



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101685269 B

(45) 授权公告日 2011.09.14

(21) 申请号 200910207128.4

(22) 申请日 2005.06.08

(30) 优先权数据

2004-172568 2004.06.10 JP

(62) 分案原申请数据

200580023160.7 2005.06.08

(73) 专利权人 尼康股份有限公司

地址 日本东京都千代田区丸之内三丁目2
番3号

(72) 发明人 长坂博之 恩田稔

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 赵燕力

(51) Int. Cl.

G03F 7/20(2006.01)

H01L 21/027(2006.01)

(56) 对比文件

CN 1490673 A, 2004.04.21, 全文.

US 2004/0075895 A1, 2004.04.22, 全文.

EP 1420302 A, 2004.05.19, 全文.

CN 1499298 A, 2004.05.26, 全文.

JP 特开平 10-303114 A, 1998.11.13, 全文.

JP 特开平 11-260686 A, 1999.09.24, 全文.

WO 99/49504 A, 1999.09.30, 全文.

US 2003/0169407 A1, 2003.09.11, 全文.

审查员 安晶

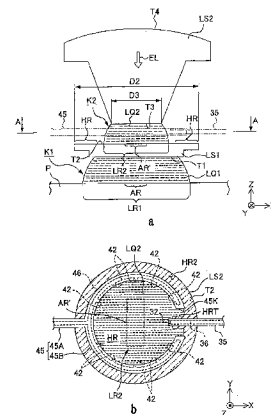
权利要求书 1 页 说明书 37 页 附图 16 页

(54) 发明名称

曝光装置及元件制造方法

(57) 摘要

曝光装置 (EX) 具有投影光学系统 (PL)。投影光学系统 (PL), 具有最接近其像面的第 1 光学元件 (LS1)、及次于第 1 光学元件 (LS1) 接近像面的第 2 光学元件 (LS2)。第 1 光学元件 (LS1), 具有: 配置成与基板 (P) 表面对向的下面 (T1)、及配置成与第 2 光学元件 (LS2) 对向的上面 (T2)。以第 2 液体 (LQ2) 充满于第 1 光学元件 (LS1) 的上面 (T2) 与第 2 光学元件 (LS2) 之间, 以在上面 (T2) 中、在包含曝光用光 (EL) 通过的区域 (AR') 的区域形成液浸区域, 通过第 1 光学元件 (LS1) 的下面 (T1) 侧的第 1 液体 (LQ1)、与上面 (T2) 侧的第 2 液体 (LQ2) 将曝光用光 (EL) 照射于基板 (P) 上, 由此使基板 (P) 曝光。如此能防止因光学元件污染使曝光精度劣化, 并抑制液浸区域的巨大化。



1. 一种曝光装置,是通过第 1 液体将曝光用光照射于基板上以使基板曝光,其特征在于,具有:

投影光学系统,具有多个元件,其包含最接近像面的第 1 元件、以及次于该第 1 元件接近该像面的第 2 元件;

第 1 液浸机构,是将该第 1 液体供应至该第 1 元件与该基板之间;

第 2 液浸机构,是将第 2 液体供应至该第 1 元件与该第 2 元件之间;

该第 1 元件,具有配置成与该基板表面对向、使曝光用光通过的第 1 面;以及配置成与该第 2 元件对向、使曝光用光通过的第 2 面;

该第 1 液浸机构,具有使该曝光用光通过的开口、以及于该开口周围配置成与该基板表面对向的平坦液体接触面;

该第 1 液浸机构,具有用以将该第 1 液体供应至该第 1 元件与该基板之间的空间的供应口、以及从该基板上回收该第 1 液体的回收口;

该第 1 液浸机构的该回收口配置成包围该液体接触面;

于该第 1 液浸机构的该回收口配置多孔构件;

该第 2 液浸机构,具有供应该第 2 液体的供应口与回收该第 2 液体的回收口;

使曝光用光通过在该第 1 元件的第 1 面与该基板间的该第 1 液体、以及在该第 1 元件的第 2 面与该第 2 元件间的该第 2 液体而照射于该基板上,以使该基板曝光。

2. 如权利要求 1 所述的曝光装置,其特征在于,该多孔构件,具有与该基板的表面对向的斜面;

该多孔构件的该斜面与该基板之间的距离,大于该液体接触面与该基板之间的距离;

该多孔构件的该斜面,是形成为与该投影光学系统的光轴的距离越长而与该基板表面的间隔越大。

3. 如权利要求 1 所述的曝光装置,其特征在于,该第 1 液体及该第 2 液体是纯水。

4. 如权利要求 1 所述的曝光装置,其特征在于:与该第 1 元件对向的该第 2 元件的面,小于该第 1 元件的第 2 面。

5. 如权利要求 1 所述的曝光装置,其特征在于:该第 1 元件与该第 2 元件,是以同一支撑构件支撑。

6. 如权利要求 5 所述的曝光装置,其特征在于:该第 1 元件的该第 1 面与该第 2 面平行。

7. 如权利要求 1 所述的曝光装置,其特征在于:于该投影光学系统的光轴上,该第 1 元件的第 1 面与该第 2 面的距离,大于该第 1 元件的第 1 面与基板的距离。

8. 一种元件制造方法,其特征在于:是使用权利要求 1 ~ 7 中任一项所述的曝光装置。

曝光装置及元件制造方法

[0001] 本发明是“曝光装置、曝光方法、以及元件制造方法”的分案申请,原申请日为:2005年6月8日;原申请号为:200580023160.7(国际申请号为:PCT/JP2005/010484)。

技术领域

[0002] 本发明是关于通过液体使基板曝光的曝光装置、曝光方法、以及元件制造方法。

背景技术

[0003] 半导体元件或液晶显示元件,是由将形成于掩膜上的图案转印于感光性基板上、即所谓的光刻方法来制造。此光刻步骤所使用的曝光装置,具有支撑掩膜的掩膜载台与支撑基板的基板载台,使掩膜载台与基板载台一边逐次移动一边通过投影光学系统将掩膜的图案转印于基板。近年来,为对应元件图案的更高集成化,而期待投影光学系统具有更高分辨率。投影光学系统的分辨率,是所使用的曝光波长越短、或投影光学系统的数值孔径越大则会越高。因此,曝光装置所使用的曝光波长逐年变短,投影光学系统的数值孔径则逐渐增大。又,目前主流的曝光波长虽为 KrF 准分子雷射光的 248nm,但波长更短的 ArF 准分子雷射光的 193nm 也逐渐实用化。又,进行曝光时,焦深 (DOF) 也与分辨率同样重要。分辨率 R 及焦深 δ 分别以下式表示。

$$[0004] \quad R = k_1 \cdot \lambda / NA \cdots (1)$$

$$[0005] \quad \delta = \pm k_2 \cdot \lambda / NA^2 \cdots (2)$$

[0006] 此处, λ 为曝光波长, NA 为投影光学系统的数值孔径, k_1 、 k_2 为处理系数。从 (1) 式、(2) 式可知,为了提高分辨率 R,而缩短曝光波长 λ 、增大数值孔径 NA 时,即会使焦深 δ 变窄。

[0007] 若焦深 δ 变得过窄,即难以使基板表面与投影光学系统的像面一致,有进行曝光动作时焦点裕度不足之虞。因此,作为实质上缩短曝光波长且扩大焦深的方法,例如已有提出一种国际公开第 99/49504 号公报所揭示的液浸法。此液浸法,是以水或有机溶媒等液体充满投影光学系统下面与基板表面间来形成液浸区域,利用液体中的曝光用光的实质波长为在空气中的 $1/n$ 倍 (n 为液体折射率,通常为 1.2 ~ 1.6 左右) 这点来提高分辨率,且能将焦深放大至 n 倍。

[0008] 此外,在上述国际公开第 99/49504 号公报所揭示的液浸曝光装置中,形成于基板上的液浸区域的液体,是接触于构成投影光学系统的复数个元件(光学元件)中配置于最接近像面的光学元件。此时,当例如基板上所产生的杂质等混入液浸区域的液体中、而污染液浸区域的液体时,即有可能因该受污染的液浸区域的液体,使前述配置于最接近像面的光学元件受到污染。当光学元件受到污染时,即可能产生该光学元件的光透射率降低、或光透射率分布不良等状况,导致通过投影光学系统的曝光精度及测量精度劣化。

[0009] 又,上述国际公开第 99/49504 号公报中,虽揭示了一种一边使掩膜与基板同步移动于扫描方向、一边将掩膜所形成的图案曝光于基板的扫描型曝光装置,但此种扫描型曝光装置,为了要提高元件的生产性等而被要求扫描速度更高速。然而,在使扫描速度更高速

时,即有可能难以将液浸区域维持于所欲的大小。

发明内容

[0010] 本发明有鉴于上述情形,其目的是提供一种可防止因元件(光学元件)的污染而使其曝光精度及测量精度劣化的曝光装置、以及使用该曝光装置的元件制造方法。又,本发明的目的是提供一种可将液浸区域维持于所欲状态的曝光装置、曝光方法、以及使用该曝光装置的元件制造方法。

[0011] 本发明的目的是这样实现的,一种曝光装置,是通过第1液体将曝光用光照射于基板上以使基板曝光,具有:

[0012] 投影光学系统,具有多个元件,其包含最接近像面的第1元件、以及次于该第1元件接近该像面的第2元件;

[0013] 第1液浸机构,是将该第1液体供应至该第1元件与该基板之间;

[0014] 第2液浸机构,是将第2液体供应至该第1元件与该第2元件之间;

[0015] 该第1元件,具有配置成与该基板表面对向、使曝光用光通过的第1面;以及配置成与该第2元件对向、使曝光用光通过的第2面;

[0016] 该第1液浸机构,具有使该曝光用光通过的开口、以及于该开口周围配置成与该基板表面对向的平坦液体接触面;

[0017] 该第1液浸机构,具有用以将该第1液体供应至该第1元件与该基板之间的空间的供应口、以及从该基板上回收该第1液体的回收口;

[0018] 该第1液浸机构的该回收口配置成包围该液体接触面;

[0019] 于该第1液浸机构的该回收口配置多孔构件;

[0020] 该第2液浸机构,具有供应该第2液体的供应口与回收该第2液体的回收口;

[0021] 使曝光用光通过在该第1元件的第1面与该基板间的该第1液体、以及在该第1元件的第2面与该第2元件间的该第2液体而照射于该基板上,以使该基板曝光。

[0022] 为解决上述问题,本发明采用了对应实施形态所示的图1~图16的下述构成。不过,附加于各要素的包含括号的符号仅是该要素的例示,而并非限定各要素。

[0023] 根据本发明的第1方面,提供一种曝光装置,是通过液体(LQ1)将曝光用光(EL)照射于基板(P)上来使基板(P)曝光,其特征在于,具备:投影光学系统(PL),具有复数个元件(LS1~LS7),其包含最接近像面的第1元件(LS1)、以及次于第1元件(LS1)接近该像面的第2元件(LS2);第1元件(LS1),具有配置成与基板(P)表面对向、使曝光用光(EL)通过的第1面(T1);以及配置成与第2元件(LS2)对向、使曝光用光(EL)通过的第2面(T2);第1元件(LS1)及第2元件(LS2),是相对投影光学系统(PL)的光轴(AX)被支撑成大致静止的状态,将液体充满于第1元件(LS1)的第2面(T1)与第2元件(LS2)之间,以在第1元件(LS1)的第2面(T2)中,仅使包含曝光用光(EL)通过的区域(AR')的部分区域成为液浸区域(LR2),再通过第1元件(LS1)的第1面(T1)侧的第1液体(LQ1)、与第2面(T2)侧的第2液体(LQ2)将曝光用光(EL)照射于基板(P)上,以使基板(P)曝光。

[0024] 根据本发明,由第1液体来充满第1元件的第1面与基板之间、且以第2液体来充满第1元件的第2面与第2元件之间,而能在确保投影光学系统PL较大的像侧的数值孔径的状态下,使基板良好地曝光。又,当第1面侧的第1液体与基板接触时,虽污染第1元件

的第1面侧的可能性高,但由于以液体充满各第1元件的第1面侧及第2面侧,因此能构成可容易交换的第1元件。因此,可仅将该受污染的第1元件交换成干净的元件,而能通过具备该干净的第1元件的投影光学系统与液体,良好地进行曝光及测量。又,第2液体,由于仅于第1元件的第2面上的部分区域(包含曝光用光通过的区域)局部性地形成液浸区域,因此可防止第2液体从第1元件的第2面周围漏出。因此,能防止因漏出的第2液体导致第1元件周边机械零件等劣化。又,由在第1元件的第2面上局部性地形成第2液体的液浸区域,而能防止液体渗入例如支撑第1元件的支撑部,而可防止该支撑部劣化。又,由于第2液体是于第2面上局部性地形成液浸区域,因此不会接触于例如支撑元件的支撑部等。由此,能防止从支撑部等产生的杂质混入形成液浸区域的第2液体等不良状况。因此,能在维持第2液体的洁净度的状态下,良好地进行曝光处理及测量处理。

[0025] 此外,本发明的第1元件,也可能是无折射力的透明构件(例如平行平面板),例如,即使配置于最接近像面的透明构件完全无助于投影光学系统的成像性能时,也可将该透明构件视为第1元件。又,虽本发明的第1元件及第2元件,是相对投影光学系统的光轴(曝光用光)被支撑成大致静止的状态,但第1元件与第2元件的至少其中一方,在为了调整其位置或姿势而被支撑成可进行微幅移动的情形下,也可视为「被支撑成大致静止的状态」。

[0026] 根据本发明的第2方面,提供一种曝光装置(EX),是通过液体(LQ1)将曝光用光(EL)照射于基板(P)上来使基板(P)曝光,其特征在于,具备:投影光学系统(PL),具有复数个元件(LS1~LS7),其包含最接近像面的第1元件(LS1)、以及次于第1元件(LS1)接近该像面的第2元件(LS2);第1元件(LS1),具有配置成与基板(P)表面对向、使曝光用光(EL)通过的第1面(T1);以及配置成与第2元件(LS2)对向、使曝光用光(EL)通过的第2面(T2);与第1元件(LS1)对向的第2元件(LS2)的面(T3)外径(D3),是小于第1元件(LS1)的第2面(T2)的外径(D2);第1元件(LS1)及第2元件(LS2),是相对投影光学系统(PL)的光轴(AX)被支撑成大致静止的状态;通过第1元件(LS1)的第1面(T1)侧的第1液体(LQ1)、与第2面(T2)侧的第2液体(LQ2)将曝光用光(EL)照射于基板(P)上,以使基板(P)曝光。

[0027] 根据本发明,由于与第1元件对向的第2元件的对向面外径(D3),小于第1元件的第2面的外径(D2),因此能以第2液体覆盖该对向面,且能在第1元件的第2面上局部性地形成对应第2元件的面大小的液浸区域。因此,能防止第2液体从第1元件的第2面周围漏出,而防止因漏出的第2液体使第1元件周边机械构件等劣化。又,由于第2液体是于第2面上局部性地形成液浸区域,因此不会接触于例如支撑元件的支撑部等。由此,能防止从支撑部等产生的杂质混入形成液浸区域的第2液体等不良状况。因此,能维持第2液体的洁净度。又,通过于第2面上局部形成液浸区域的第2液体、以及于第1面侧形成液浸区域的第1液体,将曝光用光照射于基板上,由此能在确保投影光学系统PL较大的像侧的数值孔径的状态下,使基板良好地曝光。又,由于以液体充满各第1元件的第1面侧及第2面侧,因此能构成可容易交换的第1元件。因此,可仅将受污染的第1元件交换成干净的元件,而能通过具备该干净的第1元件的投影光学系统与液体良好地进行曝光及测量。

[0028] 此外,本发明的第1元件,也可能是无折射力的透明构件(例如平行平面板),例如,即使配置于最接近像面的透明构件完全无助于投影光学系统的成像性能时,也可将该透明构件当作第1元件而视为投影光学系统的一部分。又,虽本发明的第1元件及第2元件,是

相对投影光学系统的光轴（曝光用光）被支撑成大致静止的状态，但第 1 元件与第 2 元件的至少其中一方，在为了调整其位置或姿势而被支撑成可进行微幅移动的情形下，也可视为「被支撑成大致静止的状态」。

[0029] 根据本发明的第 3 方面，提供一种曝光装置 (EX)，是通过第 1 液体 (LQ1) 将曝光用光 (EL) 照射于基板 (P) 上来使基板 (P) 曝光，其特征在于，具备：投影光学系统 (PL)，具有包含复数个元件 (LS1 ~ LS7) 且最接近像面的第 1 元件 (LS1)、以及次于第 1 元件 (LS1) 接近该像面的第 2 元件 (LS2)；以及第 1 液浸机构 (11) 等，用以供应第 1 液体 (LQ1)；第 1 元件 (LS1)，具有配置成与基板 (P) 表面对向、使曝光用光 (EL) 通过的第 1 面 (T1)；以及配置成与第 2 元件 (LS2) 对向、与第 1 面 (T1) 大致平行的第 2 面 (T2)；第 1 元件 (LS1) 的第 2 面 (T2) 外径 (D2)，是大于第 1 元件 (LS1) 的第 1 面 (T1) 的外径 (D1)；通过第 1 元件 (LS1) 与基板 (P) 间的第 1 液体 (LQ1) 将曝光用光 (EL) 照射于基板 (P) 上，以使基板 (P) 曝光。

[0030] 根据本发明，由于将第 1 元件的第 2 面外径作成大于第 1 面的外径，因此以支撑部支撑第 1 元件时，可将该支撑第 1 元件的支撑部，设于从第 1 元件的光轴离开的位置（第 2 面端部）。由此，能防止配置于第 1 元件周边的构件或机器等与支撑部彼此干涉，而能提升前述构件或机器等的配置自由度及设计自由度。又，由于第 1 元件的第 1 面外径远小于第 2 面，因此能缩小由第 1 液浸机构在第 1 面与基板间形成的液浸区域大小。

[0031] 此外，本发明的第 1 元件，也可能是无折射力的透明构件（例如平行平板），例如，即使配置于最接近像面的透明构件完全无助于投影光学系统的成像性能时，也可将该透明构件当作第 1 元件而视为投影光学系统的一部分。

[0032] 根据本发明的第 4 方面，提供一种曝光装置 (EX)，是通过第 1 液体 (LQ1) 将曝光用光 (EL) 照射于基板 (P) 上来使基板 (P) 曝光，其特征在于，具备：第 1 液浸机构 (11) 等，将第 1 液体供应至基板上；以及投影光学系统 (PL)，具有复数个元件 (LS1 ~ LS7)，其包含最接近像面的第 1 元件 (LS1)、以及次于第 1 元件 (LS1) 接近该像面的第 2 元件 (LS2)；第 1 元件 (LS1)，是配置成第 1 面 (T1) 与基板 (P) 表面对向且第 2 面 (T2) 与第 2 元件 (LS2) 对向；于投影光学系统 (PL) 的光轴 (AX) 上，第 1 元件 (LS1) 的第 1 面 (T1) 与第 2 面 (T2) 的距离 (H1) 为大于 15mm；将曝光用光 (EL) 通过第 1 元件 (LS1) 的第 1 面 (T1) 侧的第 1 液体 (LQ1) 照射于基板 (P) 上，以使基板 (P) 曝光。

[0033] 根据本发明，由于将第 1 元件的第 1 面与第 2 面的距离、亦即第 1 元件的厚度作成大于 15mm，使第 1 元件较厚，因此能增加配置于第 1 元件周边的构件或机器等位置的自由度，由此，能防止配置于第 1 元件周边的构件或机器等与支撑部彼此干涉。由此，能提升前述构件或机器等的设计自由度，而能将支撑第 1 元件的支撑部配置于从第 1 元件的光轴离开的位置。特别须注意的是，由提升液浸机构（用以形成第 1 液体的液浸区域）的配置及设计自由度，而可缩小第 1 液体的液浸区域的大小。再者，不仅将第 1 液体供应至第 1 元件与基板间，也可将第 2 液体供应至第 1 元件与第 2 元件间，使曝光用光通过第 1 液体及第 2 液体照射于基板上，由此能在确保投影光学系统 PL 较大像侧的数值孔径的状态下，使基板良好地曝光。又，由于以液体充满各第 1 元件的第 1 面侧及第 2 面侧，因此能构成为可容易地交换第 1 元件。因此，可仅将该受污染的第 1 元件交换成干净的元件，而能通过具备该干净的第 1 元件的投影光学系统与液体，良好地进行曝光及测量。又，由将第 1 元件作成大于 15mm，而能抑制因承受液体的力而产生第 1 元件形状的变化。由此，可维持投影光学系统的

高成像性能。

[0034] 此外,本发明的第1元件,也可能是无折射力的透明构件(例如平行平板),例如,即使配置于最接近像面的透明构件完全无助于投影光学系统的成像性能时,也可将该透明构件当作第1元件而视为投影光学系统的一部分。

[0035] 根据本发明的第5方面,提供一种曝光装置(EX),是通过第1液体(LQ1)将曝光用光(EL)照射于基板(P)上来使基板曝光,其特征在于,具备:第1液浸机构(11)等,是将第1液体(LQ1)供应至基板(P)上;以及投影光学系统(PL),具有复数个元件,其包含最接近像面的第1元件(LS1)、以及次于第1元件接近该像面的第2元件(LS2);第1元件,具有配置成与基板表面对向、使曝光用光通过的第1面(T1)以及配置成与第2元件对向、使曝光用光通过的第2面(T2);于投影光学系统光轴(AX)上第1元件的第1面(T1)与第2面(T2)的距离,大于投影光学系统光轴(AX)上的第1元件的第1面(T1)与基板(P)表面的距离;通过第1元件(LS1)与基板(P)间的第1液体(LQ1)、以及第1元件(LS1)与第2元件(LS2)间的第2液体(LQ2),将曝光用光照射于基板上,以使基板曝光。

[0036] 根据本发明,由通过第1液体及第2液体将曝光用光照射于基板上,而能在确保投影光学系统较大像侧的数值孔径的状态下,使基板良好地曝光。又,由于将第1元件作成较厚,因此能将支撑第1元件的支撑部设于从光轴离开的位置,而增加配置于第1元件周边的构件或机器等位置的自由度。又,能抑制因承受液体的力而产生第1元件形状的变化。由此,可维持投影光学系统的高成像性能。

[0037] 根据本发明的第6方面,提供一种曝光装置(EX),是通过第1液体(LQ1)将曝光用光(EL)照射于基板(P)上来使基板(P)曝光,其特征在于,具备:第1液浸机构(11)等,是将第1液体(LQ1)供应至基板(P)上,以将第1液体(LQ1)的液浸区域(LR1)形成于基板(P)上的一部分;以及投影光学系统(PL),具有复数个元件,其包含最接近像面的第1元件(LS1)、以及次于该第1元件接近该像面的第2元件(LS2);第1元件,具有配置成与基板表面对向、使曝光用光通过的第1面(T1)以及配置成与第2元件对向、使曝光用光通过的第2面(T2);第1液浸机构,具有配置成与基板表面对向的平坦液体接触面(72D),该液体接触面,是在第1元件的第1面与基板间配置成包围曝光用光的光路;通过在第1元件与基板间的第1液体(LQ1)、与在第1元件与第2元件间的第2液体(LQ2),将曝光用光照射于基板上,以使基板曝光。

[0038] 根据本发明,使曝光用光通过第1液体及第2液体而照射于基板上,而能在确保投影光学系统较大像侧的数值孔径的状态下,使基板良好地曝光。又,由于在第1元件与基板之间,以与基板表面对向的方式将平坦的液体接触面配置于曝光用光的光路周围,因此能以第1液体确实地持续充满第1元件与基板间的光路。

[0039] 根据本发明的第7方面,提供一种曝光方法,是通过投影光学系统(PL)及液体(LQ1)将曝光用光照射于基板(P)上,以使基板曝光,该投影光学系统,包含最接近像面的第1元件(LS1)、以及次于第1元件接近该像面的第2元件(LS2),其特征在于,包含:第1元件的与基板对向的第1面(T1),小于第1元件的与第2元件对向的第2面(T2);第2元件的与第1元件对向的面(T3),小于第1元件的第2面(T2);将第1液体(LQ1)供应至第1元件(LS1)与基板(P)之间;将第2液体(LQ2)供应至第1元件(LS1)与第2元件(LS2)之间;通过第1液体(LQ1)与第2液体(LQ2)而将曝光用光照射于基板上,以使基板曝光。

[0040] 根据本发明的曝光方法,可确实地以第 2 液体充满第 1 元件与第 2 元件间的光路,使曝光用光通过第 1 液体及第 2 液体照射于基板上,由此能在确保投影光学系统较大像侧的数值孔径的状态下,使基板良好地曝光。

[0041] 根据本发明的另一方面,提供一种元件制造方法,其特征在于:是使用上述的曝光装置或曝光方法。根据本发明,由于能维持良好的曝光精度及测量精度,因此能制造具有所欲性能的元件。

附图说明

- [0042] 图 1 是显示本发明一实施形态的曝光装置的概略构成图。
- [0043] 图 2 是显示嘴构件附近的概略立体图。
- [0044] 图 3 是从下侧观察嘴构件的立体图。
- [0045] 图 4 是显示嘴构件附近的侧截面图。
- [0046] 图 5a 及图 5b,是显示用以说明第 2 液浸机构的图。
- [0047] 图 6 是显示第 1 元件的第 2 面的俯视图。
- [0048] 图 7 是显示用以说明第 2 液浸机构的第 2 液体回收动作的图。
- [0049] 图 8a 及图 8b,是显示用以说明本发明的第 1 液浸机构的液体回收动作的示意图。
- [0050] 图 9a 及图 9b,是显示液体回收动作的比较例的示意图。
- [0051] 图 10 是显示第 1 元件的变形例的示意图。
- [0052] 图 11 是从下侧观察嘴构件的变形例的立体图。
- [0053] 图 12 是显示本发明另一实施形态的要部截面图。
- [0054] 图 13 是显示本发明另一实施形态的要部截面图。
- [0055] 图 14 是显示本发明另一实施形态的要部截面图。
- [0056] 图 15 是显示半导体元件的制程例的流程图。
- [0057] 图 16 是显示用以说明本发明另一实施形态的第 1 液体回收机构的回收动作的图。
- [0058] 附图标号:
- [0059] 1 第 1 液浸机构
- [0060] 2 第 2 液浸机构
- [0061] 10 第 1 液体供应机构
- [0062] 12 第 1 供应口
- [0063] 20 第 1 液体回收机构
- [0064] 22 第 1 回收口
- [0065] 25 多孔构件
- [0066] 26 斜面
- [0067] 30 第 2 液体供应机构
- [0068] 32 液体供应口
- [0069] 40 第 2 液体回收机构
- [0070] 42 第 2 回收口
- [0071] 71D, 72D 底板部(板状构件)
- [0072] 74 开口部

