



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102998910 A

(43) 申请公布日 2013.03.27

(21) 申请号 201210468689.1

(22) 申请日 2005.08.01

(30) 优先权数据

2004-227226 2004.08.03 JP

2005-079113 2005.03.18 JP

(62) 分案原申请数据

200580023601.3 2005.08.01

(71) 申请人 株式会社尼康

地址 日本东京

(72) 发明人 大和壮一 长坂博之 菅原龙

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 许海兰

(51) Int. Cl.

G03F 7/20 (2006.01)

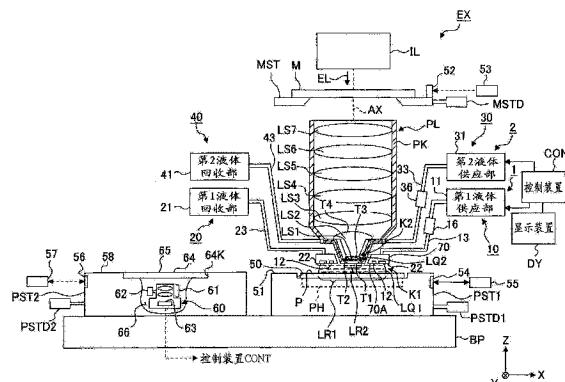
权利要求书 1 页 说明书 26 页 附图 18 页

(54) 发明名称

曝光装置的控制方法、曝光方法及组件制造方法

(57) 摘要

本发明提供一种曝光装置的控制方法、曝光方法及组件制造方法。提供曝光装置(EX)，其具备投影光学系统(PL)，该投影光学系统(PL)具有最靠近投影光学系统(PL)的像面的第1光学元件(LS1)。曝光装置(EX)具备：第1液体浸机构(1)，用以在设置于投影光学系统(PL)像面侧的透明构件(64)的上面(65)与第1光学元件(LS1)之间形成第1液体(LQ1)的第1液体浸区域(LR1)；及观察装置(60)，用以观察第1液体浸区域(LR1)的状态。从而，能掌握液体的液浸区域的状态，执行最适当的液浸曝光。



1. 一种曝光装置的控制方法,透过液浸区域的液体将基板曝光,其特征在于包含以下步骤:

通过从供应口供应液体,并且将从上述供应口所供应的液体从设置有多孔质的回收口回收,以在最靠近投影光学系统的像面的第1光学元件之下形成液浸区域;

判断上述液浸区域是否为期望状态;及以边抑制上述液浸区域的液体从第1载台与第2载台的间隙流出,边在上述投影光学系统的像面侧的光路空间填满上述液体的状态下在上述第1载台上与上述第2载台上之间移动上述液浸区域的方式,在上述第1载台与上述第2载台接近的状态下,在上述投影光学系统的像面侧一起移动上述第1载台与上述第2载台。

2. 如权利要求1所述的控制方法,其中,

上述第1载台能保持基板而移动;

上述第2载台构成为不保持基板,能保持用以进行与曝光处理相关的测量的测量器而移动。

3. 如权利要求1所述的控制方法,其中,

当上述第1载台从上述投影光学系统之下移动时,上述液浸区域从上述第1载台上移动至上述第2载台上。

4. 如权利要求3所述的控制方法,其中,

为了进行上述基板的更换,上述第1载台从上述投影光学系统之下移动。

5. 如权利要求3所述的控制方法,其中,

当上述第1载台往上述投影光学系统之下移动时,上述液浸区域从上述第2载台上移动至上述第1载台上。

6. 如权利要求1至5中任一项所述的控制方法,其中,

上述回收口设置于以包围上述投影光学系统的前端部的方式而配置的喷嘴构件的下表面,

上述喷嘴构件的下表面与保持于上述第1载台的上述基板的表面相对。

7. 一种曝光方法,透过形成于光学元件的光射出侧的液浸区域的液体将基板曝光,其特征在于包含以下步骤:

透过上述液浸区域的液体将基板曝光;

将已曝光的基板与未曝光的基板更换;及

在基板的更换中,检测上述液浸区域的液体中的气体部分。

8. 一种组件制造方法,其特征在于包含以下步骤:

利用权利要求7所述的曝光方法来将基板曝光;

将已曝光的基板显影;及

将已显影的基板加工。

## 曝光装置的控制方法、曝光方法及组件制造方法

[0001] 本申请是申请号为 201010129961.4, 申请日为 2005 年 8 月 1 日, 发明名称为“曝光装置、曝光方法及组件制造方法”的分案申请。

