、像面側光学部材 27 の研磨量（即ち、削られる量）が誇張して描かれている。

[0036] さて、投影光学系 14 の収差を調整する際には、まず始めに鏡筒 17 内に配置される各光学部材 18～23 のうち少なくとも一つの光学部材を変位させるべく、該少なくとも一つの光学部材を保持する保持装置 24 が駆動する。例えば、ウエハ W（像面）と光学的に共役な位置近傍に配置される光学部材を変位させるべく、該光学部材を保持する保持装置 24 が駆動する。とこ

ろが、こうした各光学部材 18～23 の位置・姿勢の調整だけでは、投影光学系 14 の収差を許容範囲内に抑えることができないことがある。

[0037] そこで、本実施形態では、像面側光学部材 27 を研磨し、その形状を変更させることにより、投影光学系 14 の収差が調整される。具体的には、切替部 46 は、第 2 液体を液体供給回収部材 47 に供給できるように駆動すると共に、第 2 液体供給部 42 は、液体供給回収部材 47 の各供給ノズル 52 から第 2 液体が噴射されるように駆動する。すると、液体供給回収部材 47 の各供給ノズル 52 からは、図 3 (a) に示すように、像面側光学部材 27 の射出側面 30 の周縁部 30a に向けて第 2 液体が第 2 の流速で噴射される。なお、周縁部 30a は像面側光学部材 27 の射出側面 30 と露光光通過部 29 の側面 29a との間の角部を含む。図 3 (a)、(b) の例では、複数の供給ノズル 52 は、周縁部 30a の側方に配置され、射出側面 30 と側面 29a の間の角部と対面するように高さ調整された状態で、周縁部 30a に向けて第 2 液体を、好ましくはほぼ同時にほぼ同じ噴射圧で、径方向内向きにほぼ水平に噴射することができる。複数の供給ノズル 52 は、制御された噴射継続時間にわたって連続的に第 2 液体を噴射してもよく、同じパルス周期で周期的に第 2 液体を噴射してもよい。

[0038] このとき、像面側光学部材 27 の射出側面 30 の周縁部 30a には、複数の供給ノズル 52 から噴射される第 2 液体による噴射圧が付与される。その結果、図 3 (b) に示すように、像面側光学部材 27 の射出側面 30 の周縁部 30a は第 2 液体によって研磨され、像面側光学部材 27 の射出側面 30 が変形する。しかも、周方向に沿って等間隔に配置される複数の供給ノズル 52 から第 2 液体がそれぞれ噴射されるため、像面側光学部材 27 の研磨時に、該像面側光学部材 27 が投影光学系 14 の光軸と直交する方向に変位することが規制される。なお、像面側光学部材 27 の射出側面 30 の周縁部 30a は、数十 nm 程度研磨される。

[0039] また、像面側光学部材 27 の研磨に用いられた第 2 液体は、液体回収部 43 の駆動によって、回収ノズル 53 を介して回収される。このとき、像面側

光学部材 27 の研磨によって発生した研磨かすもまた、第 2 液体と共に回収ノズル 53 を介して回収される。

[0040] 像面側光学部材 27 の研磨が完了した時点では、像面側光学部材 27 やウエハステージ 15 には、研磨かすや第 2 液体に含まれる研磨剤などが付着している。そこで、像面側光学部材 27 の研磨が完了すると、第 2 液体供給部 42 の駆動が停止すると共に、切替部 46 は、第 1 液体を液体供給回収部材 47 に供給できるように駆動する。さらに、第 1 液体供給部 41 は、液体供給回収部材 47 の各供給ノズル 52 から第 1 液体が噴射されるように駆動する。すると、像面側光学部材 27 やウエハステージ 15 は、第 1 液体によって洗浄される。そして、像面側光学部材 27 やウエハステージ 15 を洗浄した第 1 液体は、該像面側光学部材 27 やウエハステージ 15 に付着していた研磨剤及び研磨かすなどと共に回収ノズル 53 を介して回収される。こうした第 1 液体を用いた洗浄工程が所定時間継続された後、第 1 液体供給部 41 及び液体回収部 43 の駆動が停止される。

[0041] その後、投影光学系 14 の収差が再び検査され、該収差が許容範囲内である場合には、ウエハ W への露光処理を再開させる。一方、投影光学系 14 の収差がまだ許容範囲外である場合には、第 2 液体を用いる像面側光学部材 27 の研磨が再び行なわれる。なお、像面側光学部材 27 の研磨時には、ウエハステージ 15 の保持部 38 上にダミーウエハを配置することが望ましい。

[0042] なお、本実施形態において、研磨用液体（第 2 液体）を噴射可能な噴射可能な 1 以上の噴射ノズルとして、例えば特開 2005-246590 号公報の教示を参照することができる。また、特開 2005-246588 号公報に開示されているように、研磨用の気体を噴射ノズルから噴射させて光学部材の研磨を行うこともできる。

[0043] また、本実施形態において、研磨される像面側光学部材 27 の射出側面 30 の面形状を計測してもよい。このような面形状計測装置は、例えば特開 2002-372406 号公報に開示されている。研磨される像面側光学部材 27 の射出側面 30 の面形状を計測する場合には、まず、像面側光学部材 2

7の射出側面30の研磨前に、この射出側面30の面形状を計測し、投影光学系14の収差調整を達成するために必要な研磨量に関する情報に基づいて、射出側面30を研磨する。そして、再び射出側面30の面形状を計測し、所要の面形状であるか否かを判定する。所要の面形状でない場合には、再び射出側面30の研磨を行う。

[0044] したがって、本実施形態では、以下に示す効果を得ることができる。

(1) 鏡筒17に支持されている状態の像面側光学部材27を液体供給装置37によって変形させることにより、投影光学系14の収差が調整される。したがって、投影光学系14から光学部材を取り出し、該光学部材の形状を変更させる従来の場合に比して、投影光学系14から光学部材を取り出す手間が省ける分、短時間で投影光学系14の収差を容易に調整でき、ひいては露光装置11の稼働停止時間を短縮して生産性の向上を図ることができる。

[0045] (2) 本実施形態では、鏡筒17に支持される光学部材18～23、27のうち最も像面側に位置する像面側光学部材27の射出側面30が研磨される。そのため、像面側光学部材27以外の他の光学部材の研磨を行なう場合とは異なり、研磨時に発生する研磨かすが鏡筒17内に流入することを抑制できる。鏡筒17内に研磨かすが入り込むと、その除去が非常に困難となる。しかし、本実施形態では、研磨かすが鏡筒17内に入り込むことがほとんどないため、像面側光学部材27の研磨時に発生する研磨かすを容易に回収できる。また、露光光E<sub>L</sub>の光路内に研磨かすが残留することを回避可能なため、その後の露光処理時に研磨かすの残留に起因したウエハWに形成される回路パターンの歪みの発生を抑制できる。

[0046] (3) また、露光処理時に所定空間36内に第1液体を供給する液体供給装置37が、像面側光学部材27を研磨する研磨装置としても機能する。そのため、研磨装置を液体供給装置37とは別に設ける場合に比して、部品点数の増加を規制できる。

[0047] (4) しかも、本実施形態の液体供給装置37は、供給する液体を第1液

体から研磨用の第２液体に切り替え可能である。そのため、第１液体を用いて像面側光学部材２７の研磨を行なう場合に比して、効率的に像面側光学部材２７を研磨することができる。

[0048] （５）また、像面側光学部材２７の研磨によって発生した研磨かすは、洗浄液として供給された第１液体と共に回収ノズル５３を介して液体回収部４３に回収される。したがって、研磨かすが露光光ＥＬの光路内に残留することに起因した露光不良の発生を抑制できる。

[0049] （６）また、本実施形態では、像面側光学部材２７の研磨時に供給される際の第２液体の流速は、露光処理時に第１液体が供給される際の第１の流速よりも高速の第２の流速に設定されている。そのため、第１液体が供給される際に、該第１液体が像面側光学部材２７に付与する噴射圧によって、該像面側光学部材２７が研磨されることを抑制できる。

[0050] （７）さらに、本実施形態では、像面側光学部材２７の射出側面３０の周縁部３０ａには、周方向に沿って等間隔に配置される供給ノズル５２から噴射される第２液体によって噴射圧が付与されることにより、研磨される。このとき、射出側面３０の周方向における等間隔位置には、径方向における中央側への噴射圧がそれぞれ付与される。そのため、像面側光学部材２７の研磨時に該像面側光学部材２７に付与される噴射圧によって、像面側光学部材２７が変位することを抑制できる。

