

(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
2010年9月16日(16.09.2010)

PCT

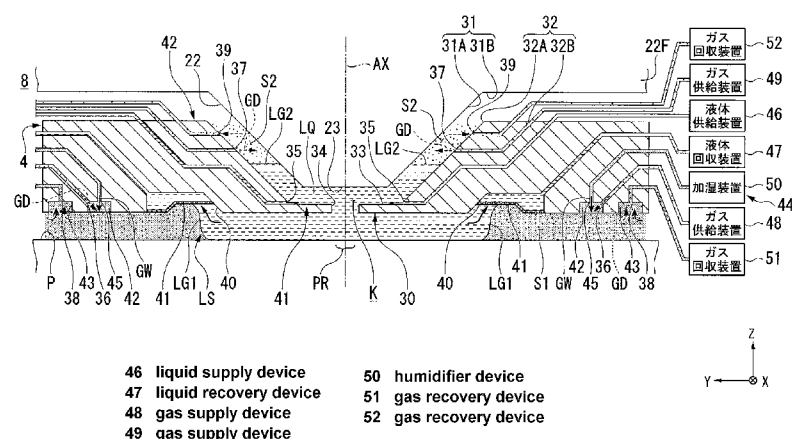
(10) 国際公開番号
WO 2010/103822 A1

- (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/JP2010/001695
- (22) 国際出願日: 2010年3月10日(10.03.2010)
- (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:
61/202,533 2009年3月10日(10.03.2009) 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): 長南純一(CHONAN, Junichi) [JP/JP]; 〒1008331 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.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2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, 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, 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, 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: EXPOSURE APPARATUS, EXPOSURE METHOD AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: 露光装置、露光方法、及びデバイス製造方法

[図2]



(57) Abstract: An exposure apparatus exposes a substrate using exposure light which passes through a liquid. The exposure apparatus comprises: an optical system having an emission face for emitting exposure light; a liquid supply port for supplying liquid for filling with liquid the optical path of the exposure light emitted from the emission face; and a fluid supply port for supplying fluid containing a substance capable of altering the specific resistance of the liquid to at least part of the space surrounding the liquid penetration space defined by the liquid.

(57) 要約: 露光装置は、液体を介して露光光で基板を露光する。露光装置は、露光光を射出する射出面を有する光学系と、射出面から射出される露光光の光路を液体で満たすために液体を供給する液体供給口と、液体で形成された液浸空間の周囲の空間の少なくとも一部に、液体の比抵抗値を変更可能な物質を含む流体を供給する流体供給口とを備えている。

WO 2010/103822 A1

明 細 書

発明の名称：露光装置、露光方法、及びデバイス製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、露光装置、露光方法、及びデバイス製造方法に関する。

背景技術

[0002] フォトリソグラフィ工程で用いられる露光装置において、例えば下記特許文献に開示されているような、液体を介して露光光で基板を露光する液浸露光装置が知られている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許出願公開第2007/0139632号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 液浸露光装置において、露光光の光路を満たす液体が帯電する可能性がある。また、液体と接触する部材が帯電する可能性もある。その帯電により、液体及び部材の少なくとも一方に異物が吸着される可能性がある。その結果、露光不良が発生し、不良デバイスが発生する可能性がある。

[0005] 本発明の態様は、液体等の帯電に起因する露光不良の発生を抑制できる露光装置、及び露光方法を提供することを目的とする。また本発明の態様は、不良デバイスの発生を抑制できるデバイス製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の第1の態様に従えば、液体を介して露光光で基板を露光する露光装置であって、露光光を射出する射出面を有する光学系と、射出面から射出される露光光の光路を液体で満たすために液体を供給する液体供給口と、液体で形成された液浸空間の周囲の空間の少なくとも一部に、液体の比抵抗値を変更可能な物質を含む流体を供給する流体供給口と、を備える露光装置が

提供される。

- [0007] 本発明の第2の態様に従えば、露光光で基板を露光する露光装置であって、露光光を射出する射出面を有する光学系と、射出面から射出される露光光の光路を第1の比抵抗値を有する第1液体で満たすために第1液体を供給する第1供給口と、第1液体で形成された液浸空間の周囲の空間の少なくとも一部に、第1液体よりも低い比抵抗値を有する第2液体を供給する第2供給口と、を備える露光装置が提供される。
- [0008] 本発明の第3の態様に従えば、液体を介して露光光で基板を露光する露光装置であって、露光光を射出する射出面を有する光学系と、射出面から射出される露光光の光路を液体で満たすために液体を供給する液体供給口と、液体の比抵抗値を変更可能な物質を含む流体を供給する流体供給口と、液体で形成された液浸空間の周囲の空間の少なくとも一部から流体の少なくとも一部を回収する流体回収口と、を備える露光装置が提供される。
- [0009] 本発明の第4の態様に従えば、第1、第2、第3の態様の露光装置を用いて基板を露光することと、露光された基板を現像することと、を含むデバイス製造方法が提供される。
- [0010] 本発明の第5の態様に従えば、光学系の射出面と基板との間の露光光の光路を液体で満たすことと、基板上に形成された液体の液浸空間の周囲の空間の少なくとも一部に、液体の比抵抗値を変更可能な物質を含む流体を供給することと、射出面と基板との間の液体を介して露光光で基板を露光することと、を含む露光方法が提供される。
- [0011] 本発明の第6の態様に従えば、光学系の射出面と基板との間の露光光の光路を第1液体で満たすことと、基板上に形成された第1液体の液浸空間の周囲の空間の少なくとも一部に、第1液体よりも低い比抵抗値を有する第2液体を供給することと、射出面と基板との間の第1液体を介して露光光で基板を露光することと、を含む露光方法が提供される。
- [0012] 本発明の第7の態様に従えば、光学系の射出面と基板との間の露光光の光路を液体で満たすことと、液体の比抵抗値を変更可能な物質を含む流体を供

給することと、基板上に形成された液体の液浸空間の周囲の空間の少なくとも一部から流体の少なくとも一部を回収することと、射出面と基板との間の液体を介して露光光で基板を露光することと、を含む露光方法が提供される。

- [0013] 本発明の第 8 の態様に従えば、第 5, 第 6, 第 7 の態様の露光方法を用いて基板を露光することと、露光された基板を現像することと、を含むデバイス製造方法が提供される。

発明の効果

- [0014] 本発明の態様によれば、露光不良の発生を抑制できる。また本発明によれば、不良デバイスの発生を抑制できる。

図面の簡単な説明

- [0015] [図1] 第 1 実施形態に係る露光装置の一例を示す概略構成図である。
[図2] 第 1 実施形態に係る終端光学素子及び液浸部材の近傍を示す断面図である。
[図3] 第 1 実施形態に係る液浸部材の近傍を示す断面図である。
[図4] 第 2 実施形態に係る液浸部材の近傍を示す断面図である。
[図5] 第 3 実施形態に係る液浸部材の近傍を示す断面図である。
[図6] 第 4 実施形態に係る液浸部材の近傍を示す断面図である。
[図7] 第 5 実施形態に係る液浸部材の近傍を示す断面図である。
[図8] 第 6 実施形態に係る液浸部材の近傍を示す断面図である。
[図9] 第 7 実施形態に係る液浸部材の近傍を示す断面図である。
[図10] マイクロデバイスの製造工程の一例を説明するためのフローチャートである。

発明を実施するための形態

- [0016] 以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明するが、本発明はこれに限定されない。以下の説明においては、X Y Z 直交座標系を設定し、この X Y Z 直交座標系を参照しつつ各部の位置関係について説明する。水平面内の所定方向を X 軸方向、水平面内において X 軸方向と直交する方向を

Y軸方向、X軸方向及びY軸方向のそれぞれと直交する方向（すなわち鉛直方向）をZ軸方向とする。また、X軸、Y軸、及びZ軸まわりの回転（傾斜）方向をそれぞれ、 θX 、 θY 、及び θZ 方向とする。

[0017] <第1実施形態>

第1実施形態について説明する。図1は、第1実施形態に係る露光装置E Xの一例を示す概略構成図である。本実施形態の露光装置E Xは、液体L Qを介して露光光E Lで基板Pを露光する液浸露光装置である。本実施形態においては、露光光E Lの光路の少なくとも一部が液体L Qで満たされるように液浸空間L Sが形成される。液浸空間L Sは、液体L Qで満たされた部分（空間、領域）である。基板Pは、液浸空間L Sの液体L Qを介して露光光E Lで露光される。本実施形態においては、液体L Qとして、水（純水）を用いる。

[0018] 図1において、露光装置E Xは、マスクMを保持して移動可能なマスクステージ1と、基板Pを保持して移動可能な基板ステージ2と、マスクステージ1及び基板ステージ2の位置を光学的に計測する干渉計システム3と、マスクMを露光光E Lで照明する照明系I Lと、露光光E Lで照明されたマスクMのパターンの像を基板Pに投影する投影光学系P Lと、露光光E Lの光路の少なくとも一部が液体L Qで満たされるように液浸空間L Sを形成可能な液浸部材4と、少なくとも投影光学系P L及び基板ステージ2を収容するチャンバ装置5と、少なくとも投影光学系P Lを支持するボディ6と、露光装置E X全体の動作を制御する制御装置7とを備えている。

[0019] マスクMは、基板Pに投影されるデバイスパターンが形成されたレチクルを含む。マスクMは、例えばガラス板等の透明板と、その透明板上にクロム等の遮光材料を用いて形成されたパターンとを有する透過型マスクを含む。なお、マスクMとして、反射型マスクを用いることもできる。

[0020] 基板Pは、デバイスを製造するための基板である。基板Pは、例えば半導体ウエハ等の基材と、その基材上に形成された多層膜とを含む。多層膜は、少なくとも感光膜を含む複数の膜が積層された膜である。感光膜は、感光材

で形成された膜である。また、多層膜が、例えば反射防止膜、及び感光膜を保護する保護膜（トップコート膜）を含んでもよい。

[0021] チャンバ装置 5 は、実質的に閉ざされた内部空間 8 を形成するチャンバ部材 5 A と、内部空間 8 の環境（温度、湿度、クリーン度、及び圧力等）を制御する環境制御装置 5 B とを有する。基板ステージ 2 は、内部空間 8 を移動する。制御装置 7 は、環境制御装置 5 A を用いて、少なくとも基板ステージ 2 に保持された基板 P の露光が行われる空間（内部空間 8）の環境を制御する。

[0022] 本実施形態においては、内部空間 8 に、ボディ 6 が配置される。ボディ 6 は、支持面 F L 上に設けられた第 1 コラム 9 と、第 1 コラム 9 上に設けられた第 2 コラム 10 とを有する。第 1 コラム 9 は、第 1 支持部材 11 と、第 1 支持部材 11 に防振装置 12 を介して支持された第 1 定盤 13 とを有する。第 2 コラム 10 は、第 1 定盤 13 上に設けられた第 2 支持部材 14 と、第 2 支持部材 14 に防振装置 15 を介して支持された第 2 定盤 16 とを有する。また、本実施形態においては、支持面 F L 上に、防振装置 17 を介して、第 3 定盤 18 が配置されている。

[0023] 照明系 I L は、所定の照明領域 I R に露光光 E L を照射する。照明領域 I R は、照明系 I L から射出される露光光 E L が照射可能な位置を含む。照明系 I L は、照明領域 I R に配置されたマスク M の少なくとも一部を、均一な照度分布の露光光 E L で照明する。照明系 I L から射出される露光光 E L として、例えば水銀ランプから射出される輝線（g 線、h 線、i 線）及び Kr F エキシマレーザ光（波長 248 nm）等の遠紫外光（D UV 光）、Ar F エキシマレーザ光（波長 193 nm）、及び F₂ レーザ光（波長 157 nm）等の真空紫外光（V UV 光）等が用いられる。本実施形態においては、露光光 E L として、紫外光（真空紫外光）である Ar F エキシマレーザ光を用いる。

[0024] マスクステージ 1 は、マスク M をリリース可能に保持するマスク保持部 19 を有し、マスク M を保持した状態で、第 2 定盤 16 のガイド面 16 G 上を

移動可能である。マスクステージ 1 は、駆動システム 20 の作動により、照明領域 I R に対して、マスク M を保持して移動可能である。駆動システム 20 は、マスクステージ 1 に配置された可動子 20 A と、第 2 定盤 16 に配置された固定子 20 B とを有する平面モータを含む。マスクステージ 1 を移動可能な平面モータは、例えば米国特許第 6 4 5 2 2 9 2 号明細書に開示されている。マスクステージ 1 は、駆動システム 20 の作動により、X 軸、Y 軸、Z 軸、 θX 、 θY 、及び θZ 方向の 6 つの方向に移動可能である。

[0025] 投影光学系 P L は、所定の投影領域 P R に露光光 E L を照射する。投影光学系 P L は、投影領域 P R に配置された基板 P の少なくとも一部に、マスク M のパターンの像を所定の投影倍率で投影する。本実施形態の投影光学系 P L は、その投影倍率が例えば $1/4$ 、 $1/5$ 、又は $1/8$ 等の縮小系である。なお、投影光学系 P L は等倍系及び拡大系のいずれでもよい。本実施形態においては、投影光学系 P L の光軸 A X は Z 軸と平行である。また、投影光学系 P L は、反射光学素子を含まない屈折系、屈折光学素子を含まない反射系、反射光学素子と屈折光学素子とを含む反射屈折系のいずれであってもよい。また、投影光学系 P L は、倒立像と正立像とのいずれを形成してもよい。

[0026] 投影光学系 P L の複数の光学素子は、保持部材（鏡筒）21 に保持されている。保持部材 21 は、フランジ 21 F を有する。投影光学系 P L は、フランジ 21 F を介して、第 1 定盤 13 に支持される。なお、第 1 定盤 13 と保持部材 21 との間に防振装置を設けることができる。

[0027] 投影光学系 P L は、投影光学系 P L の像面に向けて露光光 E L を射出する射出面 23 を有する。射出面 23 は、投影光学系 P L の複数の光学素子のうち、投影光学系 P L の像面に最も近い終端光学素子 22 に配置されている。投影領域 P R は、射出面 23 から射出される露光光 E L が照射可能な位置を含む。本実施形態において、射出面 23 は -Z 方向を向いており、XY 平面と平行である。なお、-Z 方向を向いている射出面 23 は、凸面であってもよいし、凹面であってもよい。

- [0028] 本実施形態において、終端光学素子 22 の光軸（投影光学系 PL の像面近傍の光軸）AX は、Z 軸とほぼ平行である。なお、終端光学素子 22 と隣り合う光学素子で規定される光軸を終端光学素子 22 の光軸とみなしてもよい。また、本実施形態において、投影光学系 PL の像面は、X 軸と Y 軸とを含む XY 平面とほぼ平行である。また、本実施形態において、像面は、ほぼ水平である。ただし、像面は XY 平面と平行でなくてもよいし、曲面であってもよい。
- [0029] 基板ステージ 2 は、基板 P をリリース可能に保持する基板保持部 24 を有し、第 3 定盤 18 のガイド面 18G 上を移動可能である。基板ステージ 2 は、駆動システム 25 の作動により、投影領域 PR に対して、基板 P を保持して移動可能である。駆動システム 25 は、基板ステージ 2 に配置された可動子 25A と、第 3 定盤 18 に配置された固定子 25B とを有する平面モータを含む。基板ステージ 2 を移動可能な平面モータは、例えば米国特許第 6452292 号明細書に開示されている。基板ステージ 2 は、駆動システム 25 の作動により、X 軸、Y 軸、Z 軸、 θX 、 θY 、及び θZ 方向の 6 つの方向に移動可能である。
- [0030] 基板ステージ 2 は、基板保持部 24 の周囲に配置され、射出面 23 と対向可能な上面 26 を有する。本実施形態において、基板ステージ 2 は、米国特許出願公開第 2007/0177125 号明細書等を開示されているような、基板保持部 24 の周囲の少なくとも一部に配置され、プレート部材 T の下面をリリース可能に保持するプレート部材保持部 27 を有する。本実施形態において、基板ステージ 2 の上面 26 は、プレート部材 T の上面を含む。上面 26 は、平坦である。なお、プレート部材 T が基板ステージ 2 からリリース可能でなくてもよい。
- [0031] 本実施形態において、基板保持部 24 は、基板 P の表面と XY 平面とがほぼ平行となるように、基板 P を保持可能である。プレート部材保持部 27 は、プレート部材 T の上面 26 と XY 平面とがほぼ平行となるように、プレート部材 T を保持可能である。