[0073]	75	平坦面（平坦部）
[0074]	76	壁部
[0075]	91	第 1 支撑部
[0076]	92	第 2 支撑部
[0077]	AR	投影区域
[0078]	AR'	既定区域
[0079]	AX	光轴
[0080]	EL	曝光用光
[0081]	EX	曝光装置
[0082]	HR1	第 1 区域
[0083]	HR2	第 2 区域
[0084]	LQ1	第 1 液体
[0085]	LQ2	第 2 液体
[0086]	LR1	第 1 液浸区域
[0087]	LR2	第 2 液浸区域
[0088]	LS1 ~ LS7	光学元件（元件）
[0089]	LS1	第 1 光学元件（第 1 元件）
[0090]	LS2	第 2 光学元件（第 2 元件）
[0091]	P	基板
[0092]	PK	镜筒（支撑构件）
[0093]	PL	投影光学系统
[0094]	T1	下面（第 1 面）
[0095]	T2	上面（第 2 面）
[0096]	T3	下面

具体实施方式

[0097] 以下,虽参照图式说明本发明,但本发明并不限于此。

[0098] 图 1 为显示本实施形态的曝光装置的概略构成图。图 1 中,曝光装置 EX,具有:掩膜载台 MST,能保持掩膜 M 并移动;基板载台 PST,能保持基板 P 并移动;照明光学系统 IL,是以曝光用光 EL 照明保持于掩膜载台 MST 的掩膜 M;投影光学系统 PL,将以曝光用光 EL 照明的掩膜 M 的图案像投影于保持在基板载台 PST 的基板 P;以及控制装置 CONT,是统筹控制曝光装置 EX 整体的动作。

[0099] 本实施形态的曝光装置 EX 是一适用液浸法的液浸曝光装置,其用以在实质上缩短曝光波长来提高分辨率且在实质上放大焦深,其具备第 1 液浸机构 1,用以将液体 LQ1 充满于构成投影光学系统 PL 的复数个光学元件 LS1 ~ LS7 中、最接近投影光学系统 PL 的像面的第 1 光学元件 LS1 下面 T1 与基板 P 间。基板 P 设于投影光学系统 PL 的像面侧,第 1 光学元件 LS1 的下面 T1 配置成与基板 P 表面对向。第 1 液浸机构 1,具备:第 1 液体供应机构 10,是将第 1 液体 LQ1 供应至第 1 光学元件 LS1 的下面 T1 与基板 P 间;以及第 1 液体回收机构 20,是回收以第 1 液体供应机构 10 供应的第 1 液体 LQ1。第 1 液浸机构 1 的动作,

是由控制装置 CONT 控制。

[0100] 又,曝光装置 EX 具备第 2 液浸机构 2,其是将第 2 液体 LQ2 充满于第 1 光学元件 LS1 与次于第 1 光学元件 LS1 接近投影光学系统 PL 像面的第 2 光学元件 LS2 间。第 2 光学元件 LS2 配置于第 1 光学元件 LS1 上方。亦即,第 2 光学元件 LS2,配置于第 1 光学元件 LS1 的光入射面侧,第 1 光学元件 LS1 的上面 T2,配置成与第 2 光学元件 LS2 的下面 T3 对向。第 2 液浸机构 2,具备:第 2 液体供应机构 30,是将第 2 液体 LQ2 供应至第 1 光学元件 LS1 与第 2 光学元件 LS2 之间;以及第 2 液体回收机构 40,是回收由第 2 液体供应机构 30 供应的第 2 液体 LQ2。第 2 液浸机构 2 的动作由控制装置 CONT 控制。

[0101] 又,本实施形态的第 1 光学元件 LS1,可使曝光用光 IL 透射的无折射力的平行平板,第 1 光学元件 LS1 的下面 T1 与上面 T2 是大致平行。此外,投影光学系统 PL(包含第 1 光学元件 LS1)的像差等成像特性是控制在既定容许范围内。

[0102] 本实施形态中,第 1 光学元件 LS1 与基板 P 间的空间(第 1 空间)K1,以及第 1 光学元件 LS1 与第 2 光学元件 LS2 间的空间(第 2 空间)K2,是各为独立的空间。控制装置 CONT,能分别独立进行第 1 液浸机构 1 对第 1 空间 K1 的第 1 液体 LQ1 供应动作及回收动作、以及第 2 液浸机构 2 对第 2 空间 K2 的第 2 液体 LQ2 供应动作及回收动作,而不会产生液体(LQ1、LQ2)从第 1 空间 K1 及第 2 空间 K2 一方出入于另一方的现象。

[0103] 曝光装置 EX,至少在使掩膜 M 的图案像投影至基板 P 上的期间,使用第 1 液浸机构 1,将第 1 液体 LQ1 充满于第 1 光学元件 LS1 与配置于其像面侧的基板 P 间来形成第 1 液浸区域 LR1,且使用第 2 液浸机构 2,将第 2 液体 LQ2 充满于第 1 光学元件 LS1 与第 2 光学元件 LS2 之间来形成第 2 液浸区域 LR2。本实施形态中,曝光装置 EX,是在包含投影光学系统 PL 的投影区域 AR 的基板 P 上一部分,局部地形成较投影区域 AR 大且较基板 P 小的第 1 液浸区域 LR1,亦即采用局部液浸方式。又,本实施形态中,曝光装置 EX,是在第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 中、仅包含曝光用光 EL 通过区域 AR' 的一部分区域,局部性地形成第 2 液体 LQ2 的第 2 液浸区域 LR2。曝光装置 EX,是通过投影光学系统 PL、第 2 液浸区域 LR2 的第 2 液体 LQ2、及第 1 液浸区域 LR1 的第 1 液体 LQ1,将通过掩膜 M 的曝光用光 EL 照射于基板 P,由此使掩膜 M 的图案投影曝光于基板 P。

[0104] 于投影光学系统 PL 的像面侧附近、具体而言是投影光学系统 PL 的像面侧端部的光学元件 LS1 附近,配置有详述于后的嘴构件 70。嘴构件 70 是一环状构件,其在基板 P(基板载台 PST)上方设置成包围投影光学系统 PL 前端部周缘。本实施形态中,嘴构件 70 是构成第 1 液浸机构的一部分。

[0105] 此处,本实施形态是以使用扫描型曝光装置(即扫描步进机)作为曝光装置 EX 的情形为例来说明,该扫描型曝光装置,是一边使掩膜 M 与基板 P 往扫描方向的彼此互异的方向(反方向)同步移动,一边将形成于掩膜 M 的图案曝光于基板 P。以下说明中,将与投影光学系统 PL 的光轴 AX 一致的方向设为 Z 轴方向、将在垂直于 Z 轴方向的平面内、掩膜 M 与基板 P 同步移动的方向(扫描方向)设为 X 轴方向、将垂直于 Z 轴方向及 X 轴方向的方向(非扫描方向)设为 Y 轴方向。又,将绕 X 轴、Y 轴、及 Z 轴周围的旋转(倾斜)方向分别设为 θX 、 θY 、以及 θZ 方向。

[0106] 曝光装置 EX,具备:设于地面上的底座 BP、以及设于该底座 BP 上的主柱架 9。于主柱架 9 形成有向内侧突出的上侧段部 7 及下侧段部 8。照明光学系统 IL,是以曝光用光

EL 照明由掩膜载台 MST 所支撑的掩膜 M, 其由固定于主柱架 9 上部的框架 3 支撑。

[0107] 照明光学系统 IL, 具有: 射出曝光用光 EL 的曝光用光源、使从曝光用光源射出的曝光用光 EL 的照度均一化的光学积分器、使来自光学积分器的曝光用光 EL 聚光的聚光透镜、中继透镜系统、将曝光用光 EL 所形成的掩膜 M 上的照明区域设定成狭缝状的可变视野光栅等。掩膜 M 上的既定照明区域, 是由照明光学系统 IL 以均一照度分布的曝光用光 EL 来照明。作为从照明光学系统 IL 射出的曝光用光 EL, 例如使用从水银灯射出的亮线 (g 线、h 线、i 线) 及 KrF 准分子雷射光 (波长 248nm) 等远紫外光 (DUV 光), 或 ArF 准分子雷射光 (波长 193nm) 及 F₂ 雷射光 (波长 157nm) 等真空紫外光 (VUV 光) 等。本实施形态是使用 ArF 准分子雷射光。

[0108] 本实施形态中, 是使用纯水来作为从第 1 液体供应装置 10 所供应的第 1 液体 LQ1、及从第 2 液体供应装置 30 所供应的第 2 液体 LQ2, 亦即, 本实施形态中, 第 1 液体 LQ1 与第 2 液体是同一液体。纯水不但能使 ArF 准分子雷射光透射, 也能使亮线 (g 线、h 线、i 线) 及 KrF 准分子雷射光 (波长 248nm) 等远紫外光 (DUV 光) 透射。

[0109] 掩膜载台 MST, 是能保持掩膜 M 并移动, 由例如真空吸附 (或静电吸附) 方式来固定掩膜 M。于掩膜载台 MST 下面, 设有复数个非接触轴承的空气轴承 (air bearing) 85。掩膜载台 MST, 是由空气轴承 85 以非接触方式支撑于掩膜台 4 上面 (导引面)。于掩膜载台 MST 及掩膜台 4 的中央部, 分别形成有使掩膜 M 的图案像通过的开口部 MK1, MK2。掩膜台 4 是通过防振装置 86 支撑于主柱架 9 的上侧段部 7。亦即, 掩膜载台 MST 是通过防振装置 86 及掩膜台 4 而支撑于主柱架 9 (上侧段部 7) 的构成。又, 由防振装置 86, 来将掩膜台 4 在振动上与主柱架 9 分离, 以使主柱架 9 的振动不会传达至支撑掩膜载台 MST 的掩膜台 4。

[0110] 掩膜载台 MST, 由驱动控制装置 CONT 所控制的包含线性马达等掩膜载台驱动装置 MSTD, 能在保持掩膜 M 的状态下, 在掩膜台 4 上与投影光学系统 PL 的光轴 AX 垂直的平面内、亦即 XY 平面内, 进行 2 维移动及微幅旋转于 θZ 方向。掩膜载台 MST, 能以指定的扫描速度移动于 X 轴方向, 并具有掩膜 M 全面至少能横越投影光学系统 PL 的光轴 AX 的 X 轴方向移动行程。

[0111] 于掩膜载台 MST 上, 设有与掩膜载台 MST 一起移动的移动镜 81。又, 在与移动镜 81 对向的位置设置雷射干涉仪 82。掩膜载台 MST 上的掩膜 M 的 2 维方向位置、及 θZ 方向的旋转角 (视情形不同有时也包含 θX 、 θY 方向的旋转角), 是由雷射干涉仪 82 以实时方式测量。雷射干涉仪 82 的测量结果输出至控制装置 CONT。控制装置 CONT, 即根据雷射干涉仪 82 的测量结果来驱动掩膜载台驱动装置 MSTD, 由此进行保持于掩膜载台 MST 的掩膜 M 的位置控制。

[0112] 投影光学系统 PL, 以既定的投影倍率 β 将掩膜 M 的图案投影曝光于基板 P。投影光学系统 PL 以复数个光学元件 LS1 ~ LS7 (包含设于基板 P 侧前端部的第 1 光学元件 LS1) 构成, 复数个光学元件 LS1 ~ LS7 是以镜筒 PK 支撑。本实施形态中, 投影光学系统 PL, 是投影倍率 β 例如为 1/4、1/5、或 1/8 的缩小系统。此外, 投影光学系统 PL 也可为等倍系统及放大系统的任一者。又, 投影光学系统 PL, 也可是包含折射元件与反射元件的折反射系统、不包含反射元件的折射系统、不包含折射元件的反射系统的任一者。从照明光学系统 IL 射出的曝光用光 EL, 由物体面侧射入投影光学系统 PL, 在通过复数个光学元件 LS7 ~ LS1 后, 从投影光学系统 PL 的像面侧射出, 而到达基板 P 上。具体而言, 曝光用光 EL 是在分别通过

复数个光学元件 LS7 ~ LS3 之后,通过第 2 光学元件 LS2 的上面 T4 的既定区域,并通过下面 T3 的既定区域后,射入第 2 液浸区域 LR2。通过第 2 液浸区域 LR2 的曝光用光 EL,在通过第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 的既定区域后,通过下面 T1 的既定区域,并射入第 1 液浸区域 LR1 后到达基板 P 上。

[0113] 于保持投影光学系统 PL 的镜筒 PK 外周设有突缘 PF,投影光学系统 PL 通过此突缘 PF 支撑于镜筒台 5。镜筒台 5 通过防振装置 87 支撑于主柱架 9 的下侧段部 8。亦即,投影光学系统 PL 是通过防振装置 87 及镜筒台 5 而支撑于主柱架 9(下侧段部 8)的构成。又,由防振装置 87,来将镜筒台 5 在振动上与主柱架 9 分离,以使主柱架 9 的振动不会传达至支撑投影光学系统 PL 的镜筒台 5。

[0114] 基板载台 PST,能支撑保持基板 P 的基板保持具 PH 并移动,由例如真空吸附(或静电吸附)方式来保持基板 P。于基板载台 PST 下面,设有复数个非接触轴承的空气轴承 88。基板载台 PST,是由空气轴承 88 以非接触方式支撑于基板台 6 上面(导引面)。基板台 6 是通过防振装置 89 支撑于底座 BP 上。又,由防振装置 89,来将基板台 6 在振动上与主柱架 9 分离,以使底座 BP(地板面)或主柱架 9 的振动不会传达至支撑基板载台 PST 的基板台 6。

[0115] 基板载台 PST,由驱动控制装置 CONT 所控制的包含线性马达等基板载台驱动装置 PSTD,能在通过基板保持具 PH 在保持基板 P 的状态下,在基板台 6 上的 XY 平面内进行 2 维移动及微幅旋转于 θZ 方向。进一步,基板载台 PST 也可移动于 Z 轴方向、 θX 方向、以及 θY 方向。

[0116] 在基板载台 PST 上,设有与基板载台 PST 一起相对投影光学系统 PL 移动的移动镜 83。又,在与移动镜 83 对向的位置设有雷射干涉计 84。基板载台 PST 上的基板 P 在 2 维方向的位置及旋转角,是由雷射干涉计 84 以实时方式测量。又,虽未图标,曝光装置 EX,是具备焦点位准检测系统,其用以检测支撑于基板载台 PST 的基板 P 的表面位置信息。作为焦点位准检测系统,可采用从斜方向将检测光照射于基板 P 表面的斜入射方式、也可采用静电容量型传感器的方式等。焦点位准检测系统,是通过第 1 液体 LQ1、或在不通过第 1 液体 LQ1 的状态下,检测出基板 P 表面的 Z 轴方向的位置信息、以及基板 P 的 θX 及 θY 方向的倾斜信息。当是在不通过液体 LQ1 的状态下检测基板 P 表面的面信息的焦点位准检测系统时,也可是在离开投影光学系统 PL 的位置检测基板 P 表面的面信息。在离开投影光学系统 PL 的位置检测基板 P 表面的面信息的曝光装置,例如揭示于美国专利第 6,674,510 号,在本国际申请案的指定或选择的国家法令所容许的范围内,援用该文献的记载内容来作为本文记载的一部分。

[0117] 雷射干涉仪 84 的测量结果输出至控制装置 CONT。焦点位准检测系统的检测结果也输出至控制装置 CONT。控制装置 CONT,根据焦点位准检测系统的检测结果驱动基板载台驱动装置 PSTD,以控制基板 P 的焦点位置及倾斜角,使基板 P 表面与投影光学系统 PL 的像面一致,且根据雷射干涉仪 84 的测量结果,进行基板 P 的 X 轴方向及 Y 轴方向的位置控制。

[0118] 于基板载台 PST 上设有凹部 90,用以保持基板 P 的基板保持具 PH 即配置于凹部 90。又,基板载台 PST 中除了凹部 90 以外的上面 91,是一与保持于基板保持具 PH 的基板 P 表面大致相同高度(同一面高)的平坦面(平坦部)。又,本实施形态中,移动镜 83 的上面也设置成与基板载台 PST 的上面 91 为大致同一面。

[0119] 由于在基板 P 周围设有与基板 P 表面大致同一面的上面 91,因此即使是对基板 P

的边缘区域进行液浸曝光时,由于在基板 P 的边缘部位外侧几乎没有段差,因此能将液体 LQ 保持于投影光学系统 PL 的像面侧,良好地形成液浸区域 LR1。此外,只要能维持液浸区域 LR1,于基板 P 表面与基板载台 PST 的上面 91 间也可存在段差。又,在基板 P 的边缘部与设于该基板 P 周围的平坦面(上面)91 之间虽有 0.1 ~ 2mm 左右的间隙,但由液体 LQ 的表面张力,液体 LQ 几乎不会流入该间隙,即使对基板 P 的周缘附近进行曝光时,也可由上面 91 将液体 LQ 保持于投影光学系统 PL 下。

[0120] 第 1 液浸机构 1 的第 1 液体供应机构 10,是将第 1 液体 LQ1 供应至投影光学系统 PL 的第 1 光学元件 LS1 与基板 P 间的第 1 空间 K1,其具备:能送出第 1 液体 LQ1 的第 1 液体供应部 11、以及其一端部连接于第 1 液体供应部 11 的第 1 供应管 13。第 1 供应管 13 的另一端部连接于嘴构件 70。本实施形态中,第 1 液体供应机构 10 是供应纯水,第 1 液体供应部 11 具有纯水制造装置、以及调整所供应的第 1 液体(纯水)LQ1 温度的调温装置等。此外,只要能满足既定品质条件,也可不将纯水制造装置设于曝光装置 EX,而是使用配置有曝光装置 EX 的工厂内的纯水制造装置(施力装置)。第 1 液体供应机构 10(第 1 液体供应部 11)的动作是由控制装置 CONT 控制。为将第 1 液浸区域 LR1 形成于基板 P 上,第 1 液体供应机构 10,在控制装置 CONT 的控制下,将既定量第 1 液体 LQ1 供应至配置在投影光学系统 PL 像面侧的基板 P 上。

[0121] 又,于第 1 供应管 13 途中设有称为 mass flow controller 的流量控制器 16,其用以控制从第 1 液体供应部 11 送至投影光学系统 PL 像面侧的每一单位时间的液体量。流量控制器 16 的液体供应量的控制,是根据控制装置 CONT 的指令讯号所进行。

[0122] 第 1 液浸机构 1 的液体回收机构 20,是用以回收投影光学系统 PL 的像面侧的第 1 液体 LQ1。第 1 液体回收机构 20,具备能回收第 1 液体 LQ1 的第 1 液体回收部 21、以及其一端部连接于第 1 液体回收部 21 的第 1 回收管 23。第 1 回收管 23 的另一端部则连接于嘴构件 70。第 1 液体回收部 21,例如具备:真空泵等真空系统(吸引装置)、以及将所回收的第 1 液体 LQ1 与气体分离的气液分离器等。此外,也可不将真空系统或气液分离器等全部设于曝光装置 EX,而使用配置有曝光装置 EX 的工厂内的设备来替代其至少一部分。第 1 液体回收机构 20(第 1 液体回收部 21)的动作是由控制装置 CONT 控制。为将第 1 液浸区域 LR1 形成于基板 P 上,第 1 液体回收机构 20,在控制装置 CONT 的控制下,将第 1 液体供应机构 10 所供应的基板 P 上的第 1 液体 LQ1 回收既定量。

[0123] 第 2 液浸机构 2 的第 2 液体供应机构 30,是将第 2 液体 LQ2 供应至投影光学系统 PL 的第 2 光学元件 LS2 与第 1 光学元件 LS1 之间的第 2 空间 K1。第 2 液体供应机构 30,具备:能送出第 2 液体 LQ2 的第 2 液体供应部 31、以及其一端部连接于第 2 液体供应部 31 的第 2 供应管 33。第 2 供应管 33 的另一端部,则通过后述供应流路 34 等,连接于第 1 光学元件 LS1 与第 2 光学元件 LS2 间的第 2 空间 K2。与第 1 液体供应机构 10 同样地,第 2 液体供应机构 30 是供应纯水。第 2 液体供应部 31 具有纯水制造装置、以及调整所供应的第 2 液体(纯水)LQ2 温度的调温装置等。此外,也可不将纯水制造装置设于曝光装置 EX,而是使用配置有曝光装置 EX 的工厂内的纯水制造装置(施力装置)。第 2 液体供应机构 30(第 2 液体供应部 31)的动作是由控制装置 CONT 控制。为将第 2 液浸区域 LR2 形成于第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 上,第 2 液体供应机构 30,是在控制装置 CONT 的控制下,将既定量第 2 液体 LQ2 供应至第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 上。

[0124] 此外,纯水制造装置也可共通使用于第 1 液浸机构与第 2 液浸机构。

[0125] 又,于第 2 供应管 33 的途中也可设置流量控制器,其用以控制从第 2 液体供应部 31 送出、供应至第 2 空间 K2 的每一单位时间的液体量。

[0126] 第 2 液浸机构 2 的液体回收机构 40,是从投影光学系统 PL 的第 2 光学元件 LS2 与第 1 光学元件 LS1 间的第 2 空间 K2 回收第 2 液体 LQ2。第 2 液体回收机构 40,具备能回收第 2 液体 LQ2 的第 2 液体回收部 41、以及其一端部连接于第 2 液体回收部 41 的第 2 回收管 43。第 2 回收管 43 的另一端部,是通过后述回收流路 44 等,连接于第 1 光学元件 LS1 与第 2 光学元件 LS2 间的第 2 空间 K2。第 2 液体回收部 41,例如具备:真空泵等真空系统(吸引装置)、以及将所回收的第 2 液体 LQ2 与气体分离的气液分离器等。此外,也可不将真空系统或气液分离器等全部设于曝光装置 EX,而使用配置有曝光装置 EX 的工厂内的设备来替代其至少一部分。第 2 液体回收机构 40(第 2 液体回收部 41)的动作是由控制装置 CONT 控制。第 2 液体回收机构 40,在控制装置 CONT 的控制下,回收第 2 液体供应机构 30 所供应的第 1 光学元件 LS1 上面 T2 上的第 2 液体 LQ2。

[0127] 嘴构件 70 是被嘴保持具 96 保持,该嘴保持具 96 连接于支柱架 9 的下侧段部 8。通过嘴保持具 96 保持嘴构件 70 的支柱架 9、与通过突缘 PF 支撑投影光学系统 PL 的镜筒 PK 的镜筒台 5,是通过防振装置 87 在振动上分离。因此,可防止在嘴构件 70 产生的振动传达至投影光学系统 PL。又,通过嘴保持具 96 支撑嘴构件 70 的支柱架 9、与支撑基板载台 PST 的基板台 6,是通过防振装置 89 在振动上分离。因此,可防止在嘴构件 70 产生的振动通过支柱架 9 及底座 BP 而传达至基板载台 PST。又,通过嘴保持具 96 支撑嘴构件 70 的支柱架 9、与支撑掩膜载台 MST 的掩膜台 4,是通过防振装置 86 在振动上分离。因此,可防止嘴构件 70 产生的振动通过支柱架 9 传达至掩膜载台 MST。

[0128] 其次,参照图 2、图 3 及图 4 说明第 1 液浸机构 1 及嘴构件 70。图 2 是显示嘴构件 70 附近的概略立体图的部分截断图、图 3 是从下侧观察嘴构件 70 的立体图、图 4 是侧截面图。

[0129] 嘴构件 70,配置于投影光学系统 PL 的像面侧前端部附近,是一于基板 P(基板载台 PST) 上方配置成包围投影光学系统 PL 周围的环状构件。本实施形态中,嘴构件 70 是构成第 1 液浸机构 1 的一部分。于嘴构件 70 中央部具有能配置投影光学系统 PL 的孔部 70H。如图 4 所示,第 1 光学元件 LS1 与第 2 光学元件 LS2 是以同一镜筒(支撑构件)PK 所支撑,本实施形态中,设置成嘴构件 70 的孔部 70H 的内侧面 70T 与镜筒 PK 的侧面 PKT 对向。又,在嘴构件 70 的孔部 70H 的内侧面 70T 与投影光学系统 PL 的镜筒 PK 的侧面 PKT 之间设有间隙。此间隙,是为了在振动上分离投影光学系统 PL 与嘴构件 70 而设置。由此,可防止在嘴构件 70 产生的振动直接传达至投影光学系统 PL。

[0130] 此外,嘴构件 70 的孔部 70H 内侧面,对液体 LQ 具有拨液性(拨水性),可抑制液体渗入投影光学系统 PL 侧面与嘴构件 70 内侧面的间隙。

[0131] 于嘴构件 70 下面,形成有用以供应第 1 液体 LQ1 的液体供应口 12、及用以回收第 1 液体 LQ1 的液体回收口 22。以下说明中,将第 1 液浸机构 1 的液体供应口 12 适当称为第 1 供应口 12,将第 1 液浸机构 1 的液体回收口 22 适当称为第 1 回收口 22。

[0132] 于嘴构件 70 内部,形成有连接于第 1 供应口 12 的第 1 供应流路 14、以及连接第 1 回收口 22 的第 1 回收流路 24。又,于第 1 供应流路 14 连接第 1 供应管 13 另一端,于第 1