[0002] 其中, 上述申请号为 201010129961.4 的申请是申请号为 200580023601.3, 申请日为 2005 年 8 月 1 日, 发明名称为“曝光装置、曝光方法及组件制造方法”的分案申请。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及透过液体使基板曝光的曝光装置及组件制造方法。

### 背景技术

[0004] 半导体组件或液晶显示组件, 系通过将形成于掩模上之图案转印于感旋光性基板上, 即所谓光刻方法来制造。在其光刻步骤所使用之曝光装置, 具有支撑掩模之掩模载台与支撑基板之基板载台, 边逐次移动掩模载台与基板载台边透过投影光学系统将掩模之图案转印于基板上。近年来, 为应对组件图案之更高集成化而期待投影光学系统之更高分辨率化。所使用之曝光波长越短、且投影光学系统之数值孔径越大, 投影光学系统之分辨率越高。为此, 曝光装置所使用之曝光波长逐年短波长化, 投影光学系统之数值孔径亦增大。又, 现在主流之曝光波长虽系 KrF 准分子激光光之 248nm, 但更短波长之 ArF 准分子激光光之 193nm 亦已实用化。又, 在要进行曝光时, 焦点深度 (DOF) 亦与分辨率同样重要。分辨率 R、及焦点深度  $\delta$  分别以下式表示。

$$R = k_1 \times \lambda / NA \quad \cdots (1)$$

$$\delta = \pm k_2 \times \lambda / NA^2 \cdots (2)$$

[0007] 在此,  $\lambda$  系曝光波长, NA 系投影光学系统之数值孔径,  $k_1$ 、 $k_2$  系比例系数。从式 (1)、式 (2) 得知, 若为提高分辨率 R 而缩短曝光波长  $\lambda$ 、增大数值孔径 NA, 则会使焦点深度  $\delta$  变小。

[0008] 若焦点深度  $\delta$  过小, 则使基板表面与投影光学系统之像面一致变得困难, 会有曝光动作时之聚焦裕度 (focus margin) 不足之虞。因此, 作为实质地使曝光波长缩短、且使焦点深度变大之方法, 例如, 已提出了国际公开第 99/49504 号小册子所揭示之液浸法。该液浸法, 系以水或有机溶剂等液体填满投影光学系统之下表面与基板表面之间来形成液浸区域, 利用液体中之曝光用光之波长会变成空气中之  $1/n$  ( $n$  系液体之折射率, 通常系  $1.2 \sim 1.6$  左右) 来提高分辨率, 并且将焦点深度放大约  $n$  倍。

[0009] 然而, 为了利用液浸法良好地进行曝光处理, 必需使液浸区域形成为期望状态。因此, 较佳为, 先掌握液体之液浸区域之状态, 确认液浸区域为期望状态后, 再进行曝光处理。

### 发明内容

[0010] 本发明有鉴于上述情形, 其目的在于提供能掌握液体之液浸区域之状态之曝光装置及曝光方法、以及使用该曝光装置及曝光方法之组件制造方法。

[0011] 为解决上述问题, 本发明系采用对应于实施方式所示之各图的以下构成。但是, 附

在各要件之带括号符号仅系该要件之例示，不限于各要件。

[0012] 依本发明之第1方式，提供一种曝光装置，透过液浸区域之液体将基板曝光，其特征在于具备：投影光学系统，具有最靠近该投影光学系统的像面之第1光学元件；液浸机构，在设置于该投影光学系统之像面侧之既定面与该第1光学元件之间形成液体之液浸区域；及观察装置，用以观察该液浸区域之状态。

[0013] 依本发明之第2方式，提供一种曝光装置，透过液浸区域之液体将基板曝光，其特征在于具备：投影光学系统，具有最靠近该投影光学系统的像面之第1光学元件、及次于该第1光学元件靠近该像面之第2光学元件；液浸机构，用以在该第1光学元件与该第2光学元件之间形成液体之液浸区域；及观察装置，用以观察液浸区域之状态。又依本发明之第3方式，提供一种曝光装置，透过液浸区域之液体将基板曝光，其特征在于具备：光学元件；液浸机构，用以将配置于该光学元件之光射出侧之既定面与该光学元件之间以液体填满；及观察装置，用以观察该光学元件与该既定面之间之液体状态。