- [0032] 干渉計システム 3 は、X Y 平面内におけるマスクステージ 1（マスク M）の位置を光学的に計測可能な第 1 干渉計ユニット 3 A と、X Y 平面内における基板ステージ 2（基板 P）の位置を光学的に計測可能な第 2 干渉計ユニット 3 B とを有する。基板 P の露光処理を実行するとき、あるいは所定の計測処理を実行するとき、制御装置 7 は、干渉計システム 3 の計測結果に基づいて、駆動システム 20、25 を作動し、マスクステージ 1（マスク M）及び基板ステージ 2（基板 P）の位置制御を実行する。
- [0033] 液浸部材 4 は、露光光 E L の光路の周囲の少なくとも一部に配置される。本実施形態において、液浸部材 4 の少なくとも一部は、終端光学素子 22 の周囲の少なくとも一部に配置される。本実施形態において、液浸部材 4 は、支持機構 28 に支持されている。本実施形態において、支持機構 28 は、第 1 定盤 13 に支持されている。本実施形態において、液浸部材 4 は、支持機構 28 を介して、第 1 定盤 13 に吊り下げられている。
- [0034] 本実施形態の露光装置 E X は、マスク M と基板 P とを所定の走査方向に同期移動しつつ、マスク M のパターンの像を基板 P に投影する走査型露光装置（所謂スキャニングステッパ）である。基板 P の露光時、制御装置 7 は、マスクステージ 1 及び基板ステージ 2 を制御して、マスク M 及び基板 P を、光軸 A X（露光光 E L の光路）と交差する X Y 平面内の所定の走査方向に移動する。本実施形態においては、基板 P の走査方向（同期移動方向）を Y 軸方向とし、マスク M の走査方向（同期移動方向）も Y 軸方向とする。制御装置 7 は、基板 P を投影光学系 P L の投影領域 P R に対して Y 軸方向に移動するとともに、その基板 P の Y 軸方向への移動と同期して、照明系 I L の照明領域 I R に対してマスク M を Y 軸方向に移動しつつ、投影光学系 P L と基板 P 上の液浸空間 L S の液体 L Q とを介して基板 P に露光光 E L を照射する。これにより、マスク M のパターンの像が基板 P に投影され、基板 P は露光光 E L で露光される。
- [0035] 次に、図 2 及び図 3 を参照して、液浸部材 4 について説明する。図 2 は、液浸部材 4 の近傍を示す側断面図、図 3 は、図 2 の一部を拡大した図である

。

[0036] 本実施形態において、液浸部材 4 は、環状の部材である。液浸部材 4 の少なくとも一部は、露光光 E L の一部の光路及び終端光学素子 2 2 の周囲に配置されている。本実施形態において、X Y 平面内における液浸部材 4 の外形は、円形である。なお、液浸部材 4 の外形が、他の形状（例えば、矩形）でもよい。

[0037] 液浸部材 4 は、射出面 2 3 と対向する位置に配置された物体の表面（上面）と対向可能な下面 3 0 を有する。液浸部材 4 は、射出面 2 3 と、射出面 2 3 と対向する位置に配置された物体との間の露光光 E L の光路 K が液体 L Q で満たされるように液浸空間 L S を形成する。液体 L Q が、液浸部材 4 の下面 3 0 と対向する物体の表面（上面）と、液浸部材 4 の下面 3 0 の少なくとも一部との間に保持されて、液浸空間 L S の一部が、その物体の表面と液浸部材 4 の下面 3 0 との間に形成される。また、本実施形態においては、液浸空間 L S の一部が、物体の表面と終端光学素子 2 2 との間、及び終端光学素子 2 2 と液浸部材 4 との間に形成される。すなわち、本実施形態においては、液浸空間 L S の液体 L Q は、液浸部材 4 と物体との間に保持される液体 L Q、終端光学素子 2 2 と物体との間に保持される液体 L Q、及び液浸部材 4 と終端光学素子 2 2 との間に保持される液体 L Q を含む。

[0038] 本実施形態において、射出面 2 3 と対向する位置に移動可能な物体は、基板ステージ 2（プレート部材 T）、及び基板ステージ 2 に保持された基板 P の少なくとも一方を含む。基板 P の露光中、液浸部材 4 は、露光光 E L の光路 K が液体 L Q で満たされるように液浸空間 L S を形成する。

[0039] 以下、簡単のため、射出面 2 3 及び下面 3 0 と対向する位置に基板 P が配置され、液浸部材 4 と基板 P との間に液体 L Q が保持されて液浸空間 L S が形成される場合を例にして説明する。なお、終端光学素子 2 2 及び液浸部材 4 と他の部材（基板ステージ 2 のプレート部材 T 等）との間に液浸空間 L S を形成することができる。

[0040] 本実施形態においては、基板 P に露光光 E L が照射されているときに、投

影領域PRを含む基板Pの表面の一部の領域が液体LQで覆われるように液浸空間LSが形成される。本実施形態の露光装置EXは、局所液浸方式を採用する。

[0041] 本実施形態においては、液浸空間LSの液体LQの気液界面（メニスカス）は、液浸部材4の下面30と、基板Pの表面との間に配置される第1の界面LG1と、射出面23と異なる投影光学系PLの側面31と、下面30と異なる液浸部材4の内面32との間に配置される第2の界面LG2とを含む。

[0042] 液浸部材4の下面30は、投影光学系PLの射出面23から射出される露光光ELの光路Kの周囲の少なくとも一部に配置される。下面30は、射出面23から射出される露光光ELが照射可能な位置に配置される基板Pの表面と対向可能である。射出面23及び下面30は、液浸部材4の下方に配置された基板Pの表面と対向可能である。基板Pの露光の少なくとも一部において、射出面23及び下面30は、基板Pの表面と対向する。

[0043] 投影光学系PLの側面31は、射出面23の周囲に配置された終端光学素子22の外側面31Aと、外側面31Aの周囲に配置され、下方を向く下面31Bとを含む。外側面31A及び下面31Bは、露光光ELが通過しない面である。

[0044] 液浸部材4の内面32は、射出面23よりも上方で、投影光学系PLの側面31の少なくとも一部と対向する。液浸部材4の内面32は、外側面31Aと対向する液浸部材4の内側面32Aと、下面31Bと対向する液浸部材4の上面32Bとを含む。本実施形態において、界面LG2は、外側面31Aと内側面32Aとの間に配置される。

[0045] 本実施形態において、液浸部材4は、少なくとも一部が射出面23と対向するように配置されたプレート部41と、少なくとも一部が終端光学素子22の周囲に配置される本体部42とを有する。下面30は、プレート部41及び本体部42に配置されている。内側面32A及び上面32Bは、本体部42に配置されている。内側面32Aは、外側面31Aと間隙を介して対向

する。上面 3 2 B は、下面 3 1 B と間隙を介して対向する。

[0046] 本実施形態において、上面 3 2 B は、終端光学素子 2 2 の表面の少なくとも一部と対向する。本実施形態において、終端光学素子 2 2 は、外側面 3 1 A の周囲に配置されたフランジ部 2 2 F を有し、下面 3 1 B は、フランジ部 2 2 F の下面を含む。なお、上面 3 2 B が、投影光学系 P L の保持部材 2 1 の表面（下面）と対向してもよいし、終端光学素子 2 2 の表面及び保持部材 2 1 の表面の両方と対向してもよい。また、内側面 3 2 A の少なくとも一部が、保持部材 2 1 の一部と対向してもよいし、終端光学素子 2 2 及び保持部材 2 1 と対向してもよい。

[0047] また、液浸部材 4 のプレート部 4 1 は、露光光 E L の光路 K の周囲の少なくとも一部に配置され、少なくとも一部が射出面 2 3 と対向する上面 3 3 を有する。上面 3 3 は、下面 3 0 の逆方向を向く。

[0048] 液浸部材 4（プレート部 4 1）は、射出面 2 3 から射出された露光光 E L が通過可能な開口 3 4 を有する。下面 3 0 及び上面 3 3 は、開口 3 4 の周囲に配置されている。基板 P の露光中、射出面 2 3 から射出された露光光 E L は、開口 3 4 を介して、基板 P の表面に照射される。本実施形態において、開口 3 4 は、基板 P の走査方向（Y 軸方向）と交差する X 軸方向に長い。

[0049] 本実施形態において、液浸部材 4 は、露光光 E L の光路 K を液体 L Q で満たすために液体 L Q を供給する液体供給口 3 5 と、液体 L Q で形成された液浸空間 L S の周囲の空間 S 1 の少なくとも一部に、液体 L Q の比抵抗値を変更可能な物質を含むガス G D を供給するガス供給口 3 6 と、ガス供給口 3 6 と別の位置に配置され、液浸空間 L S の周囲の空間 S 2 の少なくとも一部に、液体 L Q の比抵抗値を変更可能な物質を含むガス G D を供給するガス供給口 3 7 とを備えている。

[0050] ガス供給口 3 6 は、液浸部材 4 と基板 P との間の空間の少なくとも一部に、ガス G D を供給する。ガス供給口 3 6 は、液浸部材 4 の下面 3 0 と基板 P の表面との間における、界面 L G 1 の周囲の空間 S 1 の少なくとも一部にガス G D を供給する。

- [0051] ガス供給口 37 は、投影光学系 PL と液浸部材 4 との間の空間の少なくとも一部に、ガス GD を供給する。ガス供給口 37 は、投影光学系 PL の側面 31 と液浸部材 4 の内面 32 との間における、界面 LG2 の周囲の空間 S2 の少なくとも一部にガス GD を供給する。本実施形態においては、ガス供給口 36、37 から供給されるガス GD は、チャンバ装置 5（環境制御装置 5B）によって制御される内部空間 8 の気体よりも、液体 LQ の比抵抗値を変更する（低下させる）物質を多く含んでいる。すなわち、本実施形態においては、ガス供給口 36、37 からガス GD を供給することによって、液体 LQ の比抵抗値を変更する物質の濃度（割合）が内部空間 8 よりも高い気体空間 S1、S2 を液浸空間 LS の周囲の少なくとも一部に形成する。
- [0052] 本実施形態において、液体 LQ の比抵抗値を変更可能な物質は、二酸化炭素である。ガス供給口 36、37 は、二酸化炭素を含むガス（炭酸ガス）GD を供給する。
- [0053] 二酸化炭素は、液体供給口 35 から供給される液体 LQ に可溶である。また、二酸化炭素は、液体 LQ の比抵抗値を低下させることができる。
- [0054] ガス供給口 36 から液浸部材 4 の下面 30 と基板 P の表面との間の空間 S1 に供給されたガス GD の少なくとも一部は、界面 LG1 に接触する。界面 LG1 に接触するように供給された二酸化炭素を含むガス GD は、液体 LQ に溶解することによって、その液体 LQ の比抵抗値を低下させる。
- [0055] すなわち、本実施形態においては、液浸空間 LS の界面 LG1 の周囲の空間 S1 に供給された二酸化炭素を含むガス GD が、界面 LG1 の近傍の液体 LQ の一部に混入し、溶解する。これにより、液体供給口 35 から供給され、界面 LG1 の近傍に存在する液体 LQ（純水）の一部が、炭酸水に変化する。そのため、その界面 LG1 の近傍の液体 LQ の比抵抗値が低下する。
- [0056] このように、本実施形態においては、空間 S1 に供給されたガス GD が、液浸部材 4 と基板 P との間において、液浸空間 LS の液体 LQ の一部に溶解し、その液体 LQ の一部の比抵抗値を低下させる。したがって、界面 LG1 の近傍において、液体 LQ の帯電が抑制される。

- [0057] 同様に、ガス供給口 37 から投影光学系 PL の側面 31 と液浸部材 4 の内面 32 との間の空間に供給されたガス GD の少なくとも一部は、界面 LG2 に接触する。界面 LG2 に接触するように供給された二酸化炭素を含むガス GD は、その界面 LG2 の近傍の液体 LQ に溶解し、その界面 LG2 の近傍の液体 LQ の比抵抗値を低下させる。これにより、界面 LG2 の近傍において、液体 LQ の帯電が抑制される。
- [0058] なお、ガス GD は、二酸化炭素（炭酸ガス）のみから構成されていてもよいし、例えば二酸化炭素と他のガス（クリーンな空気など）との混合ガスでもよい。
- [0059] なお、液体 LQ の比抵抗値を変更可能な物質が、二酸化炭素でなくともよく、例えばオゾンでもよいし、水素でもよい。それらの物質も、液体 LQ に混入することによって、その液体 LQ の比抵抗値を低下させることができる。また、ガス GD が、液体 LQ の比抵抗値を変更可能な 2 種類以上の物質を含んでいてもよく、例えば上述の二酸化炭素、オゾン、及び水素のうち、任意の 2 種類以上の物質を含んでもよい。
- [0060] また、本実施形態において、液浸部材 4 は、ガス GD の少なくとも一部を回収するガス回収口 38 と、ガス回収口 38 と別の位置に配置され、ガス GD の少なくとも一部を回収するガス回収口 39 とを備えている。ガス回収口 38 は、液浸部材 4 の下面 30 と基板 P の表面との間における、界面 LG1 の周囲の空間 S1 のガス GD の少なくとも一部を回収する。ガス回収口 39 は、投影光学系 PL の側面 31 と液浸部材 4 の内面 32 との間における、界面 LG2 の周囲の空間 S2 のガス GD の少なくとも一部を回収する。
- [0061] また、本実施形態において、液浸部材 4 は、液体 LQ の少なくとも一部を回収する液体回収口 40 を備えている。
- [0062] 本実施形態において、液体供給口 35 は、液浸部材 4 と終端光学素子 22 との間に液体 LQ を供給する。本実施形態において、液体供給口 35 は、内側面 32A に配置されている。本実施形態において、液体供給口 35 は、光路 K に面するように、液浸部材 4 の所定部位に配置されている。本実施形態に

において、液体供給口 35 は、射出面 23 と上面 33 との間に液体 LQ を供給する。

[0063] なお、液体供給口 35 が、外側面 31A と対向するように、内側面 32A に配置され、外側面 31A と内側面 32A との間の空間に液体 LQ を供給してもよい。

[0064] 本実施形態において、液体供給口 35 は、開口 34（露光光 EL の光路 K）に対して +Y 側及び -Y 側のそれぞれに配置されている。なお、液体供給口 35 が、開口 34（露光光 EL の光路 K）に対して +X 側及び -X 側のそれぞれに配置されてもよい。また、液体供給口 35 の数は、2 つに限られない。液体供給口 35 は、露光光 EL の光路 K の周囲において、3 箇所以上の位置に配置されてもよい。

[0065] 液体供給口 35 からの液体 LQ は、露光光 EL の光路 K に供給される。これにより、露光光 EL の光路 K が液体 LQ で満たされる。

[0066] 本実施形態においては、液体回収口 40 は、下面 30 の少なくとも一部に配置されている。本実施形態において、液浸部材 4 の下方に配置された基板 P の表面は、液体回収口 40 と対向可能である。

[0067] 本実施形態において、液体回収口 40 は、下面 30 において光路 K（光軸 AX）の周囲の少なくとも一部に配置されている。液体回収口 40 は、下面 30 と対向する位置に配置される基板 P（物体）上の液体 LQ を回収可能である。本実施形態において、XY 平面内における液体回収口 40 の形状は、円環状である。