回收流路 24 连接第 1 回收管 23 另一端。第 1 供应口 12、第 1 供应流路 14、以及第 1 供应管 13, 构成第 1 液体供应机构 10(第 1 液浸机构 1) 的一部分, 第 1 回收口 22、第 1 回收流路 24、以及第 1 回收管 23, 构成第 1 液体回收机构 20(第 1 液浸机构 1) 的一部分。

[0133] 第 1 供应口 12, 是在被基板载台 PST 支撑的基板 P 上方, 设置成与该基板 P 表面对向。第 1 供应口 12 与基板 P 表面隔着既定距离。第 1 供应口 12, 配置成包围曝光用光 EL 所照射的投影光学系统 PL 的投影区域 AR。本实施形态中, 如图 3 所示, 第 1 供应口 12, 是于嘴构件 70 下面配置成包围投影区域 AR 的环形狭缝状。又, 本实施形态中, 投影区域 AR, 是设定成以 Y 轴方向(非扫描方向)为长边方向的矩形。

[0134] 第 1 供应流路 14, 具备其一部分连接于第 1 供应管 13 的另一端的缓冲流路部 14H; 以及其上端部连接于缓冲流路部 14H、下端部连接于第 1 供应口 12 的倾斜流路部 14S。倾斜流路部 14S 具有对应第 1 供应口 12 的形状, 其沿 XY 平面的截面, 形成为包围第 1 光学元件 LS1 的环状狭缝。倾斜流路部 14S, 具有与配置于其内侧的第 1 光学元件 LS1 侧面对应的倾斜角度, 从图 4 的侧截面图可知, 形成为与投影光学系统 PL 的光轴 AX 的距离越长而与基板 P 表面的间隔越大。

[0135] 缓冲流路部 14H, 以包围倾斜流路部 14S 上端部的方式设置于其外侧, 是一形成为沿 XY 方向(水平方向)扩张的空间部。缓冲流路部 14H 内侧(光轴 AX 侧)与倾斜流路部 14S 上端部连接, 其连接部为一弯曲角部 17。又, 在其连接部(弯曲角)17 附近, 具体而言是缓冲流路部 14H 的内侧(光轴 AX 侧)区域, 设置有形成为包围倾斜流路部 14S 上端部的堤防部 15。堤防部 15, 设置成从缓冲流路部 14H 底面往 +Z 方向突出。堤防部 15 与嘴构件上面(后述的顶板部 72B)之间, 分隔出较缓冲流路部 14H 窄的狭窄流路部 14N。

[0136] 本实施形态中, 嘴构件 70, 是将第 1 构件 71 与第 2 构件 72 组合而形成。第 1、第 2 构件 71, 72, 例如可由铝、钛、不锈钢、杜拉铝、或至少含上述中的二者的合金来形成。

[0137] 第 1 构件 71, 具有:侧板部 71A、其外侧端部连接于侧板部 71A 上部的既定位置的顶板部 71B、其上端部连接于顶板部 71B 内侧端部的倾斜板部 71C、以及连接于倾斜板部 71C 下端部的底板部 71D(参照图 3), 上述各板部是彼此接合成一体。第 2 构件 72, 具有:其外侧端部连接于第 1 构件 71 上端部的顶板部 72B、其上端部连接于顶板部 72B 内侧端部的倾斜板部 72C、以及连接于倾斜板部 72C 下端部的底板部(平板部)72D, 上述各板部是彼此接合成一体。又, 以第 1 构件 71 的顶板部 71B 形成缓冲流路部 14H 的底面、以第 2 构件 72 的顶板部 72B 下面形成缓冲流路部 14H 的顶面。又, 以第 1 构件 71 的倾斜板部 71C 上面(朝向投影光学系统 PL 侧的面)形成倾斜流路部 14S 的底面、以第 2 构件 72 的倾斜板部 72C 下面(与投影光学系统 PL 相反侧的面)形成倾斜流路部 14S 的顶面。第 1 构件 71 的倾斜板部 71C 及第 2 构件 72 的倾斜板部 72C 分别形成为研钵状。由组合上述第 1、第 2 构件 71, 72 来形成狭缝状供应流路 14。又, 缓冲流路部 14H 外侧, 被第 1 构件 71 的侧板部 71A 上部区域封闭, 第 2 构件 72 的倾斜板部 72C 上面(也即嘴构件 70 的内侧面 70T), 与投影光学系统 PL 的镜筒 PK 的侧面 PKT 对向。

[0138] 第 1 回收口 22, 是在支撑于基板载台 PST 的基板 P 上方, 设置成与该基板 P 表面对向。第 1 回收口 22 与基板 P 表面隔着既定距离。第 1 回收口 22 是相对投影光学系统 PL 的投影区域 AR, 以从第 1 供应口 12 离开的方式设置于第 1 供应口 12 外侧, 并形成为包围第 1 供应口 12 及曝光用光 EL 所照射的投影区域 AR。具体而言, 由第 1 构件 71 的侧板 71A、

顶板部 71B、以及倾斜板部 71C,来形成向下开口的空间部 24,由空间部 24 的前述开口部来形成第 1 回收口 22,并由前述空间部 24 形成第 1 回收流路 24。又,于第 1 回收流路(空间部)24 的一部分连接有第 1 回收管 23 的另一端。

[0139] 于第 1 回收口 22 配置有覆盖该第 1 回收口 22 的具复数个孔的多孔构件 25。多孔构件 25 是由具复数个孔的网状构件构成。作为多孔构件 25,例如能由形成蜂巢形图案(由大致六角形的复数个孔所构成)的网状构件来构成。多孔构件 25 形成为薄板状,例如为具有 100 μm 左右的厚度。

[0140] 多孔构件 25,是能由对构成多孔构件 25 基材(由不锈钢(例如 SUS316)等构成)的板构件施以凿孔加工来形成。又,也能于第 1 回收口 22 重叠配置复数个薄板状多孔构件 25。又,也可对多孔构件 25 施以用来抑制杂质溶于第 1 液体 LQ1 的表面处理、或施以用来提高亲液性的表面处理。作为此种表面处理,有使氧化铬附着于多孔构件 25 的处理,例如神钢环境对策股份有限公司的「GOLDEP」处理、或「GOLDEP WHITE」处理。由施以此种表面处理,而能防止多孔构件 25 的杂质溶于第 1 液体 LQ1 等不良情形产生。又,也可对嘴构件 70(第 1、第 2 构件 71,72)施以上述表面处理。

[0141] 此外,也可使用杂质较不会溶于第 1 液体 LQ1 的材料(钛等)来形成多孔构件 25。

[0142] 嘴构件 70 为俯视四角形状。如图 3 所示,第 1 回收口 22,是于嘴构件 70 下面形成包围投影区域 AR 及第 1 供应口 12 的俯视框状(「口」字形)。又,于该第 1 回收口 22 配置有薄板状的多孔构件 25。又,在第 1 回收口 22(多孔构件 25)与第 1 供应口 12 之间,配置有第 1 构件 71 的底板部 71D。第 1 供应口 12,是在第 1 构件 71 的底板部 71D 与第 2 构件 72 的底板部 72D 间形成为俯视环状的狭缝。

[0143] 嘴构件 70 中,底板部 71D,72D 的各与基板 P 对向的面(下面),为平行于 XY 平面的平坦面。亦即,嘴构件 70 所具备的底板部 71D,72D,是具有形成为与基板载台 PST 所支撑的基板 P 表面(XY 平面)对向、且与基板 P 表面大致平行的下面。又,本实施形态中,底板部 71D 下面与底板部 72D 下面为大致同一面高,且是一与配置于基板载台 PST 的基板 P 表面间的间隙为最小的部分。由此,能将第 1 液体 LQ1 良好地保持在底板部 71D,72D 下面与基板 P 之间,以形成第 1 液浸区域 LR1。以下说明中,将形成为与基板载台 PST 所支撑的基板 P 表面对向、且与基板 P 表面(XY 平面)大致平行的底板部 71D,72D 下面(平坦部),适当并称为「平坦面 75」。

[0144] 平坦面 75,是配置于嘴构件 70 中最接近基板载台 PST 所支撑的基板 P 处的面。且本实施形态中,由于底板部 71D 下面与底板部 72D 下面为大致同一面高,因此虽将底板部 71D 下面及底板部 72D 下面一起当作平坦面 75,但也可于底板部 71D 下面配置多孔构件 25,来作为第 1 回收口 22 的一部分。此时,仅有底板部 72D 的下面为平坦面 75。

[0145] 多孔构件 25,具有与支撑于基板载台 PST 的基板 P 对向的下面 26。又,多孔构件 25,是以其下面 26 对支撑于基板载台 PST 的基板 P 表面(也即 XY 平面)呈倾斜的方式设于第 1 回收口 22。亦即,设于第 1 回收口 22 的多孔构件 25,具有与支撑于基板载台 PST 的基板 P 表面对向的斜面(下面)26。第 1 液体 LQ1,是通过配置于第 1 回收口 22 的多孔构件 25 的斜面 26 而被回收。亦即,第 1 回收口 22 是形成于斜面 26 的构成。又,第 1 回收口 22,由于是形成为包围曝光用光 EL 所照射的投影区域 AR,因此配置于该第 1 回收口 22 的多孔构件 25 的斜面 26,是一形成为包围曝光用光 EL 所照射的投影区域 AR 的构成。

[0146] 与基板 P 对向的多孔构件 25 的斜面 26, 是形成为与投影光学系统 PL (曝光用光 EL) 的光轴 AX 的距离越长而与基板 P 表面的间隔越大。如图 3 所示, 本实施形态中, 第 1 回收口 22 是形成俯视呈「口」字形, 并组合 4 枚多孔构件 25A ~ 25D 配置于第 1 回收孔 22。其中, 相对投影区域 AR 的 X 轴方向 (扫描方向) 分别配置于两侧的多孔构件 25A, 25C, 是配置成其表面与 XZ 平面正交、且与光轴 AX 的距离越长而与基板 P 表面的间隔越大。又, 相对投影区域 AR 分别配置于 Y 轴方向两侧的多孔构件 25B, 25D, 是配置成其表面与 YZ 平面正交、且与光轴 AX 的距离越长而与基板 P 表面的间隔越大。

[0147] 连接于第 1 构件 71 的倾斜板部 71C 下端部的底板部 71D 下面与侧板部 71A 下端部, 是设置成于 Z 轴方向大致相同位置 (等高)。又, 多孔构件 25, 是以其斜面 26 内缘部与底板部 71D 下面 (平坦面 75) 为大致同高的方式、且以斜面 26 内缘部与底板部 71D 下面 (平坦面 75) 连续的方式, 安装于嘴构件 70 的第 1 回收口 22。亦即, 平坦面 75 是与多孔构件 25 的斜面 26 连续地形成。又, 多孔构件 25, 是配置成与光轴 AX 的距离越长而与基板 P 表面的间隔越大。又, 于斜面 26 (多孔构件 25) 的外缘部外侧, 设有由侧板部 71A 下部的一部分区域所形成的壁部 76。壁部 76 是以包围多孔构件 25 (斜面 26) 的方式设置于其周缘, 其相对投影区域 AR 设于第 1 回收口 22 外侧, 用以抑制第 1 液体 LQ1 的漏出。

[0148] 形成平坦面 75 的底板部 72D 的一部分, 是在 Z 轴方向配置于投影光学系统 PL 的第 1 光学元件 LS1 下面 T1 与基板 P 之间。亦即, 形成平坦面 75 的底板部 72 的一部分, 是潜入投影光学系统 PL 的光学元件 LS1 的下面 T1 之下。又, 在形成平坦面 75 的底板部 72D 的中央部, 形成有使曝光用光 EL 通过的开口部 74。开口部 74, 具有对应投影区域 AR 的形状, 在本实施形态中形成为以 Y 轴方向 (非扫描方向) 为长边方向的椭圆状。开口部 74 是形成为比投影区域 AR 大, 由此使通过投影光学系统 PL 的曝光用光 EL 不会被底板部 72D 遮蔽, 而能到达基板 P 上。亦即, 形成平坦面 75 的底板部 72D, 是在不妨碍曝光用光 EL 的光路的位置, 配置成包围曝光用光 EL 的光路、且潜入第 1 光学元件 LS1 的下面 T1 之下。换言之, 平坦面 75 是在第 1 光学元件 LS1 的下面 T1 与基板 P 之间配置成包围投影区域 AR。又, 底板部 72D, 是以其下面为平坦面 75 配置成与基板 P 表面对向, 并设置成不与第 1 光学元件 LS1 下面 T1 及基板 P 接触。此外, 开口部 74 的边缘部 74E 可是直角状, 或形成为锐角或圆弧状皆可。

[0149] 又, 平坦面 75, 是配置于曝光用光 EL 所照射的投影区域 AR 与配置于第 1 回收口 22 的多孔构件 25 的斜面 26 间。第 1 回收口 22 是相对投影区域 AR 在平坦面 75 外侧、且配置成包围着平坦面 75。又, 第 1 供应口 12, 是相对投影区域 AR 配置于平坦面 75 (底板部 72D) 外侧。第 1 供应口 12, 设于投影光学系统 PL 的投影区域 AR 与第 1 回收口 22 间, 用以形成第 1 液浸区域 LR1 的第 1 液体 LQ1, 通过第 1 供应口 12 被供应至投影光学系统 PL 的投影区域 AR 与第 1 回收口 22 间。

[0150] 且本实施形态中, 虽第 1 回收口 22 是形成为口字形且配置成包围平坦面 75, 但只要相对投影区域 AR 位于平坦面 75 外侧, 也可不包围于平坦面 75。例如, 第 1 回收口 22, 也可分割配置于嘴构件 70 下面中、较相对投影区域 AR 的扫描方向 (X 轴方向) 两侧的平坦面 75 更外侧的既定区域。或者, 第 1 回收口 22, 也可分割配置于嘴构件 70 下面中、较相对投影区域 AR 的非扫描方向 (Y 轴方向) 两侧的平坦面 75 更外侧的既定区域。另一方面, 将第 1 回收口 22 配置成包围平坦面 75, 而能更确实地通过第 1 回收口 22 回收第 1 液体 LQ1。

[0151] 如上所述,平坦面 75 是配置于第 1 光学元件 LS1 的下面 T1 与基板 P 间,基板 P 表面与第 1 光学元件 LS1 的下面 T1 的距离,比基板 P 表面与平坦面 75 的距离长。亦即,第 1 光学元件 LS1 的下面 T1,形成于较平坦面 75 高的位置(相对基板 P 为较远)。

[0152] 又,包含于平坦面 75 连续形成的斜面 26 的第 1 回收口 22,其至少一部分是于 Z 轴方向、在第 1 光学元件 LS1 的下面 T1 与基板 P 间配置成与基板 P 表面对向。亦即,第 1 回收口 22 的至少一部分设于较第 1 光学元件 1 的下面 T1 低的位置(相对基板 P 较近之处)。又,包含斜面 26 的第 1 回收口 22,是配置于第 1 光学元件 LS1 的下面 T1 周围的构成。

[0153] 本实施形态中,第 1 光学元件 LS1 的下面 T1 与第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 的距离为 4mm 左右,第 1 光学元件 LS1 的下面 T1 与基板 P 的距离、亦即曝光用光 EL 的光路中液体 LQ1 的厚度为 3mm 左右,而平坦面 75 与基板 P 的距离约 1mm。又,平坦面 75 接触于第 1 液浸区域 LR1 的第 1 液体 LQ1,第 1 光学元件 LS1 的下面 T1 也接触于第 1 液浸区域 LR1 的第 1 液体 LQ1。亦即,平坦面 75 及第 1 光学元件 LS1 的下面 T1,为与第 1 液浸区域 LR1 的第 1 液体 LQ1 接触的液体接触面。

[0154] 此外,第 1 光学元件 LS1 的下面 T1 与第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 的距离,并不限于上述的 4mm,也可设定在 3 ~ 10mm 的范围,而第 1 光学元件 LS1 的下面 T1 与基板 P 的距离,并不限于上述的 3mm,也可考虑液体 LQ1 对曝光用光 EL 的吸收、以及液体 LQ1 在第 1 空间 K1 的流动,设定在 1 ~ 5mm 的范围。又,平坦面 75 与基板 P 的距离也不限于上述的 1mm,也能设定在 0.5 ~ 1mm 的范围。

[0155] 投影光学系统 PL 的第 1 光学元件 LS1 的下面(液体接触面)T1 具有亲液性(亲水性)。本实施形态中,对下面 T1 施以亲液化处理,由该亲液化处理使第 1 光学元件 LS1 的下面 T1 具亲液性。又,平坦面 75 也施以亲液化处理而具有亲液性。此外,也可对平坦面 75 一部分施以拨液化处理而使其具有拨液性。

[0156] 作为用以使第 1 光学元件 LS1 的下面 T1 等既定构件具亲液性的亲液化处理,例如列举使 MgF_2 、 Al_2O_3 、 SiO_2 等亲液性材料附着的治疗。或者,由于本实施形态的液体 LQ 是采用极性较大的水,因此作为亲液化处理(亲水化处理),例如,能以醇类等具有 OH 基的极性较大的分子结构物质来形成薄膜,以赋予亲液性(亲水性)。又,以萤石或石英来形成第 1 光学元件 LS1,由于此等萤石或石英与水的亲和性高,因此即使未施以亲液化处理,也能得到良好的亲液性,而能使第 1 液体 LQ1 与第 1 光学元件 LS1 下面 T1 的大致全面紧贴。此外,也可使平坦面 75 的一部分(例如底板部 71D 下面)对第 1 液体 LQ1 具有亲液性。

[0157] 又,作为为了使平坦面 75 一部分具有拨液性的拨液化处理,例如可列举将聚四氟乙烯(铁氟龙(注册商标))等氟系树脂材料、丙烯酸系树脂材料、或硅系树脂材料等拨液性材料附着等处理。又,使基板载台 PST 的上面 91 具有拨液性,而能抑制第 1 液体 LQ1 在液浸曝光中流出基板 P 外侧(上面 91 外侧),且在液浸曝光后也能圆滑地回收第 1 液体 LQ1,能防止有第 1 液体 LQ1 残留于上面 91 的不良情形。

[0158] 为将第 1 液体 LQ1 供应至基板 P 上,控制装置 CONT,驱动第 1 液体供应部 11,将第 1 液体 LQ 从第 1 液体供应部 11 送出。从第 1 液体供应部 11 送出的第 1 液体 LQ1,在流经第 1 供应管 13 后,流入嘴构件 70 的第 1 供应流路 14 中的缓冲流路部 14H。缓冲流路部 14H 是沿水平方向扩张的空间部,使流入缓冲流路部 14H 的第 1 液体 LQ1 以沿水平方向扩张的方式流动。由于在缓冲流路部 14H 的流路下流侧的内侧(光轴 AX 侧)区域形成有堤防部

15,因此第1液体LQ1会在充满缓冲流路部14全区后,暂时被储存于此。接着,当第1液体LQ1在缓冲流路部14H储存至既定量以上后(第1液体LQ1的液面高于堤防部15的高度后),即通过狭窄流路部14N流入倾斜流路部14S。流入倾斜流路部14S的第1液体LQ1,即沿倾斜流路部14S流向下方,并通过第1供应口12供应至配置于投影光学系统PL像面侧的基板P上。第1供应口12是从基板P上方将第1液体LQ1供应至基板P上。

[0159] 如此,由设置堤防部15,使从缓冲流路部14H流出的第1液体LQ1,从第1供应口12(以包围投影区域AR的方式形成为环状)全区大致均一地供应至基板P上。亦即,若未形成堤防部15(狭窄流路部14N),流动于倾斜流路部14S的第1液体LQ1的流量,其在第1供应管13与缓冲流路部14H的连接部附近的区域会较其它的区域多,因此在形成为环状的第1供应口12各位置对基板P上的液体供应量即会不均一。不过,由于设置狭窄流路部14N来形成缓冲流路部14H,当于该缓冲流路部14H储存至既定量以上的第1液体LQ1后,才开始将液体供应至第1供应口12,因此能在使第1供应口12各位置的流量分布或流速分布均一的状态下,将第1液体LQ1供应至基板P上。此处,虽在第1供应流路14的弯曲角部17附近容易在例如开始供应时等残存气泡,但由缩小此弯曲部17附近的第1供应流路14来形成狭窄流路部14N,而能使流动于狭窄流路部14N的第1液体LQ1的流速更高速,由该高速的第1液体LQ1的流动,将气泡通过第1供应口12排出至第1供应流路14外部。接着,由在排出气泡后执行液浸曝光动作,而能在无气泡的状态下于第1液浸区域LR1进行曝光处理。此外,堤防部15,也可设置成从缓冲流路部14H的顶面往-Z方向突出。其重点,是只要将较缓冲流路部14H狭窄的狭窄流路部14N设于缓冲流路部14H的流路下游侧即可。

[0160] 此外,也可将部分堤防部15作成较低(较高)。由预先于堤防部15设置部分高度相异的区域,而能以部分相异的时间点开始来自第1供应口12的第1液体LQ1的供应,因此能防止在开始供应第1液体LQ1时气体(气泡)残留于形成液浸区域AR2的液体中。又,也能将缓冲流路部14H分割成复数个流路,来对应狭缝状液体供应口12的位置供应相异量的液体LQ。

[0161] 又,为回收基板P上的第1液体LQ1,控制装置CONT即驱动第1液体回收部21。由驱动具有真空系统的第1液体回收部21后,基板P上的第1液体LQ1,即通过配置有多孔构件25的第1回收口22流入第1回收流路24。当回收第1液浸区域LR1的第1液体LQ1时,该第1液体LQ1是接触于多孔构件25的下面(斜面)26。由于第1回收口22(多孔构件25)于基板P上方设置成与基板P对向,因此是从上方来回收基板P上的第1液体LQ1。流入第1回收流路24的第1液体LQ1,在流经第1回收管23后被回收至第1液体回收部21。

[0162] 接着,参照图4、图5、图6、及图7来说明第2液浸机构2。

[0163] 图4中,第1光学元件LS1与第2光学元件LS2,被同一镜筒(支撑构件)PK支撑,并相对曝光用光EL的光路支撑成大致静止的状态。第1光学元件LS1,支撑于设于镜筒PK下端部的第1支撑部91。第2光学元件LS2,支撑于镜筒PK内部中设在较第1支撑部91上方的第2支撑部92。于第2光学元件LS2上部设有作为被支撑部的突缘部F2,第2支撑部92是由支撑突缘部F2来支撑第2光学元件LS2。又,第1光学元件LS1,能容易地拆装于镜筒PK的第1支撑部91。亦即,第1光学元件LS1设置成能更换。此外,也能将支撑第1光学元件的第1支撑部91设置成能拆装于第2支撑部92,以一并更换第1支撑部91与

第 1 光学元件 LS1。

[0164] 第 1 光学元件 LS1 是平行平板, 下面 T1 与上面 T2 为平行。又, 下面 T1 及上面 T2 与 XY 平面大致平行。由于支撑于基板载台 PST 的基板 P 的表面与 XY 平面成大致平行, 因此下面 T1 及上面 T2 与支撑于基板载台 PST 的基板 P 的表面大致平行。又, 支撑于第 1 支撑部 91 的第 1 光学元件 LS1 的下面 T1、与镜筒 PK 的下面 PKA 为大致同一面高。形成平坦面 75 的底板部 72D, 是延展于第 1 光学元件 LS1 的下面 T1 及镜筒 PK 下面 PKA 下方。

[0165] 第 2 光学元件 LS2 的下面 T3 形成为平面状, 且支撑于第 2 支撑部 92 的第 2 光学元件 LS2 的下面 T3、与支撑于第 1 支撑部 91 的第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 为大致平行。另一方面, 第 2 光学元件 LS2 的上面 T4, 是往物体面侧 (掩膜 M 侧) 形成为凸状, 并具有正折射率。由此, 能减低射入上面 T4 的光 (曝光用光 EL) 的反射损失, 进而能确保投影光学系统 PL 的较大像侧数值孔径。又, 具有折射率 (透镜作用) 的第 2 光学元件 LS2, 是在良好的定位状态下支撑于镜筒 PK 的第 2 支撑部 92。

[0166] 又, 本实施形态中, 与第 1 光学元件 LS1 对向的第 2 光学元件 LS2 下面 T3 的外径 D3, 是形成为小于第 1 光学元件 LS1 上面 T2 的外径 D2。

[0167] 接着, 如上所述, 曝光用光 EL, 即通过第 2 光学元件 LS2 的上面 T4 及下面 T3 的各既定区域, 且通过第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 及下面 T1 的各既定区域。

[0168] 镜筒 PK 与第 1 光学元件 LS1 的连接部等为密封。亦即, 第 1 光学元件 LS1 的下面 T1 侧的第 1 空间 K1 与上面侧的第 2 空间 K2 为彼此独立的空间, 由此可阻止液体流通于第 1 空间 K1 与第 2 空间 K2 之间。如上所述, 第 1 空间 K1, 是第 1 光学元件 LS1 与基板 P 间的空间, 于该第 1 空间 K1 形成有第 1 液体 LQ1 的第 1 液浸区域 LR1。另一方面, 第 2 空间 K2 为镜筒 PK 的内部空间的一部分, 是第 1 光学元件 LS1 上面 T2、与配置于其上方的第 2 光学元件 LS2 下面 T3 间的空间。又, 于第 2 空间 K2 形成有第 2 液体 LQ2 的第 2 液浸区域 LR2。且在第 2 光学元件 LS2 的侧面 C2 与镜筒 PK 的内侧面 PKC 间设有间隙。

[0169] 如图 4 所示, 第 2 供应管 33 另一端, 连接于形成在镜筒 PK 内部的第 2 供应流路 34 的一端部。另一方面, 镜筒 PK 的第 2 供应流路 34 另一端, 则连接于配置在镜筒 PK 内侧 (内部空间) 的供应构件 35。配置于镜筒 PK 内侧的供应构件 35, 具有对第 2 空间 K2 供应第 2 液体 LQ2 的液体供应口 32。于供应构件 35 内部形成有供第 2 液体 LQ2 流动的供应流路 36。第 2 供应流路 34 对供应构件 35 (供应流路 36) 的连接部, 设于镜筒 PK 内侧面 PKC 的第 2 空间 K2 附近。