[0051] （８）投影光学系１４の収差の調整時には、各光学部材１８～２３の位置・姿勢の調整だけではなく、像面側光学部材２７の形状が変形される。そのため、従来の場合とは異なり、投影光学系１４の収差をより精密に調整できる。したがって、ウエハＷに適切な形状の回路パターンを形成させることができる。

[0052] （９）本実施形態のような液浸投影光学系における像面側光学部材２７の射出側面３０においては、像面側光学部材２７と第１液体との屈折率差が小さいため反射防止コートを実施しなくてもよい。したがって、研磨装置によって射出側面を研磨した後に反射防止コートを再度施す手間を省くことができる。

る。

[0053] なお、上記実施形態は以下のような別の実施形態に変更してもよい。

・実施形態において、液体供給装置は、露光処理時と研磨時とで液体の噴射方向を変更可能な構成であってもよい。例えば、図4（a）（b）に示すように、液体供給装置37Aは、像面側光学部材27の露光光通過部29を包囲するように配置される複数（図4（a）では2つのみ図示）の供給ノズル60と、該各供給ノズル60に第1液体又は第2液体を供給する液体供給通路61とを備えている。また、液体供給装置37Aには、各供給ノズル（噴射ノズル）60を、ウエハステージ15に向けて液体を供給する第1位置（図3（a）に示す位置）と、像面側光学部材27の射出側面30の周縁部30aに向けて液体を供給する第2位置（図3（b）に示す位置）との間で変位させるための変位部62が設けられている。そして、露光処理時には、変位部62の駆動によって各供給ノズル60が第1位置に配置され、その後、各供給ノズル60からは、第1液体が噴射される。その結果、所定空間36内に第1液体が充填される。

[0054] 一方、研磨時には、変位部62の駆動によって各供給ノズル60が第2位置に配置され、その後、各供給ノズル60からは、第2液体（研磨用液体）が噴射される。その結果、像面側光学部材27の射出側面30の周縁部30aが第2液体の噴射圧によって研磨される。なお、図4（a）（b）では、液体を回収するための回収部の記載が省略されている。また、図4（b）では、明細書の説明理解の便宜上、像面側光学部材27の研磨量（即ち、削られる量）が誇張して描かれている。

[0055] ・実施形態において、光学部材を研磨する研磨装置を、液体供給装置37とは別に設けてもよい。例えば、図5に示すように、研磨装置65を、ウエハステージ15AにおいてウエハWの設置位置の側方（図5では左方）に設けてもよい。すなわち、ウエハステージ15AにおいてウエハWの設置位置の側方には、+Z方向側に向けて研磨用液体を噴射可能な噴射ノズル66が複数（図5では5つのみ図示）設けられている。そして、像面側光学部材2

7の研磨時には、該像面側光学部材27の直下位置に各噴射ノズル66が位置するようにウエハステージ15Aを移動させ、この状態で各噴射ノズル66から研磨用液体が噴射される。その結果、像面側光学部材27の射出側面30が研磨され、投影光学系14の収差が調整される。なお、図5では、液体供給回収部材47Aにおいて供給ノズル52及び回収ノズル53の記載を省略している。また、液体供給回収部材47Aでは、供給ノズル52をウエハステージ15A側に液体を噴射可能に配置してもよい。また、研磨用液体を噴射可能な複数の噴射ノズル66において液体の噴射方向をそれぞれ変更可能な構成としてもよい。なお、複数の噴射ノズル66は、ほぼ同時にほぼ同じ噴射圧で研磨用液体を噴射してもよく、測定された投影光学系14の収差に応じて選択された位置にある少なくとも一つの噴射ノズル66のみが、測定された投影光学系14の収差に応じて制御された噴射圧で研磨用液体を噴射してもよい。

[0056] ・実施形態において、像面側光学部材27の射出側面30の周縁部30aの研磨時にも、第1液体を用いてもよい。このように構成しても、第1液体が第2の流速で各供給ノズル52から噴射されることにより、像面側光学部材27の射出側面30の周縁部30aが良好に研磨される。第2液体を研磨に用いない場合には、切替部46及び第2液体供給部42を省略してもよい。

[0057] また、研磨時において、像面側光学部材27の研磨量（即ち、射出側面30の周縁部30aを削る量）が多い場合には第2液体を用いて研磨を行ない、少ない場合には第1液体を用いて研磨を行なうようにしてもよい。

[0058] ・実施形態において、液体供給装置37を、各供給ノズル52からの液体の単位時間あたりの噴射量を調整不能な構成にしてもよい。この場合、各供給ノズル52から噴射される液体の流速を、第1液体では像面側光学部材27を研磨できない程度の流速に設定することが望ましい。

[0059] ・実施形態において、研磨装置は、光学部材に直接接触して該光学部材を研磨させる研磨部材を備えた構成でもよい。例えば図6に示すように、研磨

装置 67 は、像面側光学部材 27 の射出側面 30 に接触可能な研磨パッド 68 を備える構成であってもよい。すなわち、研磨装置 67 において、研磨パッド 68 は、保持部 69 を介して回転軸 70 の一端に取り付けられており、Z 軸方向に延びる軸を中心に回転可能である。この回転軸 70 の他端には、モータ 71 が取り付けられている。このモータ 71 を支持する支持部 72 は、Z 軸方向に延びたレール 73 に対して Z 軸方向に移動可能に設けられている。こうしたレール 73 は、研磨装置 67 の筐体 74 に固定されている。筐体 74 の上面部 74 a には、研磨パッド 68 及び保持部 68 を通すための開口部 74 b が形成されている。この筐体 74 の上面部 74 a は、像面側光学部材 27 の射出側面 30 よりも大きなサイズである。ここで、筐体 74 の上面部 74 a のサイズは、液浸領域（所定空間 36 内の第 1 液体がウエハ W 上に占める領域）よりも大きく設定されてもよい。

[0060] この研磨装置 67 の動作を簡単に説明すると、像面側光学部材 27 の研磨時には、研磨パッド 68 を回転させつつ Z 軸方向に移動させて、像面側光学部材 27 の射出側面 30 に接触させる。このとき、研磨装置 67 を、図示しない駆動装置の駆動によって X Y 方向に沿って移動させる。すなわち、研磨パッド 68 が像面側光学部材 27 の射出側面 30 を X Y 方向に沿ってなぞるように移動する。このとき、像面側光学部材 27 の射出側面 30 における研磨量は、該射出側面 30 と研磨パッド 68 との接触圧及び研磨パッド 68 の滞留時間で決定される。

[0061] ・実施形態において、露光装置 11 は、投影光学系 14 を構成する各光学部材 18 ~ 23, 27 のうち像面側光学部材 27 以外の他の光学部材を研磨する研磨装置を備えた構成でもよい。この場合、他の光学部材の研磨時に発生した研磨かすを回収するための回収機構を設けてもよい。

[0062] ・実施形態において、光学部材を研磨する研磨装置を、ウエハステージ 15 に取り付け可能に設けてもよい。例えば図 7 に示すように、研磨装置 76 をウエハステージ 15 の側方に取り付け可能に設けてもよい。研磨装置 76 は、その上面（+Z 方向側の面）76 a に設けられた研磨部 77 を備えてい

る。この研磨部 77 は、研磨用媒体（液体、気体）を噴射可能な 1 以上の噴射ノズルを備える構成であってもよいし、光学部材に直接接触して該光学部材を研磨させる研磨部材を備える構成であってもよい。この構成において、研磨部 77 の上面 76 a は、ウエハ W の表面の高さとほぼ一致するように配置されている。そして、この上面 76 a のサイズは、液浸領域を包含するサイズに設定されている。ここで、研磨装置 76 による像面側光学部材 27 の射出側面 30 の研磨箇所は、ウエハステージ 15 の X Y 面内の位置を計測する干渉計によって特定することができる。すなわち、研磨装置 76 による研磨箇所は、定盤 75 上で X Y 方向に移動可能なウエハステージ 15 と同じ座標で管理される。なお、研磨装置 76 のウエハステージ 15 への着脱は、着脱装置を用いて自動的に行ってもよいし、作業者が行ってもよい。