[0068] なお、XY 平面内における液体回収口 40 の形状が、矩形の環状でもよい。また、液体回収口 40 が、光路 K の周囲の一部に配置されていてもよい。例えば、液体回収口 40 が、光路 K（開口 34）に対して、基板 P の走査方向の一方側（+Y 側）及び他方側（-Y 側）のみに配置されていてもよいし、複数の液体回収口 40 が下面 30 において光路 K の周囲に所定間隔で配置されていてもよい。

[0069] 本実施形態において、液体回収口 40 には、多孔部材 41 が配置されてい

る。多孔部材 4 1 は、複数の孔 (openings あるいは pores) を含むプレート状の部材である。なお、多孔部材 4 1 が、網目状に多数の小さい孔が形成された多孔部材 4 1 であるメッシュフィルタでもよい。液体回収口 4 0 は、多孔部材 4 1 の孔を介して、基板 P 上の液体 L Q を回収する。

[0070] 本実施形態においては、基板 P の露光の少なくとも一部において、液体供給口 3 5 による液体 L Q の供給動作と並行して、液体回収口 4 0 による液体 L Q の回収動作が実行される。基板 P の露光の少なくとも一部において、液体供給口 3 5 から射出面 2 3 と上面 3 3 との間に供給された液体 L Q の少なくとも一部は、開口 3 4 を介して、下面 3 0 と基板 P の表面との間に供給され、露光光 E L の光路 K が液体 L Q で満たされる。また、液体 L Q の一部は、下面 3 0 と基板 P の表面との間に保持される。液体供給口 3 5 による液体 L Q の供給動作と並行して、液体回収口 4 0 による液体 L Q の回収動作が実行されることによって、液浸部材 4 と基板 P との間に形成される液浸空間 L S の大きさ (体積) が定められる。基板 P は、射出面 2 3 と基板 P の表面との間の液体 L Q を介して、射出面 2 3 からの露光光 E L で露光される。

[0071] ガス供給口 3 6 は、空間 S 1 に面するように、液浸部材 4 の所定部位に配置されている。本実施形態において、ガス供給口 3 6 は、下面 3 0 の少なくとも一部に配置されている。

[0072] ガス供給口 3 6 は、光軸 A X に対する放射方向において、液体回収口 4 0 の外側に配置されている。ガス供給口 3 6 は、下面 3 0 において、光路 K (光軸 A X) の周囲の少なくとも一部に配置されている。本実施形態において、ガス供給口 3 6 は、液体 L Q が接触しない位置に配置されている。すなわち、ガス供給口 3 6 は、光軸 A X に対する放射方向において、界面 L G 1 の外側に配置される。

[0073] 本実施形態において、ガス供給口 3 6 は、ガス供給口 3 6 に対向する基板 P の表面に向かって気体 G D を供給する。なお、ガス供給口 3 6 が、光軸 A X に対する放射方向において内側に向かって (界面 L G 1 に向かって) ガス G D を供給してもよい。

- [0074] 本実施形態において、ガス供給口 36 は、光路 K（光軸 A X）の周囲の少なくとも一部に配置されている。本実施形態において、X Y 平面内におけるガス供給口 36 の形状は、円環状である。本実施形態において、ガス供給口 36 は、露光光 E L の光路 K を囲むように形成されたスリット開口である。なお、X Y 平面内におけるガス供給口 36 の形状が、矩形の環状でもよい。
- [0075] 本実施形態において、下面 30 の少なくとも一部に、凹部 42 が形成されている。凹部 42 は、下面 30 に対向する基板 P の表面から離れるように凹んでいる。本実施形態において、ガス供給口 36 は、凹部 42 を規定する凹部の内面に配置されている。
- [0076] 本実施形態において、X Y 平面内における凹部 42 の形状は、円環状である。なお、X Y 平面内における凹部 42 の形状が、矩形の環状でもよい。
- [0077] なお、ガス供給口 36 が、光路 K（光軸 A X）の周囲の一部に配置されていてもよい。例えば、複数のガス供給口 36 が、下面 30 において光路 K の周囲に所定間隔で配置されていてもよい。この場合、複数の凹部 42 を下面 30 に所定間隔で配置し、複数の凹部 42 の一部又はすべてに少なくとも 1 つのガス供給口 36 を配置してもよい。
- [0078] なお、複数のガス供給口 36 が、光軸 A X に対する放射方向に離れて配置されてもよい。例えば、ガス供給口 36 が、光路 K の周囲に配置される環状の第 1 のガス供給口と、その第 1 のガス供給口の外側に配置された第 1 ガス供給口とほぼ同心の第 2 のガス供給口とを含んでもよい。この場合、その第 1、第 2 のガス供給口の両方が、凹部 42 の内面に配置されてもよいし、第 1 のガス供給口及び第 2 のガス供給口のどちらか一方が、凹部 42 の外側の下面 30 に配置され、他方が、凹部 42 の内面に配置されてもよい。
- [0079] なお、凹部 42 を設けずに、下面 30 にガス供給口 36 を配置してもよい。
- [0080] ガス回収口 38 は、空間 S 1 に面するように、液浸部材 4 に配置されている。本実施形態において、ガス回収口 38 は、下面 30 の少なくとも一部に配置されている。

- [0081] 本実施形態において、ガス回収口 38 は、光軸 A X に対する放射方向において、ガス供給口 36 の外側に配置されている。ガス回収口 38 は、下面 30 において、ガス供給口 36 の周囲の少なくとも一部に配置されている。ガス回収口 38 は、界面 L G 1 の周囲の空間 S 1 のガス G D の少なくとも一部を回収可能である。
- [0082] 本実施形態において、X Y 平面内におけるガス回収口 38 の形状は、円環状である。本実施形態において、ガス回収口 38 は、露光光 E L の光路 K を囲むように形成されたスリット開口である。なお、X Y 平面内におけるガス回収口 38 の形状が、矩形の環状でもよい。
- [0083] 本実施形態において、下面 30 の少なくとも一部に、凹部 43 が形成されている。凹部 43 は、下面 30 に対向する基板 P の表面から離れるように凹んでいる。凹部 43 は、光路 K（光軸 A A X）の周囲に配置されている。凹部 43 は、光軸 A X に対する放射方向において、凹部 42 の外側に配置されている。本実施形態において、ガス回収口 38 は、凹部 43 を規定する凹部 43 の内面に配置されている。
- [0084] 本実施形態において、X Y 平面内における凹部 43 の形状は、円環状である。なお、X Y 平面内における凹部 43 の形状が、矩形の環状でもよい。
- [0085] なお、ガス回収口 38 が、ガス供給口 36 の周囲の一部に配置されていてもよい。例えば、複数のガス回収口 38 が、下面 30 において光路 K（光軸 A X）の周囲に所定間隔で配置されていてもよい。この場合、複数の凹部 43 を、下面 30 において光路 K の周囲に所定間隔で配置し、複数の凹部 43 のそれぞれに少なくとも一つのガス回収口 38 を配置してもよい。また、複数のガス回収口 38 が、光軸 A X に対する放射方向に離れて配置されてもよい。この場合、光路 K（光軸 A X）に近いガス回収口と、第 1 ガス回収口よりも光軸 A X から遠いガス回収口の両方を凹部 43 の内面に配置してもよいし、どちらか一方のみを凹部 43 の内部に内面に配置してもよい。
- [0086] 本実施形態においては、ガス供給口 36 からガス G D が供給された空間 S 1 の湿度を、チャンバ装置 5（環境制御装置 5 B）によって制御される内部

空間 8 の湿度よりも高くする加湿システム 4 4 が設けられている。加湿システム 4 4 は、液体 L Q の蒸気 G W によってガス G D を加湿する。

[0087] 本実施形態において、加湿システム 4 4 は、空間 S 1 に液体 L Q の蒸気 G W を供給する給気口 4 5 を有する。本実施形態において、給気口 4 5 は、空間 S 1 に面するように液浸部材 4 の下面 3 0 に配置されている。

[0088] 本実施形態において、チャンバ装置 5 は、内部空間 8 をクリーンな空気で満たし、給気口 4 5 は、水蒸気で加湿された空気を空間 S 1 に供給する。

[0089] 本実施形態において、給気口 4 5 は、ガス供給口 3 6 の近傍に配置されている。本実施形態においては、給気口 4 5 は、凹部 4 2 の内面に配置されている。

[0090] 本実施形態において、X Y 平面内における給気口 4 5 の形状は、円環状である。本実施形態において、給気口 4 5 は、露光光 E L の光路 K を囲むように形成されたスリット開口である。なお、X Y 平面内における給気口 4 5 の形状が、矩形の環状でもよい。

[0091] なお、複数の給気口 4 5 が、光軸 A X に対する放射方向に離れて配置されてもよい。また、給気口 4 5 が、光路 K の周囲の一部に配置されていてもよい。例えば、給気口 4 5 が、下面 3 0 において光路 K の周囲に所定間隔で複数配置されていてもよい。また、給気口 4 5 が凹部 4 2 の外の下面 3 0 に配置されていてもよい。また、複数の給気口 4 5 の一部が、凹部 4 2 に配置され、残りが凹部 4 2 の外側の下面 3 0 に配置されてもよい。

[0092] ガス供給口 3 7 は、空間 S 2 に面するように、液浸部材 4 に配置されている。本実施形態において、ガス供給口 3 7 は、内側面 3 2 A の少なくとも一部に配置されている。

[0093] ガス供給口 3 7 は、射出面 2 3 の上方に配置されている。ガス供給口 3 7 は、液体 L Q が接触しない位置に配置される。すなわち、ガス供給口 3 7 は、界面 L G 2 の上方に配置される。

[0094] 本実施形態において、ガス供給口 3 7 は、ガス供給口 3 7 に対向する終端光学素子 2 2 の外側面 3 1 A に向かってガス G D を供給する。なお、ガス供

給口 37 が、下方に向かって（界面 L G 2 に向かって）ガス G D を供給してもよい。

[0095] 本実施形態において、ガス供給口 37 は、環状である。本実施形態において、ガス供給口 37 は、外側面 31 A を囲むように形成されたスリット開口である。

[0096] なお、ガス供給口 37 が、光軸 A X の周囲の一部に配置されていてもよい。例えば、複数のガス供給口 37 が、内側面 32 A において光軸 A X の周囲に所定間隔で配置されていてもよい。

[0097] ガス回収口 39 は、空間 S 2 に面するように、液浸部材 4 に配置されている。本実施形態において、ガス回収口 39 は、内側面 32 A の少なくとも一部に配置されている。

[0098] ガス回収口 39 は、ガス供給口 37 の上方に配置されている。本実施形態において、ガス回収口 39 は、環状である。本実施形態において、ガス回収口 39 は、外側面 31 A を囲むように形成されたスリット開口である。

[0099] なお、ガス回収口 39 が、光路 K の周囲の一部に配置されていてもよい。例えば、複数のガス回収口 39 が、内側面 32 A において光軸 A X の周囲に所定間隔で配置されていてもよい。

[0100] なお、ガス供給口 37 及びガス回収口 39 が、上面 32 B に配置されていてもよい。また、ガス供給口 37 が、内側面 32 A に配置され、ガス回収口 39 が、上面 32 B に配置されてもよい。

[0101] 図 2 に示すように、液体供給口 35 は、供給流路を介して、液体供給装置 46 と接続されている。供給流路は、液浸部材 4 の内部流路、及びその内部流路と液体供給装置 46 とを接続する供給管の流路を含む。液体供給装置 46 は、クリーンで温度調整された液体 L Q を、液体供給口 35 に供給する。

[0102] 液体回収口 40 は、回収流路を介して、液体回収装置 47 と接続されている。本実施形態において、回収流路は、液浸部材 4 の内部流路、及びその内部流路と液体回収装置 47 とを接続する回収管の流路を含む。液体回収装置 47 は、真空システム（真空源と液体回収口 40 との接続状態を制御するバ

ルブなど)を含み、液体回収口40から液体LQを吸引して回収することができる。

[0103] 本実施形態において、制御装置7は、液体回収装置47を制御して、多孔部材41の下面側空間(多孔部材41の下面と基板Pの表面との間の空間)から上面側空間(回収流路)へ液体LQのみが通過するように、多孔部材41の上面側と下面側との圧力差を制御することができる。本実施形態において、下面側空間の圧力は、雰囲気に開放され、チャンバ装置5によって制御されている。制御装置7は、多孔部材41の下面側から上面側へ液体LQのみが通過するように、液体回収装置47を制御して、下面側の圧力に応じて、上面側の圧力を調整する。すなわち、制御装置7は、ガスは多孔部材41の孔を通過しないように上面側の空間の圧力を調整する。多孔部材41の一侧と他側との圧力差を調整して、多孔部材41の一侧から他側へ液体LQのみを通過させる技術は、例えば米国特許第7292313号明細書などに開示されている。

[0104] なお、本実施形態において、「雰囲気」は、液浸部材4を取り囲む気体である。本実施形態において、液浸部材4を取り囲む気体は、チャンバ装置5によって形成される内部空間8の気体である。本実施形態において、チャンバ装置5は、環境制御装置5Bを用いて、内部空間8をクリーンな空気で満たす。また、チャンバ装置5は、環境制御装置5Bを用いて、内部空間8をほぼ大気圧に調整する。もちろん、内部空間8を大気圧よりも高く設定してもよい。

[0105] 本実施形態において、投影光学系PLの側面31と液浸部材4の内面32との間の空間は、雰囲気に開放されている。また、液浸部材4の下面30と基板Pの表面との間の空間も、雰囲気に開放されている。

[0106] ガス供給口36は、給気流路を介して、ガス供給装置48と接続されている。給気流路は、液浸部材4の内部流路、及びその内部流路とガス供給装置48とを接続する給気管の流路を含む。ガス供給装置48は、クリーンで温度調整された気体GDを、ガス供給口36に供給することができる。

- [0107] 同様に、ガス供給口 37 は、給気流路を介して、ガス供給装置 49 と接続されている。
- [0108] 給気口 45 は、供給流路を介して、加湿装置 50 と接続されている。供給流路は、液浸部材 4 の内部流路、及びその内部流路と加湿装置 50 とを接続する供給管の流路を含む。加湿装置 50 は、液体 LQ の蒸気 GW を給気口 45 に供給する。
- [0109] ガス回収口 38 は、回収流路を介して、ガス回収装置 51 と接続されている。本実施形態において、回収流路は、液浸部材 4 の内部流路、及びその内部流路とガス回収装置 51 とを接続する回収管の流路を含む。ガス回収装置 51 は、真空システムを含み、ガス回収口 38 から空間 S1 のガスを吸引して回収することができる。
- [0110] 同様に、ガス回収口 39 は、回収流路を介して、ガス回収装置 52 と接続されている。
- [0111] 次に、上述の構成を有する露光装置 EX を用いて基板 P を露光する方法について説明する。
- [0112] まず、制御装置 7 は、投影光学系 PL の射出面 23 及び液浸部材 4 の下面 30 と基板 P の表面（あるいは基板ステージ 2 の上面 26）とを対向させる。
- [0113] 制御装置 7 は、射出面 23 及び下面 30 と基板 P の表面とを対向させた状態で、液体供給装置 46 から液体 LQ を送出する。また、制御装置 7 は、液体回収装置 47 を作動する。液体供給装置 46 から送出された液体 LQ は、液体供給口 35 に供給される。液体供給口 35 は、射出面 23 と基板 P の表面との間の光路 K が液体 LQ で満たされるように、射出面 23 と上面 33 との間に液体 LQ を供給する。液体供給口 35 から射出面 23 と上面 33 との間に供給された液体 LQ は、射出面 23 から射出される露光光 EL の光路 K に供給される。これにより、露光光 EL の光路 K は、液体 LQ で満たされる。
- [0114] また、液体供給口 35 から供給された液体 LQ の少なくとも一部は、開口