[0170] 又, 第 2 回收管 43 另一端, 连接在形成于镜筒 PK 内部的第 2 回收流路 44 的一端部。另一方面, 镜筒 PK 的第 2 回收流路 44 另一端部, 则连接于配置在镜筒 PK 内侧 (内部空间) 的回收构件 45。配置于镜筒 PK 内侧的回收构件 45, 具有回收第 2 空间 K2 的第 2 液体 LQ2 的液体回收口 42。于回收构件 45 内部形成有供第 2 液体 LQ2 流动的回收流路 46。第 2 回收流路 44 对回收构件 45 (回收流路 46) 的连接部, 设于镜筒 PK 内侧面 PKC 的第 2 空间 K2 附近。

[0171] 液体供应口 32、供应构件 35 (供应流路 36)、第 2 供应流路 34、以及第 2 供应管 33, 构成第 2 液体供应机构 30 (第 2 液浸机构 2) 的一部分, 液体回收口 42、回收构件 45 (回收流路 46)、第 2 回收流路 44、以及第 2 回收管 43, 构成第 2 液体回收机构 40 (第 2 液浸机构 2) 的一部分。以下说明中, 将第 2 液浸机构 2 的第 2 供应口 32 称为第 2 供应口 32、将第 2

液浸机构 2 的液体回收口 42 称为第 2 回收口 42。

[0172] 图 5 是说明用以形成第 2 液浸区域 LR2 的第 2 液浸机构 2 的图,图 5a 是侧视图,图 5b 则是图 5a 的 A-A 线截面图。如图 5 所示,供应构件 35 是由延伸于水平方向的轴状构件所构成。本实施形态中,供应构件 35 配置于第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 中、曝光用光 EL 所通过的既定区域 AR' 的 +X 侧,其设置成沿 X 轴方向延伸。又,形成于供应构件 35 内部的供应流路 36 的一端部,连接于形成在镜筒 PK 内部的第 2 供应流路 34(参照图 4)的另一端,而供应流路 36 的另一端则连接于第 2 供应口 32。第 2 供应口 32 形成为朝向 -X 侧,将第 2 液体 LQ2 以与第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 大致平行的方式、亦即与 XY 平面(横方向)大致平行的方式加以喷出。由于第 2 液浸机构 2 的第 2 供应口 32 配置于第 2 空间 K2,因此第 2 液体供应部 31,通过第 2 供应管 33、第 2 供应流路 34、以及第 2 供应口 32 等连接于第 2 空间 K2。

[0173] 在供应构件 35 与第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 之间、以及在供应构件 35 与第 2 光学元件 LS2 的下面 T3 之间分别设置有间隙。亦即,供应构件 35,是被镜筒 PK 或既定支撑机构支撑成未与各第 1 光学元件 LS1 及第 2 光学元件 LS2 接触的状态。由此,能防止在供应构件 35 产生的振动直接传达至第 1、第 2 光学元件 LS1,LS2 侧。由使供应构件 35 对各第 1 光学元件 LS1 及第 2 光学元件 LS2 呈非接触状态,而能抑制第 1 光学元件 LS1 及第 2 光学元件 LS2 的形状变化,维持投影光学系统 PL 的高成像性能。

[0174] 又,供应构件 35 设于不妨碍曝光用光 EL 照射的位置、亦即设于第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 中曝光用光 EL 所通过的既定区域 AR' 外侧。第 2 供应口 32,设于第 2 空间 K2 中、既定区域 AR' 与第 1 光学元件 LS1 上面 T2 的边缘部间的既定位置。

[0175] 为形成第 2 液浸区域 LR2,控制装置 CONT,在从第 2 液体供应机构 30 的第 2 液体供应部 31 送出第 2 液体 LQ2 后,从该第 2 液体供应部 31 送出的第 2 液体 LQ2,即在流经第 2 供应管 33 后,流入形成于镜筒 PK 内部的第 2 供应流路 34 的一端部。接着,流入第 2 供应流路 34 一端部的液体 LQ2,即在流经第 2 供应流路 34 后,流入与其另一端连接的供应构件 35 的供应流路 36 一端。流入供应流路 36 一端的第 2 液体 LQ2,即在流经供应流路 36 后,通过第 2 供应口 32 供应至第 2 空间 K2。从第 2 供应口 32 供应的第 2 液体 LQ2,即在第 1 光学元件 LS1 上面 T2 中,仅在较曝光用光 EL 所通过的既定区域 AR' 大、且较上面 T2 小的部分区域局部性地形成第 2 液浸区域 LR2。供应至第 1 光学元件 LS1 与第 2 光学元件 LS2 间的第 2 液体 LQ2,由表面张力保持于第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 与第 2 光学元件 LS2 的下面 T3 间。第 2 液浸区域 LR2 的第 2 液体 LQ2,除了接触于第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 的部分区域以外,也接触于第 2 光学元件 LS2 的下面 T3 的大致全区。如上所述,第 2 光学元件 LS2 下面 T3 的外径 D3,由于较第 1 光学元件 LS1 上面 T2 的外径 D2 小,因此充满于第 1 光学元件 LS1 与第 2 光学元件 LS2 间的第 2 液体 LS2,能将较第 1 光学元件 LS1 上面 T2 小的第 2 液浸区域 LR2,形成于第 2 光学元件 LS2 下面 T3 之下(第 1 光学元件 LS1 上面 T2 之上)。

[0176] 此外,本实施形态中,第 1 光学元件 LS1 上面 T2 与第 2 光学元件 LS2 下面 T3 的距离、即曝光用光 EL 的光路中液体 LQ2 的厚度为 3mm 左右。不过,第 1 光学元件 LS1 上面 T2 与第 2 光学元件 LS2 下面 T3 的距离,并不限于上述 3mm,也可在考虑液体 LQ2 对曝光用光 EL 的吸收、及液体 LQ2 于第 2 空间 K2 的流动后,设定在 0.5 ~ 5mm 的范围。

[0177] 此处,如图 6 所示,面向第 2 空间 K2 的第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 中,构成第 2 液浸区域 LR2 部分区域的第 1 区域 HR1 表面与第 2 液体 LQ2 的亲液性,高于该第 1 区域 HR1 周围区域的第 2 区域 HR2 表面与第 2 液体 LQ2 的亲液性。亦即,第 1 区域 HR1 表面与第 2 液体 LQ2 的接触角,小于第 2 区域 HR2 表面与第 2 液体 LQ2 的接触角。具体而言,第 2 区域 HR2 表面对第 2 液体 LQ2 具有拨液性。由此,在将第 2 液体 LQ2 的第 2 液浸区域 LR2 形成于第 1 光学元件 LS1 上面 T2 的部分区域(第 1 区域 HR1)时,能防止第 2 液体 LQ2 流出上面 T2 外侧的不良状况。又,第 1 区域 HR1,包含曝光用光 EL 所通过的既定区域 AR',由预先使包含该既定区域 AR' 的第 1 区域 HR1 的表面具亲液性,而能使第 2 液体 LQ2 良好地紧贴于第 1 区域 HR1 表面。

[0178] 本实施形态中,由对第 2 区域 HR2 表面施以拨液化处理,而对第 2 区域 HR2 表面赋予拨液性。作为用以使第 2 区域 HR2 表面具拨液性的处理,例如能列举将聚四氟化乙烯等氟系列树脂材料、丙烯酸系列树脂材料、硅系列树脂材料等拨液性材料予以涂布、或将由前述拨液性材料构成的薄膜加以贴附等处理。本实施形态,是将旭硝子制的「赛得布(CYTOP)」涂布于第 2 区域 HR2 表面。

[0179] 又,本实施形态的复数个光学元件 LS1 ~ LS7 中,至少与第 1、第 2 液体 LQ1, LQ2 接触的第 1、第 2 光学元件 LS1, LS2 是由石英所形成。由于石英与第 1、第 2 液体(水)LQ1, LQ2 的亲液性高,因此能使第 1、第 2 液体 LQ1, LQ2, 紧贴于第 1 光学元件 LS1 的液体接触面的下面 T1 及上面 T2 的第 1 区域 HR1、以及第 2 光学元件 LS2 的液体接触面的下面 T3 的大致全区。因此,使第 1、第 2 液体 LQ1, LQ2 紧贴于第 1 光学元件 LS1, LS2 的液体接触面,而能将第 2 液体 LQ2 确实地充满第 2 光学元件 LS2 与第 1 光学元件 LS1 间的光路,且能将第 1 液体 LQ1 确实地充满第 1 光学元件 LS1 与基板 P 间的光路。

[0180] 又,由于石英为折射率大的材料,因此例如能缩小第 2 光学元件 LS2 等大小,能将投影光学系统 PL 全体或曝光装置 EX 整体作得较小。又,由于石英具有耐水性,因此有例如不须在上述液体接触面设置保护膜等优点。

[0181] 此外,第 1、第 2 光学元件 LS1, LS2 的至少其中一方,也可是与水有高亲和性的萤石。又,例如也可以萤石来形成光学元件 LS3 ~ LS7,并以石英来形成光学元件 LS1, LS2,或也可以石英(或萤石)来形成所有光学元件 LS1 ~ LS7。

[0182] 又,也可对包含第 1 光学元件 LS1 上面 T2 的第 1 区域 HR1 的第 1、第 2 光学元件 LS1, LS2 液体接触面,施以使 MgF_2 、 Al_2O_3 、 SiO_2 等亲液性材料附着的亲水化(亲液化)处理,以提高与第 1、第 2 液体 LQ1, LQ2 的亲液性。或者,由于本实施形态的第 1、第 2 液体 LQ1, LQ2 为极性较大的水,因此作为亲液化处理(亲水化处理)时,例如由以酒精等极性较大的分子结构物质来形成薄膜,而也能对此光学元件 LS1, LS2 的液体接触面赋予亲水性。

[0183] 且此处,虽使第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 中位于第 1 区域 HR1(包含曝光用光 EL 所通过的既定区域 AR')周围的第 2 区域 HR2 具有拨液性,但也可使第 2 光学元件 LS2 的下面 T3 中、包含曝光用光 EL 所通过的既定区域的一部分区域周围具有拨液性。

[0184] 回到图 5b,回收构件 45,具备轴部 45A 与连接于该轴部 45A 的环状部 45B。轴部 45A 设置成延伸于水平方向,在本实施形态中配置于既定区域 AR' -X 侧,并设置成沿 X 轴方向延伸。环状部 45B,形成为较第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 边缘部小,其 -X 侧的一部分连接于轴部 45A。另一方面,环状部 45B 的 +X 侧的一部分为开口,并于该开口部 45K 配置供

应构件 35。

[0185] 于回收构件 45 内部形成有对应回收构件 45 的形状的回收流路 46。形成于回收构件 45 中的轴部 45A 的内部回收流路 46 一端部,连接于形成在镜筒 PK 内部的第 2 回收流路 44(参照图 4)的另一端。又,于回收构件 45 的环状部 45B 内部形成有包围既定区域 AR' 的环状回收流路 46。又,形成于轴部 45A 内部的回收流路 46 的另一端部,连接于形成在环状部 45B 内部的环状回收流路 46 的一部分。

[0186] 第 2 回收口 42,形成于环状部 45B 的朝向既定区域 AR' 的内侧面。第 2 回收口 42,用以回收第 2 空间 K2 的第 2 液体 LQ2,其以包围第 2 液浸区域 LR2(形成于第 1 光学元件 LS1 的上面 T2)的方式复数设置于环状部 45B 内侧面。设于环状部 45B 内侧面的复数个第 2 回收口 42,连接于形成在环状部 45B 内部的回收流路 46。由于第 2 液浸机构 2 的第 2 回收口 42 配置于第 2 空间 K2,因此第 2 液体回收部 41,是通过第 2 回收管 43、第 2 回收流路 44、以及第 2 回收口 42 等连接于第 2 空间 K2。

[0187] 又,回收构件 45(环状部 45B),设于不妨碍曝光用光 EL 照射的位置、亦即以包围第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 中、曝光用光 EL 所通过的既定区域 AR' 的方式,设于该既定区域 AR' 外侧。又,第 2 回收口 42,设于第 2 空间 K2 中、既定区域 AR' 与上面 T2 的边缘部间的既定位置。

[0188] 在回收构件 45 与第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 之间、以及在回收构件 45 与第 2 光学元件 LS2 的下面 T3 之间分别设置有间隙。亦即,回收构件 45,是被镜筒 PK 或既定支撑机构支撑成未与各第 1 光学元件 LS1 及第 2 光学元件 LS2 接触的状态。由此,能防止在回收构件 45 产生的振动直接传达至第 1、第 2 光学元件 LS1,LS2 侧。

[0189] 在回收第 2 液浸区域 LR2 的第 2 液体 LQ2 时,控制装置 CONT,驱动第 2 液体回收机构 40 的第 2 液体回收部 41。由具有真空系统的第 2 液体回收部 41 的驱动,使第 2 液浸区域 LR2 的第 2 液体 LQ2,通过第 2 回收口 42 流入形成于回收构件 45 中的环状部 45B 内部的回收流路 46。由于第 2 回收口 42 配置成包围第 2 液浸区域 LR2,因此第 2 液浸区域 LR2 的第 2 液体 LQ2,即通过第 2 回收口 42 而从其周围被回收。此外,最好也于第 2 回收口 42 配置多孔构件,以抑制回收第 2 液体 LQ2 时产生的振动。

[0190] 此处,如图 6 所示,在第 1 光学元件 LS1 上面 T2 中具拨液性的第 2 区域 HR2 内,具有往内侧(既定区域 AR' 的侧)突出的凸区域 HRT。本实施形态中,凸区域 HRT,设于与回收构件 45 的环状部 45B 的开口部 45K 对应的位置。由此方式,在停止来自第 2 供应口 32 的第 2 液体 LQ2 供应的状态下、来从第 2 液浸区域 AR2 周围通过第 2 回收口 42 回收第 2 液体 LQ2 时,第 2 液浸区域 AR2 的第 2 液体 LQ2,即如图 7 的示意图所示,以凸区域 HRT 为基准来分割的方式,通过配置于其周围的第 2 回收口 42 而被回收。如此,即可防止因未彻底回收第 2 液体 LQ2、而例如产生残存于第 1 区域 HR1 中央部等不良情形。因此,可防止因残存的第 2 液体 LQ2 而产生的不良状况,例如,能防止因残存的第 2 液体 LQ2 气化而在上面 T2 形成附着痕(即所谓水痕)等。

[0191] 此外,本实施形态中,虽凸区域 HRT 设于与回收构件 45 的环状部 45B 的开口部 45K 对应的位置,但也可设于与开口部 45K 对应的位置以外的位置。又,虽图中所示的凸区域 HRT 为俯视呈大致矩形,但也能采用三角形或半圆形等任意的形状。

[0192] 又,流入形成于环状部 45B 内部的回收流路 46 的第 2 液体 LQ2,在形成于轴部 45A

内部的回收流路 46 聚集后,即流入形成于镜筒 PK 内部的第 2 回收流路 44。流经第 2 回收流路 44 的第 2 液体 LQ2,即通过第 2 回收管 43 被第 2 液体回收部 41 吸引回收。

[0193] 其次,说明使用具上述构成的曝光装置 EX 来将掩膜 M 的图案像曝光于基板 P 的方法。

[0194] 当进行基板 P 的曝光时,控制装置 CONT,从第 2 液体供应机构 30 将第 2 液体 LQ2 供应至第 2 空间 K2。由以第 2 液体供应机构 30 来供应第 2 液体 LQ2,使第 2 液体 LQ2 充满于第 1 光学元件 LS1 上面 T2 与第 2 光学元件 LS2 之间,以使仅在第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 中的部分区域(包含曝光用光 EL 所通过的既定区域 AR')形成第 2 液浸区域 LR2。由第 2 液体供应机构 30 所供应的第 2 液体 LQ2,是于包含既定区域 HR' 的上面 T2 上的一部分,局部性地形成较既定区域 HR' 大且较上面 T2 小的第 2 液浸区域 LR2。又,在形成第 2 液浸区域 LR2 后,控制装置 CONT 即停止第 2 液体供应机构 30 的第 2 液体 LQ2 的供应。第 1 光学元件 LS1 与第 2 光学元件 LS2 间的第 2 液体 LQ2 由表面张力被保持,而维持第 2 液浸区域 AR2。

[0195] 在装载位置将基板 P 装载于基板载台 PST 后,控制装置 CONT,即使保持基板 P 的基板载台 PST 移动至投影光学系统 PL 之下、亦即移动至曝光位置。接着,在基板载台 PST 与投影光学系统 PL 的第 1 光学元件 LS1 对向的状态下,控制装置 CONT,即一边适当控制第 1 液体供应机构 10 对第 1 液体 LQ1 的每一单位时间的供应量、以及第 1 液体回收机构 20 对第 1 液体 LQ1 的每一单位时间的回收量,一边以第 1 液体供应机构 10 及第 1 液体回收机构 20 进行液体 LQ1 的供应及回收,而将第 1 液体 LQ1 的第 1 液浸区域 LR1 至少形成于第 1 空间 K1 中曝光用光 EL 的光路上,以第 1 液体 LQ1 充满该曝光用光 EL 的光路。

[0196] 此处,于基板载台 PST 上的既定位置设有具备基准标记的基准构件(测量构件),该基准标记例如是由特开平 4-65603 号公报所揭示的基板对准系统、以及由特开平 7-176468 号公报所揭示的掩膜对准系统来测量。进一步地,于基板载台 PST 上的既定位置,设有例如特开昭 57-117238 号公报所揭示的照度不均传感器、例如特开 2002-14005 号公报所揭示的空间像测量传感器、以及例如特开平 11-16816 号公报所揭示的照射量传感器(照度传感器)等来作为光测量部。控制装置 CONT,在进行基板 P 的曝光处理前,是使用基准构件上的标记测量或光测量部来进行各种测量动作,并根据该测量结果,进行基板 P 的对准处理、或投影光学系统 PL 的成像特性调整(校准)的处理。例如在使用光测量部进行测量动作时,控制装置 CONT,使基板载台 PST 移动于 XY 方向来使基板载台 PST 相对第 1 液体 LQ1 的第 1 液浸区域 LR1 移动,以将第 1 液体 LQ1 的第 1 液浸区域 LR1 配置于光测量部上,并在该状态下,通过第 1 液体 LQ1 及第 2 液体 LQ2 进行测量动作。此外,以掩膜对准系统进行的基准标记的测量、及/或使用光测量部进行的各种校准处理,也可在将曝光对象的基板 P 装载于基板载台 PST 前进行。

[0197] 进行上述对准处理及校准处理后,控制装置 CONT,即同时进行第 1 液体供应机构 10 对基板 P 上的第 1 液体 LQ1 的供应、以及以第 1 液体回收机构 20 来回收基板 P 上的第 1 液体 LQ1,且一边使支撑基板 P 的基板载台 PST 移动于 X 轴方向(扫描方向),一边使曝光用光 EL 通过投影光学系统 PL、形成于第 1 光学元件 LS1 上面 T2 侧的第 2 液浸区域 LR2 的第 2 液体 LQ2、以及形成于第 1 光学元件 LS1 下面 T1 侧的第 1 液浸区域 LR1 的第 1 液体 LQ1 照射于基板 P 上,以将掩膜 M 的图案像投影至基板 P 上,使基板 P 曝光。第 1 液体供应

机构 10 所供应的第 1 液体 LQ1, 是于包含投影区域 AR 的基板 P 上的一部分, 局部性地形成较投影区域 AR 大且较基板 P 小的第 1 液浸区域 LR1。又, 第 2 液体供应机构 30 所供应的第 2 液体 LQ2, 是于第 1 光学元件 LS1 上面 T2 中包含既定区域 AR' 的上面 T2 上的一部分, 局部性地形成较既定区域 AR' 大且较上面 T2 小的第 2 液浸区域 LR2。

[0198] 于基板 P 的曝光中, 一边持续第 1 液浸机构 1 的第 1 液体 LQ1 的供应动作及回收动作, 来将第 1 液浸区域 LR1 的尺寸或形状维持在所欲状态, 一边以第 1 液体 LQ1 充满第 1 元件与基板 P 间曝光用光 EL 的光路。另一方面, 于基板 P 的曝光中, 并未以第 2 液浸机构 2 进行第 2 液体 LQ2 的供应动作及回收动作。亦即, 是通过储存在第 2 空间 K2 (由表面张力所保持) 的第 2 液体 LQ2 来进行曝光。由不在基板 P 曝光中进行第 2 液体 LQ2 的供应及回收, 而不会在基板 P 的曝光中产生随第 2 液体 LQ2 的供应及 / 或回收的振动。因此, 能防止因该振动导致的曝光精度劣化。

[0199] 又, 第 2 液体 LQ2, 由于仅于第 1 光学元件 LS1 上面 T2 上的部分区域 (包含曝光用光 EL 所通过的既定区域 HR') 形成第 2 液浸区域 LR2, 因此能防止第 2 液体 LQ2 漏出至第 1 光学元件 LS1 上面 T2 外侧。因此, 能防止第 2 液体 LQ2 附着或浸入支撑第 1 光学元件 LS1 的镜筒 PK (第 1 支撑部 91), 而能防止该镜筒 PK (第 1 支撑部 91) 劣化。又, 能防止因漏出的第 2 液体 LQ2 导致第 1 光学元件 LS1 周边的机械零件或电气零件劣化。

[0200] 又, 由于第 2 液体 LQ2 于第 1 光学元件 LS1 上面 T2 上局部性地形成第 2 液浸区域 LR2, 因此不会接触于例如镜筒 PK 或第 1 支撑部 91 等。因此, 能防止由镜筒 PK 或第 1 支撑部 91 等产生的金属离子等杂质混入形成第 2 液浸区域 LR2 的第 2 液体 LQ2 等不良情形。因此, 能在维持第 2 液体 LQ2 的洁净度的状态下, 良好地进行曝光处理及测量处理。

[0201] 本实施形态中的曝光装置 EX, 使掩膜 M 与基板 P 一边沿 X 轴方向 (扫描方向) 移动一边将掩膜 M 的图案像投影曝光于基板 P, 在进行扫描曝光时, 将掩膜 M 的一部份图案像通过投影光学系统 PL、以及第 1、第 2 液浸区域 LR1, LR2 的第 1、第 2 液体 LQ1, LQ2 投影在投影区域 AR 内, 并使基板 P 与掩膜 M 以速度 V 沿 -X 方向 (或 +X 方向) 的移动同步, 而相对投影区域 AR 以速度 $\beta \cdot V$ (β 为投影倍率) 沿 +X 方向 (或 -X 方向) 移动。于基板 P 上设定复数个照射区域, 在对一个照射区域的曝光结束后, 由基板 P 的步进移动使次一照射区域移动至扫描开始位置, 之后, 即以步进扫描方式一边移动基板 P 一边依序对各照射区域进行扫描曝光处理。

[0202] 本实施形态中, 虽于具有透镜作用的第 2 光学元件 LS2 下配置由平行平板板构成的第 1 光学元件 LS1, 但由将第 1 液体 LQ1 及第 2 液体 LQ2 分别充满于第 1 光学元件 LS1 下面 T1 侧的第 1 空间 K1、以及上面 T2 侧的第 2 空间 K2, 减低在第 2 光学元件 LS2 下面 T3 或第 1 光学元件 LS1 上面 T2 的反射损失, 而能在确保投影光学系统 PL 的较大像侧数值孔径的状态下, 使基板良好地曝光。

[0203] 本实施形态中, 多孔构件 25 相对基板 P 表面呈倾斜, 是一通过配置于第 1 回收口 22 的多孔构件 25 的斜面 26 来回收第 1 液体 LQ1 的构成, 而第 1 液体 LQ1 通过包含斜面 26 的第 1 回收口 22 被回收。又, 平坦面 75 与斜面 26 是连续形成。此时, 当从图 8a 所示的初期状态 (在平坦面 75 与基板 P 之间形成有第 1 液体 LQ1 的第 1 液浸区域 LR1 的状态) 使基板 P 以既定速度相对第 1 液浸区域 LR1 往 X 方向扫描移动既定距离时, 即成为图 8b 所示的状态。在图 8b 所示的扫描移动后的既定状态中, 于第 1 液浸区域 LR1 的第 1 液体 LQ1 即

产生沿斜面 26 而往斜上方移动的成分 F1、以及沿水平方向移动的成分 F2。此时,第 1 液浸区域 LR1 的第 1 液体 LQ1 与其外侧空间的界面(气液界面)LG 形状被维持。又,即使基板 P 相对第 1 液浸区域 LR1 高速移动,也能抑制界面 LG 的形状大幅变化。

[0204] 又,斜面 26 与基板 P 间的距离大于平坦面 75 与基板 P 间的距离。亦即,斜面 26 与基板 P 间的空间较平坦面 75 与基板 P 间的空间大。因此,能将在基板 P 相对第 1 液浸区域 LR1 移动后、图 8a 所示的初期状态的界面 LG1 与图 8b 所示的在扫描移动后的既定状态的界面 LG 间的距离 L 缩短。由此,能缩小第 1 液浸区域 LR1 的大小。

[0205] 例如,如图 9a 所示,当连续形成平坦面 75 与配置于第 1 回收口 22 的多孔构件 25 的下面 26'、使多孔构件 25 的下面 26' 并非相对倾斜于基板 P 而是与基板 P 表面呈大致平行时,换言之,即使包含下面 26' 的第 1 回收口 22 并无倾斜的情形下,而使基板 P 相对第 1 液浸区域 LR1 移动时,仍可维持界面 LG 的形状。不过,由于下面 26' 并无倾斜,因此于第 1 液体 LQ1 仅产生沿水平方向移动的成分 F2,而几乎未产生往上方移动的成分(F1)。此时,由于界面 LG 移动与基板 P 的移动量大致相同的距离,因此在初期状态的界面 LG' 与在扫描移动后的既定状态的界面 LG 间的距离 L 即成为较大的值,使第 1 液浸区域 LR1 也随之增大。如此一来,为对应该较大的第 1 液浸区域 LR1 也必须将嘴构件 70 作成较大,又,为对应于第 1 液浸区域 LR1 的尺寸,也须将基板载台 PST 本身的尺寸或基板载台 PST 的移动行程增大,导致曝光装置 EX 整体的巨大化。又,第 1 液浸区域 LR1 的大型化,是随着基板 P 对第 1 液浸区域 LR1 的扫描速度越为高速而越为显著。