[0014] 依本发明之第1~第3方式，因设置用以观察液浸区域之状态之观察装置，故根据该观察装置之观察结果，能确认所形成之液浸区域是否为期望状态。并且，若根据观察装置之观察结果而判断为所形成之液浸区域系期望状态时，例如通过进行基板之曝光，能透过液浸区域之液体将基板良好地曝光。另一方面，若根据观察装置之观察结果而判断为所形成之液浸区域系不是期望状态时，能采取用以使液浸区域成为期望状态之适当措施，例如能进行液体之置换。

[0015] 依本发明之第4方式，提供一种组件制造方法，其特征在于：该组件系使用上述方式之曝光装置来制造。

[0016] 依本发明之第4方式，在确认所形成之液浸区域为期望状态后，能透过该液浸区域之液体良好地进行用以制造组件之曝光处理或测量处理等。从而，能提供具有期望性能之组件。

[0017] 依本发明之第5方式，提供一种曝光方法，透过液体将基板曝光，其特征在于包含以下步骤：透过该液浸区域之液体将基板曝光；将已曝光之基板与未曝光之基板更换；及在基板之更换中，检测该液浸区域之液体中之气体部分。

[0018] 依本发明之第5方式，通过检测出该液浸区域之液体中之气体部分，来掌握液浸区域之状态，对液浸区域施以适当之必要措施，从而能维持良好之液浸区域。又，因在基板之更换时进行气体部分之检测，故气体部分之检测不会影响曝光动作，而能维持曝光装置之期望产能。又，「液体中之气体部分」不仅系液体中之气泡，亦包含液体中之空隙(Void)。

[0019] 依本发明之第6方式，提供一种组件之制造方法，其特征在于包含以下步骤：通过上述本发明之曝光方法将基板曝光；将已曝光之基板显影；及将已显影之基板加工。本组件制造方法，因采用本发明之曝光方法，故能提供具有期望性能之组件。

[0020] 依本发明，使用观察装置确认液体之液浸区域为期望状态后，能将基板良好曝光。

## 附图说明

[0021] 图1系表示第1实施方式之曝光装置的概略构成图。

[0022] 图2系从上方观察基板载台及测量载台的俯视图。

[0023] 图3系投影光学系统前端附近的放大截面图。

- [0024] 图 4 系用来说明在基板载台及测量载台之间第 1 液浸区域移动之状况的图。
- [0025] 图 5 系表示曝光步骤之一例的流程图。
- [0026] 图 6 系表示观察装置观察液浸区域之状态的图。
- [0027] 图 7 系表示第 2 实施方式之曝光装置。
- [0028] 图 8 系表示第 3 实施方式之曝光装置。
- [0029] 图 9 系表示观察装置之观察时点之一例的流程图。
- [0030] 图 10 系表示第 4 实施方式之曝光步骤之一例的流程图。
- [0031] 图 11 系表示第 4 实施方式之曝光装置主要部分图。
- [0032] 图 12 系表示脱气装置之一例。
- [0033] 图 13 系表示具备照明光源之观察装置的概略图。
- [0034] 图 14 系表示照明液浸区域之照明装置之一例的概略图。
- [0035] 图 15 系表示照明液浸区域之照明装置之一例的概略图。
- [0036] 图 16 系表示照明液浸区域之照明装置之一例的概略图。
- [0037] 图 17 系表示照明液浸区域之照明装置之一例的概略图。
- [0038] 图 18 系表示半导体组件之制造步骤之一例的流程图。
- [0039] 符号说明
- [0040] 1 : 第 1 液浸机构
- [0041] 2 : 第 2 液浸机构
- [0042] 28 : 脱气装置
- [0043] 51 : 基板载台上面
- [0044] 58 : 测量载台上面
- [0045] 60 : 观察装置
- [0046] 61 : 光学系统
- [0047] 62 : 调整机构
- [0048] 63 : 摄影元件
- [0049] 64 : 透明构件
- [0050] 65 : 透明构件上面
- [0051] 300 : 基准构件
- [0052] 400 : 照度不均传感器
- [0053] 500 : 空间像测量传感器
- [0054] 600 : 照射量传感器
- [0055] CONT : 控制装置
- [0056] DY : 显示装置
- [0057] EX : 曝光装置
- [0058] LQ1 : 第 1 液体
- [0059] LQ2 : 第 2 液体
- [0060] LR1 : 第 1 液浸区域
- [0061] LR2 : 第 2 液浸区域
- [0062] LS1 : 第 1 光学元件