34を介して、下面30と基板Pの表面との間に供給され、下面30と基板Pの表面との間に保持される。これにより、液体供給口35から供給された液体LQによって、射出面23と基板Pとの間の露光光ELの光路Kが液体LQで満たされるように、液浸空間LSが形成される。

[0115] 下面30と基板Pの表面との間の液体LQの少なくとも一部は、液体回収口40より回収される。液体回収口40から回収された液体LQは、液体回収装置47に回収される。

[0116] また、制御装置7は、ガス供給装置48、49からガスGDを送出する。また、制御装置7は、ガス回収装置51、52を作動する。また、制御装置7は、加湿装置50を作動する。

[0117] ガス供給装置48から送出されたガスGDは、ガス供給口36より、基板P上に形成された液体LQの液浸空間LSの周囲の空間S1の少なくとも一部に供給される。また、加湿装置50から送出された蒸気GWは、給気口45より、空間S1の少なくとも一部に供給される。また、ガス供給装置49から送出されたガスGDは、ガス供給口37より、液体空間LSの周囲の空間S2の少なくとも一部に供給される。

[0118] 制御装置7は、液体供給口35による液体LQの供給動作と、液体回収口40による液体LQの回収動作と、ガス供給口36によるガスGDの供給動作と、給気口45による蒸気GWの供給動作と、ガス回収口38によるガスGD及び蒸気GWの回収動作と、ガス供給口37によるガスGDの供給動作と、ガス回収口39によるガスGDの回収動作とが並行して実行されるように、液体供給装置46、液体回収装置47、ガス供給装置48、加湿装置50、ガス回収装置51、ガス供給装置49、及びガス回収装置52のそれぞれを制御する。すなわち、制御装置7は、液体供給口35から供給された液体LQで液浸空間LSが形成された状態で、その液浸空間LSの周囲の空間S1にガスGD及び蒸気GWを供給するとともに、その空間S1のガスGD及び蒸気GWを回収する。また、制御装置7は、液浸空間LSが形成された状態で、その液浸空間LSの周囲の空間S2にガスGDを供給するとともに

、その空間S 2のガスGDを回収する。

[0119] 制御装置7は、液浸空間LSが形成された状態で、基板Pの露光を開始する。制御装置7は、照明系ILより露光光ELを射出して、マスクMを露光光ELで照明する。マスクMからの露光光ELは、投影光学系PLの射出面23から射出される。制御装置7は、射出面23と基板Pの表面との間の液体LQを介して、射出面23からの露光光ELで基板Pを露光する。これにより、マスクMのパターンの像が基板Pに投影され、基板Pが露光光ELで露光される。基板Pの露光中にも、液体供給口35による液体LQの供給動作と、液体回収口40による液体LQの回収動作と、ガス供給口36によるガスGDの供給動作と、給気口45による蒸気GWの供給動作と、ガス回収口38によるガスGD及び蒸気GWの回収動作と、ガス供給口37によるガスGDの供給動作と、ガス回収口39によるガスGDの回収動作とが並行して実行される。

[0120] 空間S 1にガスGDが供給されることによって、界面LG 1の近傍において、液体LQの帯電が抑制される。また、その液体LQに接触する液浸部材4の帯電、基板Pの帯電、及び基板ステージ2（プレート部材T）の帯電が抑制される。

[0121] 本実施形態においては、凹部42、43が設けられているので、ガスGDが満たされる空間S 1を大きくすることができる。したがって、空間S 1のガスGDは、液体LQに円滑に溶解することができ、帯電を抑制することができる。

[0122] また、空間S 2にガスGDが供給されることによって、界面LG 2の近傍において、液体LQの帯電が抑制される。また、その液体LQに接触する液浸部材4の帯電、及び終端光学素子22の帯電が抑制される。

[0123] また、空間S 1のガスGDは、ガス回収口38から回収されるので、ガスGDが液浸部材4の周囲の空間（雰囲気、内部空間8）に流出することが抑制される。同様に、ガス回収口39によって、空間S 2のガスGDが、液浸部材4の周囲の空間に流出することが抑制される。

- [0124] また、本実施形態においては、ガスGDが供給された空間S1に、蒸気GWが供給される。液浸空間LSの周囲の空間S1を高湿度にした状態で、ガスGDと液体LQとを接触させることによって、ガスGD（液体LQの比抵抗値を変更する物質）は、液体LQに溶解し易くなる。したがって、空間S1に蒸気GWを供給することによって、液体LQに対するガスGDの溶解が促進され、液体LQの帯電をより効果的に抑制することができる。
- [0125] また、液浸空間LSの周囲の空間S1を高湿度にすることで、液浸空間LSの液体LQの気化を抑制することができる。したがって、液体LQの気化熱による液体LQ、液浸部材4、基板ステージ2（プレート部材T）の温度変化の発生を抑制することができる。
- [0126] なお、ガス供給装置48が、加湿されたガスGDを、ガス供給口36に供給してもよい。すなわち、ガス供給装置48が加湿装置を備えていてもよい。この場合、加湿装置50及び給気口45を含む加湿システム44を省略してもよい。また、ガス供給装置49が、加湿されたガスGDを、ガス供給口37に供給してもよい。
- [0127] 本実施形態において、制御装置7は、ガス供給口36から空間S1に供給する単位時間当たりの気体GDの供給量とガス供給口37から空間S2に供給する単位時間当たりの気体GDの供給量の少なくとも一方を調整してもよい。例えば、液体LQの帯電量を検出可能なセンサを設け、そのセンサの検出結果に基づいて、制御装置7は、気体GDの供給量を調整する。例えば、液浸部材4の少なくとも一部に設けられた、液体LQの帯電量を検出可能な静電容量センサの検出結果に基づいて、制御装置7は、気体GDの供給量を調整することができる。気体GDの供給量に応じて、液体LQの比抵抗値が変更される。例えば、センサの検出結果に基づいて、液体LQの帯電量が大きいと判断された場合、制御装置7は、気体GDの供給量を多くする。一方、液体LQの帯電量が小さいと判断された場合、制御装置7は、気体GDの供給量を少なくする。また、制御装置7は、ガス供給口36からのガスGDに含まれる二酸化炭素の割合（濃度）とガス供給口37からのガスGDに含

まれる二酸化炭素の割合（濃度）の少なくとも一方を調整してもよい。この場合も、上述のセンサの結果に基づいて調整を行うことができる。また、制御装置 7 は、給気口 4 5 から空間 S 1 に供給する単位時間当たりの蒸気 GW の量（流速）を調整してもよい。この場合も、センサの検出結果に基づいて調整を行うことができる。

[0128] 液体供給口 3 5 から供給される液体 L Q が、純水（超純水）である場合、液体 L Q が帯電する可能性が高くなる。また、基板ステージ 2（プレート部材 T）の上面 2 6、基板 P の表面等、液体 L Q と接触する部材の表面が絶縁性である場合、その部材が帯電する可能性が高くなる。例えば、基板ステージ 2 の上面 2 6 が、絶縁性の撥液性材料（フッ素系材料など）で形成されている場合、帯電する可能性が高くなる。また、基板 P の表面が、絶縁性のトップコート膜で形成されている場合にも、帯電する可能性が高くなる。また、本実施形態の露光装置 E X は、走査型露光装置であり、液浸空間 L S が形成されている状態で、基板 P（基板ステージ 2）が X Y 平面内の所定方向に移動されることによって、液体 L Q 及び液体 L Q に接触する部材（基板 P、基板ステージ 2 等）の少なくとも一方が帯電する可能性が高くなる。

[0129] 本実施形態によれば、液浸空間 L S の周囲の空間 S 1、S 2 に、液体 L Q の比抵抗値を変更可能な物質を含むガス G D が供給されるので、液体 L Q 及びその液体 L Q に接触する部材の帯電を抑制することができる。すなわち、供給されたガス G D によって、界面 L G 1、L G 2 の近傍の液体 L Q が炭酸水に変化して、液体 L Q の比抵抗値が変更されるので、その界面 L G 1、L G 2 の近傍における液体 L Q の帯電を抑制することができる。特に、界面 L G 1、L G 2 の近傍の液体 L Q が帯電し易い場合、本実施形態は有効である。

[0130] 本実施形態においては、界面 L G 1 の周囲の空間 S 1 は、ガス G D で満たされ、界面 L G 2 の周囲の空間 S 2 は、ガス G D で満たされており、そのガス G D で満たされた空間 S 1、S 2 によって、液浸空間 L S の液体 L Q と、チャンバ装置 5 によって制御される内部空間 8 の気体（本実施形態において

は空気）との接触が抑制される。

[0131] 本実施形態においては、液体供給口 3 5 から供給された液体 L Q によって形成された液浸空間 L S の周囲の空間 S 1, S 2 に、液体 L Q の比抵抗値を変更可能な物質を含むガス G D が供給されるので、露光光 E L の光路 K の液体 L Q の物性変化を抑制しつつ、液浸空間 L S の周縁部の液体 L Q 及びその液体 L Q に接触する部材の帯電を抑制することができる。したがって、基板 P を良好に露光することができる。

[0132] 以上説明したように、本実施形態によれば、液浸空間 L S の液体 L Q の帯電、及びその液体 L Q に接触する部材の帯電を抑制することができる。したがって、露光不良の発生を抑制でき、不良デバイスの発生を抑制することができる。

[0133] 例えば、液体 L Q 及び部材の少なくとも一方が帯電すると、液体 L Q あるいは部材に異物（パーティクル）が吸着して、露光不良が発生する可能性がある。なお、異物としては、例えば、基板 P から発生する異物（感光膜の一部が剥離したもの、トップコート膜の一部が剥離したもの、反射防止膜の一部が剥離したもの等）、あるいは基板ステージ 2 の周囲の空中を浮遊する異物等が考えられる。

[0134] 本実施形態によれば、液体 L Q 及びその液体 L Q に接触する部材の帯電が抑制されるので、液体 L Q 及び部材に対する異物の吸着を抑制できる。したがって、露光不良の発生を抑制できる。

[0135] <第 2 実施形態>

次に、第 2 実施形態について説明する。以下の説明において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略若しくは省略する。

[0136] 図 4 は、第 2 実施形態に係る液浸部材 4 B の一例を示す図である。第 2 実施形態は、第 1 実施形態の変形例である。上述の第 1 実施形態と異なる第 2 実施形態の特徴的な部分は、内側面 3 2 A の少なくとも一部に、凹部 5 3, 5 4 が形成され、その凹部 5 3 を規定する凹部 5 3 の内面に、ガス G D を供

給するガス給気口 37B、及び蒸気GWを供給する給気口 55Bが配置され、凹部 54 を規定する凹部 54 の内面に、ガスGD及びガスGWを回収するガス回収口 39Bが配置されている点にある。

[0137] 図4において、凹部 53 は、内側面 32Aに対向する外側面 31Aから離れるように凹んでいる。凹部 53 は、外側面 31Aの周囲に配置されている。凹部 54 は、凹部 53 の上方に配置されている。凹部 54 は、内側面 32Aに対向する外側面 31Aから離れるように凹んでいる。凹部 54 は、外側面 31Aの周囲に配置されている。

[0138] ガス供給口 37Bは、凹部 53 の内面に配置されている。ガス供給口 37Bは、外側面 31Aと内側面 32Aとの間の空間S2にガスGDを供給する。給気口 55Bは、液体LQの蒸気GWを空間S2に供給して、ガスGDが供給された空間S2の湿度を、内部空間8の湿度より高くする。

[0139] 本実施形態においては、凹部 53、54 が設けられているので、ガスGDが満たされる空間S2を大きくすることができる。したがって、空間S2のガスGDは、液体LQに円滑に溶解することができ、帯電を抑制することができる。また、空間S2に蒸気GWが供給されるので、液体LQに対するガスGDの溶解が促進され、液体LQの帯電をより効果的に抑制することができる。また、液体LQの界面LG2の近傍での液体LQの気化が抑制されるので、液体LQ、終端光学素子22、液浸部材4Bの温度が変化を抑えることができる。

[0140] なお、第2実施形態においては、凹部 53 にガス供給口 37Bと給気口 55Bとが配置されているが、一方を凹部 53 に配置し、他方を凹部 53 の外の内側面 32Aに配置してもよい。

[0141] また、凹部 53 を設けずに、内側面 32Aにガス供給口 37Bと給気口 55Bを配置してもよい。また、凹部 54 を設けずに、内側面 32Aにガス回収口 39Bを配置してもよい。

[0142] また、第2実施形態においても、ガス供給口 37B、ガス回収口 39B、及び給気口 55Bの少なくとも一つを液浸部材4Bの上面32Bに設けるこ

とができる。

[0143] <第3実施形態>

次に、第3実施形態について説明する。以下の説明において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略若しくは省略する。

[0144] 図5は、第3実施形態に係る液浸部材4Cの一例を示す図である。第3実施形態は、第1実施形態の変形例である。上述の第1実施形態と異なる第3実施形態の特徴的な部分は、露光光ELの光路Kの周囲の少なくとも一部であって、光軸AXに対する放射方向において、液浸部材4Cの外側に配置された保持部材56にガス供給口36Cと、給気口45Cと、ガス回収口38Cとが配置されている点にある。

[0145] 本実施形態において、保持部材56は、液浸部材4Cの周囲に配置された環状の部材である。保持部材56は、基板Pの表面と対向可能な下面57を有する。本実施形態においては、保持部材56の下面57と基板Pの表面との間に、ガス供給口36Cから供給されたガスGDの少なくとも一部が保持される。

[0146] 本実施形態においては、液浸部材4Cに、露光光ELの光路Kを液体LQで満たすために液体LQを供給する液体供給口35Cと、液体LQを回収する液体回収口40C（多孔部材41C）と、空間S2にガスGDを供給するガス供給口37Cと、空間S2のガスGDを回収するガス回収口39Cとが配置されている。

[0147] 本実施形態においては、保持部材56の下面57に、空間S1にガスGDを供給するガス供給口36Cと、空間S1に蒸気GWを供給する給気口45Cと、空間S1のガスGD及び蒸気GWを回収するガス回収口38Cとが配置されている。ガス供給口36C及び給気口45Cは、下面57に形成された凹部42Cの内面に配置され、ガス回収口38Cは、下面57に形成された凹部43Cの内面に配置されている。本実施形態において、空間S1は、液浸部材4Cの下面30Cの少なくとも一部、及び保持部材56の下面57

と基板Pの表面との間の空間である。

[0148] 本実施形態においても、液体LQ等の帯電を抑制して、露光不良の発生を抑制することができる。

[0149] なお、本実施形態において、ガス供給口36C及び給気口45Cが、液浸部材4Cに配置され、ガス回収口38Cが保持部材56に配置されてもよい。すなわち、ガス供給口36C、給気口45C、及びガス回収口38Cの一部を保持部材56に配置し、残りを液浸部材4Cに配置してもよい。また、ガス供給口36C、給気口45C、及びガス回収口38Cの一部を、さらに別の部材に配置してもよい。

[0150] また、第3実施形態においても、ガス供給口36Cと給気口45Cの一方を凹部42C内に配置し、他方を保持部材56の下面57に配置してもよいし、凹部42Cを設けずに、ガス供給口36Cと給気口45Cの両方を下面57に設けてもよい。また、第3実施形態においても、凹部43Cを設けずに、下面57にガス回収口38Cを設けてもよい。また、第3実施形態においても、ガス供給口36Cから加湿されたガスGDを供給して、給気口45Cを省いてもよい。また、第3実施形態においても、空間S2に液体LQの蒸気を供給してもよいし、ガス供給口37Cから加湿されたガスGDを供給してもよい。

[0151] なお、上述の第1～第3実施形態においては、蒸気GWが、液体LQの蒸気によってガスGDを加湿する場合を例にして説明したが、液体LQと異なる液体の蒸気によって、ガスGDを加湿してもよい。