[0063] ・実施形態において、光学部材を研磨する研磨装置を、ウエハ W を保持するウエハステージ 15 とは独立して設けられて投影光学系 14 の結像特性を計測する計測装置を備えた計測ステージ 78 に設けてもよい。例えば図 8 に示すように、研磨装置 80 は、計測装置 79 を備えた計測ステージ 78 の一部に設けてもよい。ここで、研磨装置 80 は、研磨用媒体（液体、気体）を噴射可能な 1 以上の噴射ノズルを備える構成であってもよいし、光学部材に直接接触して該光学部材を研磨させる研磨部材を備える構成であってもよい。なお、ウエハステージ 15 及び計測ステージ 78 は、定盤 75 上で X Y 方向に移動可能であって図示しない干渉計によって X Y 座標が管理されている。計測ステージ 78 としては、例えば米国特許公開第 2008/0123067 号公報に開示されているものを用いることができる。

[0064] ・実施形態において、照明光学系 12 を構成する光学部材を研磨する研磨装置を備えた露光装置に具体化してもよい。

・実施形態において、露光装置 11 は、半導体素子などのマイクロデバイスだけでなく、光露光装置、EUV 露光装置、X 線露光装置、及び電子線露光装置などで使用されるレチクルまたはマスクを製造するために、マザーレチクルからガラス基板やシリコンウエハなどへ回路パターンを転写する露光

装置であってもよい。また、露光装置 11 は、液晶表示素子（LCD）などを含むディスプレイの製造に用いられてデバイスパターンをガラスプレート上へ転写する露光装置、薄膜磁気ヘッド等の製造に用いられて、デバイスパターンをセラミックウエハ等へ転写する露光装置、及び CCD 等の撮像素子の製造に用いられる露光装置などであってもよい。

[0065] ・実施形態において、光源装置は、例えば g 線（436 nm）、i 線（365 nm）、KrF エキシマレーザ（248 nm）、F<sub>2</sub> レーザ（157 nm）、Kr<sub>2</sub> レーザ（146 nm）、Ar<sub>2</sub> レーザ（126 nm）等を供給可能な光源であってもよい。また、光源装置は、DFB 半導体レーザまたはファイバレーザから発振される赤外域、または可視域の単一波長レーザ光を、例えばエルビウム（またはエルビウムとイッテルビウムの双方）がドーピングされたファイバアンプで増幅し、非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波を供給可能な光源であってもよい。

[0066] ・実施形態において、所定空間 36 内に供給される第 1 液体は、1. 1 よりも大きな屈折率を有する液体であれば純水以外の任意の他の液体であってもよい。所定空間 36 内を第 1 液体で満たす手法としては、国際公開番号 WO 99/49504 号公報に開示されているような局所的に液体を満たす手法や、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手法や、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手法などを採用することができる。

[0067] ・実施形態において、米国特許公開第 2006/0203214 号公報、米国特許公開第 2006/0170901 号公報、及び米国特許公開第 2007/0146676 号公報に開示される偏光照明方法を適用してもよい。

[0068] ・実施形態において、露光装置 11 を、ステップ・アンド・リピート方式の装置に具体化してもよい。

・実施形態において、可変パターン生成器（例えば、DMD（Digital Mirror Device 又は Digital Micro-mirror Device））を用いたマスクレス露光装

置に具体化してもよい。このようなマスクレス露光装置は、例えば特開 2004-304135 号公報、国際特許公開第 2006/080285 号パンフレット及びこれに対応する米国特許公開第 2007/0296936 号公報に開示されている。

[0069] 次に、本発明の実施形態の露光装置 11 によるデバイスの製造方法をリソグラフィ工程で使用したマイクロデバイスの製造方法の実施形態について説明する。図 9 は、マイクロデバイス（IC や LSI 等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の製造例のフローチャートを示す図である。

[0070] まず、ステップ S101（設計ステップ）において、マイクロデバイスの機能・性能設計（例えば、半導体デバイスの回路設計等）を行い、その機能を実現するためのパターン設計を行う。引き続き、ステップ S102（マスク製作ステップ）において、設計した回路パターンを形成したマスク（レチクル R など）を製作する。一方、ステップ S103（基板製造ステップ）において、シリコン、ガラス、セラミックス等の材料を用いて基板（シリコン材料を用いた場合にはウエハ W となる。）を製造する。

[0071] 次に、ステップ S104（基板処理ステップ）において、ステップ S101～ステップ S104 で用意したマスクと基板を使用して、後述するように、リソグラフィ技術等によって基板上に実際の回路等を形成する。次いで、ステップ S105（デバイス組立ステップ）において、ステップ S104 で処理された基板を用いてデバイス組立を行う。このステップ S105 には、ダイシング工程、ボンディング工程、及びパッケージング工程（チップ封入）等の工程が必要に応じて含まれる。最後に、ステップ S106（検査ステップ）において、ステップ S105 で作製されたマイクロデバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経た後にマイクロデバイスが完成し、これが出荷される。

[0072] 図 10 は、半導体デバイスの場合におけるステップ S104 の詳細工程の一例を示す図である。

ステップS 1 1 1（酸化ステップ）においては、基板の表面を酸化させる。ステップS 1 1 2（CVDステップ）においては、基板表面に絶縁膜を形成する。ステップS 1 1 3（電極形成ステップ）においては、基板上に電極を蒸着によって形成する。ステップS 1 1 4（イオン打込みステップ）においては、基板にイオンを打ち込む。以上のステップS 1 1 1～ステップS 1 1 4のそれぞれは、基板処理の各段階の前処理工程を構成しており、各段階において必要な処理に応じて選択されて実行される。

- [0073] 基板プロセスの各段階において、上述の前処理工程が終了すると、以下のようにして後処理工程が実行される。この後処理工程では、まず、ステップS 1 1 5（レジスト形成ステップ）において、基板に感光性材料を塗布する。引き続き、ステップS 1 1 6（露光ステップ）において、上で説明したリソグラフィシステム（露光装置 1 1）によってマスクの回路パターンを基板に転写する。次に、ステップS 1 1 7（現像ステップ）において、ステップS 1 1 6にて露光された基板を現像して、基板の表面に回路パターンからなるマスク層を形成する。さらに続いて、ステップS 1 1 8（エッチングステップ）において、レジストが残存している部分以外の部分の露出部材をエッチングにより取り去る。そして、ステップS 1 1 9（レジスト除去ステップ）において、エッチングが済んで不要となった感光性材料を取り除く。すなわち、ステップS 1 1 8及びステップS 1 1 9において、マスク層を介して基板の表面を加工する。これらの前処理工程と後処理工程とを繰り返し行うことによって、基板上に多重に回路パターンが形成される。

### 符号の説明

- [0074] 1 1…露光装置、1 2…照明光学系、1 4…投影光学系、1 5, 1 5 A…保持装置としてのウエハステージ、1 7…支持部材としての鏡筒、1 8～2 3…他の光学部材、可動光学部材としての光学部材、2 4…光学部材保持装置としての保持装置、2 7…像面側光学部材、3 0…像面側の光学面としての射出側面、3 6…所定空間、3 7, 3 7 A…研磨装置としての液体供給装置、3 8…保持部、4 3…回収部を構成する液体回収部、4 6…切替部、5

2, 60…供給ノズル、53…回収部を構成する回収ノズル、62…変位部、65, 67, 76, 80…研磨装置、66…噴射ノズル、68…研磨パッド、77…研磨部、EL…露光光、W…基板としてのウエハ。

## 請求の範囲

- [請求項1]           所定のパターンを光で照明し、該所定のパターンを介した光で感光性材料が塗布された基板を照射する露光装置であって、
- 前記光の光路に配置される光学部材及び該光学部材を支持する支持部材を有する光学系と、
- 前記支持部材に支持されている状態の前記光学部材を研磨し、該光学部材の形状を変化させる研磨装置と、を備えることを特徴とする露光装置。
- [請求項2]           前記光学系は、前記光学部材を複数有しており、
- 前記研磨装置は、前記光学部材のうち最も像面側に位置する像面側光学部材の像面側の光学面を研磨することを特徴とする請求項1に記載の露光装置。
- [請求項3]           前記光学系は、前記所定のパターンを介した光を前記基板に導く投影光学系であると共に、
- 前記基板を保持する保持部を有する保持装置と、
- 前記像面側光学部材と前記保持部との間に設けられる空間内を液密状態にする液体供給装置と、をさらに備え、
- 該液体供給装置は、前記光が透過可能な液体を前記光学部材に向けて噴射可能な供給ノズルを有し、前記液体供給装置が、前記研磨装置として機能することを特徴とする請求項2に記載の露光装置。
- [請求項4]           前記液体供給装置は、前記供給ノズルから噴射された液体を回収する回収部をさらに有することを特徴とする請求項3に記載の露光装置。
- [請求項5]           前記液体供給装置は、前記供給ノズルから噴射される液体の単位時間あたりの噴射量を調整可能であることを特徴とする請求項3又は請求項4に記載の露光装置。
- [請求項6]           前記液体供給装置は、液体の噴射方向が変更されるように前記供給ノズルを変位させる変位部をさらに有することを特徴とする請求項3