- [0063] LS2 : 第 2 光学元件
- [0064] P : 基板
- [0065] PL : 投影光学系统
- [0066] PST1 : 基板载台
- [0067] PST2 : 测量载台

### 具体实施方式

[0068] 以下,参照图式说明本发明之实施方式。

[0069] <第 1 实施方式>

[0070] 图 1 系表示第 1 实施方式之曝光装置 EX 的概略构造图。在图 1,曝光装置 EX,包含:掩模载台 MST,以可移动的方式支撑掩模 M;基板载台 PST1,具有保持基板 P 之基板保持具 PH,以可移动的方式在基板保持具 PH 保持基板 P;测量载台 PST2,供保持进行曝光处理相关之测量之测量器,能与基板载台 PST1 独立移动;照明光学系统 IL,将支撑于掩模载台 MST 之掩模 M 以曝光用光 EL 照明;投影光学系统 PL,将曝光用光 EL 所照明之掩模 M 之图案像投影于支撑在基板载台 PST1 之基板 P;及控制装置 CONT,综合控制曝光装置 EX 全体之动作。在控制装置 CONT,连接用以显示曝光处理相关之信息之显示装置 DY。

[0071] 本实施方式之曝光装置 EX,为了使曝光波长实质地缩短来提高分辨率并且使焦点深度实质地扩大,适用液浸法之液浸曝光装置,其具备第 1 液浸机构 1,在构成投影光学系统 PL 之多个光学元件 LS1~LS7 中,在最靠近投影光学系统 PL 之像面之第 1 光学元件 LS1 之下表面 T1 与基板 P 之间,以第 1 液体 LQ1 填满,来形成第 1 液浸区域 LR1。第 1 液浸机构 1 包含:第 1 液体供应机构 10,用以在第 1 光学元件 LS1 之下表面 T1 与基板 P 之间供应第 1 液体 LQ1;及第 1 液体回收机构 20,用以将第 1 液体供应机构 10 所供应之第 1 液体 LQ1 回收。第 1 液浸机构 1 之动作系以控制装置 CONT 控制。

[0072] 又,在投影光学系统 PL 之像面侧附近,具体而言,在投影光学系统 PL 之像面侧端部之光学元件 LS1 附近,配置构成第 1 液浸机构 1 之一部分之喷嘴构件 70。喷嘴构件 70 系在基板 P(基板载台 PST) 上方以包围投影光学系统 PL 前端周围之方式设置之环状构件。

[0073] 又,曝光装置 EX,包含第 2 液浸机构,用以将第 1 光学元件 LS1 与次于第 1 光学元件 LS1 靠近投影光学系统 PL 之像面之第 2 光学元件 LS2 之间以第 2 液体 LQ2 填满,来形成第 2 液浸区域 LR2。第 2 光学元件 LS2 系配置于第 1 光学元件 LS1 之上方,第 1 光学元件 LS1 之上面 T2,系以与第 2 光学元件 LS2 之下表面 T3 相对之方式配置。第 2 液浸机构 2,包含:第 2 液体供应机构 30,用以在第 1 光学元件 LS1 与第 2 光学元件 LS2 之间供应第 2 液体 LQ2;及第 2 液体回收机构 40,用以将第 2 液体供应机构 30 所供应之第 2 液体 LQ2 回收。第 2 液浸机构 2 之动作系以控制装置 CONT 控制。

[0074] 本实施方式之曝光装置 EX,系采用将第 1 液浸区域 LR1 局部形成于基板 P 上之局部液浸方式。又,曝光装置 EX,亦将第 2 液浸区域 LR2 局部形成于第 1 光学元件 LS1 之上面 T2 之一部分。曝光装置 EX,至少在将掩模 M 之图案转印于基板 P 上之期间,使用第 1 液浸机构 1,在第 1 光学元件 LS1 与配置于其像面侧之基板 P 之间填满第 1 液体 LQ1 来形成第 1 液浸区域 LR1,并且使用第 2 液浸机构 2,在第 1 光学元件 LS1 与第 2 光学元件 LS2 之间填满第 2 液体 LQ2 来形成第 2 液浸区域 LR2。

[0075] 又,在测量载台 PST2,设置观察装置 60,用以观察第 1 液浸区域 LR1 及第 2 液浸区域 LR2 之各状态。观察装置 60 系设于测量载台 PST2 之内部。