[0152] また、上述の第1～第3実施形態においては、ガス供給口から空間S1に供給されるガスGDとガス供給口から空間S2に供給されるガスGDは同じであったが、異なってもよい。例えば、空間S1に供給されるガスGDは、液体LQの比抵抗値を変更する物質として二酸化炭素を含み、空間S2に供給されるガスGDが液体LQの比抵抗値を変更する物質として水素を含んでいてもよい。あるいは、空間S1に供給されるガスGDと、空間S2に供給されるガスGDとで、液体LQの比抵抗値を変更する物質の濃度（割合

）が異なってもよい。

[0153] また、上述の第１～第３実施形態において、液体ＬＱの比抵抗値を変更する物質を含むガスの供給を、空間Ｓ１と空間Ｓ２のどちらか一方のみに実行してもよい。また、上述の第１～第３実施形態において、給気口から蒸気ＧＷを供給することによって、及び／又はガス供給口から加湿されたガスＧＤを供給することによって、空間Ｓ１の少なくとも一部を加湿しているが、加湿しなくてもよい。また、上述の第１～第３実施形態において、空間Ｓ１から気体を回収するガス回収口と空間Ｓ２から気体を回収するガス回収口の少なくとも一方を省略してもよい。

[0154] ＜第４実施形態＞

次に、第４実施形態について説明する。以下の説明において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略若しくは省略する。

[0155] 図６は、第４実施形態に係る液浸部材４Ｄの一例を示す図である。図６において、液浸部材４Ｄは、射出面２３から射出される露光光ＥＬの光路Ｋを第１の比抵抗値を有する第１液体ＬＱ１で満たすために第１液体ＬＱ１を供給する第１供給口３５Ｄと、第１液体ＬＱ１で形成された液浸空間ＬＳ１の周囲の空間Ｓ１１の少なくとも一部に、第１液体ＬＱ１とは異なる比抵抗値を有する第２液体ＬＱ２を供給する第２供給口３６Ｄを備えている。本実施形態において、第２液体ＬＱ２は、第１液体ＬＱ１よりも低い比抵抗値を有する。

[0156] 上述の第１実施形態の液浸部材４と同様、本実施形態に係る液浸部材４Ｄは、光路Ｋの周囲の少なくとも一部に配置される。液浸空間ＬＳ１の一部は、液浸部材４Ｄの下面３０Ｄに対向する基板Ｐと、液浸部材４Ｄの下面３０Ｄとの間に形成される。

[0157] 第１供給口３５Ｄは、射出面２３と上面３３との間に第１液体ＬＱ１を供給する。本実施形態において、第１液体ＬＱ１は、水（純水）である。

[0158] 第２供給口３６Ｄは、液浸部材４Ｄの下面３０Ｄに配置されている。第２

供給口 36D は、空間 S11 に第 2 液体 LQ2 を供給する。本実施形態において、第 2 液体 LQ2 は、第 1 液体 LQ1 を含む。すなわち、第 2 液体 LQ2 の主成分は、第 1 液体 LQ1（水）である。

[0159] 本実施形態において、第 2 液体 LQ2 は、第 1 液体 LQ1 の比抵抗値を低下させる物質を第 1 液体 LQ1 に溶解させる（添加する）ことによって形成される。本実施形態において、その物質は、二酸化炭素である。すなわち、第 2 液体 LQ2 は、二酸化炭素を第 1 液体 LQ1（水）に溶解させることによって形成された炭酸水である。

[0160] なお、第 2 液体 LQ2 が、オゾンを含んでもよいし、水素を含んでもよい。すなわち、第 2 液体 LQ2 が、オゾン水を水に溶解させたオゾン水でもよいし、水素を水に溶解させた水素水でもよい。オゾン水、あるいは水素水であっても、第 1 液体 LQ1 の比抵抗値を低下させることができる。

[0161] また、液浸部材 4D は、下面 30D に配置され、基板 P 上の第 1 液体 LQ1 の少なくとも一部を回収する第 1 回収口 40D を備えている。第 1 回収口 40D には、多孔部材 41D が配置される。液浸部材 4D の第 1 回収口 40D は、上述の第 1 実施形態の液浸部材 4 の液体回収口 40 とほぼ同じ構成であるため、詳細な説明は省略する。

[0162] 第 2 供給口 36D は、光軸 AX に対する放射方向において、第 1 回収口 40D の外側に配置されている。本実施形態において、XY 平面内における第 2 供給口 36D の形状は、環状である。第 2 供給口 36D は、第 1 回収口 40D を囲むように配置されている。なお、複数の第 2 供給口 36D が、下面 30D において光路 K の周囲に所定間隔で配置されていてもよい。

[0163] また、液浸部材 4D は、下面 30D に配置され、基板 P 上の第 2 液体 LQ2 の少なくとも一部を回収する第 2 回収口 58D を備えている。第 2 回収口 58D は、光軸 AX に対する放射方向において、第 2 供給口 36D の外側に配置されている。第 2 回収口 58D には、多孔部材 59D が配置されている。第 1 回収口 40D と同様、第 2 回収口 58D は、多孔部材 59 の孔を介して、液体のみを回収し、ガスは回収しない。

[0164] また、液浸部材 4 D は、内側面 3 2 A に配置され、終端光学素子 2 2 と液浸部材 4 D との間の空間 S 2 に、第 1 液体 L Q 1 の比抵抗値を変更可能な物質を含むガス G D を供給可能なガス供給口 3 7 D と、空間 S 2 のガス G D を回収可能なガス回収口 3 9 D とを備えている。液浸部材 4 D のガス供給口 3 7 D、及びガス回収口 3 9 D は、上述の第 1 実施形態の液浸部材 4 のガス供給口 3 7、及びガス回収口 3 9 D とほぼ同じ構成であるため、詳細な説明は省略する。

[0165] 次に、上述の構成を有する露光装置 E X を用いて基板 P を露光する方法について説明する。

[0166] 制御装置 7 は、射出面 2 3 及び下面 3 0 D と基板 P の表面とを対向させた状態で、第 1 供給口 3 5 D による第 1 液体 L Q 1 の供給動作を行うとともに、第 1 回収口 4 0 D による液体の回収動作を行う。第 1 供給口 3 5 D は、露光光 E L の光路 K に第 1 液体 L Q 1 を供給する。下面 3 0 D と基板 P の表面との間の第 1 液体 L Q 1 の少なくとも一部は、第 1 回収口 4 0 D より回収される。第 1 供給口 3 5 D から供給された第 1 液体 L Q 1 によって、射出面 2 3 と基板 P の表面との間の露光光 E L の光路 K が第 1 液体 L Q 1 で満たされるように、液浸空間 L S 1 が形成される。

[0167] また、制御装置 7 は、ガス供給口 3 7 D による空間 S 2 に対するガス G D の供給動作を行うとともに、ガス回収口 3 9 D による空間 S 2 のガス G D の回収動作を行う。これにより、空間 S 2 がガス G D で満たされ、ガス G D は、第 1 液体 L Q 1 の界面 L G 2 に接触する。

[0168] また、制御装置 7 は、第 2 供給口 3 6 D による空間 S 1 1 に対する第 2 液体 L Q 2 の供給動作を行うとともに、第 2 回収口 5 8 D による空間 S 1 1 の第 2 液体 L Q 2 の回収動作を行う。第 2 供給口 3 6 D より空間 S 1 1 に供給された第 2 液体 L Q 2 の少なくとも一部は、第 1 回収口 4 0 D より回収される。また、第 2 供給口 3 6 D より空間 S 1 1 に供給された第 2 液体 L Q 2 の少なくとも一部は、第 2 回収口 5 8 D より回収される。すなわち、本実施形態においては、第 1 回収口 4 0 D は、基板 P 上の第 1 液体 L Q 1 及び第 2 液体

LQ2を回収し、第2回収口58Dは、基板P上の第2液体LQ2を主に回収する。

[0169] これにより、空間S11が第2液体LQ2で満たされ、第2供給口36Dより空間S11に供給された第2液体LQ2は、液浸空間LS1の第1液体LQ1の界面LG1に接触する。

[0170] 制御装置7は、液浸空間LS1が形成された状態で、基板Pの露光を開始する。制御装置7は、射出面23と基板Pの表面との間の第1液体LQ1を介して、射出面23からの露光光ELで基板Pを露光する。

[0171] 基板Pの露光中にも、第1供給口35Dによる第1液体LQ1の供給動作と、第2供給口36Dによる第2液体LQ2の供給動作と、第1回収口40Dによる第1、第2液体LQ1、LQ2の回収動作と、第2回収口58Dによる第2液体LQ2の回収動作と、ガス供給口37DによるガスGDの供給動作と、ガス回収口39DによるガスGDの回収動作とが並行して実行される。

[0172] 本実施形態においては、第1液体LQ1で形成された液浸空間LS1の周囲の空間S1は、比抵抗値が低い第2液体LQ2で満たされ、その第2液体LQ2で満たされた空間S11によって、液浸空間LS1の第1液体LQ1と、チャンバ装置5によって制御される内部空間8の気体（本実施形態においては空気）との接触が抑制される。

[0173] 本実施形態においては、空間S11に、第1液体LQ1よりも低い比抵抗値を有し、界面LG1の近傍の第1液体LQ1と混ざり合っ、その界面LG1の近傍における第1液体LQ1の比抵抗値を低下させることができる第2液体LQ2が供給されるので、第1液体LQ1の帯電が抑制される。また、その第1液体LQ1に接触する液浸部材4の帯電、基板Pの帯電、及び基板ステージ2（プレート部材T）の帯電が抑制される。

[0174] <第5実施形態>

次に、第5実施形態について説明する。以下の説明において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡

略若しくは省略する。

[0175] 図 7 は、第 5 実施形態に係る液浸部材 4 E の一例を示す図である。第 5 実施形態に係る液浸部材 4 E は、上述の第 4 実施形態に係る液浸部材 4 D の変形例である。第 4 実施形態に係る液浸部材 4 D と異なる第 5 実施形態に係る液浸部材 4 E の特徴的な部分は、光軸 A X に対する放射方向において、第 2 液体 L Q 2 を供給する第 2 供給口 3 6 E が、第 1 回収口 4 0 E の内側に配置されている点にある。また、本実施形態の液浸部材 4 E においては、第 2 回収口（5 8 D）が省略されている。

[0176] 本実施形態において、第 2 供給口 3 6 E は、液浸部材 4 E の下面 3 0 E において光路 K の周囲に配置されている。すなわち、第 2 供給口 3 6 E の形状は、環状である。なお、複数の第 2 供給口 3 6 E が、下面 3 0 E において光路 K の周囲に所定間隔で配置されていてもよい。

[0177] また、液浸部材 4 E は、空間 S 2 にガス G D を供給するガス供給口 3 7 E と、空間 S 2 のガス G D を回収するガス回収口 3 9 E とを有する。液浸部材 4 E のガス供給口 3 7 E、及びガス回収口 3 9 E は、上述の第 1 実施形態の液浸部材 4 のガス供給口 3 7、及びガス回収口 3 9 D とほぼ同じ構成であるため、詳細な説明は省略する。

[0178] 本実施形態においては、光路 K をが、第 1 液体 L Q 1 によって形成され、液浸部材 4 E と基板 P との間における界面 L G 1 1 を含む液浸空間 L S 2 の周縁部が、第 1 供給口 3 5 E からの第 1 液体 L Q 1 と第 2 供給口 3 6 E からの第 2 液体 L Q 2 とによって形成される。第 1 回収口 4 0 E は、多孔部材 4 1 E を介して、第 1 液体 L Q 1 及び第 2 液体 L Q 2 の両方を回収する。

[0179] 本実施形態においては、界面 L G 1 1 の近傍で、第 1 液体 L Q 1 より低い比抵抗値の第 2 液体 L Q 2 が供給されているので、界面 L G 1 1 の近傍における液浸空間 L S の液体の帯電を効果的に抑制することができる。

[0180] なお、本実施形態において、光軸 A X に対する放射方向において、第 1 回収口 4 0 E の外側に、第 1 回収口 4 0 から離れて配置された第 2 回収口を、液浸部材 4 E の下面 3 0 E に設けてもよい。

[0181] また、本実施形態において、光軸 A X に対する放射方向において、第 1 回収口 40 E の外側に第 2 液体 L Q 2 の蒸気を供給する給気口を設けて、上述の第 1 ～第 3 実施形態と同様に、液浸空間 L S 2 の周囲の少なくとも一部に、内部空間 8 よりも高湿度な空間を形成してもよい。

[0182] <第 6 実施形態>

次に、第 6 実施形態について説明する。以下の説明において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略若しくは省略する。

[0183] 図 8 は、第 6 実施形態に係る液浸部材 4 F の一例を示す図である。第 6 実施形態は、第 4 実施形態の変形例である。上述の第 4 実施形態と異なる第 6 実施形態の特徴的な部分は、露光光 E L の光路 K の周囲の少なくとも一部であって、光軸 A X に対する放射方向において、液浸部材 4 F の外側に配置された保持部材 56 F に第 2 供給口 36 F、及び第 2 回収口 58 F（多孔部材 59 F）が配置されている点にある。

[0184] 本実施形態において、保持部材 56 F は、液浸部材 4 F の周囲に配置された環状の部材である。保持部材 56 F は、基板 P の表面と対向可能な下面 57 F を有する。本実施形態においては、保持部材 56 F の下面 57 F と基板 P の表面との間に、第 2 液体 L Q 2 の少なくとも一部が保持される。

[0185] 本実施形態においては、液浸部材 4 F に、光路 K に第 1 液体 L Q 1 を供給する第 1 供給口 35 F と、多孔部材 41 F が配置され、基板 P 上の液体を回収する第 1 回収口 40 F と、空間 S 2 にガス G D を供給するガス供給口 37 F と、空間 S 2 のガス G D を回収するガス回収口 39 F とが配置されている。

[0186] 本実施形態においては、保持部材 56 F の下面 57 F に、空間 S 11 に第 2 液体 L Q 2 を供給する第 2 供給口 36 F と、第 2 液体 L Q 2 の少なくとも一部を回収する第 2 回収口 58 F とが配置されている。第 2 回収口 58 F は、多孔部材 59 F を介して、第 2 液体 L Q 2 を回収する。光軸 A X に対する放射方向において、第 2 回収口 58 F は、第 2 供給口 36 F の外側に配置さ

れている。第2回収口58Fは、第2供給口36Fからの第2液体LQ2を主に回収し、第1回収口40Fは、第1供給口35Fからの第1液体LQ1と第2供給口36Fからの第2液体LQ2とを回収する。

[0187] 本実施形態においても、第1液体LQ1等の帯電を抑制して、露光不良の発生を抑制することができる。

[0188] なお、本実施形態において、第2供給口36Fを保持部材56Fに配置し、第2回収口58Fを、液浸部材4F及び保持部材56Fとは異なる部材に配置してもよい。

[0189] <第7実施形態>

次に、第7実施形態について説明する。以下の説明において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略若しくは省略する。

[0190] 図9は、第7実施形態に係る液浸部材4Gの一例を示す図である。第7実施形態は、第6実施形態の変形例である。

[0191] 図9に示すように、空間S11に第2液体LQ2を供給する第2供給口36Gが、液浸部材4Gの下面30Gに設けられている。また、液浸部材4Gは、光路Kに第1液体LQ1を供給する第1供給口35Gと、空間S2にガスGDを供給するガス供給口37Gと、空間S2のガスGDを回収するガス回収口39Gと、基板P上の液体を回収する第1回収口40Gとを有する。

[0192] 本実施形態においては、第2液体LQ2の少なくとも一部を回収する第2回収口58Gが、保持部材56Gの下面57Gに設けられている。

[0193] 本実施形態においても、第1液体LQ1等の帯電を抑制して、露光不良の発生を抑制することができる。

[0194] なお、上述の第4～第7実施形態においては、第2液体LQ2が、第1液体LQ1の比抵抗を低下させる物質を第1液体LQ1に溶解させることによって形成される場合を例にして説明したが、第1液体LQ1と異なる液体に物質を溶解させることによって形成されてもよい。すなわち、第1液体LQ1の主成分と、第2液体LQ2の主成分とが異なってもよい。