～請求項5のうち何れか一項に記載の露光装置。

[請求項7] 前記液体供給装置は、前記供給ノズルから噴射する液体を、前記光が透過可能な第1の液体と、前記第1の液体とは異なる第2の液体とで切り替えるための切替部をさらに有することを特徴とする請求項3～請求項6のうち何れか一項に記載の露光装置。

[請求項8] 前記研磨装置は、研磨用液体を前記光学部材に向けて噴射する噴射ノズルを有することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の露光装置。

[請求項9] 前記光学系は、前記所定のパターンを介した光を前記基板に導く投影光学系であると共に、

前記基板を保持する保持部を有する保持装置をさらに備え、

前記噴射ノズルは、前記保持装置側から前記光学部材に向けて研磨用液体を噴射することを特徴とする請求項8に記載の露光装置。

[請求項10] 前記研磨装置は、前記光学部材の光学面の周縁部の側方に配置され、前記周縁部に向けて研磨用液体をほぼ同時にほぼ同じ噴射圧で噴射する複数の供給ノズルを有する請求項1又は2に記載の露光装置。

[請求項11] 前記研磨装置は、前記光学部材の光学面に対面し、前記光学面に向けて研磨用液体を制御されたタイミングで制御された噴射圧で噴射する複数の供給ノズルを有する請求項1又は2に記載の露光装置。

[請求項12] 前記研磨装置は、前記複数の供給ノズルからの前記研磨用液体の噴射を制御する制御装置を含む請求項10又は11に記載の露光装置。

[請求項13] 前記光学系は、前記像面側光学部材とは異なる他の光学部材を保持すると共に、該他の光学部材を前記支持部材に対して変位させることが可能な光学部材保持装置をさらに有することを特徴とする請求項2に記載の露光装置。

[請求項14] 前記光学系は、前記所定のパターンを介した光を前記基板に導く投影光学系であると共に、

前記基板を保持する保持部を有する保持装置と、

前記像面側光学部材と前記保持部との間に設けられる空間内を液密状態にする液体供給装置と、をさらに備えることを特徴とする請求項 2～請求項 13 のうち何れか一項に記載の露光装置。

[請求項15] 前記像面側光学部材の像面側の光学面は、無コートであることを特徴とする請求項 2～請求項 14 のうち何れか一項に記載の露光装置。

[請求項16] 請求項 1～請求項 15 のうち何れか一項に記載の露光装置を用いて、前記所定のパターンに基づくパターン像を前記基板の表面に露光し、

露光された前記基板を現像して前記パターン像に対応する形状のマスク層を前記基板の表面に形成し、

前記基板の前記表面に形成された前記マスク層を介して前記基板の表面を加工することを特徴とするデバイスの製造方法。

[請求項17] 所定のパターンを光で照明し、該所定のパターンを介した光で感光性材料が塗布された基板を照射する露光装置であって、前記光の光路に配置される光学部材及び該光学部材を支持する支持部材を有する光学系を備える露光装置に取付けられる研磨装置であって、

前記支持部材に支持されている状態の前記光学部材を研磨し、該光学部材の形状を変化させることを特徴とする研磨装置。

[請求項18] 前記光学系は、前記光学部材を複数有しており、

前記研磨装置は、前記光学部材のうち最も像面側に位置する像面側光学部材の像面側の光学面を研磨することを特徴とする請求項 17 に記載の研磨装置。

[請求項19] 前記光学系は、前記所定のパターンを介した光を前記基板に導く投影光学系であって、且つ前記光学部材を複数有しており、

前記露光装置は、前記基板を保持する保持部を有する保持装置と、前記光学部材のうち最も像面側に位置する像面側光学部材と前記保持部との間に設けられる空間内を液密状態にする液体供給装置と、をさらに備えることを特徴とする請求項 17 又は請求項 18 に記載の研磨

装置。

- [請求項20] 前記像面側光学部材の像面側の光学面に向けて媒質を噴射可能な供給ノズルを有することを特徴とする請求項19に記載の研磨装置。
- [請求項21] 前記供給ノズルから噴射された媒質を回収する回収部をさらに有することを特徴とする請求項20に記載の研磨装置。
- [請求項22] 前記供給ノズルから噴射される媒質の単位時間あたりの噴射量を調整可能であることを特徴とする請求項20又は請求項21に記載の研磨装置。
- [請求項23] 媒質の噴射方向が変更されるように前記供給ノズルを変位させる変位部をさらに有することを特徴とする請求項20～請求項22のうち何れか一項に記載の研磨装置。
- [請求項24] 前記像面側光学部材の像面側の光学面に接触可能な研磨パッドを有することを特徴とする請求項19に記載の研磨装置。
- [請求項25] 前記像面側光学部材の前記像面側の前記光学面は、無コートであることを特徴とする請求項18～請求項24のうち何れか一項に記載の研磨装置。
- [請求項26] 請求項17～請求項25のうち何れか一項に記載の研磨装置を備えることを特徴とする露光装置。
- [請求項27] 請求項26に記載の露光装置を用いて、前記所定のパターンに基づくパターン像を前記基板の表面に露光し、  
露光された前記基板を現像して前記パターン像に対応する形状のマスク層を前記基板の表面に形成し、  
前記基板の前記表面に形成された前記マスク層を介して前記基板の表面を加工することを特徴とするデバイスの製造方法。
- [請求項28] 所定のパターンを光で照明し、該所定のパターンを介した光で感光性材料が塗布された基板を照射する露光装置であって、前記光の光路に配置される光学部材及び該光学部材を支持する支持部材を有する光学系を備える露光装置の前記光学部材を研磨する研磨方法であって、

前記支持部材に支持されている状態の前記光学部材を研磨し、該光学部材の形状を変化させることを特徴とする研磨方法。

[請求項29] 前記光学系は、前記光学部材を複数有しており、  
前記光学部材のうち最も像面側に位置する像面側光学部材の像面側の光学面を研磨することを特徴とする請求項28に記載の研磨方法。

[請求項30] 前記光学系は、前記所定のパターンを介した光を前記基板に導く投影光学系であって、且つ前記光学部材を複数有しており、  
前記露光装置は、前記基板を保持する保持部を有する保持装置と、前記光学部材のうち最も像面側に位置する像面側光学部材と前記保持部との間に設けられる空間内を液密状態にする液体供給装置と、をさらに備えることを特徴とする請求項28又は請求項29に記載の研磨方法。