[0206] 又,如图 9b 所示,在平坦面 75 与第 1 回收口 22(多孔构件 25 的下面 26')间设置段差,由此当要将下面 26' 与基板 P 间的距离作成大于平坦面 75 与基板 P 间的距离时,换言之,亦即要将下面 26' 与基板 P 间的空间作成大于平坦面 75 与基板 P 间的空间时,由于在第 1 液体 LQ1 产生往上方移动的成分 F1',因此能将距离 L 设成较小的值,而可抑制第 1 液浸区域 LR1 的大型化。此外,由于在平坦面 75 与下面 26' 间设有段差,且平坦面 75 与下面 26' 并未连续形成,因此界面 LG 的形状较容易溃散。当界面 LG 的形状溃散时,即很有可能使气体进入第 1 液浸区域 LR1 的第 1 液体 LQ1 中而在液体 LQ1 中产生气泡等不良情形。又,当例如在使基板 P 沿 +X 方向高速扫描时有段差存在的话,除了会使界面 LG 的形状溃散以外,也会使往上方移动的成分 F1' 变大,使第 1 液浸区域 LR1 的最靠 +X 侧区域的第 1 液体 LQ1 膜厚变薄,而在该状态下使基板 P 移动于 -X 方向(逆向扫描)时,即很有可能产生第 1 液体 LQ1 散开的现象。当该散开的液体(参照图 9b 中的符号 LQ')例如残存于基板 P 上时,即产生因该液体 LQ' 气化而在基板 P 上形成附着痕(所谓水痕)等不良情形。又,当界面 LG 的形状溃散时,第 1 液体 LQ1 即很有可能流出至基板 P 外侧,而产生周边构件及机器生锈或漏电等不良情形。又,产生前述不良情形的可能性,会随着基板 P 对第 1 液浸区域 LR1 的扫描速度的高速化而提高。

[0207] 本实施形态中,由于是将第 1 液浸机构 1(第 1 液体回收机构 20)的第 1 回收口 22,形成于与基板 P 表面对向的斜面 26,因此即使形成于投影光学系统 PL 的像面侧的第 1 液浸区域 LR1 与基板 P 相对移动时,也能维持第 1 液浸区域 LR1 的第 1 液体 LQ1 与其外侧空间的界面 LG 的形状,而能将第 1 液浸区域 LR1 的形状维持在所欲状态。因此,可避免如第 1 液体 LQ 中产生气泡、未能完全回收液体、或有液体流出等不良情形。又,将第 1 回收口 22 设于斜面 26,由于可抑制界面 LG 的移动量,因而可缩小第 1 液浸区域 LR1 的大小。由

此,也可谋求曝光装置 EX 整体的小型化。

[0208] 又,在高速扫描基板 P 时,虽很有可能使第 1 液浸区域 LR1 的第 1 液体 LQ1 流出至外侧、或第 1 液浸区域 LR1 的第 1 液体 LQ1 飞散至周围,但由于将壁部 76 设于斜面 26 周缘,因此可抑制第 1 液体 LQ1 的漏出。亦即,由将壁部 76 设于多孔构件 25 周缘,而可在壁部 76 内侧形成缓冲空间,因此即使是液体 LQ 到达壁部 76 的内侧面,形成液浸区域 AR2 的液体 LQ 由于会在壁部 76 内侧的缓冲空间内扩张,因此能更确实地防止液体 LQ 漏出至壁部 76 外侧。

[0209] 又,由于平坦面 75 的一部分(底板部 72D 下面)以包围投影区域 AR1 的方式配置于投影光学系统 PL 的端面 T1 下,因此形成于平坦面 75 一部分(底板部 72D 下面)与基板 P 表面间的小间隙,于投影区域附近形成为包围投影区域,因此可持续维持覆盖投影区域 AR1 所必须的足够小的液浸区域。因此,即使基板 P 高速移动(扫描)时,也能抑制气体混入液浸区域 AR2 液体 LQ 中或液体 LQ 的流出等不良情形,且能谋求曝光装置 EX 整体的小型化。又,由于将液体供应口 12 配置于平坦面 75 的一部分(底板部 72D 下面)外侧,因此可防止气体(气泡)混入用以形成液浸区域 AR2 的液体 LQ 中,即使欲使基板 P 高速移动时,也能持续以液体充满曝光用光 EL 的光路。

[0210] 上述实施形态中,虽将薄板状多孔构件 25 相对基板 P 呈倾斜来安装,而形成斜面 26,但也可在嘴构件 70 下面,设置与曝光用光 EL 的光轴的距离越长而与基板 P 表面的间隔越大的斜面,再将液体回收口 22 设于该斜面的既定位置(既定区域)。又,也可将多孔构件 25 设于该液体回收口 22。

[0211] 此外,本实施形态中,虽于第 1 回收口 22 配置有多孔构件 25,但也可不配置多孔构件 25。此时,也可在例如嘴构件 70 下面,设置与曝光用光 EL 的光轴的距离越长而与基板 P 表面的间隔越大的斜面,再将液体回收口设于该斜面的既定位置,由此维持界面 LG 的形状,而能防止在第 1 液浸区域 LR1 的第 1 液体 LQ1 产生气泡等不良情形。又,也可缩小第 1 液浸区域 LR1 的大小。

[0212] 当结束基板 P 的曝光时,控制装置 CONT 即停止第 1 液体供应机构 10 的第 1 液体 LQ1 的供应,而使用第 1 液体回收机构 20 等来回收第 1 液浸区域 LR1 的第 1 液体 LQ1(第 1 空间 K1 的第 1 液体 LQ1)。接着,控制装置 CONT 即使用第 1 液体回收机构 20 的第 1 回收口 22 等来回收基板 P 上或基板载台 PST 上所残留的第 1 液体 LQ1。

[0213] 又,控制装置 CONT,在结束基板 P 的曝光后,即如参照图 7 所说明般,通过第 2 回收口 42 回收形成于第 2 空间 K2 的第 2 液浸区域 LR2 的第 2 液体 LQ2。

[0214] 又,在回收基板 P 上的第 1 液体 LQ1、以及第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 上的第 2 液体 LQ2 后,控制装置 CONT,即将支撑该基板 P 的基板载台 PST 移动至卸载位置,进行卸载。

[0215] 接着,将次一待进行曝光处理的基板 P 装载于基板载台 PST。控制装置 CONT,为对装载于基板载台 PST 的基板 P 进行曝光,而将第 2 液体 LQ2 供应至第 2 空间 K2,并以与上述相同的程序来使该基板曝光。

[0216] 此外,本实施形态中,虽就每一进行曝光的基板 P 更换第 2 空间 K2 的第 2 液体 LQ2,但只要第 2 空间 K2 的液体 LQ2 的温度变化或洁净度劣化等尚不致影响曝光精度的话,第 2 空间 K2 的第 2 液体 LQ2 的更换,也可就每一既定时间间隔、每一既定处理基板的片数、或每一批号来加以进行。

[0217] 此外,于基板 P 的曝光中或曝光前后,也可连续进行第 2 液体 LQ2 的供应及回收。由连续进行第 2 液体 LQ2 的供应及回收,而能随时将经过温度管理的干净第 2 液体 LQ2 充满于第 2 空间 K2。另一方面,如本实施形态所示,在将第 2 液体 LQ2 储存于第 2 空间 K2 的状态下进行曝光,并间歇性地对第 2 空间 K2 更换第 2 液体 LQ2,由此,如上所述,于基板 P 的曝光中,即不会产生随着第 2 液体 LQ2 的供应及回收而导致的振动。又,于基板 P 的曝光中连续进行第 2 液体 LQ2 的供应及回收的构成中,例如在每一单位时间的第 2 液体 LQ2 的供应量及回收量不稳定时,即有可能因第 2 液浸区域 LR2 变大使第 2 液体 LQ2 流出或飞散至镜筒 PK 内侧,而扩大损害。又,当每一单位时间的第 2 液体 LQ2 的供应量及回收量不稳定时,即有可能产生第 2 液浸区域 LR2 枯竭使曝光精度劣化的不良情形。因此,由由间歇性地对第 2 空间 K2 交换第 2 液体 LQ2,而能将第 2 液浸区域 LR2 形成为所欲状态,防止上述不良状况产生。

[0218] 此外,第 1 液浸区域 LR1(第 1 空间 K1)的第 1 液体 LQ1 中,可能会因混入从基板 P 上产生的例如感光剂(光阻)的异物等杂质,而污染该第 1 液体 LQ1。由于第 1 液浸区域 LR1 的第 1 液体 LQ1 也与第 1 光学元件 LS1 的下面 T1 接触,因此即有可能因该受污染的第 1 液体 LQ1 而污染第 1 光学元件 LS1 的下面 T1。又,悬浮于空中的杂质,也有可能附着在外露于投影光学系统 PL 像面侧的第 1 光学元件 LS1 的下面 T1。

[0219] 本实施形态中,第 1 光学元件 LS1,由于能轻易安装、拆除(能更换)于镜筒 PK,因此能够仅将该受污染的第 1 光学元件 LS1 更换成干净的第 1 光学元件 LS1,由此能防止因光学元件的污染而使曝光精度、以及通过投影光学系统 PL 的测量精度劣化。另一方面,第 2 空间 K2 的第 2 液体 LQ2 并未与基板 P 接触。又,第 2 空间是被第 1 光学元件 LS1、第 2 光学元件 LS2、以及镜筒 PK 包围的大致密闭空间,因此悬浮于空中的杂质难以混入第 2 空间 K2 的第 2 液体 LQ2,使第 2 光学元件 LS2 的下面 T3 或第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 也难以附着杂质。因此,可维持第 2 光学元件 LS2 的下面 T3 或第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 的洁净度。因此,由仅更换第 1 光学元件 LS1,而可防止投影光学系统 PL 的透射率降低等,维持曝光精度及测量精度。

[0220] 虽也能考虑不设置由平行平板构成的第 1 光学元件 LS1、使第 1 液浸区域 LR1 的液体接触于第 2 光学元件 LS2 的构成,但当欲增大投影光学系统 PL 的像侧孔径数值时,则必须增大光学元件的有效直径,致使光学元件 LS2 也须作得更大型。由于在光学元件 LS2 周围配置有如上所述的嘴构件 70 或未图标的对准系统等各种测量装置,因此更换此种大型的光学元件 LS2,其作业性较低且难以达成。再者,由于光学元件 LS2 具有折射率(透镜作用),因此为维持投影光学系统 PL 整体的光学特性(成像特性),须以高定位精度将该光学元件 LS2 安装于镜筒 PK。因此,从维持投影光学系统 PL 的光学特性(光学元件 LS2 的定位精度)的观点来看,最好不要将光学元件 LS2 频繁地拆装(更换)于镜筒 PK。本实施形态中,由于设置较小型的平行平板来作为第 1 光学元件 LS1,且是可更换该第 1 光学元件 LS1 的构成,因此能以良好作业性容易地进行更换作业,且也能维持投影光学系统 PL 的光学特性。又,由设置能独立对各第 1 光学元件 LS1 下面 T1 侧的第 1 空间 K1 及上面 T2 侧的第 2 空间 K2 进行第 1、第 2 液体 LQ1, LQ2 的供应及回收的第 1、第 2 液浸机构 1, 2, 而能维持第 1、第 2 液体 LQ1, LQ2 的洁净度,且能使从照明光学系统 IL 射出的曝光用光 EL 良好地到达配置于投影光学系统 PL 像面侧的基板 P。

[0221] 如上述说明,由以第 1 液体 LQ1 充满第 1 光学元件 LS1 的下面 T1 与基板 P 间,且以第 2 液体 LQ2 充满第 1 光学元件 LS1 上面 T2 与第 2 光学元件 LS2 间,而能使通过掩膜 M 的曝光用光 EL 良好地到达基板 P,使基板 P 良好的曝光。又,由于是于第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 侧局部地形成第 2 液体 LQ2 的第 2 液浸区域 LR2,因此能避免因第 2 液体 LQ2 接触镜筒 PK 等而使第 2 液浸区域 LR2 的第 2 液体 LQ2 受到污染、或使包含第 1 支撑部 91 的镜筒 PK 因第 2 液体 LQ2 而劣化等不良情形。又,由局部地形成第 2 液浸区域 LR2,而能抑制第 2 液体 LQ2 漏出至镜筒 PK 外侧。因此,在设置用以防止第 2 液体 LQ2 的漏出的密封机构时,能简易地构成该密封机构。或也可不设置密封机构。

[0222] 又,由于与第 1 光学元件 LS1 对向的第 2 光学元件 LS2 的下面 T3 外径 D3,小于第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 的外径 D2,因此能在第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 上,局部且良好地形成对应第 2 光学元件 LS2 下面 T3 的大小的第 2 液浸区域 LR2,而能确实地防止第 2 液体 LQ2 从第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 周围漏出。

[0223] 此外,上述实施形态中,第 1 光学元件 LS1 的上面 T2,虽由于为了防止第 2 液体 LQ2 的漏出等,而设有具有拨液性的第 2 区域 HR,但也可如图 10 的示意图所示,于第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 设置包围第 1 区域 HR1 的堤防部 DR。由此方式,也可防止形成于第 1 区域 HR 的第 2 液浸区域 LR2 的第 2 液体 LQ2 漏出。此时,也可将既定量的第 2 液体 LQ2 储存于堤防部 DR 内,来以第 2 液体 LQ2 充满第 2 空间 K2 内的曝光用光 EL 的光路,并回收从堤防部 DR 溢出、或即将溢出的第 2 液体 LQ2。

[0224] 又,上述实施形态中,虽将液体回收口设于嘴构件 70 下面的斜面(多孔构件下面),但在能抑制液体 LQ 的漏出的情形下,也能不在嘴构件 70 下面形成斜面,而将液体回收口设于与平坦面 75 大致呈平行的面(同一面高)。亦即,只要是液体 LQ1 对基板 P 的接触角较大、或是第 1 液体回收机构 20 从第 1 回收口 22 回收液体 LQ1 的回收能力较高时等等,即使增加基板 P 的移动速度也能在不使液体 LQ1 漏出的状态下加以回收的情形时,也能如图 9a,图 9b 所示的方式设置第 1 液体回收口 22。

[0225] 又,上述实施形态中,虽在形成于嘴构件 70 下面的斜面(多孔构件下面)周围设置壁部 76,但若抑制液体 LQ 的漏出时,也可省略壁部 76 的设置。

[0226] 又,上述实施形态的嘴构件 70,虽是将平坦面(平坦部)75 的一部分形成于投影光学系统 PL 与基板 P 之间,并在其外侧形成斜面(多孔构件下面),但也可不将平坦面的一部分配置于投影光学系统 PL 下,而相对投影光学系统 PL 的光轴配置于投影光学系统 PL 的端面 T1 外侧(周围)。此时,平坦面 75 也可是与投影光学系统 PL 的端面 T1 大致同一面高,也可使平坦面 75 的 Z 轴方向位置,位于相对投影光学系统 PL 端面往 +Z 方向或 -Z 方向离开之处。

[0227] 又,上述实施形态中,虽液体供应口 12 是以包围投影区域 AR1 的方式形成成为环形狭缝状,但也可设置彼此分离的复数个供应口。此时,虽供应口的位置并无特别限定,但可在投影区域 AR1 两侧(X 轴方向两侧或 Y 轴方向两侧)各设一个供应口,也可在投影区域 AR1 的 X 轴及 Y 轴方向两侧各设一个(共计四个)供应口。又,只要是能形成所欲液浸区域 AR2,也可在相对投影区域 AR1 往定方向离开的位置仅设置一个供应口。又,上述实施形态中,第 1 供应口 12 虽设在与基板 P 对向的位置,但并不限于此,也可从第 1 光学元件 LS1 与底板部 72D 间供应第 1 液体 LQ1。此时,也可将供应口设置成包围曝光用光 EL 的光路,或

也可在曝光用光 EL 的光路两侧各设一个供应口。又,从复数个供应口供应液体 LQ 时,也可调整从各供应口供应的液体 LQ 的量,来从各供应口供应不同量的液体。

[0228] 又,如图 11 所示,也可在形成于嘴构件 70 下面的斜面(多孔构件 25 下面),形成复数个翼片构件 150。翼片构件 150 为侧视呈大致三角形,于图 11 的侧截面图中,是配置在形成于多孔构件 25 的下面 2 与壁部 76 内侧的缓冲空间。又,翼状构件 150,是以其长边方向往外侧的方式呈放射状安装在壁部 76 内侧面。此处,复数个翼状构件 150 彼此离开,而在各翼状构件 150 间形成空间部。如此,由配置复数个翼状构件 150,由于能增加在形成于嘴构件 70 下面的斜面(多孔构件 25 下面)的液体接触面积,因此可提升嘴构件 70 下面的液体 LQ 的保持性能。此外,复数个翼片构件 150 也能以等间隔设置,或也能以不等间隔设置。例如,将相对投影区域 AR1 配置于 X 轴方向两侧的翼片构件 150 的间隔,设定成小于相对投影区域 AR1 配置于 Y 轴方向两侧的翼片构件 150 的间隔。此外,翼片构件 150 表面最好是对液体 L 具有亲液性。又,翼片构件 150 也可由对不锈钢(例如 SUS316)施以「GOLDEP」处理或「GOLDEP WHITE」处理来形成,也可以玻璃(石英)等来形成。

[0229] 其次,参照图 12 说明另一实施形态。以下说明中,对与上述实施形态相同或相等的构成部分赋予相同符号,简化或省略其说明。

[0230] 本实施形态中,第 1 光学元件 LS1 及第 2 光学元件 LS2,也皆是相对曝光用光 EL 的光路被镜筒 PK 支撑成大致静止的状态。

[0231] 图 12 中,第 1 光学元件 LS1 是一平行平板,其下面 T1 与上面 T2 为平行。又,下面 T1 及上面 T2 与 XY 平面为大致平行。第 1 光学元件 LS1,被设在镜筒 PK 下端部的第 1 支撑部 91 支撑。于第 1 光学元件 LS1 上部设有作为被支撑部的突缘部 F1,第 1 支撑部 91,由支撑突缘部 F1 的下面 T5 来支撑第 1 光学元件 LS1。此处,突缘部 F1 的下面 T5 也与 XY 平面大致平行,该突缘部 F1 的下面 T5,形成于第 1 光学元件 LS1 的下面 T1 周围。

[0232] 又,投影光学系统 PL 的光轴 AX 上的第 1 光学元件 LS1 下面 T1 与上面 T2 的距离(厚度)H1 为大于 15mm。又,从图 12 可清楚得知,于光轴 AX 上,第 1 光学元件 LS1 的下面 T1 与上面 T2 的距离 H1,大于第 1 光学元件 LS1 的下面 T1 与基板 P 的距离。亦即,于光轴 AX 上,第 1 光学元件 LS1 的厚度比液体 LQ1 厚。本实施形态中,液体 LQ1 的厚度也为 3mm 左右,平坦面 75 与基板 P 的距离也为 1mm 左右。此外,本实施形态中,虽第 1 光学元件 LS1 的厚度为 15mm 左右,但并不限于此,也可设定在 15mm ~ 20mm 左右的范围。

[0233] 第 2 光学元件 LS2,是于镜筒 PK 内部被设置在第 1 支撑部 91 上方的第 2 支撑部 92 支撑。于第 2 光学元件 LS2 上部设有作为被支撑部的突缘部 F2,第 2 支撑部 92 是由支撑突缘部 F2 来支撑着第 2 光学元件 LS2。第 2 光学元件 LS2 的下面 T3 形成为平面状,支撑于第 2 支撑部 92 的第 2 光学元件 LS2 的下面 T3、与支撑于第 1 支撑部 91 的第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 为大致平行。另一方面,第 2 光学元件 LS2 的上面 T4,是向物体面侧(掩膜 M 侧)形成为凸状,具有正折射率。

[0234] 第 1 光学元件 LS1,能容易地拆装于镜筒 PK 的第 1 支撑部 91。亦即,第 1 光学元件 LS1 是设置成能更换。又,具有折射率(透镜作用)的第 2 光学元件 LS2,以良好定位状态支撑于镜筒 PK 的第 2 支撑部 92。

[0235] 具有突缘部 F1 的第 1 光学元件 LS1 的上面 T2,形成为比第 2 光学元件 LS2 的下面 T3 大很多,与第 1 光学元件 LS1 对向的第 2 光学元件 LS2 的下面 T3 外径 D3,小于第 1 光

学元件 LS1 的上面 T2 的外径 D2。又,于第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 局部地形成第 2 液体 LQ2 的第 2 液浸区域 LR2。

[0236] 又,第 1 光学元件 LS1 的下面 T1 与上面 T2 的距离 H1,较第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 与突缘部 F1 的下面 T5 的距离 H2 长。又,本实施形态中,具有突缘部 F1 的第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 外径 D2,设定成第 1 光学元件 LS1 下面 T1 的外径 D1 的 2 倍以上。又,突缘部 F1 的下面 T5 被第 1 支撑部 91 支撑的第 1 光学元件 LS1 下部,较镜筒 PK 下面 PKA 更向下方露出(突出)。

[0237] 嘴构件 70 的至少一部分,配置于第 1 光学元件 LS1 的突缘部 F1 及支撑该突缘部 F1 的第 1 支撑部 91 和基板 P 间所形成的空间内。换言之,第 1 光学元件 LS1 的突缘部(被支撑部位)F1 及支撑该突缘部 F1 的第 1 支撑部 91 设于嘴构件 70 上方。又,嘴构件 70 的上面 70B、与第 1 光学元件 LS1 的突缘部 F1 的下面 T5 及镜筒 PK 的下面 PKA 为对向。又,嘴构件 70 的内侧面 70T 与第 1 光学元件 LS1 的侧面 C1 为对向。

[0238] 又,配置于突缘部 F1 下侧的嘴构件 70,配置于接近第 1 光学元件 LS1 的侧面 C1 处,设于嘴构件 70 的第 1 供应口 12,设于接近投影区域 AR 之处。又,形成为包围投影区域 AR 的第 1 回收口 22,也设于接近投影区域 AR 处,该第 1 回收口 22 的外径 D22,设置成小于第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 的外径 D2。

[0239] 又,形成平坦面 75 的底板部 72D,配置成潜入第 1 光学元件 LS1 下面 T1 下。

[0240] 如上述说明,由于将第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 的外径 D2 设成大于下面 T1 的外径 D1,更具体而言,由于将上面 T2 的外径 D2 设成下面 T1 的外径 D1 的 2 倍以上,因此在以第 1 支撑部 91 支撑第 1 光学元件 LS1 时,由以第 1 支撑部 91 支撑上面 T2(突缘部 F1) 端部,而能将用以支撑该第 1 光学元件 LS1 的第 1 支撑部,设置于在水平方向远离第 1 光学元件 LS1 的光轴 AX 的位置。因此,能确保第 1 支撑部 91 与第 1 光学元件 LS1 的侧面 C1 间的空间(第 1 光学元件 LS1 周围的空间),并能将用以供应第 1 液体 LQ1 的嘴构件 70 配置于该空间。又,不限于嘴构件 70,在配置对准系统等各种测量机器时的配置自由度也可提升。又,由于能充分确保前述空间,因此也能提升配置于该空间的测量机器等的设计自由度。又,由于第 1 光学元件 LS1 上面 T2 的外径 D2 是下面 T1 的外径 D1 的 2 倍以上,而第 1 光学元件 LS1 下面 T1 的外径 D1 相对上面 T2 为充分小,因此由使以第 1 液浸机构 1 形成的第 1 液浸区域 LR1 的第 1 液体 LQ1 接触于下面 T1,而能对应下面 T1 的大小将该第 1 液浸区域 LR1 的大小作成较小。因此,能防止因第 1 液浸区域 LR1 变大而导致曝光装置 EX 整体巨大化的不良情形。又,虽列举第 1 回收口 22 的大小(位置)来作为决定第 1 液浸区域 LR1 大小的一个要素,但由于将该第 1 回收口 22 的外径 D22 作成小于第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 的外径 D2,因此也能缩小第 1 液浸区域 LR1。

[0241] 又,由于将第 1 光学元件 LS1 的下面 T1 与上面 T2 的距离 H1 作成大于第 1 光学元件 LS1 与基板 P 间的距离,更具体而言,由于将距离 H1 设为 15mm 以上,使第 1 光学元件 LS1 的厚度较厚,因此在以第 1 支撑部 91 支撑第 1 光学元件 LS1 时,由以第 1 支撑部 91 支撑第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 附近、在本实施形态中为支撑形成上面 T2 的突缘部 F1,而能将用以支撑该第 1 光学元件 LS1 的第 1 支撑部 91 设置于在铅直方向从第 1 光学元件 LS1 的下面 T1 离开的位置。因此,能确保第 1 光学元件 LS1 的突缘部 F1 的下面 T5 与基板 P 间的空间(第 1 光学元件 LS1 周围的空间),并将嘴构件 70 配置于该空间。又,不限于嘴构件 70,

在配置对准系统等各种测量机器时的配置自由度也可提升。又,由于将嘴构件 70 配置于接近第 1 光学元件 LS1 的侧面 C1 处,因此能谋求嘴构件 70 的小型化,缩小第 1 液体 LQ1 的第 1 液浸区域 LR1 的大小。因此,能防止因第 1 液浸区域 LR1 变大而导致曝光装置 EX 整体巨大化的不良情形。

[0242] 又,由将第 1 光学元件 LS1 的厚度(距离 H1),作成较第 1 光学元件 LS1 与基板 P 间的第 1 液体 LQ1 更厚,更具体而言,将距离 H1 作成大于 15mm 以上,而能抑制因受液体的力而使第 1 光学元件 LS1 的形状变化。因此,能维持投影光学系统 PL 的高成像性能。