- [0195] また、上述の第４～第７実施形態において、第２液体ＬＱ２に含まれる第１液体ＬＱ１の比抵抗値を低下させる物質が、空間Ｓ２に供給されるガスＧＤに含まれる第１液体ＬＱ１の比抵抗値を低下させる物質と異なってもよい。
- [0196] また、上述の第４～第７実施形態において、空間Ｓ２から気体を回収するガス回収口（３９Ｄ，３９Ｅ，３９Ｆ，３９Ｇ）が液浸部材（４Ｄ，４Ｅ，４Ｆ，４Ｇ）の上面３２に設けられていてもよいし、ガス回収口（３９Ｄ，３９Ｅ，３９Ｆ，３９Ｇ）がなくてもよい。
- [0197] また、上述の第４～第７実施形態において、空間Ｓ２に第１液体ＬＱ１の蒸気を供給してもよいし、第１液体ＬＱ１の蒸気で加湿されたガスＧＤを空間Ｓ２に供給してもよい。
- [0198] また、上述の第４～第７実施形態において、空間Ｓ２にガスＧＤを供給するガス供給口（３７Ｄ，３７Ｅ，３７Ｆ，３７Ｇ）、及び空間Ｓ２から気体を回収するガス回収口（３９Ｄ，３９Ｅ，３９Ｆ，３９Ｇ）を省いてもよい。
- [0199] また、上述の第４、第６、及び第７実施形態において、光軸ＡＸに対する放射方向において、第２回収口（５８Ｄ，５８Ｆ，５８Ｇ）の外側に第２液体ＬＱ２の蒸気を供給する給気口を設けて、上述の第１～第３実施形態と同様に、空間Ｓ１１の周囲の少なくとも一部に、内部空間８よりも高湿度な空間を形成してもよい。
- [0200] また、上述の第４、第６、及び第７実施形態において、第２回収口（５８Ｄ，５８Ｆ，５８Ｇ）は液体のみが回収されるように多孔部材（５９Ｄ，５９Ｆ，５９Ｇ）の上側空間の圧力と下面空間の圧力との差が調整されているが、第２回収口（５８Ｄ，５８Ｆ，５８Ｇ）が液体を気体と一緒に回収するようにしてもよい。この場合、多孔部材（５９Ｄ，５９Ｆ，５９Ｇ）を省略してもよい。
- [0201] また、上述の第４、第６、及び第７実施形態において、第２回収口（多孔部材）が第１回収口（多孔部材）よりも下方に配置されていてもよい。

- [0202] また、上述の第１～第７実施形態において、第１回収口（４０など）は液体のみを回収しているが、液体を気体と一緒に回収してもよい。この場合、第１回収口（４０など）の多孔部材（４１など）を省略してもよい。
- [0203] また、上述の第１～第７実施形態において、液浸部材（４など）は、終端光学素子２２に対して、Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸の少なくとも一つと平行に可動であってもよいし、Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸に対して回転可能であってもよい。
- [0204] なお、上述の第１～第７実施形態において、液浸部材のプレート部４１が省略されてもよい。例えば、射出面２３の周囲の少なくとも一部に液浸部材の下面（３０など）を設けてもよい。この場合、液浸部材の下面（３０など）が射出面２３と同じ高さ、あるいは射出面２３よりも上方（＋Ｚ側）に配置されてもよい。
- [0205] なお、上述の第１～第７実施形態においては、投影光学系ＰＬの終端光学素子２２の射出側（像面側）の光路が液体ＬＱ（第１液体ＬＱ１）で満たされているが、例えば国際公開第２００４／０１９１２８号パンフレットに開示されているように、終端光学素子２２の入射側（物体面側）の光路も液体で満たされる投影光学系を採用することもできる。なお、終端光学素子２２の入射側の光路に満たされる液体は、液体ＬＱ（第１液体ＬＱ１）と同じ種類の液体でもよいし、異なる種類の液体でもよい。
- [0206] なお、上述の各実施形態の液体ＬＱ（第１液体ＬＱ１）は水であるが、水以外の液体であってもよい。例えば、液体ＬＱ（第１液体ＬＱ１）として、ハイドロフロロエーテル（ＨＦＥ）、過フッ化ポリエーテル（ＰＦＰＥ）、フロンブリンオイル等を用いることも可能である。また、液体ＬＱとして、種々の流体、例えば、超臨界流体を用いることも可能である。
- [0207] なお、上述の各実施形態の基板Ｐとしては、半導体デバイス製造用の半導体ウエハのみならず、ディスプレイデバイス用のガラス基板、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。
- [0208] 露光装置ＥＸとしては、マスクＭと基板Ｐとを同期移動してマスクＭのパ

ターンを走査露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置（スキャニングステッパ）の他に、マスクMと基板Pとを静止した状態でマスクMのパターンを一括露光し、基板Pを順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置（ステッパ）にも適用することができる。

[0209] さらに、ステップ・アンド・リピート方式の露光において、第1パターンと基板Pとをほぼ静止した状態で、投影光学系を用いて第1パターンの縮小像を基板P上に転写した後、第2パターンと基板Pとをほぼ静止した状態で、投影光学系を用いて第2パターンの縮小像を第1パターンと部分的に重ねて基板P上に一括露光してもよい（スティッチ方式の一括露光装置）。また、スティッチ方式の露光装置としては、基板P上で少なくとも2つのパターンを部分的に重ねて転写し、基板Pを順次移動させるステップ・アンド・スティッチ方式の露光装置にも適用できる。

[0210] また、例えば対応米国特許第6611316号明細書に開示されているように、2つのマスクのパターンを、投影光学系を介して基板上で合成し、1回の走査露光によって基板上の1つのショット領域をほぼ同時に二重露光する露光装置などにも本発明を適用することができる。また、プロキシミティ方式の露光装置、ミラープロジェクション・アライナーなどにも本発明を適用することができる。

[0211] また、本発明は、米国特許第6341007号明細書、米国特許第6208407号明細書、米国特許第6262796号明細書等を開示されているような複数の基板ステージを備えたツインステージ型の露光装置にも適用できる。

[0212] 更に、例えば米国特許第6897963号明細書、米国特許出願公開第2007/0127006号明細書等を開示されているような、基板を保持する基板ステージと、基準マークが形成された基準部材及び／又は各種の光電センサを搭載し、露光対象の基板を保持しない計測ステージとを備えた露光装置にも本発明を適用することができる。また、複数の基板ステージと計測

ステージとを備えた露光装置にも適用することができる。

[0213] 露光装置E Xの種類としては、基板Pに半導体素子パターンを露光する半導体素子製造用の露光装置に限られず、液晶表示素子製造用又はディスプレイ製造用の露光装置や、薄膜磁気ヘッド、撮像素子（CCD）、マイクロマシン、MEMS、DNAチップ、あるいはレチクル又はマスクなどを製造するための露光装置などにも広く適用できる。

[0214] また、上述の各実施形態では、露光光ELとしてArFエキシマレーザ光を発生する光源装置として、ArFエキシマレーザを用いてもよいが、例えば、米国特許第7023610号明細書に開示されているように、DFB半導体レーザ又はファイバーレーザなどの固体レーザ光源、ファイバーアンプなどを有する光増幅部、及び波長変換部などを含み、波長193nmのパルス光を出力する高調波発生装置を用いてもよい。さらに、上記実施形態では、前述の各照明領域と、投影領域がそれぞれ矩形状であるものとしたが、他の形状、例えば円弧状などでもよい。

[0215] なお、上述の各実施形態においては、光透過性の基板上に所定の遮光パターン（又は位相パターン・減光パターン）を形成した光透過型マスクを用いたが、このマスクに代えて、例えば米国特許第6778257号明細書に開示されているように、露光すべきパターンの電子データに基づいて透過パターン又は反射パターン、あるいは発光パターンを形成する可変成形マスク（電子マスク、アクティブマスク、あるいはイメージジェネレータとも呼ばれる）を用いてもよい。可変成形マスクは、例えば非発光型画像表示素子（空間光変調器）の一種であるDMD（Digital Micro-mirror Device）等を含む。また、非発光型画像表示素子を備える可変成形マスクに代えて、自発光型画像表示素子を含むパターン形成装置を備えるようにしても良い。自発光型画像表示素子としては、例えば、CRT（Cathode Ray Tube）、無機ELディスプレイ、有機ELディスプレイ（OLED：Organic Light Emitting Diode）、LEDディスプレイ、LDディスプレイ、電界放出ディスプレイ（FED：Field Emission Display）、プラズマディスプレイ（PDP：Plasma

Display Panel) 等が挙げられる。

[0216] 上述の各実施形態においては、投影光学系PLを備えた露光装置を例に挙げて説明してきたが、投影光学系PLを用いない露光装置及び露光方法に本発明を適用することができる。このように投影光学系PLを用いない場合であっても、露光光はレンズ等の光学部材を介して基板に照射され、そのような光学部材と基板との間の所定空間に液浸空間が形成される。

[0217] また、例えば国際公開第2001/035168号パンフレットに開示されているように、干渉縞を基板P上に形成することによって、基板P上にライン・アンド・スペースパターンを露光する露光装置（リソグラフィシステム）にも本発明を適用することができる。

[0218] 以上のように、本実施形態の露光装置EXは、本願請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電氣的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電氣的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度及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。

[0219] 半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図10に示すように、マイクロデバイスの機能・性能設計を行うステップ201、この設計ステップに基づいたマスク（レチクル）を製作するステップ202、デバイスの基材である基板を製造するステップ203、上述の実施形態に従って、マスクのパターンを用いて露光光で基板を露光すること、及び露光された基板を現像するこ

とを含む基板処理ステップ 204、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程などの加工プロセスを含む）205、検査ステップ 206 等を経て製造される。

[0220] なお、上述の各実施形態の要件は、適宜組み合わせることができる。また、一部の構成要素を用いない場合もある。また、法令で許容される限りにおいて、上述の各実施形態及び変形例で引用した露光装置などに関する全ての公開公報及び米国特許の開示を援用して本文の記載の一部とする。

符号の説明

[0221] 2…基板ステージ、4…液浸部材、5…チャンバ装置、5B…環境制御装置、7…制御装置、8…内部空間、22…終端光学素子、23…射出面、35…液体供給口、35D…第1供給口、36…ガス供給口、36D…第2供給口、37…ガス供給口、38…ガス回収口、39…ガス回収口、44…加湿システム、45…給気口、56…保持部材、EL…露光光、EX…露光装置、GD…ガス、GW…蒸気、K…光路、LG1…界面、LG2…界面、LQ…液体、LQ1…第1液体、LQ2…第2液体、LS…液浸空間、P…基板、PL…投影光学系、S1…空間、S2…空間

請求の範囲

- [請求項1] 液体を介して露光光で基板を露光する露光装置であって、
前記露光光を射出する射出面を有する光学系と、
前記射出面から射出される前記露光光の光路を前記液体で満たすために前記液体を供給する液体供給口と、
前記液体で形成された液浸空間の周囲の空間の少なくとも一部に、
前記液体の比抵抗値を変更可能な物質を含む流体を供給する流体供給口と、
を備える露光装置。
- [請求項2] 前記光路の周囲の少なくとも一部に配置された液浸部材をさらに備え、
前記液浸空間の一部が前記液浸部材と対向する物体と前記液浸部材との間に形成される請求項 1 記載の露光装置。
- [請求項3] 前記光路の周囲の少なくとも一部であって、前記光学系の光軸に対する放射方向において前記液浸部材の外側に配置された保持部材をさらに備え、
前記保持部材と前記物体との間に前記流体の少なくとも一部が保持される請求項 2 記載の露光装置。
- [請求項4] 前記流体供給口と、前記流体の少なくとも一部を回収する流体回収口とが、前記液浸部材に設けられている請求項 2 又は 3 記載の露光装置。
- [請求項5] 前記流体供給口が前記液浸部材に設けられ、
前記流体の少なくとも一部を回収する流体回収口が、前記保持部材に設けられている請求項 3 記載の露光装置。
- [請求項6] 前記流体供給口と、前記流体の少なくとも一部を回収する流体回収口とが、前記保持部材に設けられている請求項 3 記載の露光装置。
- [請求項7] 前記光学系の光軸に対する放射方向において、前記流体回収口は、前記流体供給口の外側に配置されている請求項 4 ～ 6 のいずれか一項

記載の露光装置。

[請求項8] 前記液浸部材は、前記液体の少なくとも一部を回収する液体回収口を有し、

前記光学系の光軸に対する放射方向において、前記流体供給口は、前記液体回収口の外側に配置されている請求項 2 ～ 7 のいずれか一項記載の露光装置。

[請求項9] 前記光学系と前記液浸部材との間の空間の少なくとも一部に、前記液体の比抵抗値を変更可能な物質を含むガスを供給可能なガス供給口をさらに備える請求項 2 ～ 8 のいずれか一項記載の露光装置。

[請求項10] 前記流体は、ガスを含まず請求項 1 ～ 9 のいずれか一項記載の露光装置。

[請求項11] 前記基板の露光が行われる空間の環境を制御する制御装置と、
前記ガスが供給された空間の湿度を前記制御装置によって制御される空間の湿度よりも高くする加湿装置と、を備える請求項 10 記載の露光装置。

[請求項12] 前記加湿装置は、前記液体の蒸気によって前記ガスを加湿する請求項 11 記載の露光装置。

[請求項13] 前記流体は、液体を含む請求項 1 ～ 9 のいずれか一項記載の露光装置。

[請求項14] 前記物質は、前記液体供給口から供給される前記液体に可溶である請求項 1 ～ 13 のいずれか一項記載の露光装置。

[請求項15] 前記物質は、前記液体の比抵抗値を低下させる請求項 1 ～ 14 のいずれか一項記載の露光装置。

[請求項16] 前記物質は、二酸化炭素、オゾン、及び水素の少なくとも一つを含む請求項 1 ～ 15 のいずれか一項記載の露光装置。

[請求項17] 露光光で基板を露光する露光装置であって、
前記露光光を射出する射出面を有する光学系と、
前記射出面から射出される前記露光光の光路を第 1 の比抵抗値を有

する第 1 液体で満たすために前記第 1 液体を供給する第 1 供給口と、
前記第 1 液体で形成された液浸空間の周囲の空間の少なくとも一部に、前記第 1 液体よりも低い比抵抗値を有する第 2 液体を供給する第 2 供給口と、
を備える露光装置。

[請求項18] 前記光路の周囲の少なくとも一部に配置された液浸部材をさらに備え、

前記液浸空間の一部が前記液浸部材に対向する物体と前記液浸部材との間に形成される請求項 17 記載の露光装置。

[請求項19] 前記液浸部材は、前記第 1 液体の少なくとも一部を回収する第 1 回収口を有し、

前記光学系の光軸に対する放射方向において、前記第 2 供給口は、前記第 1 回収口の外側に配置されている請求項 18 記載の露光装置。

[請求項20] 前記光路の周囲の少なくとも一部であって、前記光学系の光軸に対する放射方向において、前記液浸部材の外側に配置された保持部材をさらに備え、

前記保持部材と前記物体との間に前記第 2 液体の少なくとも一部が保持される請求項 18 又は 19 記載の露光装置。

[請求項21] 前記第 2 供給口と、前記第 2 液体の少なくとも一部を回収する第 2 回収口とが、前記液浸部材に設けられている請求項 18～20 のいずれか一項記載の露光装置。

[請求項22] 前記第 2 供給口が前記液浸部材に設けられ、

前記第 2 液体の少なくとも一部を回収する第 2 回収口が、前記保持部材に設けられている請求項 18 又は 19 記載の露光装置。

[請求項23] 前記第 2 供給口と、前記第 2 液体の少なくとも一部を回収する第 2 回収口とが、前記保持部材に設けられている請求項 18 又は 19 記載の露光装置。