[請求項31] 前記像面側光学部材の像面側の光学面に向けて媒質を噴射することを特徴とする請求項29又は請求項30に記載の研磨方法。

[請求項32] 前記噴射された媒質を回収することを特徴とする請求項31に記載の研磨装置。

[請求項33] 前記噴射される媒質の単位時間あたりの噴射量を調整することを特徴とする請求項31又は請求項32に記載の研磨方法。

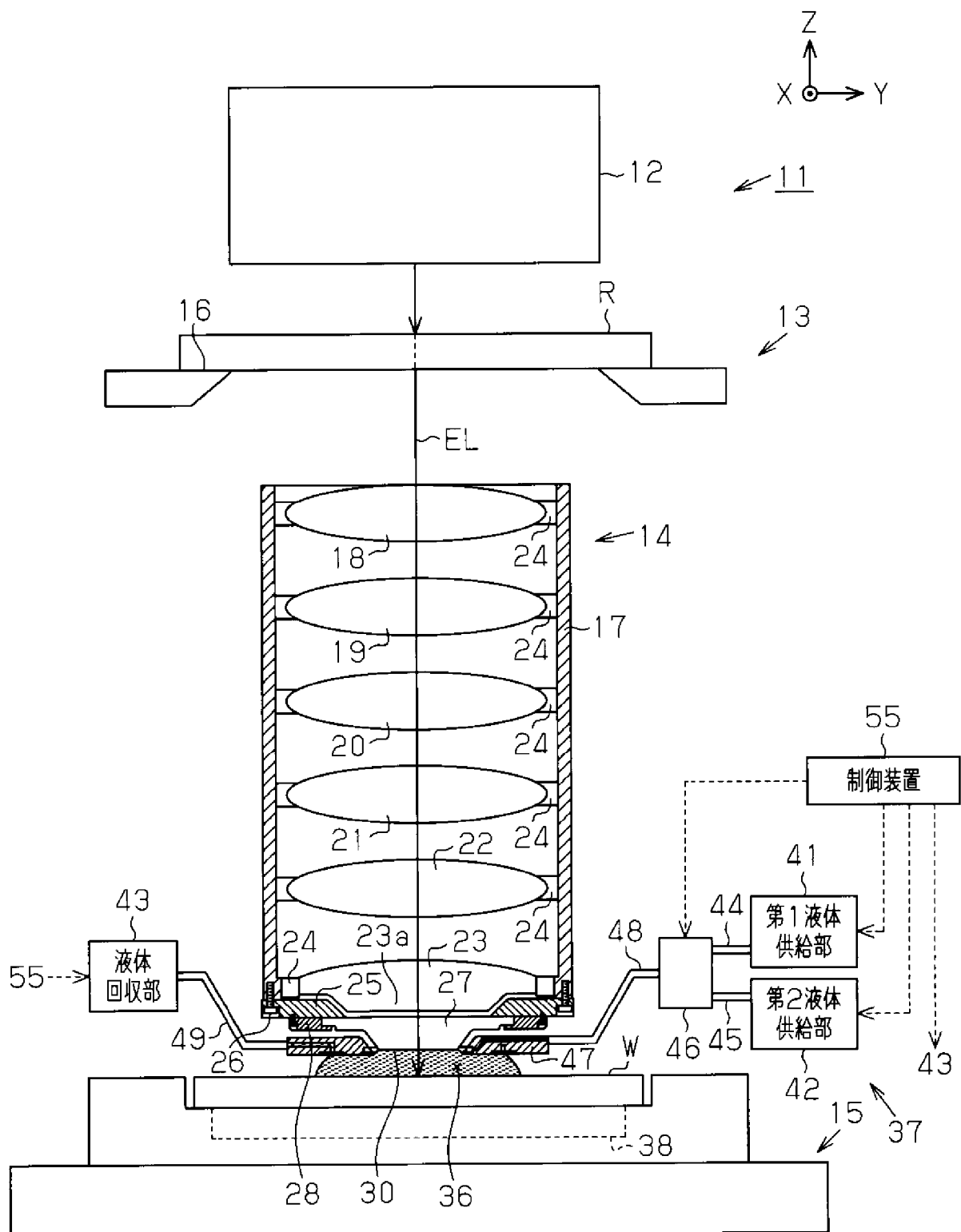
[請求項34] 媒質の噴射方向を変更することを特徴とする請求項31～請求項33のうち何れか一項に記載の研磨方法。

[請求項35] 前記光学系は、前記光学部材を複数有しており、  
前記光学部材のうち最も像面側に位置する像面側光学部材の像面側の光学面を研磨パッドで研磨することを特徴とする請求項28又は請求項29に記載の研磨方法。

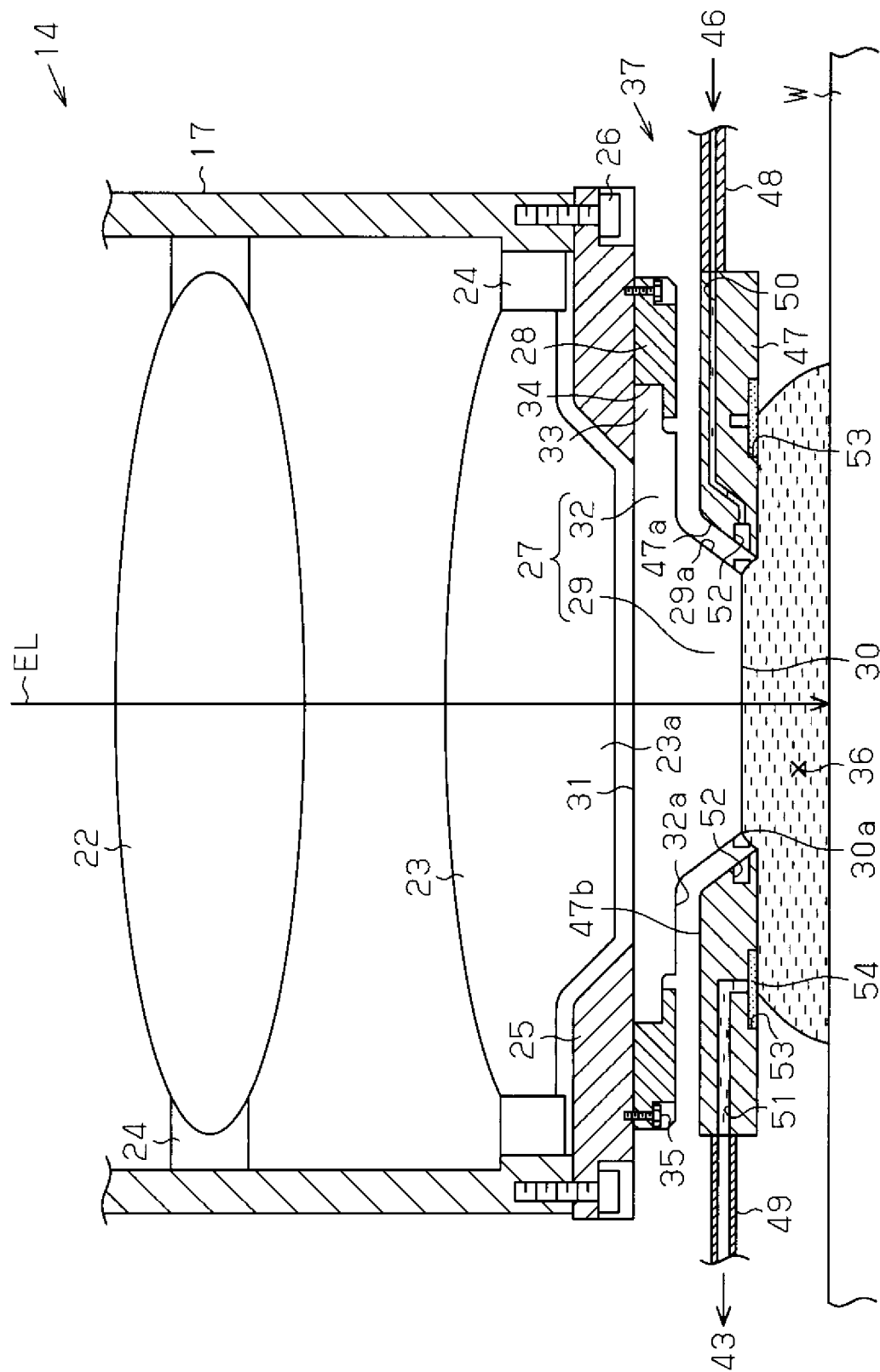
[請求項36] 前記光学系は、前記光学部材を複数有しており、  
前記光学部材のうち最も像面側に位置する像面側光学部材の像面側の光学面は、無コートであることを特徴とする請求項28～請求項35のうち何れか一項に記載の研磨方法。