[0243] 此外,参照图 12 所说明的实施形态,第 1 光学元件 LS1,虽满足距离(厚度)H1 为大于 15mm 的条件、以及上面 T2 的外径 D2 为下面 T1 的外径 D1 的 2 倍以上的条件,但也可以是满足任一条件的构成。满足任一条件的构成,也能谋求嘴构件 70 的小型化,并防止第 1 液浸区域 LR1 的巨大化。

[0244] 参照图 12 所说明的实施形态中,第 1 光学元件 LS1 虽具有其外径从突缘部 F1 向下面 T1 逐渐缩小的圆锥状侧面,但第 1 光学元件 LS1 的形状并不限于此。例如,也可是维持突缘部 F1 且侧面为外径 D1 的圆柱状第 1 光学元件 LS1。或者,由于在第 1 光学元件 LS1 内,曝光用光 EL 扫描方向(X 方向)的直径较非扫描方向(Y 方向)的直径小,因此第 1 光学元件,也可是沿 XY 平面的截面在 X 方向的直径较小的椭圆、且具有其外径从突缘部 F1 随着向下面 T1 而逐渐变小的侧面。并能配合此点来变更嘴构件的形状或配置。

[0245] 又,本实施形态中,第 1 光学元件 LS1 的下面 T1 与基板 P 的距离也是 3mm 左右、平坦面 75 与基板 P 的距离也是 1mm 左右、第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 与第 2 光学元件 LS2 的下面 T3 的距离也是为 3mm 左右。然而,与上述实施形态相同地,第 1 光学元件 LS1 的下面 T1 与基板 P 的距离,能在考虑液体 LQ1 对曝光用光 EL 的吸收、以及液体 LQ1 在第 1 空间 K1 的流动后设定在 1~5mm 的范围,平坦面 75 与基板 P 的距离也可设定在 0.5~1mm 的范围,而第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 与第 2 光学元件 LS2 的下面 T3 的距离,也可在考虑液体 LQ2 的流动后,设定在 0.5~5mm 的范围。

[0246] 此外,本实施形态的镜筒 PK,是由组合复数个分割镜筒(subbarrel)所构成,包含用以支撑第 1 光学元件 LS1 的第 1 支撑部 91 的分割镜筒,能拆装于用以支撑其它光学元件 L2~L7 的部分镜筒。又,具有突缘部 F1 的第 1 光学元件 LS1,能由就分割镜筒来从部分镜筒拆除,而能进行更换。

[0247] 此外,如图 13 所示,当使用本实施形态的第 1 光学元件 LS1 时,也可采用未形成第 2 液浸区域 LR2 的构成。此处,图 13 所示的第 1 光学元件 LS1,是最接近投影光学系统 PL 的像面的光学元件,其上面 T2 是向物体面侧形成为凸状,具有正折射率。又,第 1 液浸区域 LR1 的第 1 液体 LQ1 与第 1 光学元件 LS1 接触。在该情形下,由第 1 光学元件 LS1,至少满足在光轴 AX 上的下面 T1 与上面 T2 的距离 H1 为 15mm 以上的条件、或上面 T2 的外径 D2 为下面 T1 的外径 D1 的 2 倍以上的条件的其中之一,而能谋求嘴构件 70 的小型化,防止第 1 液浸区域 LR1 的巨大化。

[0248] 又,上述各实施形态中,虽于第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 上局部地形成第 2 液体 LQ2 的第 2 液浸区域 LR2,但也可如图 14 所示般,将第 2 液浸区域 LR2 的第 2 液体 LQ2 配置于上面 T2 的几乎全域。

[0249] 又,图 14 所示的实施形态中,也至少满足在光轴 AX 上的下面 T1 与上面 T2 的距离

H1 为 15mm 以上的条件、或上面 T2 的外径 D2 为下面 T1 的外径 D1 的 2 倍以上的条件的其中之一。又,与参照图 12 等所说明的实施形态同样地,第 1 光学元件 LS1 是从镜筒 PK 露出(突出)于下方,嘴构件 70 则是接近第 1 光学元件 LS1 所配置。

[0250] 于镜筒 PK 的内侧面 PKC 设有构成第 2 液体供应机构 30 一部分的第 2 供应口 32。第 2 供应口 32,形成于在镜筒 PK 内侧面 PKC 中第 2 空间 K2 的附近位置,其设于相对投影光学系统 PL 的光轴 AX 的 +X 侧。第 2 供应口 32,是将从第 2 液体供应部 31 送出的第 2 液体 LQ2,以大致平行于第 1 光学元件 1 的上面 T2 的方式、亦即以大致平行于 XY 平面(横向)的方式吹出。由于第 2 供应口 32 是以大致平行于第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 的方式吹出,因此能减低所供应的第 2 液体 LQ2 带给第 1、第 2 光学元件 LS1,LS2 等的力量。因此,能防止因供应的第 2 液体 LQ2 而使第 1、第 2 光学元件 LS1,LS2 等的变形、或移位等不良情形。

[0251] 又,于镜筒 PK 的内侧面 PKC 中相对第 2 供应口 32 的既定位置,设有构成第 2 液体回收机构 40 一部分的第 2 回收口 42。第 2 回收口 42,形成于镜筒 PK 的内侧面 PKC 中第 2 空间 K2 的附近位置,其设于相对投影光学系统 PL 的光轴 AX 的 -X 侧。亦即,第 2 供应口 32 及第 2 回收口 42 是对向。本实施形态中,第 2 供应口 32 及第 2 回收口 42 分别形成为狭缝状。此外,第 2 供应口 32 及第 2 回收口 42,也可形成为大致圆形、椭圆形、或矩形等任意形状。又,本实施形态中,各第 2 供应口 32、第 2 回收口 42 虽具有大致相同的大小,但也可可是互异的大小。

[0252] 第 2 供应管 33 的另一端部,连接于形成在镜筒 PK 内部的第 2 供应流路 34 一端部。另一方面,镜筒 PK 的第 2 供应流路 34 的另一端部,则连接于形成于镜筒 PK 的内侧面 PKC 的第 2 供应口 32。从第 2 液体供应机构 30 的第 2 液体供应部 31 送出的第 2 液体 LQ2,在流经第 2 供应管 33 后,即流入形成于镜筒 PK 内部的第 2 供应流路 34 的一端部。接着,流入第 2 供应流路 34 一端部的第 2 液体 LQ2,即从形成于镜筒 PK 的内侧面 PKC 的第 2 供应口 32,被供应至第 2 光学元件 LS2 与第 1 光学元件 LS1 间的第 2 空间 K2。

[0253] 第 2 回收管 43 的另一端部,连接于形成在镜筒 PK 内部的第 2 回收流路 44 一端部。另一方面,第 2 回收流路 44 的另一端部,则连接于形成在镜筒 PK 的内侧面 PKC 的第 2 回收口 42。由驱动第 2 液体回收机构 40 的第 2 液体回收部 41,第 2 空间 K2 的第 2 液体 LQ2,即通过第 2 回收口 42 流入第 2 回收流路 44,之后,通过第 2 回收管 43 被第 2 液体回收部 41 吸引回收。

[0254] 于镜筒 PK 设有对向面 93,该对向面 93 是与支撑于第 1 支撑部 91 的第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 周缘区域对向。又,在上面 T2 的周缘区域与对向面 93 间设有第 1 密封构件 94。第 1 密封构件 94,例如是由 O 型环(例如,杜邦陶氏公司(DuPont Dow)所生产的「卡尔列兹(Kalrez)」)或 C 型环构成。由第 1 密封构件 94,能防止配置于上面 T2 上的第 2 液体 LQ2 漏出至上面 T2 外侧,甚而漏出至镜筒 PK 外侧。又,在第 2 光学元件 LS2 的侧面 C2 与镜筒 PK 的内侧面 PKC 间设有第 2 密封构件 95。第 2 密封构件 95 例如由 V 型环构成。由第 2 密封构件 95,来限制镜筒 PK 内侧中第 2 空间 K2 与较第 2 光学元件 LS2 上方的第 3 空间间流体(包含气体、第 2 流体 LQ2、以及由第 2 流体 LQ2 产生的湿空气)的流通。由此,能维持包含第 3 空间 K3 的镜筒 PK 内部空间的环境(温度、湿度等),且防止有来自第 3 空间 K3 的气体(气泡)混入第 2 液浸区域 LR2 的第 2 液体 LQ2 中。

[0255] 此外,即使不设置第 2 密封构件 95,而将第 2 光学元件 LS2 的侧面 C2 与镜筒 PK 的

内侧面 PKC 的距离缩小至例如 $1 \sim 5 \mu\text{m}$ 左右,由此也能阻止流体通过第 2 光学元件 LS2 的侧面 C2 与镜筒 PK 的内侧面 PKC 间的间隙流通在第 2 空间 K2 与第 3 空间 K3 之间。

[0256] 在进行基板 P 的曝光时,控制装置 CONT,是一边适当控制第 2 液体供应机构 30 的每一单位时间的第 2 液体 LQ2 供应量、以及第 2 液体回收机构 40 的每一单位时间的第 2 液体 LQ2 回收量,一边以第 2 液体供应机构 30 及第 2 液体回收机构 40 进行第 2 液体 LQ2 的供应及回收,而以第 2 液体 LQ2 至少充满第 2 空间 K2 中的曝光用光 EL 的光路上。本实施形态中,第 2 液体供应机构 30,是以 $0.1\text{cc}/\text{min} \sim 100\text{cc}/\text{min}$ 的流量将第 2 液体 LQ2 供应至第 2 空间 K2。

[0257] 本实施形态中,于基板 P 的曝光中,也连续地进行第 2 液体供应机构 30 及第 2 液体回收机构 40 的第 2 液体 LQ2 的供应动作及回收动作。进一步地,于基板 P 的曝光前后,也连续地进行第 2 液体供应机构 30 及第 2 液体回收机构 40 的第 2 液体 LQ2 的供应动作及回收动作。由连续地进行第 2 液体供应机构 30 及第 2 液体回收机构 40 的第 2 液体 LQ2 的供应及回收,使第 2 空间 K2 的第 2 液体 LQ2,能随时与温度经过管理的干净第 2 液体 LQ2 更换,并以温度经过管理的干净第 2 液体 LQ2 来充满第 2 空间 K2。又,于基板 P 的曝光前后也持续进行第 2 液体 LQ2 对第 2 空间 K2 的供应动作及回收动作,由此能防止因第 2 液体 LQ2 气化(干燥)而在第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 或第 2 光学元件 LS2 的下面 T3 等形成附着痕(即所谓水痕)等不良情形。

[0258] 此外,于图 14 的实施形态中,也可间歇性地进行第 2 液浸机构 2 的第 2 液体 LQ2 的供应及回收。例如,也可在基板 P 的曝光中停止第 2 液浸机构 2 的液体供应动作及/或回收动作。由此方式,于基板 P 的曝光中,即不会产生伴随第 2 液体 LQ2 的供应及/或回收而引发的振动,能防止因该振动而使曝光精度劣化。

[0259] 其次,说明上述实施形态中第 1 液体回收机构 20 的回收方法的另一实施形态。此外,本实施形态,由从第 1 回收口 22 仅回收液体 LQ,来抑制因回收液体产生的振动。

[0260] 以下,参照图 16 的示意图说明本实施形态的第 1 液体回收机构 20 的液体回收动作原理。于第 1 液体回收机构 20 的第 1 回收口 22 例如能使用形成有复数个孔的薄板状网状构件来作为多孔构件 25。本实施形态中,多孔构件(网状构件)是以钛形成。又,本实施形态中,是在多孔构件 25 湿润的状态下,将多孔构件 25 的上面与下面的压力差控制成满足后述既定条件,由此来从多孔构件 25 的孔仅回收液体 LQ。作为上述既定条件的参数,可列举多孔构件 25 的孔径、多孔构件 25 与液体 LQ 的接触角(亲和性)、以及第 1 液体回收部 21 的吸引力(多孔构件 25 上面的压力)等。

[0261] 图 16,是多孔构件 25 的部分截面放大图,显示通过多孔构件 25 进行的液体回收的具体实例。于多孔构件 25 之下配置有基板 P,于多孔构件 25 与基板 P 间形成有气体空间及液体空间。更具体而言,于多孔构件 25 的第 1 孔 25Ha 与基板 P 间形成有气体空间,于多孔构件 25 的第 2 孔 25Hb 与基板 P 间则形成有液体空间。此种状况的发生,例如是因有气体在图 4 所示的液浸区域 LR1 端部产生、或因某些原因而在液浸区域 LR1 产生气体。又,于多孔构件 25 上形成有用以形成第 1 回收流路 24 一部分的流路空间。

[0262] 又,图 16 中,将多孔构件 25 的第 1 孔 25Ha 与基板 P 间的空间压力(多孔构件 25H 下面的压力)设为 P_a 、将多孔构件 25 上的流路空间的压力(在多孔构件 25 上面的压力)设为 P_b 、将孔 25Ha, 25Hb 的孔径(直径)设为 d 、将多孔构件 25(孔 25H 内侧)与液体 LQ

的接触角设为 θ 、将液体 LQ 的表面张力设为 γ ，而符合

$$[0263] \quad (4 \times \gamma \times \cos \theta) / d \geq (P_a - P_b) \cdots \cdots (3)$$

[0264] 的条件时，即如图 16 所示，即使在多孔构件 25 的第 1 孔 25Ha 下侧（基板 P 侧）形成有气体空间，也能防止多孔构件 25 的下侧空间的气体通过孔 25Ha 移动（渗入）至多孔构件 25 的上侧空间。亦即，以满足上述式 (3) 的条件的方式，使接触角 θ 、孔径 d 、液体 LQ 的表面张力 γ 、以及压力 P_a, P_b 达到最佳化，由此能将液体 LQ 与气体的界面维持在多孔构件 25 的孔 25Ha 内，抑制气体从第 1 孔 25Ha 渗入。另一方面，由于在多孔构件 25 的第 2 孔 25Hb 下侧（基板 P 侧）形成有液体空间，因此能通过第 2 孔 25Hb 仅回收液体 LQ。

[0265] 此外，上述式 (3) 的条件中，为简化说明而并未考虑多孔构件 25 上的液体 LQ 的静水压。

[0266] 又，本实施形态中，第 1 液体回收机构 20，是将多孔构件 25 下的空间的压力 P_a 、孔 25H 的直径 d 、多孔构件 25（孔 25H 的内侧面）与液体 LQ 的接触角 θ 、以及液体（纯水）LQ 的表面张力 γ 设为一定，来控制第 1 液体回收部 21 的吸引力，将多孔构件 25 上的流路空间的压力调整成满足上述式 (3)。不过，于上述式 (3) 中，由于当 $(P_b - P_a)$ 越大、亦即 $((4 \times \gamma \times \cos \theta) / d)$ 越大，越容易将压力 P_b 控制成满足上述式 (3)，因此孔 25Ha, 25Hb 的直径 d 、以及多孔构件 25 与液体 LQ 的接触角 θ ($0 < \theta < 90^\circ$) 最好是尽可能较小。

[0267] 上述实施形态中，投影光学系统 PL，具有其上面 T2 外径较第 2 光学元件 LS2 的下面 T3 外径更大的元件，来作为第 1 光学元件 LS1。不过，只要能达到如本发明第 1 实施方面般、仅在第 1 光学元件（第 1 元件）的上面（第 2 面）的部分区域形成液浸区域的话，第 2 光学元件 LS2 的下面 T3 外径也可较第 1 光学元件 LS1 的上面 T2 外径大。此时，例如，能对第 2 光学元件 LS2 的下面 T3 外缘部施以拨液性处理，而仅在形成液浸区域的中央部位施以亲液性处理。或者，也可将图 10 所示的堤防 DR 设于第 2 光学元件 LS2 的下面 T3 外缘部。

[0268] 图 1 至图 14 及图 16 的实施形态中，第 2 液体供应机构 30 及第 2 液体回收机构 40 的第 2 液体 LQ2 的供应动作及回收动作，并不须与第 1 液体供应机构 10 及第 1 液体回收机构 20 的第 1 液体 LQ1 的供应动作及回收动作相同，其各自的液体的供应量或回收量、或液体的流速也可是相异。例如，可使第 2 空间 K2 的液体 LQ2 的供应量及回收量小于第 1 空间的液体 LQ1 的供应量及回收量，也可使第 2 空间 K2 的液体 LQ2 的流速较第 1 空间 K1 的液体 LQ1 的流速慢。

[0269] 又，上述实施形态中，从第 1 液体供应机构 10 供应至第 1 空间 K1 的液体（纯水）与从第 2 液体供应机构 30 供应至第 2 空间 K2 的液体（纯水）虽为相同（也为同温），但也可是液体种类相同而其性质（温度、温度均一性、温度稳定性等）相异的。例如，如上述实施形态的方式使用纯水时，除了温度、温度均一性、温度稳定性等之外，也可使电阻值、总有机碳 (TOC: total organic carbon) 值、溶解气体浓度（溶氧浓度、溶氮浓度）、折射率、以及透射率等相异。

[0270] 如上所述，本实施形态的第 1、第 2 液体 LQ1, LQ2 使用纯水。纯水的优点为能容易地在半导体制造工厂等处大量取得，且对基板 P 上的光阻或光学元件（透镜）等无不良影响。又，纯水除了对环境无不良影响外，由于杂质的含有量极低，因此也能期待有洗净光学元件（设于基板 P 的表面、以及投影光学系统 PL 前端面）的作用。又，从工厂等所供应的纯水纯度较低时，也可使曝光装置具备超纯水制造器。

[0271] 又,纯水(水)对波长为193nm左右的曝光用光EL的折射率n大致是1.44,若使用ArF准分子雷射光(波长193nm)来作为曝光用光EL的光源时,在基板P上则将波长缩短为 $1/n$ 、亦即大约134nm左右,即可获得高分辨率。再者,由于焦深与在空气中相较放大约n倍、亦即约1.44倍左右,因此只要能确保与在空气中使用时相同程度的焦深时,即能更增加投影光学系统PL的数值孔径,从此点来看也能提高分辨率。

[0272] 此外,上述实施形态中,第1、第2液体供应机构10,30虽是供应纯水来作为液体LQ1,LQ2,但也可供应彼此不同种类的液体,使充满第1空间K1的第1液体LQ1与充满第2空间K2的第2液体LQ2为彼此不同的种类。此时,第1液体与第2液体对曝光用光EL的折射率及/或通过率也可相异。例如,可将氟素油之类纯水以外的既定液体充满第2空间K2。该油由于是菌类等细菌的繁殖机率较低的液体,因此能维持第2空间K2或第2液体LQ2(氟素油)流动的流路的洁净度。

[0273] 再者,第1、第2液体LQ1,LQ2两方也可是水以外的液体。例如,曝光用光的光源为 F_2 雷射光时,由于此 F_2 雷射光无法透射水,因此也可使用能使 F_2 雷射光透射的液体来作为第1、第2液体LQ1,LQ2,例如过氟聚醚(PFPE,perfluoro-polyether)或氟系列油等氟系流体也可。此时,例如以包含氟的极性小的分子构造物质来形成薄膜,由此对与第1、第2液体LQ1,LQ2接触的部分进行亲液化处理。又,作为第1、第2液体LQ1,LQ2,其它也能使用对曝光用光EL具透射性且折射率尽可能较高、并对涂布于投影光学系统PL与基板P表面的光阻较稳定者(例如杉木油)。此时,表面处理也根据所使用的第1、第2液体LQ1,LQ2的极性来进行。又,也能使用具有所欲折射率的各种流体来替代液体LQ1,LQ2的纯水,例如超临界流体或高折射率气体。

[0274] 此外,上述实施形态中,虽将投影光学系统PL(包含无折射力的平行平面板的第1光学元件LS1)调整成既定的成像特性,但在第1光学元件LS1完全不会对成像特性带来影响时,也可去除第1光学元件LS1,将投影光学系统PL的成像特性调整成既定的成像特性。

[0275] 又,上述实施形态中,第1光学元件LS1与第2光学元件LS2双方是被镜筒PK支撑,但也可各以其它支撑构件来支撑。

[0276] 又,上述实施形态中,第1光学元件LS1与第2光学元件LS2双方虽被镜筒PK支撑成大致静止的状态,但为了调整第1光学元件LS1及第2光学元件LS2的至少其中一方的位置、姿势,也能支撑成能微幅移动。

[0277] 又,上述实施形态中,第1光学元件LS1的各下面T1及上面T2为平面,且是其下面T1与上面T2彼此平行的无折射力的平行平板,但也可使例如第1光学元件LS1的上面T2稍微具有曲率。亦即,第1光学元件LS1也可是具有透镜作用的光学元件。此时,第1光学元件LS1的上面T2的曲率,最好是小于第2光学元件LS2的上面T4及下面T3的曲率。

[0278] 此外,上述实施形态中,也可不设置用以进行第2液体LQ2的供应及回收的第2液浸机构2。此时,是在将第2液体LQ2充满于第1光学元件LS1与第2光学元件LS2间的状态下,以不更换第2空间K2的第2液体LQ2的方式来进行曝光。此情形下,由于有可能因曝光用光EL的照射使第2液浸区域LR2的第2液体LQ2的温度变动,因此能将用以调整第2液浸区域LR2的第2液体LQ2温度的调温装置例如设于第1光学元件LS1与第2光学元件LS2之间,而能使用该调温装置来调整第2液体LQ2的温度。

[0279] 又,上述各实施形态中,虽主要是以投影光学系统 PL 与基板 P 为对向的情形为例进行了说明,但即使投影光学系统 PL 与其它构件(基板载台 PST 的上面 91 等)对向时,也能以第 1 液体 LQ1 来充满投影光学系统 PL 与其它构件之间。此时,当如基板的交换动作中、基板载台 PST 从投影光学系统 PL 离开时,也可使用其它构件将第 1 液体 LQ1 持续充满投影光学系统 PL 的像面侧的空间。

[0280] 如上所述的液浸法中,有时投影光学系统 PL 的数值孔径 NA 会成为 $0.9 \sim 1.3$ 。如此,投影光学系统 PL 的数值孔径 NA 变大时,由于已知用作为曝光用光的任意偏极光有时会因偏光效果不同而使成像性能恶化,因此最好是使用偏光照明。此时,最好是进行配合掩膜(标线片)的线/空间图案的线图案长边方向的直线偏光照明,而从掩膜(标线片)的图案射出较多 S 偏光成分(TE 偏光成分)、亦即沿线图案长边方向的偏光方向成分的绕射光。由于在投影光学系统 PL 与涂布于基板 P 表面的光阻间充满液体时,与在投影光学系统 PL 与涂布于基板 P 表面的光阻间充满空气(气体)的情形相较,由于有助于提高对比的 S 偏光成分(TE 偏光成分)的绕射光的光阻表面透射率会变高,因此即使投影光学系统的数值孔径 NA 超过 1.0 时,也能得到高成像性能。又,若适当组合相移掩膜或如特开平 6-188169 号公报所揭示的配合线图案长边方向的斜入射照明法(特别是偶极照明法)等,则更具效果。特别是,直线偏光照明法与偶极照明法的组合,是当线/空间图案的周期方向限于既定一方向时、或孔图案沿既定一方向密集形成时相当有效。例如,并用直线偏光照明法及偶极照明法,来照明透射率 6% 的半透光型相移掩膜(半间距 45nm 左右的图案)时,将照明系统的瞳面中形成偶极的二光束的外接圆所规定的照明 σ 设为 0.95、将其瞳孔平面的各光束半径设为 0.125σ 、将投影光学系统 PL 的数值孔径设为 $NA = 1.2$ 时,即能较使用任意偏极光将焦深(DOF)增加 150nm 左右。

[0281] 又,例如以 ArF 准分子雷射光为曝光用光,使用 $1/4$ 左右的缩小倍率的投影光学系统 PL,将微细的线/空间图案(例如 $25 \sim 50$ nm 左右的线/空间)曝光于基板 P 上时,依掩膜 M 构造(例如图案的细微度或铬的厚度)的不同,由波导效果(Wave guide)使掩膜 M 发挥偏光板的作用,而使从掩膜 M 射出 S 偏光成分(TE 偏光成分)的绕射光多于使对比下降的 P 偏光成分(TM 偏光成分)的绕射光。此时,虽最好是使用上述直线偏光照明,但即使以任意偏极光来照明掩膜 M,而投影光学系统 PL 的数值孔径 NA 如为 $0.9 \sim 1.3$ 般较大的情形时,也能得到高解析性能。

[0282] 又,当将掩膜 M 上的极微细线/空间图案曝光于基板 P 上时,由线栅(Wire Grid)效果虽也有可能使 P 偏光成分(TM 偏光成分)大于 S 偏光成分(TE 偏光成分),但例如以 ArF 准分子雷射光为曝光用光,并使用 $1/4$ 左右的缩小倍率的投影光学系统 PL 将较 25nm 大的线/空间图案曝光于基板 P 上时,由于从掩膜 M 射出 S 偏光成分(TE 偏光成分)的绕射光多于 P 偏光成分(TM 偏光成分)的绕射光,因此即使投影光学系统 PL 的数值孔径 NA 如为 $0.9 \sim 1.3$ 般较大的情形时,也能得到高解析性能。

[0283] 再者,除了与掩膜(标线片)的线图案长边方向配合的直线偏光照明(S 偏光照明)以外,如特开平 6-53120 号公报所揭示,将以光轴为中心的圆接线(周)方向直线偏光的偏光照明法与斜入射照明法组合也具有效果。特别是,除了掩膜(标线片)的图案沿既定一方向延伸的线图案以外,在沿复数个相异方向延伸的线图案混合(周期方向相异的线/空间图案混合)的情形下,同样如特开平 6-53120 号公报所揭示,由并用偏光照明法(沿