[請求項24] 前記光学系の光軸に対する放射方向において、前記第 2 回収口は、

前記第 2 供給口の外側に配置されている請求項 21～23 のいずれか一項記載の露光装置。

[請求項25] 前記光学系と前記液浸部材との間の空間の少なくとも一部に、前記第 1 液体の比抵抗値を変更可能な物質を含むガスを供給可能なガス供給口をさらに備える請求項 18～24 のいずれか一項記載の露光装置。

[請求項26] 前記第 2 液体は、前記第 1 液体を含む請求項 17～25 のいずれか一項記載の露光装置。

[請求項27] 前記第 2 液体は、二酸化炭素、オゾン、及び水素の少なくとも一つを含む請求項 17～26 のいずれか一項記載の露光装置。

[請求項28] 前記第 2 液体は、前記第 1 液体の比抵抗値を低下させる物質を前記第 1 液体に溶解させることによって形成される請求項 17～26 のいずれか一項記載の露光装置。

[請求項29] 前記物質は、二酸化炭素、オゾン、及び水素の少なくとも一つを含む請求項 28 記載の露光装置。

[請求項30] 液体を介して露光光で基板を露光する露光装置であって、
前記露光光を射出する射出面を有する光学系と、
前記射出面から射出される前記露光光の光路を前記液体で満たすために前記液体を供給する液体供給口と、
前記液体の比抵抗値を変更可能な物質を含む流体を供給する流体供給口と、
前記液体で形成された液浸空間の周囲の空間の少なくとも一部から前記流体の少なくとも一部を回収する流体回収口と、を備える露光装置。

[請求項31] 前記光路の周囲の少なくとも一部に配置された液浸部材をさらに備え、
前記液浸空間の一部が前記液浸部材と対向する物体と前記液浸部材との間に形成される請求項 30 記載の露光装置。

- [請求項32] 前記流体供給口と、前記流体の少なくとも一部を回収する流体回収口とが、前記液浸部材に設けられている請求項31記載の露光装置。
- [請求項33] 前記液浸部材は、前記液体の少なくとも一部を回収する液体回収口を有し、
前記光学系の光軸に対する放射方向において、前記流体回収口は、前記液体回収口の外側に配置されている請求項31または32記載の露光装置。
- [請求項34] 前記光学系と前記液浸部材との間の空間の少なくとも一部に、前記液体の比抵抗値を変更可能な物質を含むガスを供給可能なガス供給口をさらに備える請求項30～33のいずれか一項記載の露光装置。
- [請求項35] 前記物質は、前記液体供給口から供給される前記液体に可溶である請求項30～34のいずれか一項記載の露光装置。
- [請求項36] 前記物質は、前記液体の比抵抗値を低下させる請求項30～35のいずれか一項記載の露光装置。
- [請求項37] 前記物質は、二酸化炭素、オゾン、及び水素の少なくとも一つを含む請求項30～36のいずれか一項記載の露光装置。
- [請求項38] 請求項1～37のいずれか一項記載の露光装置を用いて基板を露光することと、
前記露光された基板を現像することと、
を含むデバイス製造方法。
- [請求項39] 光学系の射出面と基板との間の露光光の光路を液体で満たすことと、
前記基板上に形成された前記液体の液浸空間の周囲の空間の少なくとも一部に、前記液体の比抵抗値を変更可能な物質を含む流体を供給することと、
前記射出面と前記基板との間の前記液体を介して前記露光光で前記基板を露光することと、
を含む露光方法。

[請求項40] 光学系の射出面と基板との間の露光光の光路を第1液体で満たすことと、

前記基板上に形成された前記第1液体の液浸空間の周囲の空間の少なくとも一部に、前記第1液体よりも低い比抵抗値を有する第2液体を供給することと、

前記射出面と前記基板との間の前記第1液体を介して前記露光光で前記基板を露光することと、

を含む露光方法。

[請求項41] 光学系の射出面と基板との間の露光光の光路を液体で満たすことと

、

前記液体の比抵抗値を変更可能な物質を含む流体を供給することと

、

前記基板上に形成された前記液体の液浸空間の周囲の空間の少なくとも一部から前記流体の少なくとも一部を回収することと、

前記射出面と前記基板との間の前記液体を介して前記露光光で前記基板を露光することと、

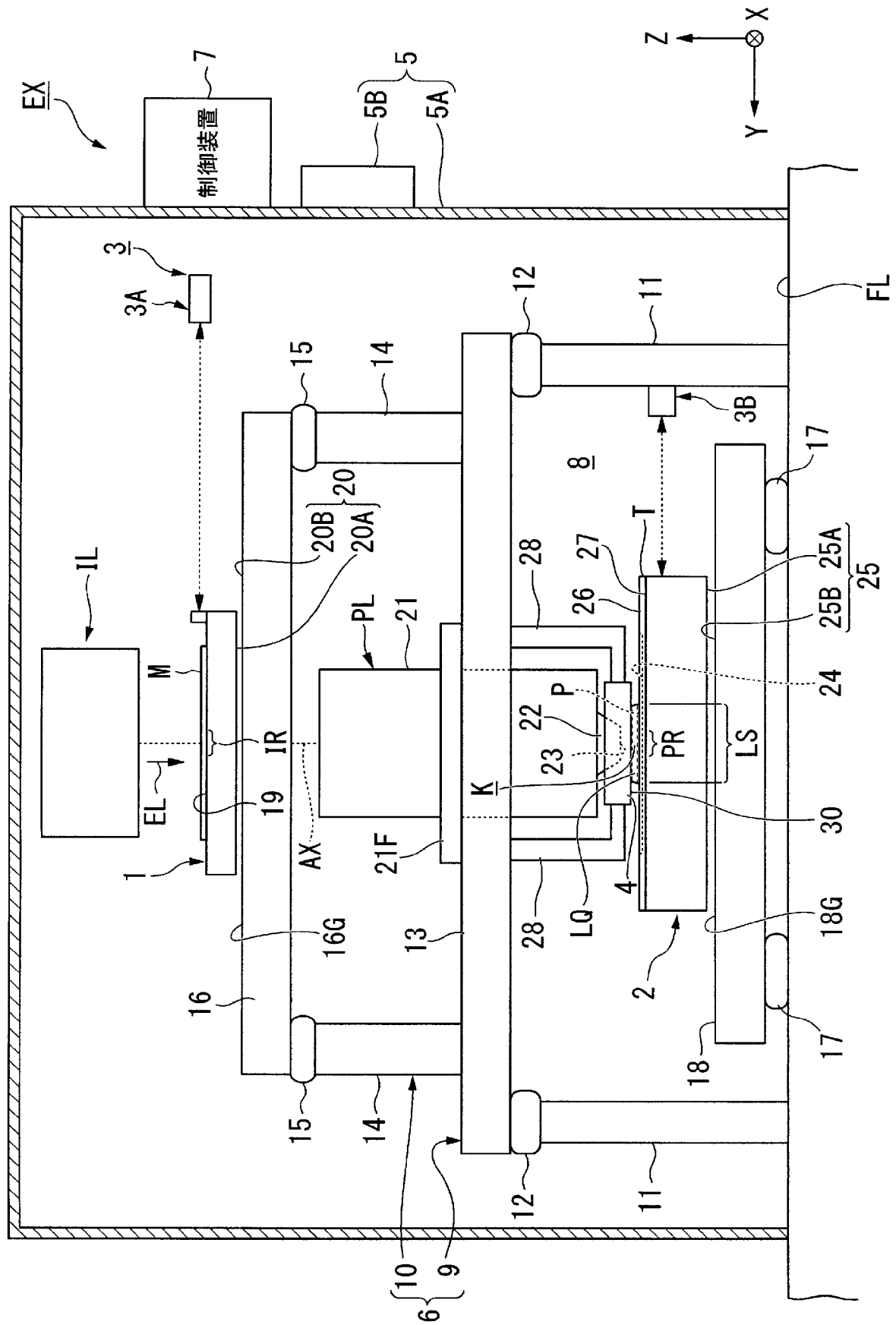
を含む露光方法。

[請求項42] 請求項39～41のいずれか一項記載の露光方法を用いて基板を露光することと、

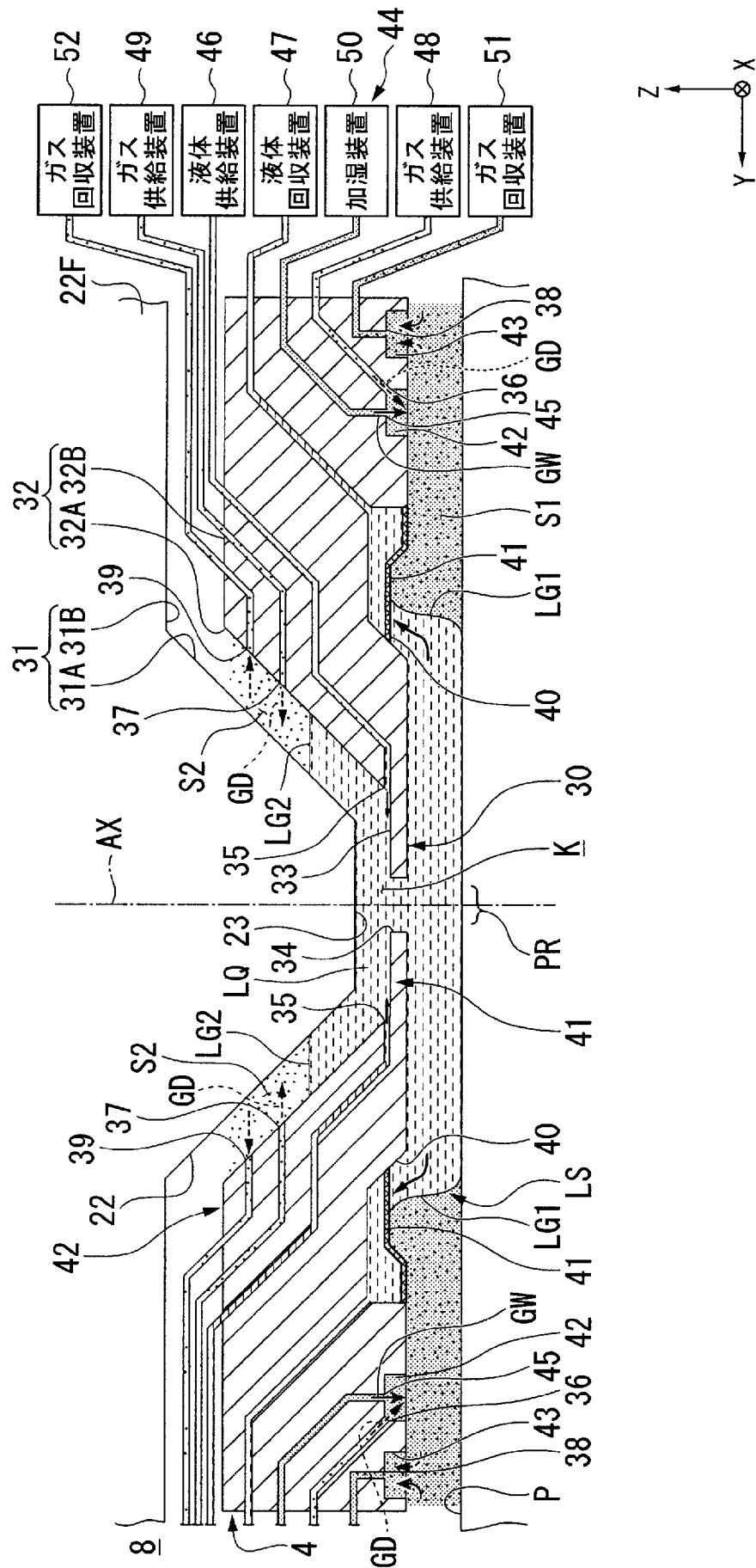
前記露光された基板を現像することと、

を含むデバイス製造方法。

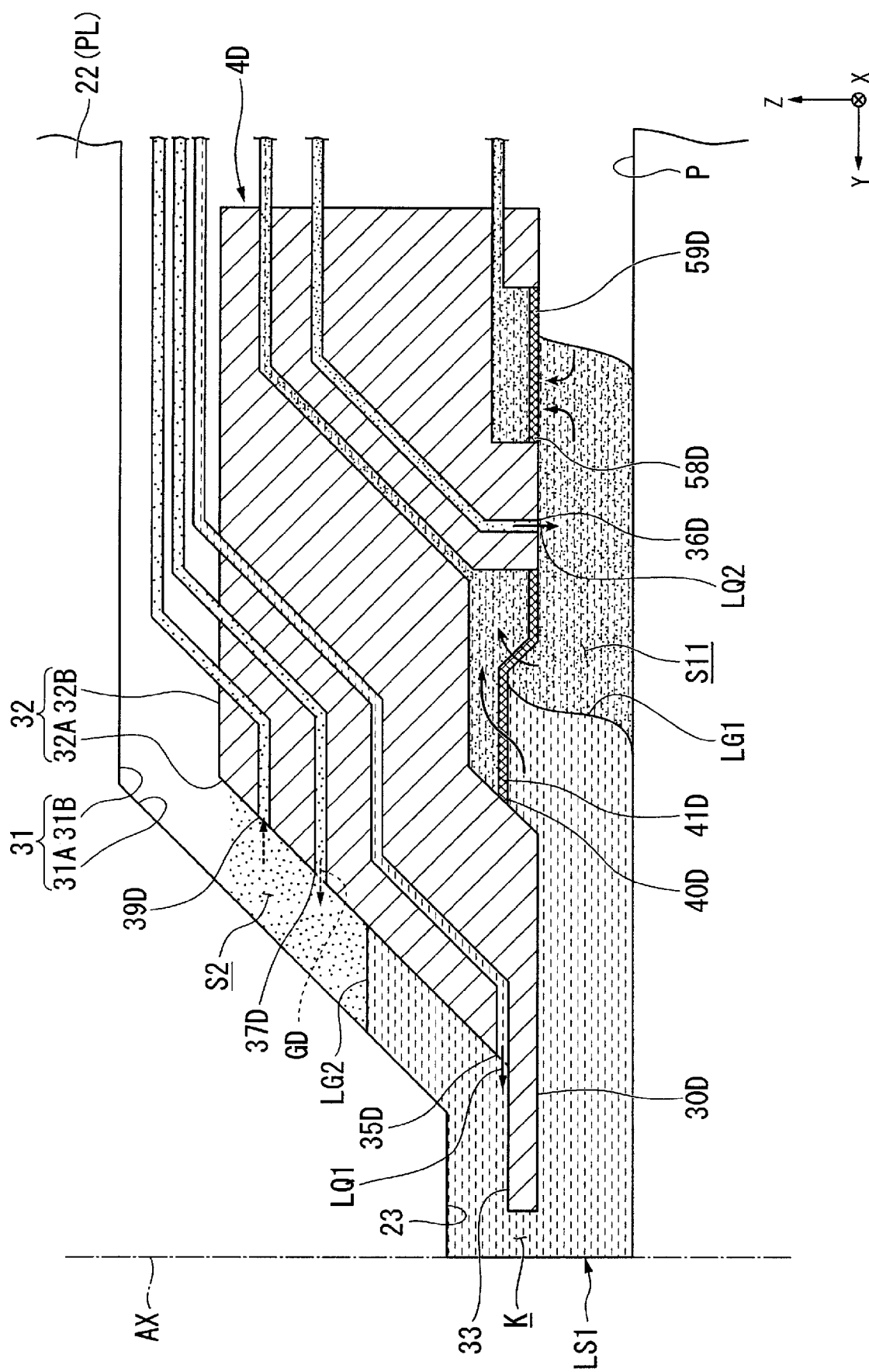
[図1]