- [請求項37] 前記光学部材の面形状を計測し、該計測結果に基づいて前記光学部材の形状を変化させることを特徴とする請求項28～請求項35のうち何れか一項に記載の研磨方法。
- [請求項38] 前記光学系は、前記所定のパターンを介した光を前記基板に導く投影光学系であり、該投影光学系の収差を調整するために前記光の光路に位置調整可能に配置される可動光学部材をさらに備え、  
該可動光学部材によって調整可能な前記投影光学系の収差の範囲が所定範囲を超えるか否かを判定することを特徴とする請求項28～請求項37のうち何れか一項に記載の研磨方法。
- [請求項39] 前記判定結果が前記所定範囲を超える場合に、前記支持部材に支持されている状態の前記光学部材を研磨して前記光学部材の形状を変化させることを特徴とする請求項38に記載の研磨方法。
- [請求項40] 所定のパターンを光で照明し、該所定のパターンを介した光で感光性材料が塗布された基板を照射する露光装置であって、前記光の光路に配置される光学部材及び該光学部材を支持する支持部材を有する光学系を備える露光装置を用いて、所定のパターンに基づくパターン像を前記基板の表面に露光し、露光された前記基板を現像して前記パターン像に対応する形状のマスク層を前記基板の表面に形成し、前記基板の前記表面に形成された前記マスク層を介して前記基板の表面を加工することを特徴とするデバイスの製造方法であって、  
前記基板の表面に露光する時間とは別の時間に、請求項28～請求項39の何れか一項に記載の研磨方法を用いて、前記支持部材に支持されている状態の前記光学部材を研磨し、該光学部材の形状を変化させることを特徴とするデバイスの製造方法。

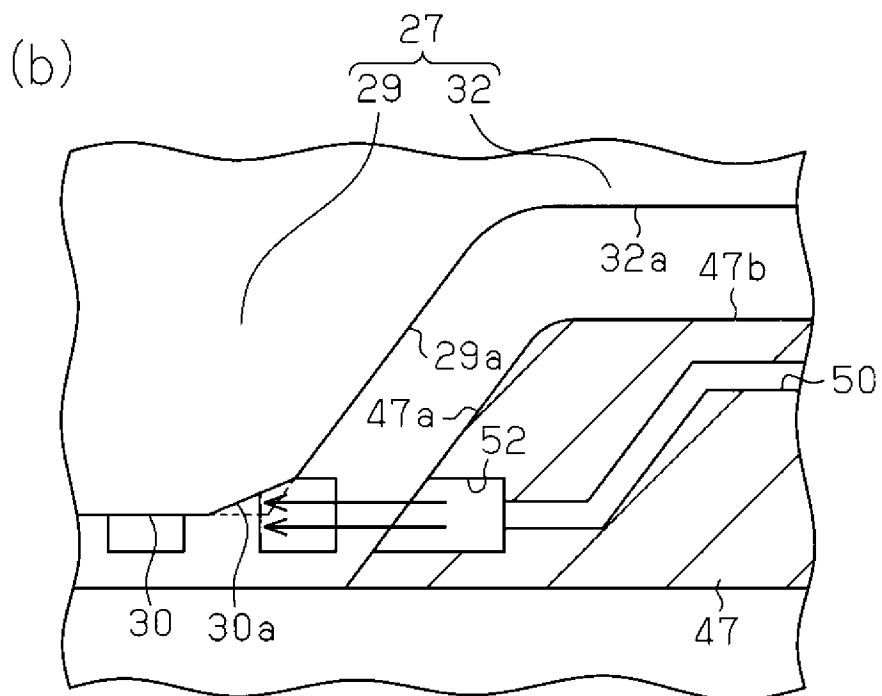
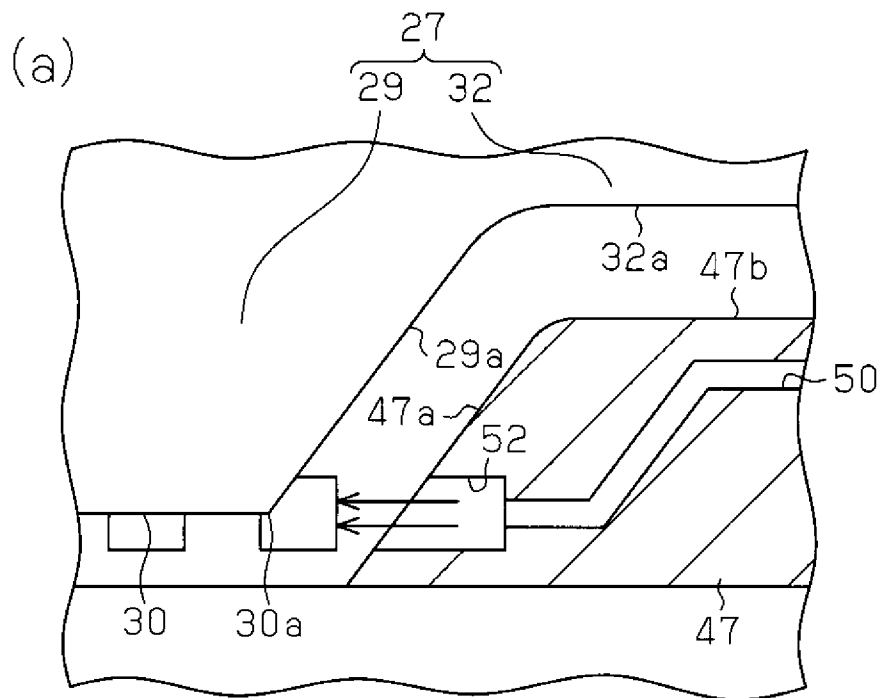
[図1]



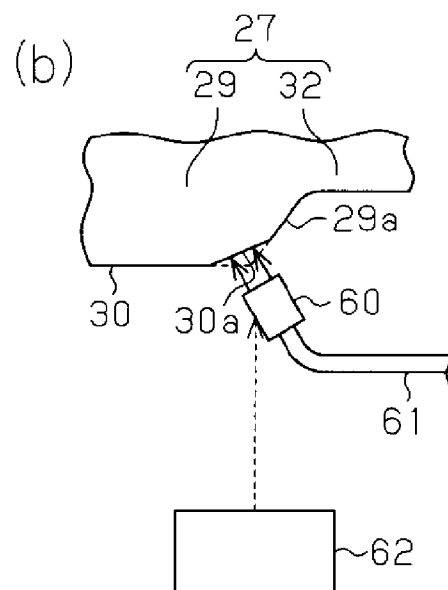
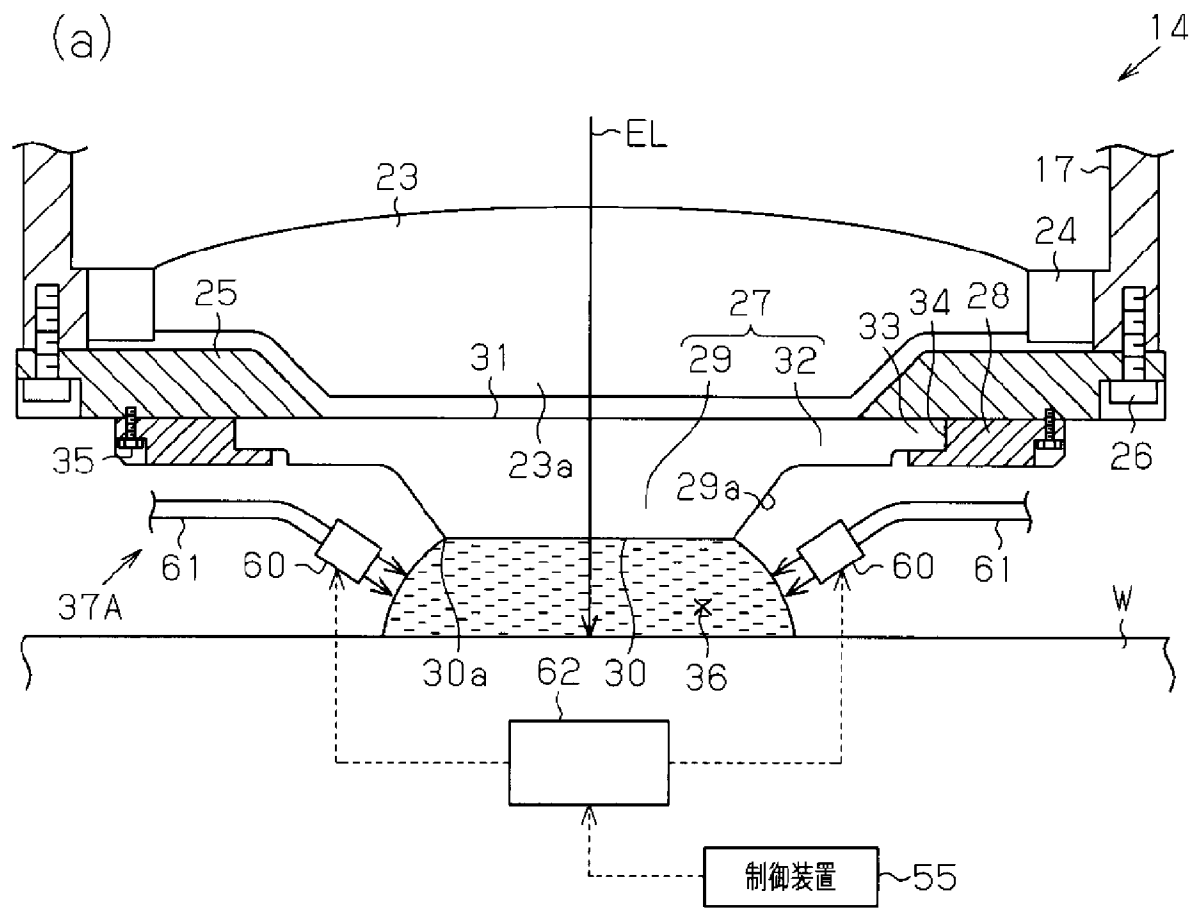
[図2]