以光轴为中心的圆的接线方向直线偏光)与轮带照明法,即使投影光学系统 PL 的数值孔径 NA 较大时,也能得到高成像性能。例如,在并用偏光照明法(沿以光轴为中心的圆的接线方向直线偏光)与轮带照明法(轮带比 3/4),来照明透射率 6% 的半透光型相移掩膜(半间距 63nm 左右的图案)的情形下,将照明 σ 设为 0.95、将投影光学系统 PL 的数值孔径设为 $NA = 1.00$ 时,较使用任意偏极光的情形能使焦深(DOF)增加 250nm 左右,当半间距为 55nm 左右的图案且投影光学系统 PL 的数值孔径为 $NA = 1.2$ 时,能使焦深增加 100nm 左右。

[0284] 又,作为上述各实施形态的基板 P,除了半导体元件制造用的半导体晶片以外,也能适用于显示器元件用的玻璃基板、薄膜磁头用的陶瓷晶片、或在曝光装置所使用的掩膜或标线片的原版(合成石英、硅晶片)等。

[0285] 上述实施形态中,虽使用于具光透射性的基板上形成既定遮光图案(或相位图案,减光图案)的光透射性掩膜(标线片),但也可使用例如美国专利第 6,778,257 号公报所揭示的电子掩膜来代替此标线片,该电子掩膜是根据欲曝光图案的电子资料来形成透射图案、反射图案、或发光图案。

[0286] 又,本发明也能适用于,如国际公开第 2001/035168 号说明书所揭示,由将干涉纹形成于晶片 W 上、而在晶片 W 上形成线/空间图案的曝光装置(光刻系统)。

[0287] 曝光装置 EX,除了能适用于使掩膜 M 与基板 P 同步移动来对掩膜 M 的图案进行扫描曝光的步进扫描方式的扫描型曝光装置(扫描步进机)以外,也能适用于步进重复方式的投影曝光装置(步进器),其是在使掩膜 M 与基板 P 静止的状态下,使掩膜 M 的图案一次曝光,并使基板 P 依序步进移动。

[0288] 又,作为曝光装置 EX,也能适用下述曝光装置,即:在使第 1 图案与基板 P 大致静止的状态下,使用投影光学系统(例如 1/8 缩小倍率且不含反射元件的折射型投影光学系统)将第 1 图案的缩小像一次曝光于基板 P 的方式的曝光装置。此时,进一步于其后,也能适用于接合方式的一次曝光装置,其是在使第 2 图案与基板 P 大致静止的状态下,使用该投影光学系统使第 2 图案的缩小像与第 1 图案部分重叠而一次曝光于基板 P。又,作为接合方式的曝光装置,也能适用于步进接合方式的曝光装置,其是在基板 P 上将至少 2 个图案部分重叠而转印,并依序移动基板 P。又,也能将本发明适用于与保持基板 P 的载台分开具备有搭载有测定用构件或传感器的曝光装置。再者,具有测量载台的曝光装置,已揭示于例如欧洲专利公开第 1,041,357 号公报,在本国际申请案的指定或选择的国家法令所容许的范围内,援用该文献的记载内容来作为本文记载的一部分。

[0289] 又,本发明也能适用于具备保持基板的二个基板载台的双载台型曝光装置。双载台型曝光装置的构造及曝光动作,例如揭示于特开平 10-163099 号及特开平 10-214783 号(对应美国专利 6,341,007,6,400,441、6,549,269 及 6,590,634),特表 2000-505958 号(对应美国专利 5,969,441)或美国专利 6,208,407,在本国际申请案的指定或选择的国家法令所容许的范围内,援用该等文献的揭示来作为本文记载的一部分。

[0290] 又,上述实施形态中,虽采用在投影光学系统 PL 与基板 P 间局部地充满液体,但也能将本发明适用于以液体覆盖曝光对象的基板表面整体的液浸曝光装置。曝光对象的基板表面整体被液体覆盖的液浸曝光装置的构造及曝光动作,详细记载于例如特开平 6-124873 号公报、特开平 10-303114 号公报、以及美国专利第 5,825,043 号等,在本国际申请案的指定或选择的国家法令所容许的范围内,援用该文献的记载内容来作为本文记载的一部分。

[0291] 作为曝光装置 EX 的种类,并不限于用以将半导体元件图案曝光于基板 P 的半导体元件制造用曝光装置,而也能广泛适用于液晶显示元件制造用或显示器制造用的曝光装置、或用以制造薄膜磁头、摄影元件 (CCD)、标线片、以及掩膜等的曝光装置等。

[0292] 当于基板载台 PST 或掩膜载台 MST 使用线性马达时,也可采用使用了空气轴承的气浮型及使用了劳伦兹力或磁阻的磁浮型中的任一型。又,各载台 PST、MST,也可是沿导件移动的类型,或也可是不设导件的无导件类型。于载台使用线性马达之例,揭示于美国专利 5,623,853 及 5,528,118,在本国际申请案的指定或选择的国家法令所容许的范围内,援用该等文献的记载内容来作为本文记载的一部分。

[0293] 作为各载台 PST、MST 的驱动机构也可使用平面马达,其是使二维配置磁铁的磁铁单元与二维配置线圈的电枢单元对向,由电磁力来驱动各载台 PST、MST。此时,只要将磁铁单元与电枢单元中的任一方连接于载台 PST、MST、并将磁铁单元与电枢单元中的另一方设置于载台 PST、MST 移动侧即可。

[0294] 由基板载台 PST 的移动所产生的反作用力,也可使用框构件以机械方式释放至地面(接地),使其不传至投影光学系统 PL。此反作用力的处理方法,例如,美国专利 5,528,118(特开平 8-166475 号公报)所详细揭示者,在本国际申请案的指定或选择的国家法令所容许的范围内,援用该文献的记载内容来作为本文记载的一部分。

[0295] 由基板载台 MST 的移动所产生的反作用力,也可使用框构件以机械方式释放至地面(接地),使其不传至投影光学系统 PL。此反作用力的处理方法,例如,美国专利 5,874,820(特开平 8-330224 号公报)所详细揭示者,在本国际申请案的指定或选择的国家法令所容许的范围内,援用该文献的揭示来作为本文记载的一部分。

[0296] 如上所述,本申请案的实施形态的曝光装置 EX,是由组装各种次系统(包含本案申请范围中所列举的各构成要素),以能保持既定的机械精度、电气精度、光学精度的方式所制造。为确保此等各种精度,于组装前后,进行对各种光学系统进行用以达成光学精度的调整、对各种机械系统进行用以达成机械精度的调整、对各种电气系统进行用以达成电气精度的调整。从各种次系统至曝光装置的组装制程,包含机械连接、电路的配线连接、气压回路的配管连接等。当然,从各种次系统至曝光装置的组装制程前,是有各次系统个别的组装制程。当各种次系统至曝光装置的组装制程结束后,即进行综合调整,以确保曝光装置整体的各种精度。此外,曝光装置的制造最好是在温度及清洁度等皆受到管理的洁净室进行。

[0297] 半导体元件的微元件,如图 15 所示,是经由下述步骤所制造,即:进行微元件的功能、性能设计的步骤 201、根据此设计步骤制作掩膜(标线片)的步骤 202、制造构成元件基材的基板的步骤 203、由前述实施形态的曝光装置 EX 将掩膜图案曝光于基板的曝光处理步骤 204、元件组装步骤(包含切割步骤、接合步骤、封装步骤)205、检查步骤 206 等。

[0298] 根据本发明,由于能防止因元件(光学元件)的污染而使曝光精度及测量精度劣化,因此能以良好精度进行曝光处理及测量处理。又,根据本发明,由于能缩小液浸区域,因此能将装置本身作得较小。