[0076] 在本实施方式,曝光装置 EX 系以使用扫描型曝光装置(扫描步进机)之情形为例来说明,该扫描型曝光装置,系将掩模 M 与基板 P 边朝与扫描方向彼此不同之方向(逆方向)同步移动边将形成于掩模 M 之图案曝光在基板 P 上。在以下之说明,设定在水平面内与掩模 M 与基板 P 同步移动方向(扫描方向)为 X 轴方向,设定在水平面内与 X 轴方向正交之方向(非扫描方向)为 Y 轴方向,设定垂直于 X 轴及 Y 轴方向且与投影光学系统 PL 之光轴 AX 一致之方向为 Z 轴方向。又,设定绕各 X 轴、Y 轴、及 Z 轴旋转(倾斜)方向为  $\theta_X$ 、 $\theta_Y$ 、及  $\theta_Z$  方向。又,在此,「基板」系包括在半导体晶片上涂布有抗蚀剂者,「掩模」系包含形成缩小投影于基板上之组件图案的标线片。

[0077] 照明光学系统 IL,具有:曝光用光源,射出曝光用光 EL;光学积分器,使射出自曝光用光源之曝光用光 EL 之照度均等化;聚光镜,将来自光学积分器之曝光用光 EL 聚光;中继透镜系统;及可变视野光圈,用以设定曝光用光 EL 所形成之掩模 M 上之照明区域;等等。掩模 M 上之既定照明区域系通过照明光学系统 IL 以均一之照度分布之曝光用光 EL 照明。射出自照明光学系统 IL 之曝光用光 EL,例如使用从水银灯射出之光线(g 线、h 线、i 线)及 KrF 准分子激光光(波长 248nm)等远紫外光(DUV 光),或 ArF 准分子激光光(波长 193nm)及 F2 激光光(波长 157nm)等真空紫外光(VUV 光)等。在本实施方式使用 ArF 准分子激光光。

[0078] 在本实施方式中,第 1 液体供应机构 10 所供应之第 1 液体 LQ1 及第 2 液体供应机构 30 所供应之第 2 液体 LQ2 系使用纯水。即,在本实施方式,第 1 液体 LQ1 与第 2 液体 LQ2 系相同液体。纯水不仅能透过 ArF 准分子激光光,亦能透过从水银灯射出之光线(g 线、h 线、i 线)及 KrF 准分子激光光(波长 248nm)等远紫外光(DUV 光)。

[0079] 掩模载台 MST,以可移动的方式保持掩模 M,且在垂直于投影光学系统 PL 之光轴 AX 之平面内,即在 XY 平面内能 2 维移动,及能朝  $\theta_Z$  方向微旋转。掩模载台 MST 通过包含线性马达等之掩模载台驱动机构 MSTD 驱动。掩模载台驱动机构 MSTD 通过控制装置 CONT 控制。在掩模载台 MST 上,设置与掩模载台 MST 一起移动之移动镜 52。又,在与移动镜 52 相对之位置设置激光干涉计 53。掩模载台 MST 上之掩模 M 之 2 维方向位置及旋转角通过激光干涉计 53 实时测量,输出测量结果至控制装置 CONT。控制装置 CONT 通过依激光干涉计 53 之测量结果驱动掩模载台驱动机构 MSTD,来进行掩模载台 MST 所支撑之掩模 M 之定位。

[0080] 投影光学系统 PL,将掩模 M 之图案以既定之投影倍率  $\beta$  投影于基板 P。投影光学系统 PL 具备包含设置于基板 P 侧之前端之第 1 光学元件 LS1 在内的多个光学元件 LS1~LS7,这些光学元件 LS1~LS7 系以镜筒 PK 支撑。在本实施方式,投影光学系统 PL 系投影倍率  $\beta$  为例如 1/4、1/5、或 1/8 之缩小系统。又,投影光学系统 PL 亦可等倍系统及放大系统中之任一种。又,投影光学系统 PL,亦可包含折射元与反射元件之反射折射系统、不包含反射元件之折射系统、不包含折射元件之反射系统中之任一种。从照明光学系统 IL 射出之曝光用光 EL,从物体面侧射入投影光学系统 PL,通过多个光学元件 LS7~LS1 后,从投影光学系统 PL 之像面侧射出,然后到达基板 P 上。具体而言,曝光用光 EL 分别通过多个光学元件 LS7~LS3 后,通过第 2 光学元件 LS2 之上面 T4 之既定区域,通过下表面 T3 之既定区域后,射入第 2 液浸区域 LR2。通过液浸区域 LR2 之曝光用光 EL,通过第 1 光学元件 LS1 之上面 T2 之既定