[図3]

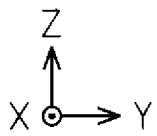
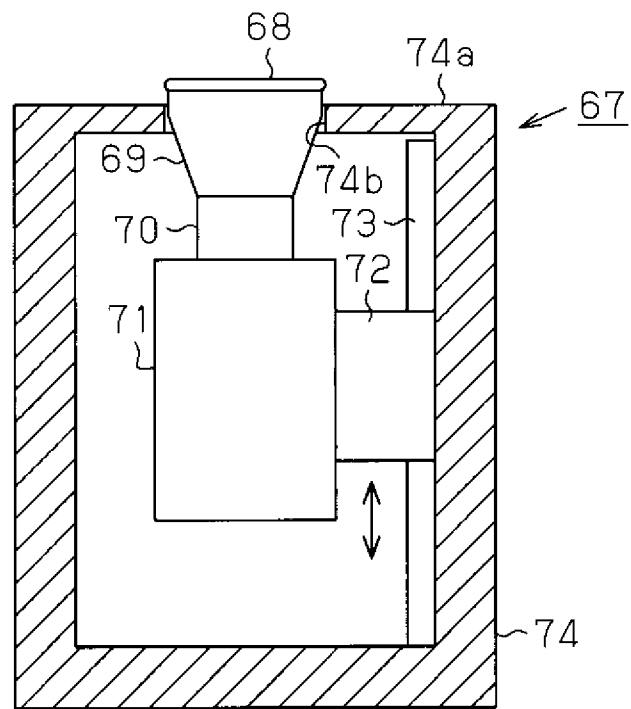


[図4]

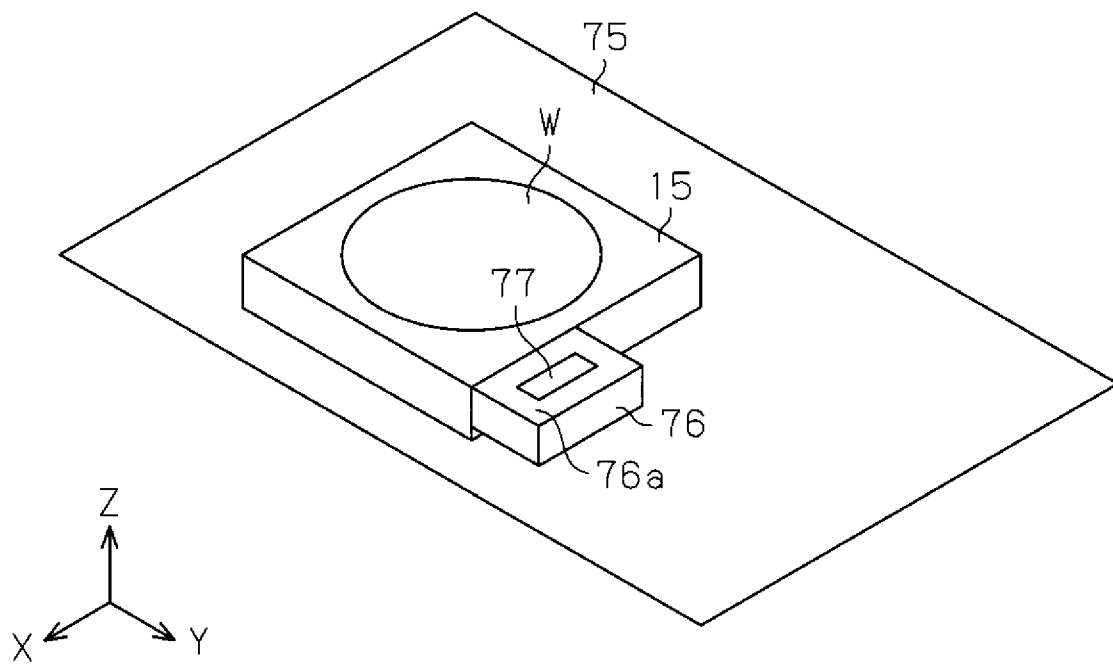




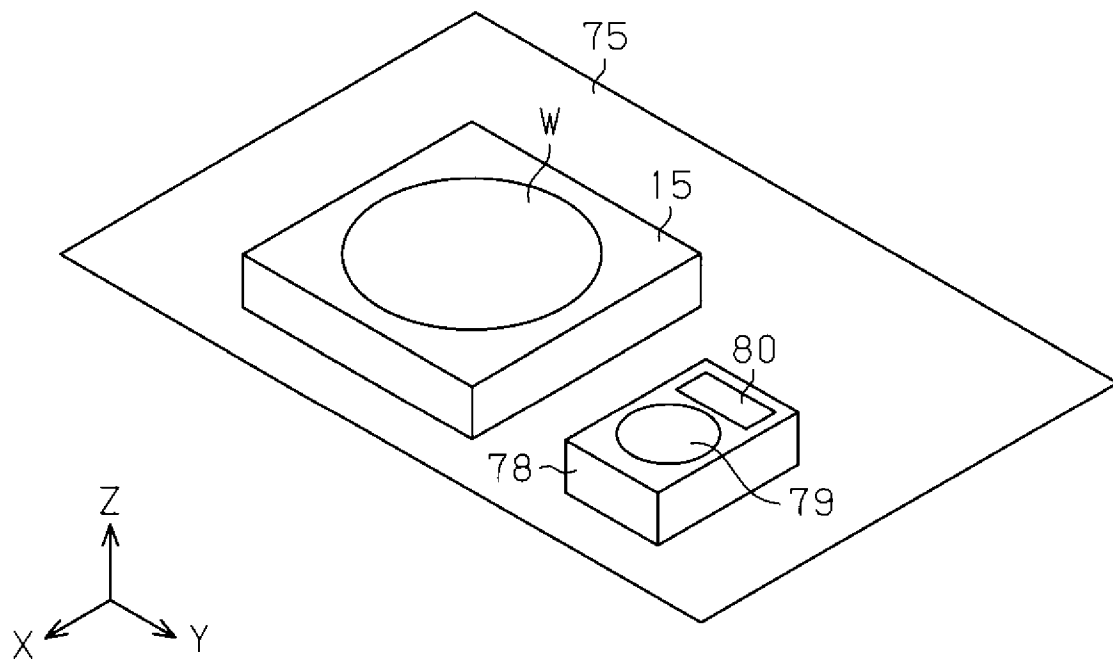
[図6]