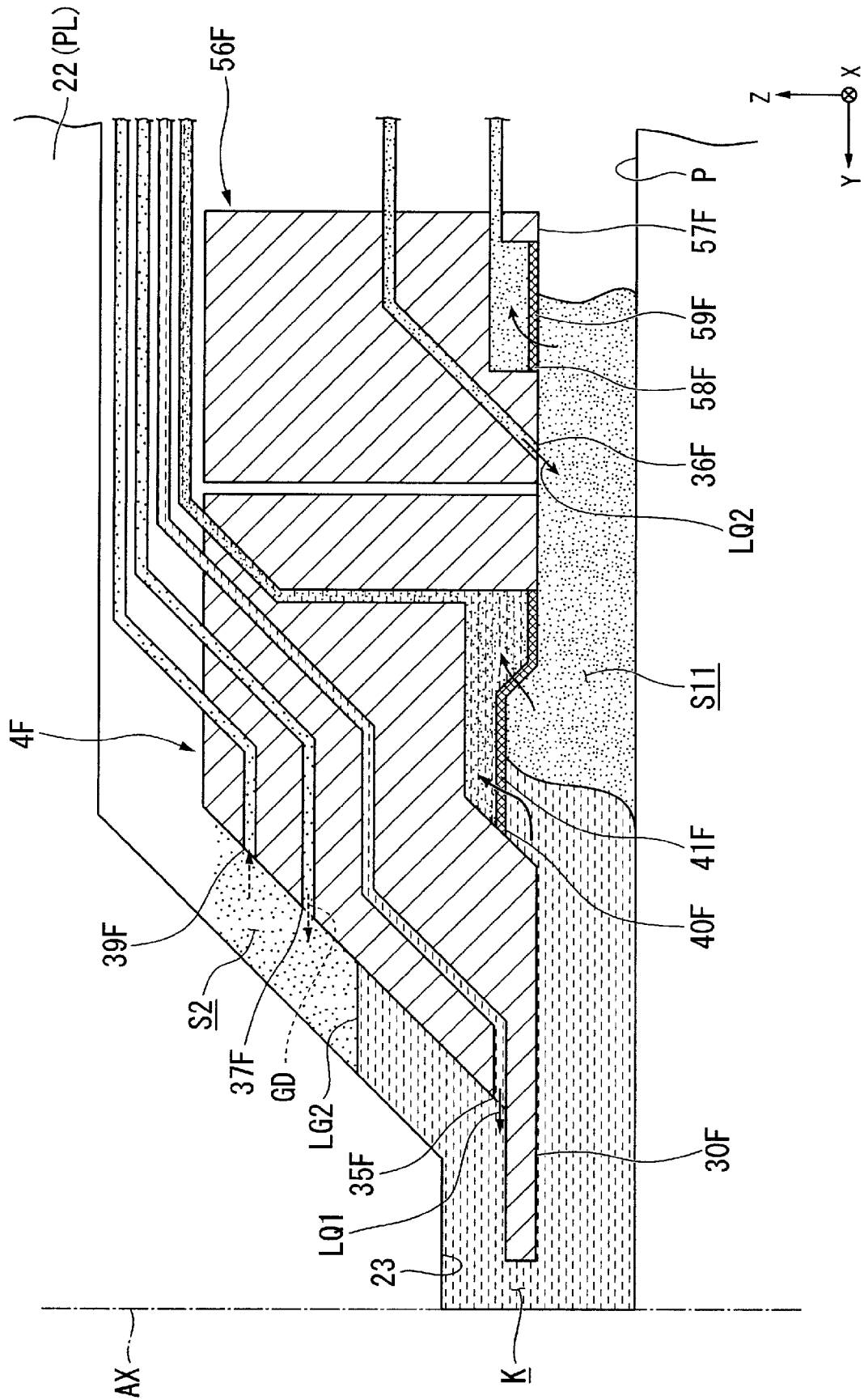
[図2]



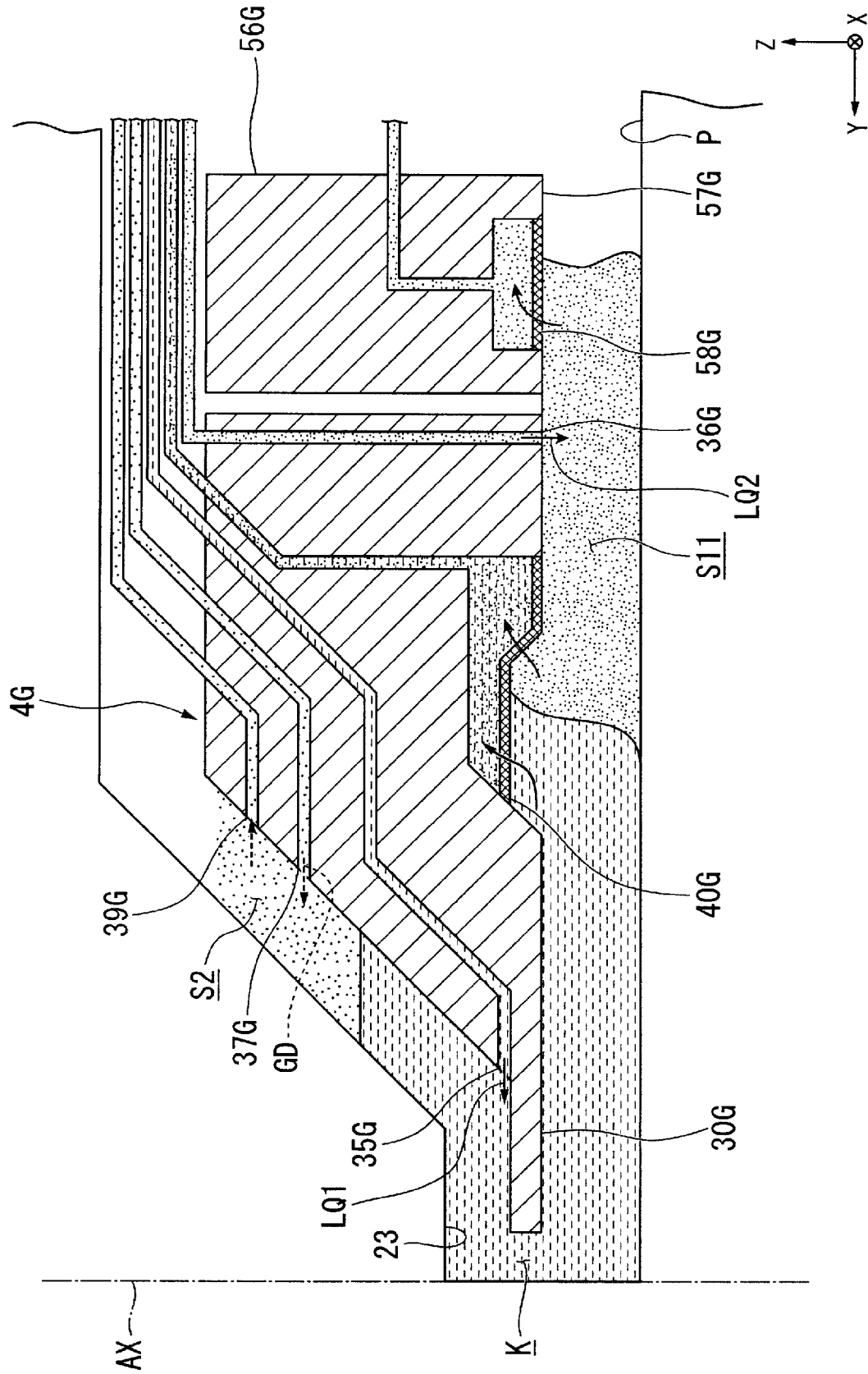
[図6]



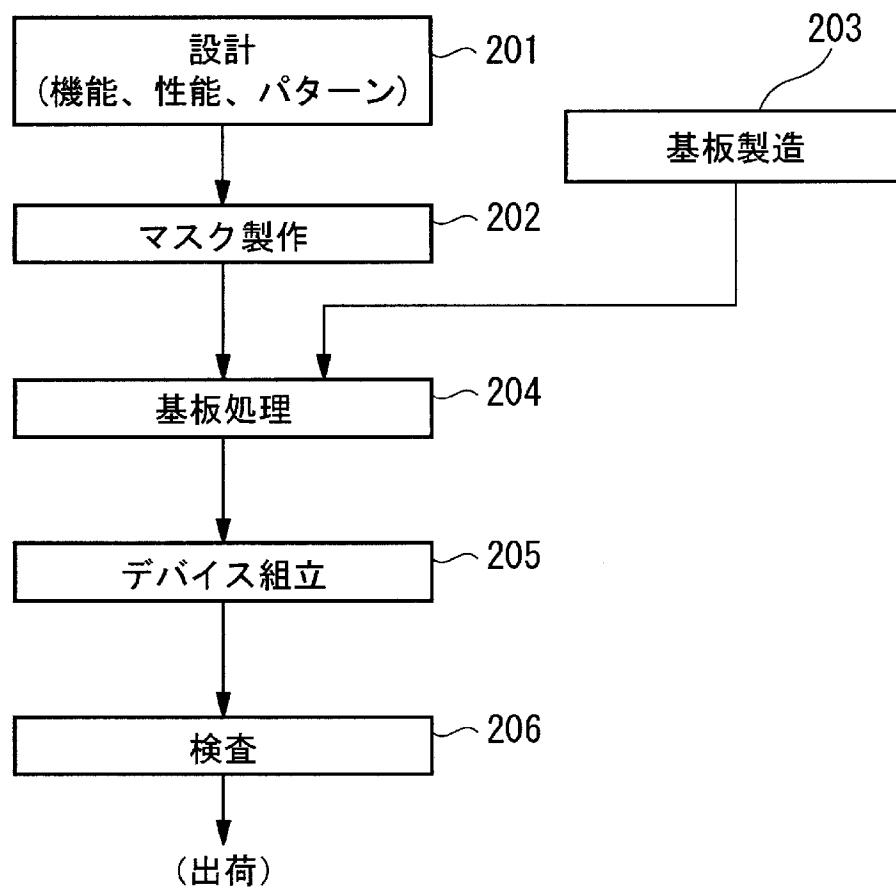
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/001695

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.
X	WO 2006/115186 A1 (NIKON CORP.), 02 November 2006 (02.11.2006),	1-10, 14-16, 30-39, 41, 42
Y	entire text (particularly, paragraphs [0035], [0085] to [0087], [0098], [0101]) & US 2007/0139632 A1 & EP 1876635 A1 & KR 10-2007-0122442 A & CN 101099224 A	11, 12, 25
Y	JP 2008-504708 A (BOC GROUP PLC.), 14 February 2008 (14.02.2008), entire text (particularly, paragraphs [0023], [0024]) & US 2006/0001851 A1 & GB 424208 D & EP 1761824 A2 & WO 2006/003373 A2 & KR 10-2007-0027655 A & CN 101014905 A	11, 12

☒ 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 June, 2010 (08.06.10)

Date of mailing of the international search report
22 June, 2010 (22.06.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/001695

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2006/137410 A1 (NIKON CORP.), 28 December 2006 (28.12.2006), entire text (particularly, paragraphs [0103]	1-8, 13, 17-24, 26-33, 35-42
Y	to [0110], [0157] to [0166]) & US 2007/0085989 A1 & EP 1895571 A1 & KR 10-2008-0018158 A	25
A	JP 10-340846 A (NIKON CORP.), 22 December 1998 (22.12.1998), entire text (particularly, paragraphs [0026], [0027]) (Family: none)	1-42
A	JP 2005-183693 A (CANON INC.), 07 July 2005 (07.07.2005), entire text (particularly, paragraphs [0012], [0014]) & US 2006/0050257 A1 & EP 1697974 A1 & WO 2005/062351 A1 & KR 10-2006-0101529 A & TW 285796 B	1-42
A	JP 2006-024819 A (RENESAS TECHNOLOGY KABUSHIKI KAISHA), 26 January 2006 (26.01.2006), entire text (particularly, paragraph [0021]) (Family: none)	1-42
A	JP 2007-013180 A (QIMONDA AG.), 18 January 2007 (18.01.2007), entire text (particularly, paragraphs [0015], [0044] to [0046], [0051]) & US 2007/0004234 A1 & EP 1739488 A1 & KR 10-2007-0001844 A	1-42
A	JP 2007-165852 A (TAIWAN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING CO., LTD.), 28 June 2007 (28.06.2007), entire text (particularly, paragraphs [0023], [0024]) & US 2007/0085034 A1 & KR 10-2007-0041352 A & CN 1949082 A & NL 1032675 A1	1-42
A	JP 2006-019585 A (ADVANCED LCD TECHNOLOGIES DEVELOPMENT CENTER CO., LTD.), 19 January 2006 (19.01.2006), entire text (particularly, paragraphs [0040] to [0050]) (Family: none)	1-42

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/001695

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 2008-530789 A (ASML NETHERLANDS B.V.), 07 August 2008 (07.08.2008), entire text (particularly, paragraphs [0022], [0023]) & US 2009/0134488 A1 & EP 1849040 A2 & WO 2006/084641 A2 & CN 101128775 A & SG 155256 A & KR 10-2007-0102742 A & KR 10-2009-0101306 A	1-42

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 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 請求項の番号
X	WO 2006/115186 A1 (NIKON CORP.) 2006.11.02, 全文 (特に、[0035], [0085]-[0087], [0098], [0101])	1-10, 14-16, 30-39, 41, 42
Y	& US 2007/0139632 A1 & EP 1876635 A1 & KR 10-2007-0122442 A & CN 101099224 A	11, 12, 25
Y	JP 2008-504708 A (BOC GROUP PLC) 2008.02.14, 全文 (特に、[0023], [0024]) & US 2006/0001851 A1 & GB 424208 D & EP 1761824 A2 & WO 2006/003373 A2 & KR 10-2007-0027655 A & CN 101014905 A	11, 12

☒ 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

0 8 . 0 6 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

2 2 . 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 秀樹

2 M

3 1 5 4

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 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 請求項の番号
X	WO 2006/137410 A1 (NIKON CORP.) 2006. 12. 28, 全文 (特に、[0103]-[0110], [0157]-[0166]) & US 2007/0085989 A1 & EP 1895571 A1 & KR 10-2008-0018158 A	1-8, 13, 17-24 , 26-33, 35-42
Y		25
A	JP 10-340846 A (NIKON CORP.) 1998. 12. 22, 全文 (特に、[0026], [0027]) (ファミリーなし)	1-42
A	JP 2005-183693 A (CANON INC.) 2005. 07. 07, 全文 (特に、[0012], [0014]) & US 2006/0050257 A1 & EP 1697974 A1 & WO 2005/062351 A1 & KR 10-2006-0101529 A & TW 285796 B	1-42
A	JP 2006-024819 A (RENESAS TECHNOLOGY KK) 2006. 01. 26, 全文 (特に、[0021]) (ファミリーなし)	1-42
A	JP 2007-013180 A (QIMONDA AG) 2007. 01. 18, 全文 (特に、[0015], [0044]-[0046], [0051]) & US 2007/0004234 A1 & EP 1739488 A1 & KR 10-2007-0001844 A	1-42
A	JP 2007-165852 A (TAIWAN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING CO., LTD.) 2007. 06. 28, 全文 (特に、[0023], [0024]) & US 2007/0085034 A1 & KR 10-2007-0041352 A & CN 1949082 A & NL 1032675 A1	1-42
A	JP 2006-019585 A (ADVANCED LCD TECHNOLOGIES DEVELOPMENT CENTER CO., LTD.) 2006. 01. 19, 全文 (特に、[0040]-[0050]) (ファミリーなし)	1-42
A	JP 2008-530789 A (ASML NETHERLANDS B.V.) 2008. 08. 07, 全文 (特に、[0022], [0023]) & US 2009/0134488 A1 & EP 1849040 A2 & WO 2006/084641 A2 & CN 101128775 A & SG 155256 A & KR 10-2007-0102742 A & KR 10-2009-0101306 A	1-42