区域后,通过下表面 T1 之既定区域,射入第 1 液浸区域 LR1 后,而到达基板 P 上。

[0081] 在本实施方式,第 1 光学元件 LS1 系能使曝光用光 EL 透过之无折射力之平行平面板,第 1 光学元件 LS1 之下表面 T1 与上面 T2 系大致平行。另一方面,第 2 光学元件 LS2 系具有折射力(透镜作用)。又,第 1 光学元件 LS1 亦可具有折射力(透镜作用)。

[0082] 基板载台 PST1 具有用以保持基板 P 之基板保持具 PH,并在投影光学系统 PL 之像面侧以能在底座 BP 上移动之方式被设置。基板载台 PST1 通过基板载台驱动机构 PSTD1 驱动。基板载台驱动机构 PSTD1 通过控制装置 CONT 控制。基板载台驱动机构 PSTD1,例如包含线性马达或线圈马达等,能使基板载台 PST1 分别朝 X 轴、Y 轴、及 Z 轴方向、 $\theta X$ 、 $\theta Y$ 、及  $\theta Z$  方向移动。因此,基板载台 PST1,能使保持于基板保持具 PH 之基板 P 分别朝 X 轴、Y 轴、及 Z 轴方向、 $\theta X$ 、 $\theta Y$ 、及  $\theta Z$  方向移动。

[0083] 在基板载台 PST1 之侧面设置移动镜 54。又,在与移动镜 54 相对之位置设置激光干涉计 55。基板载台 PST1 上之基板 P 之 2 维方向位置及旋转角通过激光干涉计 55 实时测量,输出测量结果至控制装置 CONT。控制装置 CONT 通过依激光干涉计 55 之测量结果,在激光干涉计 55 所限定之 2 维坐标系统内,透过基板载台驱动机构 PSTD1 驱动基板载台 PST1,来进行基板载台 PST1 所支撑之基板 P 之 X 轴方向及 Y 轴方向之定位。

[0084] 又,曝光装置 EX,具有例如日本特开平 8-37149 号所揭示之斜入射方式之聚焦检测系统,用以检测基板 P 表面之面位置数据。聚焦检测系统,检测对投影光学系统 PL 之像面之基板 P 表面之 Z 轴方向位置(聚焦位置)。又,通过求出在基板 P 表面之多个点中各个点的各聚焦位置,聚焦检测系统亦能求出基板 P 之倾斜方向之姿势。控制装置 CONT,依聚焦检测系统之检测结果,透过基板载台驱动机构 PSTD1 驱动基板载台 PST1,控制基板 P 之 Z 轴方向之位置(聚焦位置),及  $\theta X$ 、 $\theta Y$  方向之位置,使基板 P 表面(曝光面)一致于透过投影光学系统 PL 及液体形成之像面。

[0085] 又,聚焦检测系统亦可系在液浸区域 LR1 外侧不透过液体 LQ1 检测基板 P 之表面位置的装置,亦可系与透过液体 LQ1 检测基板 P 之表面位置的装置并用的装置。

[0086] 又,如日本特表 2000-505958 号(对应美国专利 5969441)或美国专利 6208407 所揭示,亦可在从投影光学系统 PL 离开之位置测量基板 P 表面之位置数据(凹凸数据)。

[0087] 在基板载台 PST1 上设置凹部 50,基板保持具 PH 配置于凹部 50。并且,基板载台 PST1 上的凹部 50 以外之上面 51,以成为与基板保持具 PH 所保持之基板 P 表面大致相等高度(同一平面)之方式形成平坦面。基板载台 PST1 之上面 51 系对第 1 液体 LQ1 具有拨液性。因在基板 P 周围设置与基板 P 表面大致同一平面之上面 51,故即使将基板 P 表面之周缘区域液浸曝光时,能在投影光学系统 PL 之像面侧保持第 1 液体 LQ1,良好地形成第 1 液浸区域 LR1。又,若能良好地维持第 1 液浸区域 LR1,基板保持具 PH 所保持之基板 P 表面与上面 51 具有段差亦可。