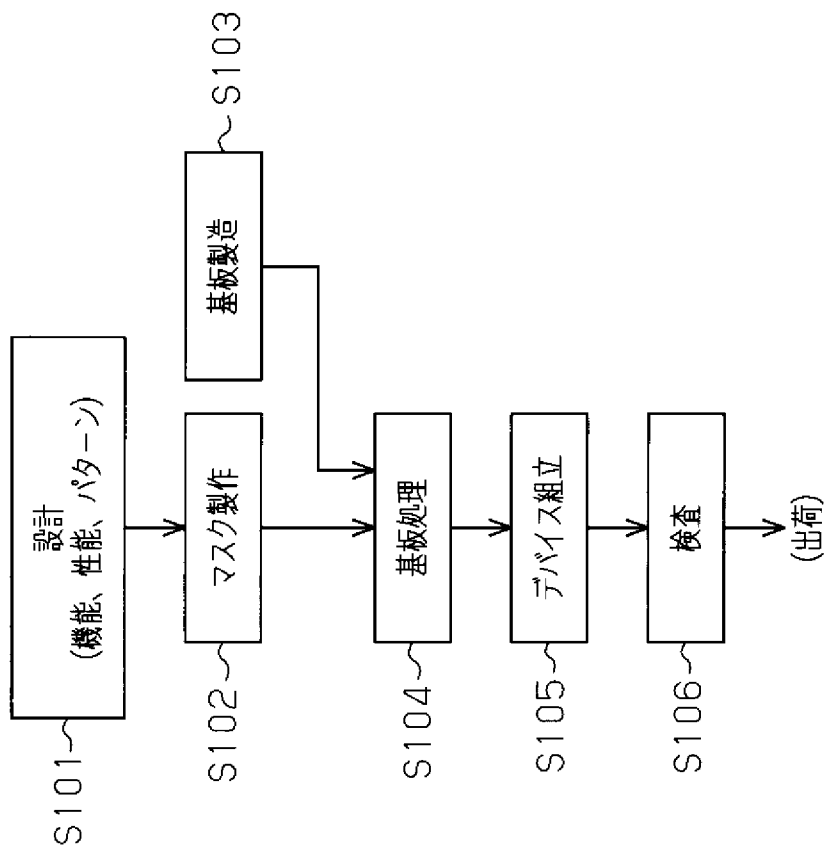
[図7]



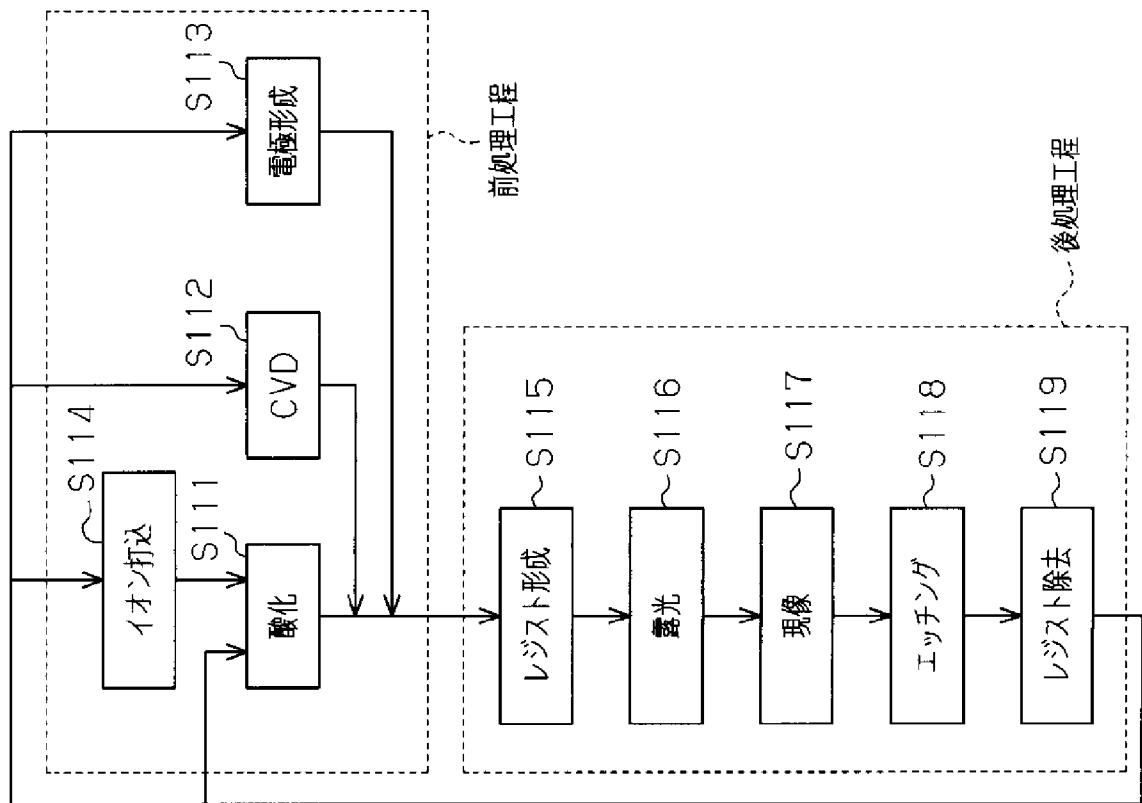
[図8]



[図9]



[図10]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/057813

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/027(2006.01)i, G03F7/20(2006.01)i

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)

H01L21/027, G03F7/20

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 1996-2010

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010

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. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2008-300775 A (Nikon Corp.),<br>11 December 2008 (11.12.2008),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                                                                                                  | 1-40                  |
| A         | JP 2005-072404 A (Sony Corp.),<br>17 March 2005 (17.03.2005),<br>entire text; all drawings; claims 1, 5;<br>paragraphs [0010] to [0019]; fig. 1<br>(Family: none)                                                 | 1-40                  |
| A         | JP 2006-523031 A (Nikon Corp.),<br>05 October 2006 (05.10.2006),<br>entire text; all drawings; particularly,<br>claim 21; paragraph [0035]; fig. 10<br>& WO 2004/093130 A2 & EP 1614001 A2<br>& US 2006/023185 A1 | 1-40                  |



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

"&amp;"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 May, 2010 (25.05.10)

Date of mailing of the international search report

08 June, 2010 (08.06.10)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/057813

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

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                           | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2005-079222 A (Nikon Corp.),<br>24 March 2005 (24.03.2005),<br>entire text; all drawings; particularly,<br>claims 5, 9; paragraphs [0041] to [0045];<br>fig. 4 to 6<br>(Family: none)                                                     | 1-40                  |
| A         | JP 2006-073951 A (Toshiba Corp.),<br>16 March 2006 (16.03.2006),<br>entire text; all drawings; particularly,<br>claims 10, 11; paragraph [0025]<br>& US 2006/050351 A1                                                                       | 1-40                  |
| A         | JP 2005-277363 A (Nikon Corp.),<br>06 October 2005 (06.10.2005),<br>entire text; all drawings; particularly,<br>claims 36 to 39; paragraphs [0082] to [0092];<br>fig. 13 to 15<br>& WO 2004/105107 A1 & EP 1628329 A1<br>& US 2006/077367 A1 | 1-40                  |
| A         | JP 2008-205038 A (Canon Inc.),<br>04 September 2008 (04.09.2008),<br>entire text; all drawings<br>& US 2008/198345 A1                                                                                                                        | 1-40                  |

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L21/027 (2006.01)i, G03F7/20 (2006.01)i

## 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 (I P C))

Int.Cl. H01L21/027, G03F7/20

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   | 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 1 0 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 0 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 0 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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | JP 2008-300775 A (株式会社ニコン) 2008.12.11, 全文全図 (ファミリーなし)                                                                             | 1-40           |
| A               | JP 2005-072404 A (ソニー株式会社) 2005.03.17, 全文全図 (請求項 1, 5, 段落【0010】 - 【0019】, 図 1 参照) (ファミリーなし)                                       | 1-40           |
| A               | JP 2006-523031 A (株式会社ニコン) 2006.10.05, 全文全図 (特に請求項 21, 段落【0035】, 図 10 参照) & WO 2004/093130 A2 & EP 1614001 A2 & US 2006/023185 A1 | 1-40           |

☒ 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」国際出願日前で、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

2 5 . 0 5 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

0 8 . 0 6 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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 海

2 M

3 8 0 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 4

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                                  |                |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 2005-079222 A (株式会社ニコン) 2005.03.24, 全文全図 (特に請求項 5, 9, 段落【0041】 - 【0045】, 図 4-6 参照) (ファミリーなし)                                                  | 1-40           |
| A                     | JP 2006-073951 A (株式会社東芝) 2006.03.16, 全文全図 (特に請求項 10, 11, 段落【0025】 参照) & US 2006/050351 A1                                                       | 1-40           |
| A                     | JP 2005-277363 A (株式会社ニコン) 2005.10.06, 全文全図 (特に請求項 36-39, 段落【0082】 - 【0092】, 図 13-15 参照) & W0 2004/105107 A1 & EP 1628329 A1 & US 2006/077367 A1 | 1-40           |
| A                     | JP 2008-205038 A (キヤノン株式会社) 2008.09.04, 全文全図 & US 2008/198345 A1                                                                                 | 1-40           |