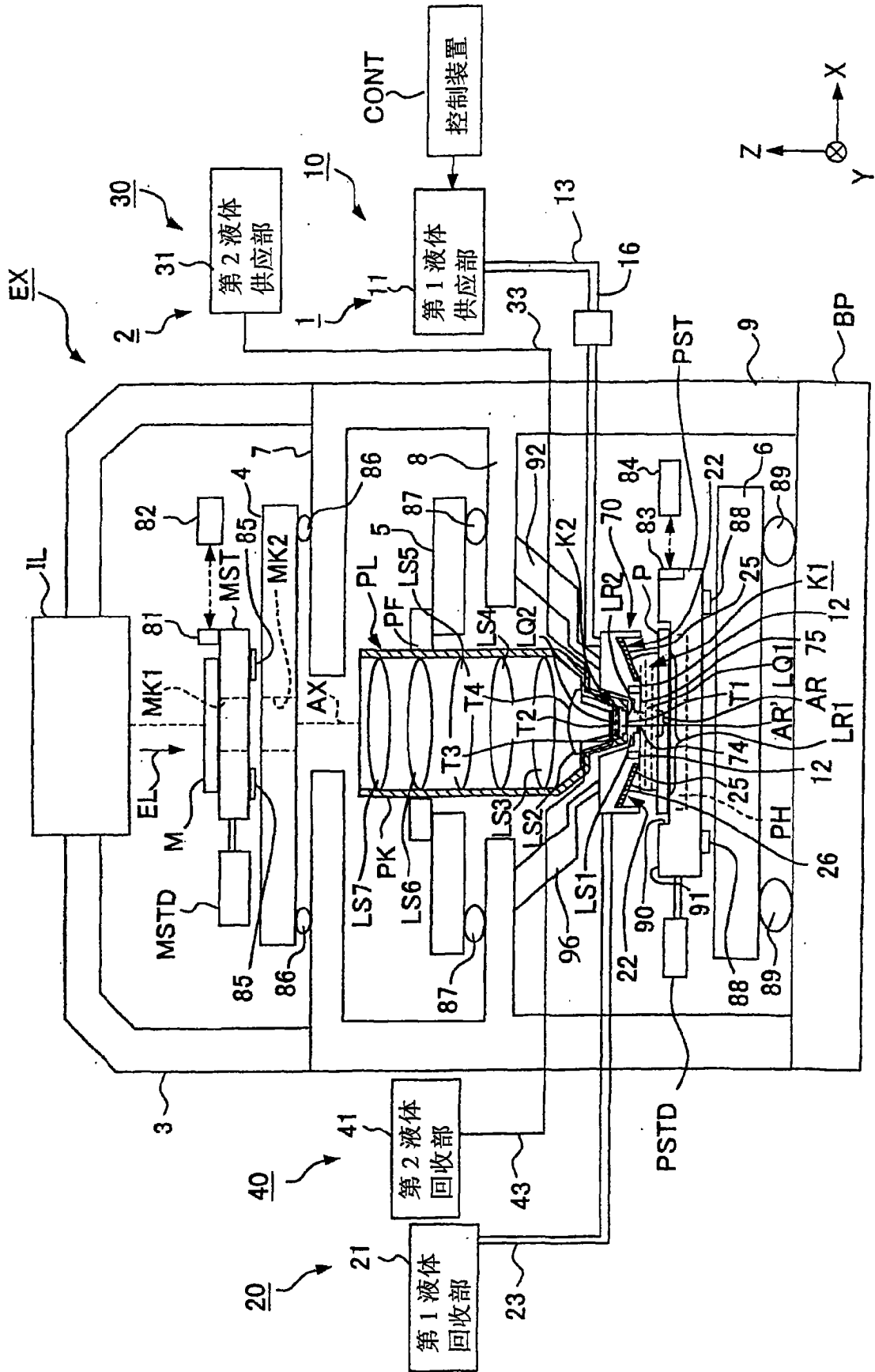


图 1

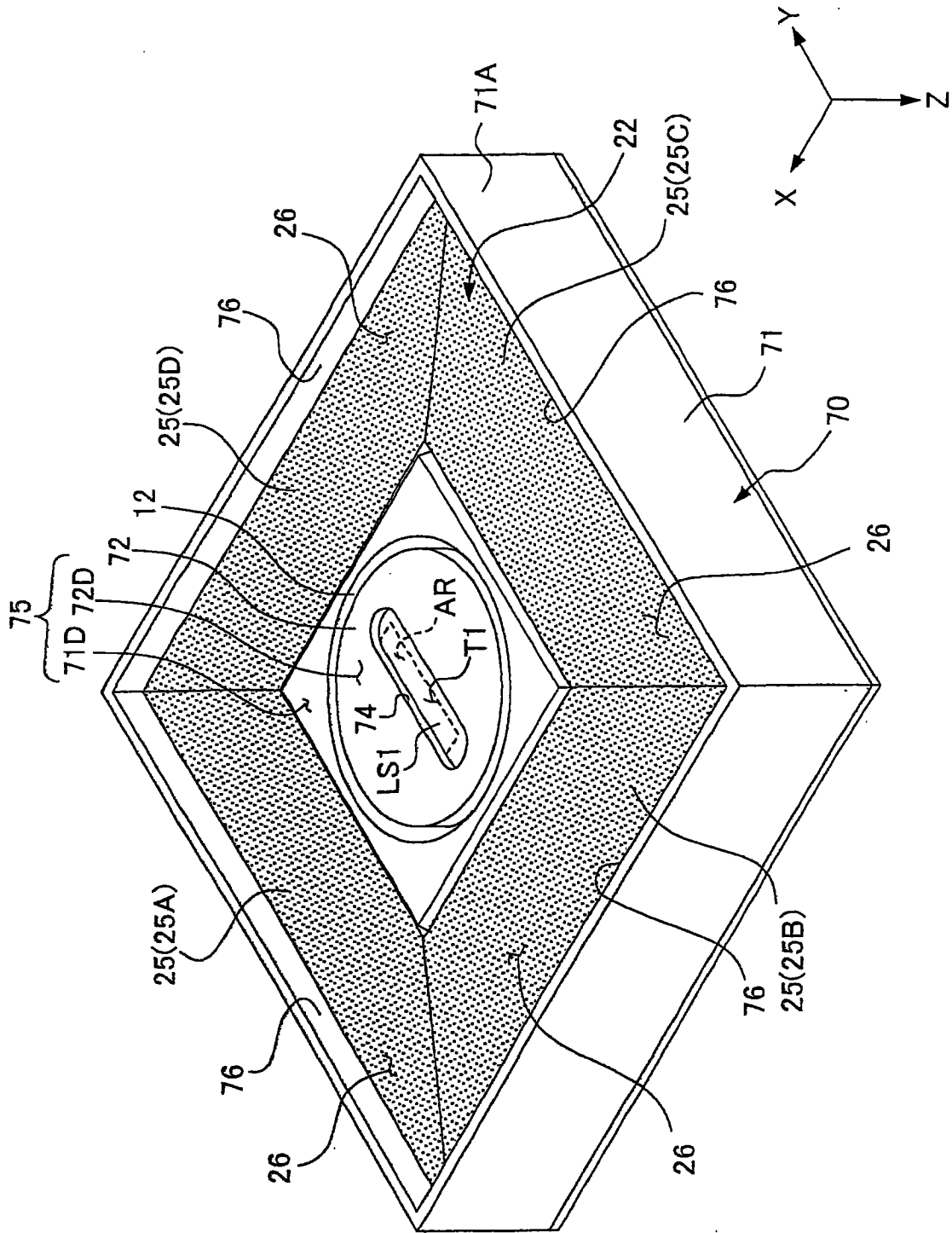


图 3

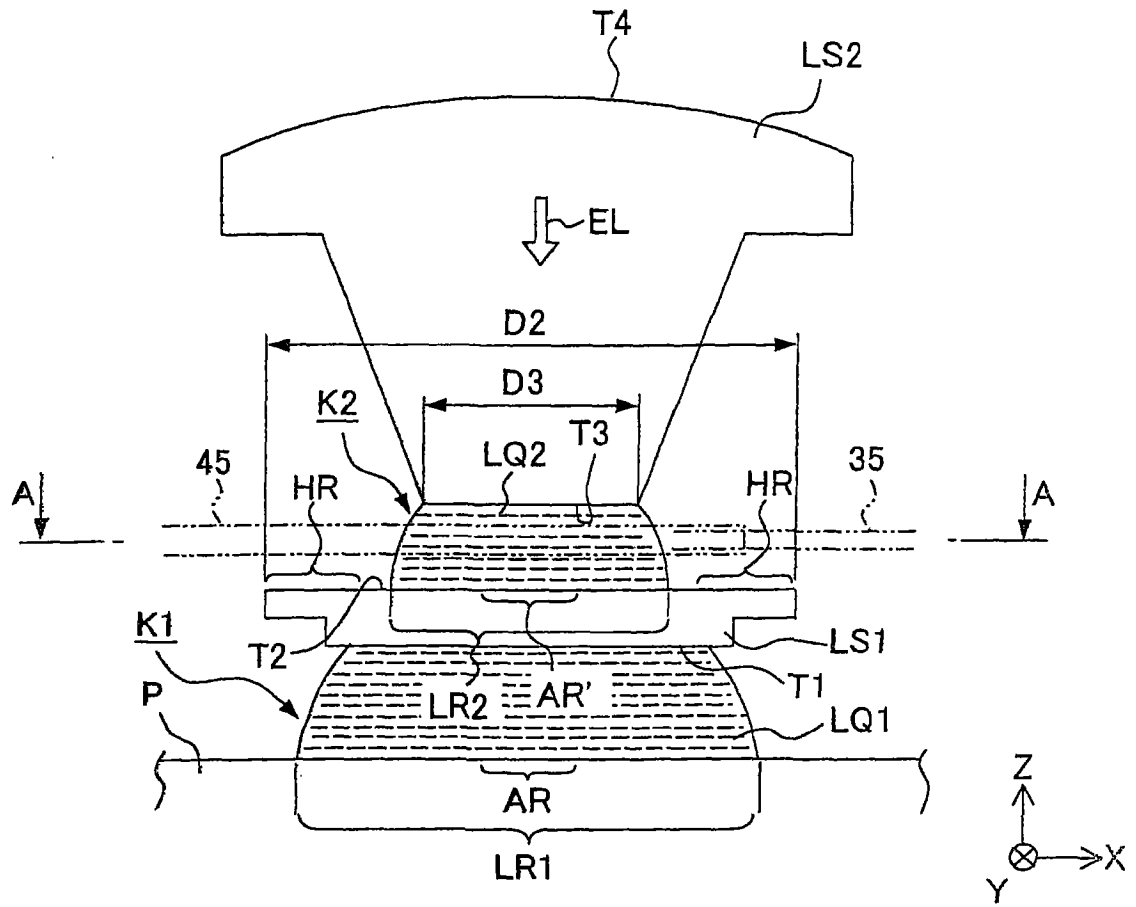


图 5a

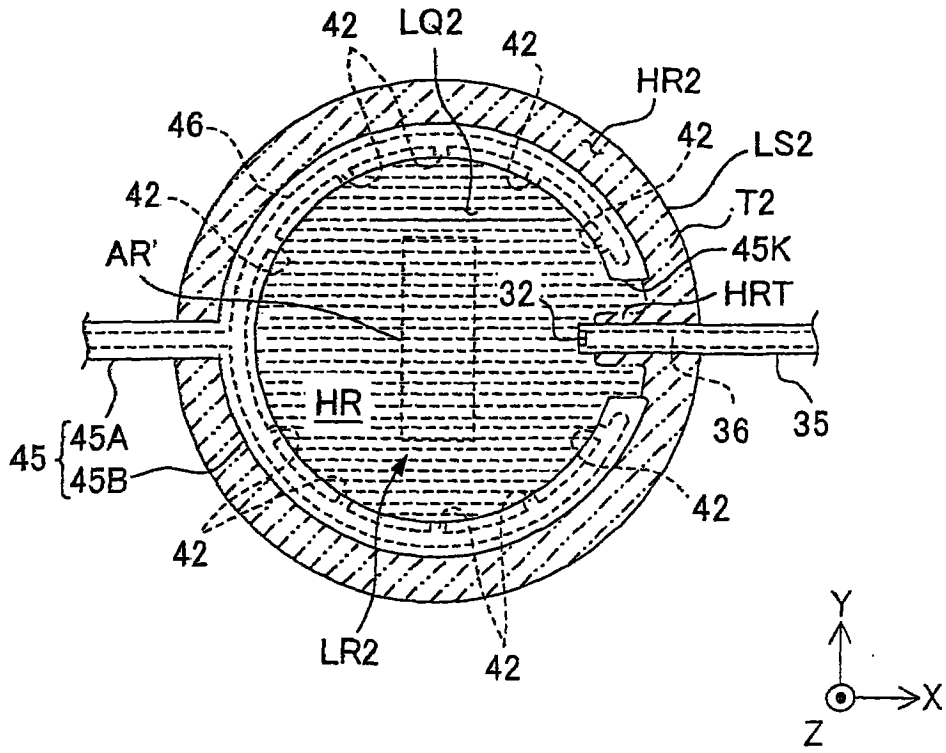


图 5b

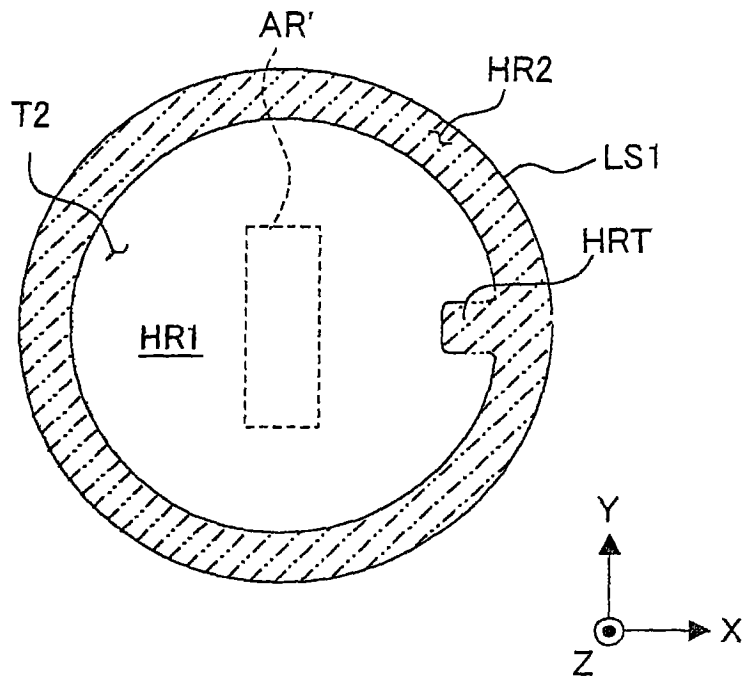


图 6

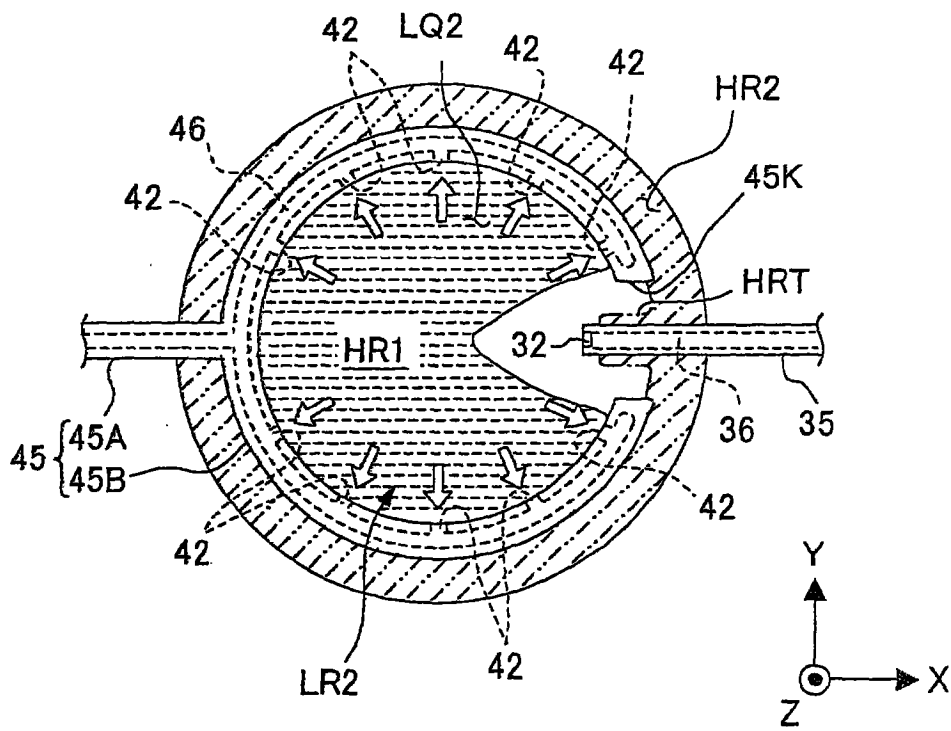


图 7

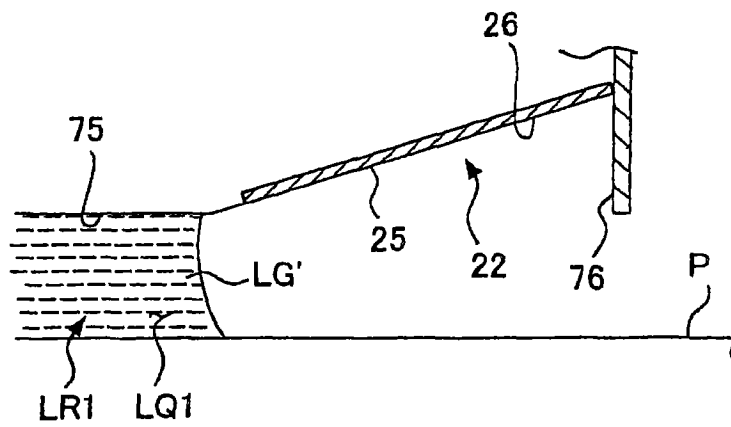


图 8a

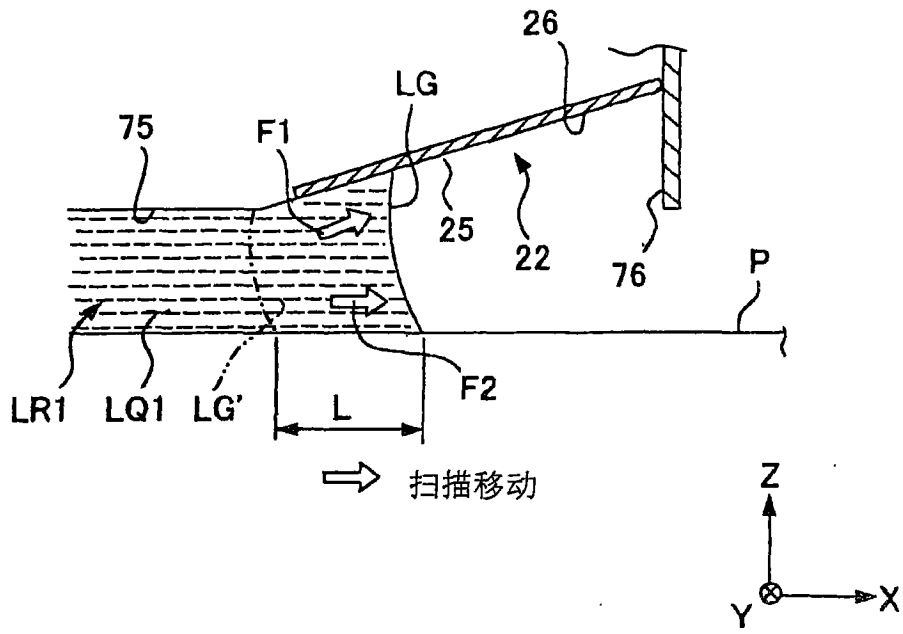


图 8b

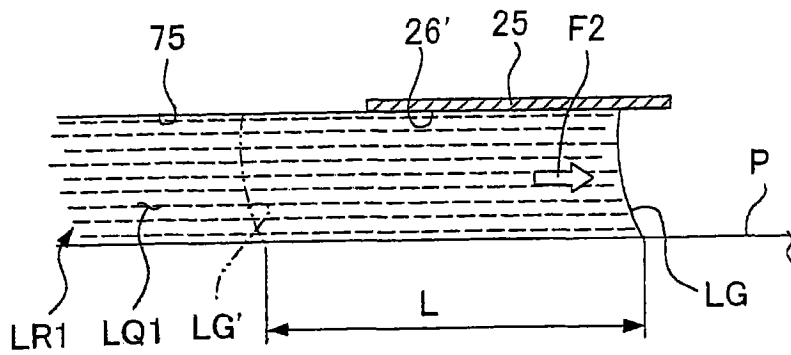


图 9a

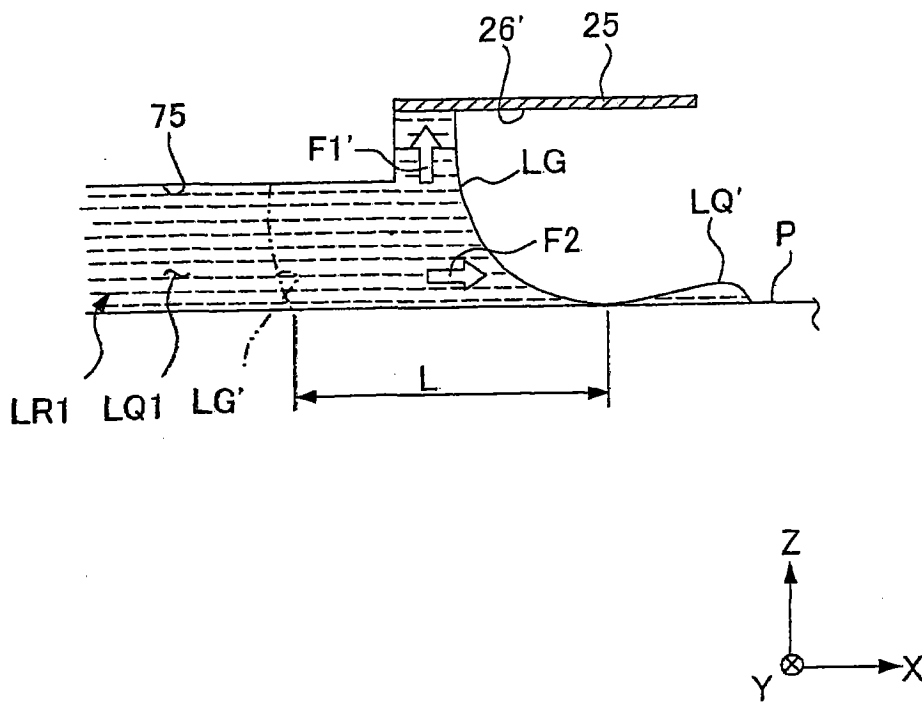


图 9b

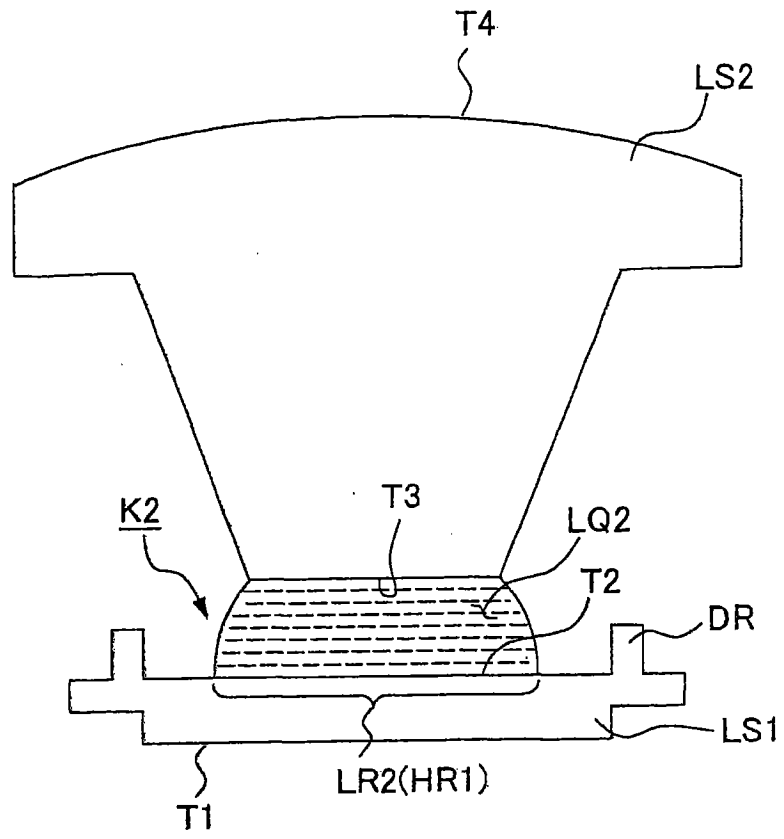


图 10

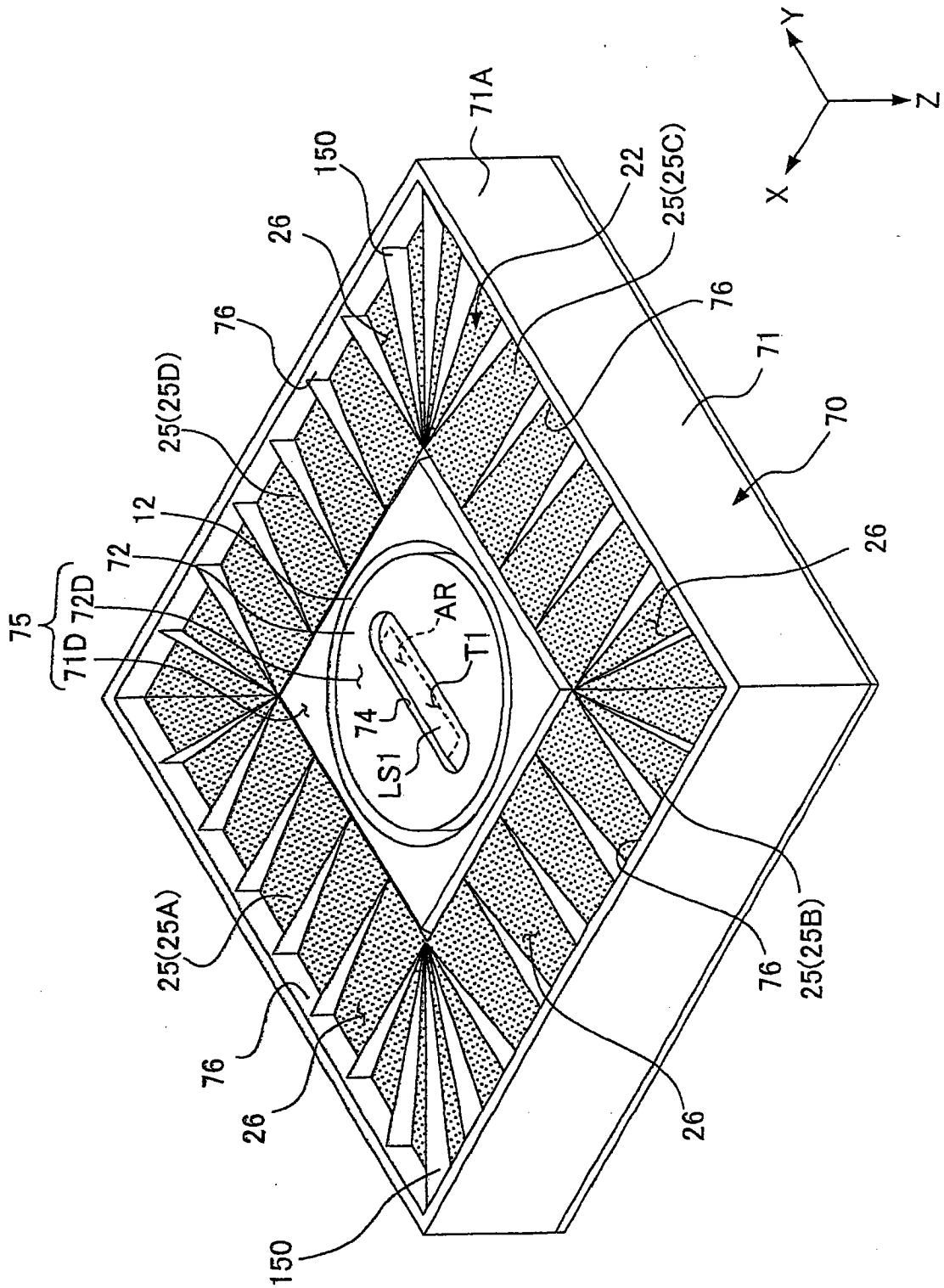


图 11

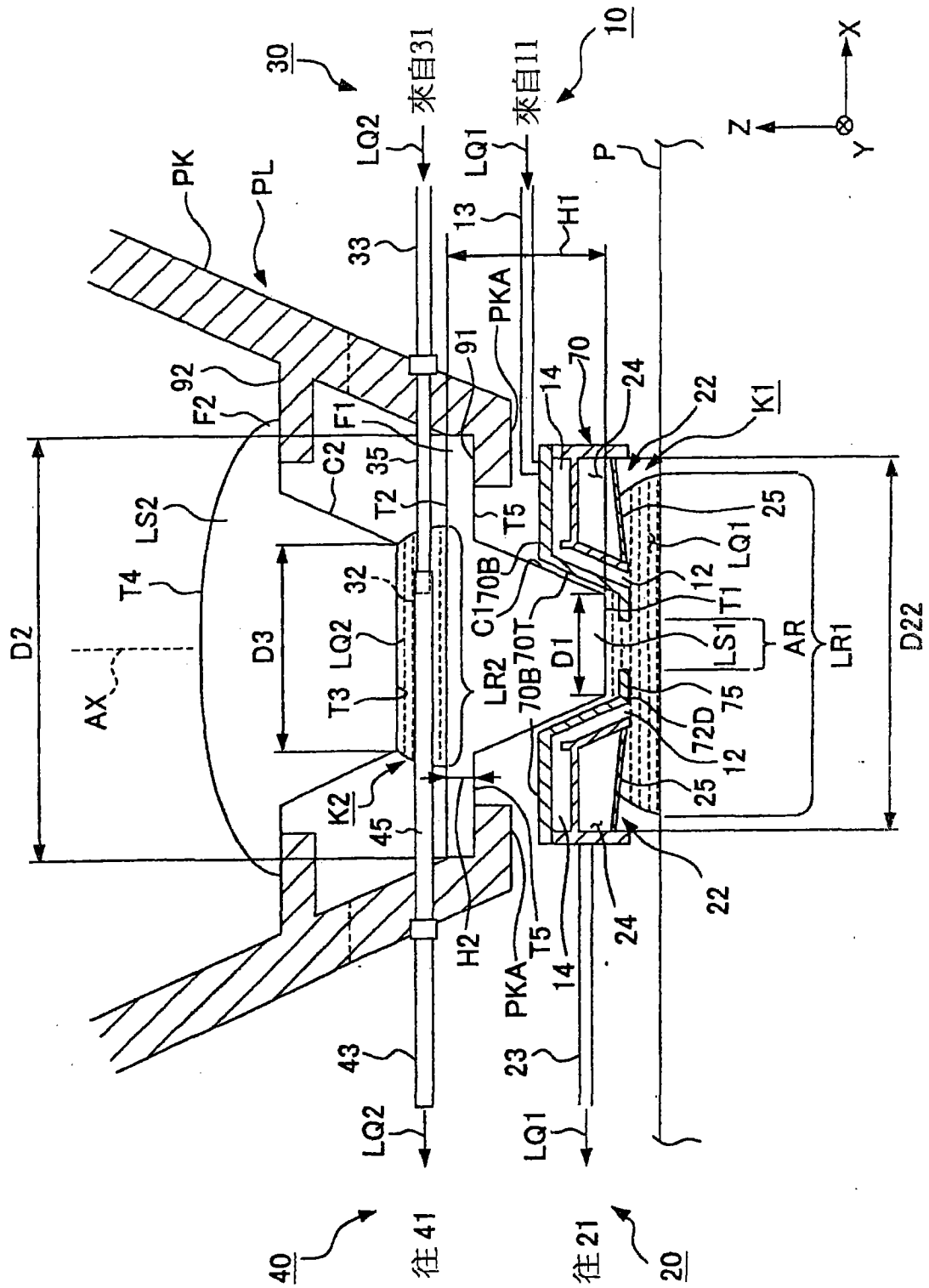


图 12

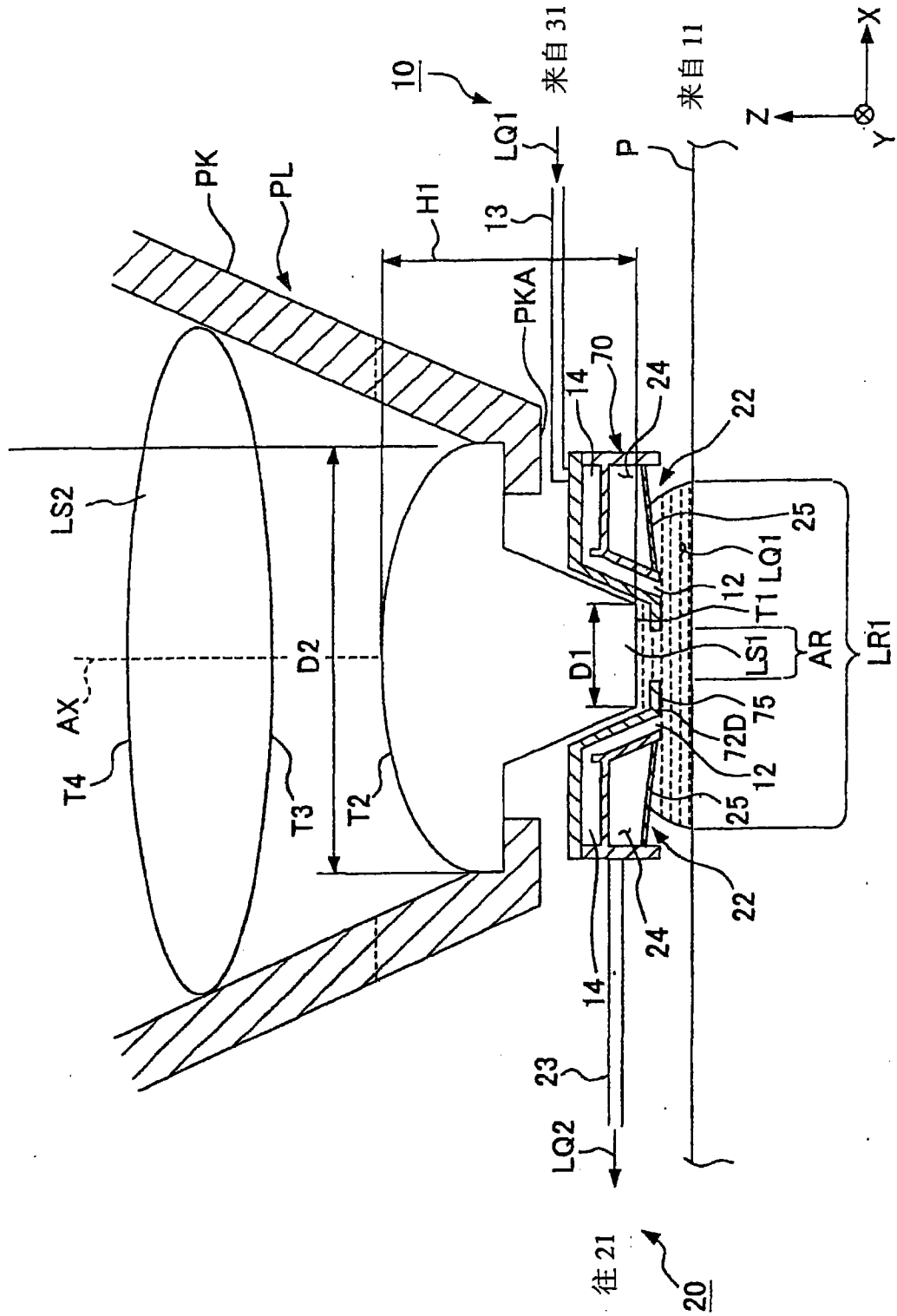
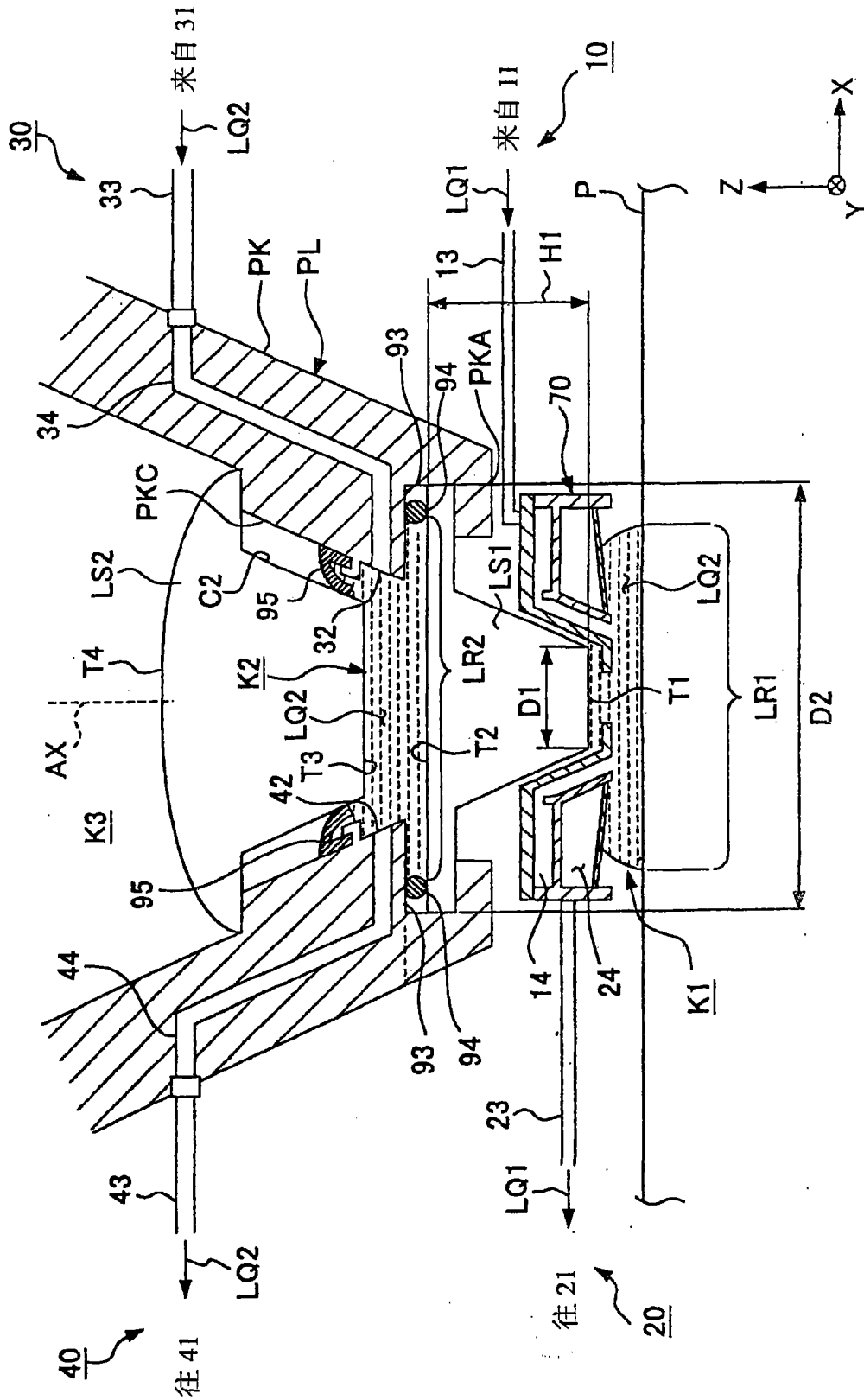


图 13



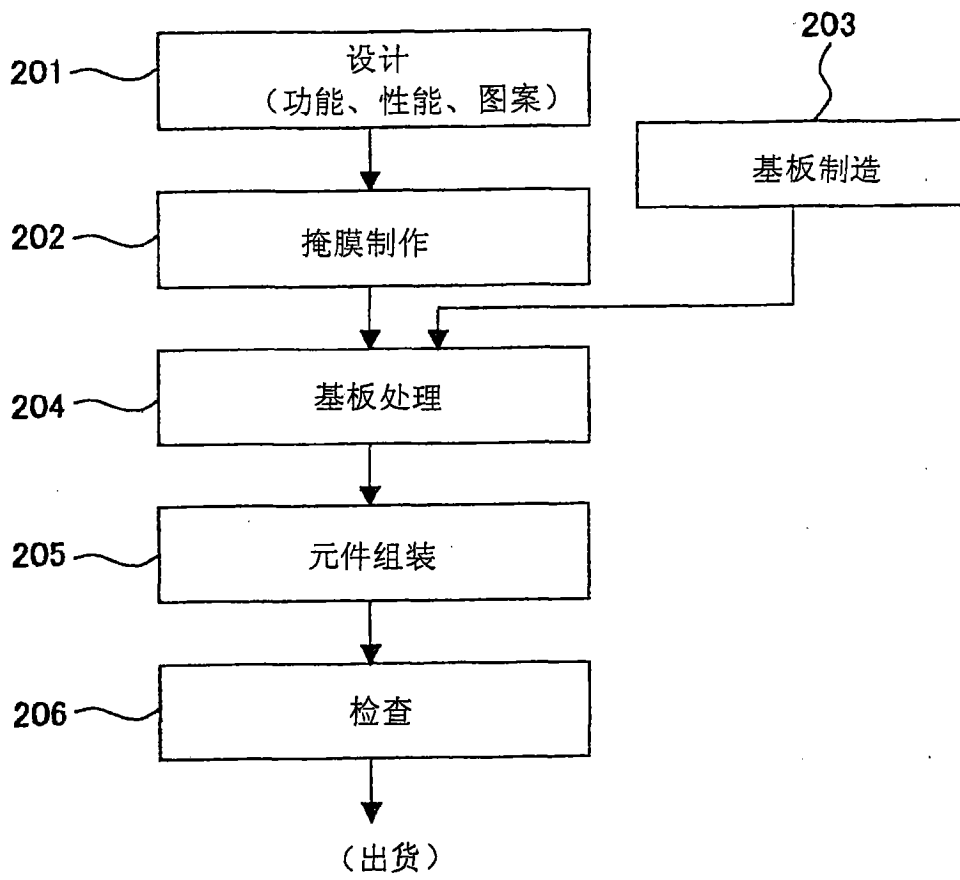


图 15

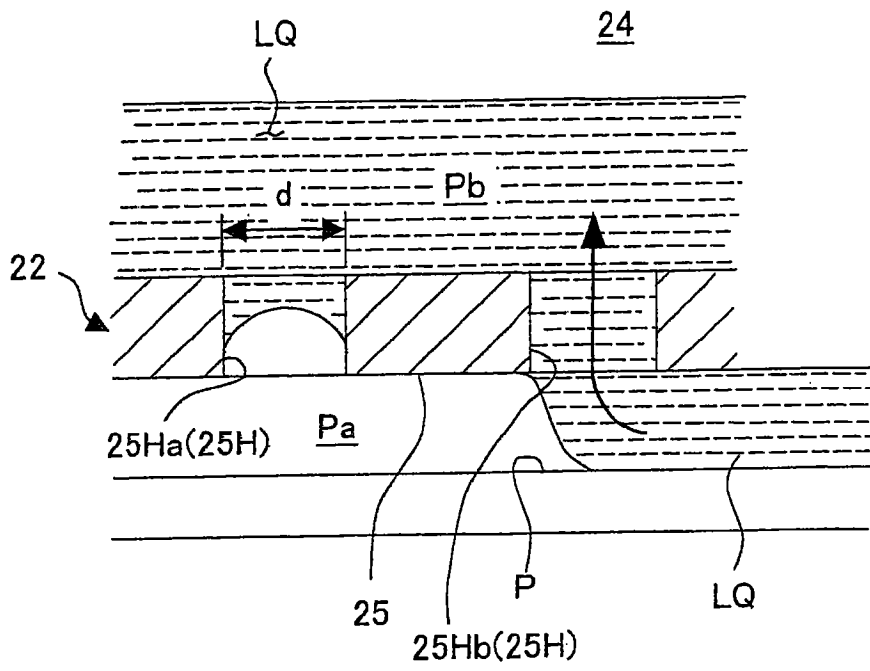


图 16