[0088] 测量载台 PST2,系载置用以进行曝光处理相关之测量之各种测量器,并在投影光学系统 PL 之像面侧以在底座 BP 上能移动之方式被设置。测量载台 PST2 通过测量载台驱动机构 PSTD2 驱动。测量载台驱动机构 PSTD2 通过控制装置 CONT 控制。并且,控制装置 CONT,透过各载台驱动机构 PSTD1、PSTD2,分别能使各基板载台 PST1 及测量载台 PST2 在底座 BP 上彼此独立移动。测量载台驱动机构 PSTD2 具有与基板载台驱动机构 PSTD1 相等之构造,测量载台 PST2,通过测量载台驱动机构 PSTD2,与基板载台 PST1 同样,能分别朝 X 轴、

Y 轴、及 Z 轴方向、 $\theta X$ 、 $\theta Y$ 、及  $\theta Z$  方向移动。又，在测量载台 PST2 之侧面，设置激光干涉计 57 用之移动镜 56。测量载台 PST2 上之 2 维方向位置及旋转角通过激光干涉计 57 实时测量，控制装置 CONT 依激光干涉计 57 之测量结果，来控制测量载台 PST2 之位置。

[0089] 在配置于投影光学系统 PL 之像面侧之测量载台 PST2 上形成开口部 64K，在该开口部 64K 配置透明构件 64。透明构件 64 例如以玻璃板构成。又，透明构件 64 之材料根据导引至后述之摄影元件之光之波长，适当选择萤石或石英等。透明构件 64 之上面 65 系平坦面。又，测量载台 PST2 上之中开口部 64K 以外之上面 58 亦系平坦面。并且，测量载台 PST2 之上面 58，与配置于开口部 64K 之透明构件 64 之上面 65 系以成为大致同一高度（同一平面）之方式设置，测量载台 PST2 之上面 58 以包含透明构件 64 之上面 65 之方式形成。又，测量载台 PST2 之上面 58 或透明构件 64 之上面 65 较佳为对液体 LQ 具有拨液性。

[0090] 又，包含透明构件 64 之上面 65 之测量载台 PST2 之上面 58，系设置于与包含基板 P 表面之基板载台 PST1 之上面 51 并排之位置，基板载台 PST1 之上面 51 与测量载台 PST2 之上面 58，以成为大致同一高度位置之方式设置。

[0091] 在测量载台 PST2，形成连接于开口部 64K 之内部空间 66。并且，在测量载台 PST2 之内部空间 66 配置观察装置 60。观察装置 60，包含：光学元件 61，配置于透明构件 64 之下侧；及摄影元件 63，以 CCD 等构成。摄影元件 63，能透过透明构件 64 及光学元件 61 取得液体 (LQ1、LQ2) 或光学元件 (LS1、LS2) 等之光学像 (影像)。摄影元件 63 将所取得之影像转换为电气信号，并输出该信号 (影像数据) 至控制装置 CONT。又，观察装置 60，具有可调整光学系统 61 之焦点位置之调整机构 62。又，观察装置 60，具有能观察第 1 液浸区域 LR1 及第 2 液浸区域 LR2 全体的视野。摄影元件 63，例如，虽能使用电荷结合元件 (CCD)，但不限于此，能使用各种元件。又，电荷耦合元件，亦能适当选择对所射入之光 (之波长) 具高感度之元件。

[0092] 又虽可将观察装置 60 之全部配置于测量载台 PST2 之内，但亦可例如将构成光学系统 61 之多个光学元件中之一部分之光学元件或摄影元件 63 等配置于测量载台 PST2 外侧。又，亦可省略调整机构 62。

[0093] 或亦可省略摄影元件 63，将光信号直接通过光纤或波导管导引至控制装置 CONT，在控制装置内直接以光信号进行处理或进行光电转换。或，亦可将光信号直接导引至显示装置 DY，以显示装置 DY 观测第 1 液浸区域 LR1 及第 2 液浸区域 LR2 之状态。

[0094] 图 2 系从上方观察基板载台 PST1 及测量载台 PST2 的俯视图。在图 2 中，为了限定基板 P 对透过投影光学系统 PL 之掩模 M 之图案像之对准位置，在测量载台 PST2 之上面 58 设置基准构件 300 作为测量器，该基准构件 300 用以测定图案像之投影位置与未图示之基板对准系统之检测基准在 XY 平面内之位置关系 (基线量)。在该基准构件 300，将基准标记 PFM 与基准标记 MFM 以既定之位置关系形成。基准标记 PFM，通过例如日本特开平 4-65603 号公报 (对应美国专利第 5,493,403 号) 所揭示之 FIA(Field Image Alignment, 场影像对准) 方式之基板对准系统，不透过投影光学系统 PL 及液体 LQ1、LQ2 而检测。又基准标记 MFM，通过例如日本特开平 7-176468 号公报所揭示之 VRA(Visual Reticule Alignment, 视觉标线片对准) 方式之掩模对准系统，透过投影光学系统 PL 及液体 LQ1、LQ2 而检测。又，在上面 58，作为测量器例如设置：上板 401，其构成不均传感器 400 之一部分，该不均传感器 400 用以测量照度不均 (如日本特开昭 57-117238 号公报所揭示)，或用以测量投影光学系

统 PL 之曝光用光 EL 之透过率之变动量（如日本特开 2001-267239 号公报所揭示）；上板 501，其构成空间像测量传感器 500 之一部分（如日本特开 2002-14005 号公报所揭示）；及上板 601，其构成照射量传感器（照度传感器）600 之一部分（如日本特开平 11-16816 号公报所揭示）。这些基准构件 300 之上面或上板 401、501、601 之上面，系与测量载台 PST2 之上面 58 及透明构件 64 之上面 65 大致成为同一平面。又，这些基准构件 300 之上面或上板 401、501、601 之上面，亦与测量载台 PST2 之上面 58 及透明构件 64 之上面 65 同样，具有拨液性。

[0095] 在本实施方式，测量载台 PST2 系用来进行曝光处理相关之测量处理的专用载台，未保持基板 P，基板载台 PST1 系未载置进行与曝光处理相关之测量之测量器。又，测量载台 PST2，例如已在日本特开平 11-135400 号公报详细揭示。

[0096] 其次，参照图 1 及图 3，说明第 1 液浸机构 1 及第 2 液浸机构 2。图 3 系表示投影光学系统 PL 之像面侧前端附近的放大截面图。

[0097] 第 1 液浸机构 1 之第 1 液体供应机构 10，将第 1 液体 LQ1 供应至投影光学系统 PL 之像面侧之第 1 空间 K1。第 1 液体供应机构 10，包含：能送出第 1 液体 LQ1 之第 1 液体供应部 11；及将该一端部连接于第 1 液体供应部 11 之第 1 供应管 13。第 1 供应管 13 之另一端连接于喷嘴构件 70。在本实施方式，第 1 液体供应机构 10 系供应纯水。第 1 液体供应部 11，包含：纯水制造装置；调温装置，用以调整所供应之第 1 液体（纯水）LQ1 之温度；及脱气装置，用以减少所供应之第 1 液体 LQ1 中之气体成分；等等。又，若满足既定之品质条件，亦可不需要在曝光装置 EX 设置纯水制造装置，而使用配置曝光装置 EX 之工厂之纯水制造装置。同样，亦可不需要将调温装置及脱气装置等全部在曝光装置 EX 具备，而使用配置曝光装置 EX 之工厂设备来替代这些之一部分。

[0098] 又，在第 1 供应管 13 之途中，设置称为质量流量控制器（mass flowcontroller）之流量控制器 16，用以控制每单位时间之液体量（从第 1 液体供应部 11 送出，供应至投影光学系统 PL 之像面侧）。流量控制器 16 之液体供应量控制系在控制装置 CONT 之指令信号下进行。

[0099] 第 1 液浸机构 1 之第 1 液体回收机构 20，回收投影光学系统 PL 之像面侧之第 1 液体 LQ1。第 1 液体回收机构 20，包含：第 1 液体回收部 21，能回收第 1 液体 LQ1；及第 1 回收管 23，将该一端部连接于第 1 液体回收部 21。第 1 回收管 23 之另一端连接于喷嘴构件 70。第 1 液体回收部 21，包含：例如真空泵等之真空系统（吸引装置）；气液分离器，用以分离所回收之第 1 液体 LQ1 与气体；及用以收容所回收之液体 LQ 之储存槽等。又，亦可将真空系统、气液分离器、储存槽等之至少一部分，不设置于曝光装置 EX，而使用配置曝光装置 EX 之工厂设备。

[0100] 在投影光学系统 PL 之像面侧附近配置环状构件之喷嘴构件 70。在喷嘴构件 70 与投影光学系统 PL 之镜筒 PK 之间设置间隙，喷嘴构件 70 对投影光学系统 PL 以能避免振动之方式使用既定之支撑机构支撑。喷嘴构件 70 之下表面 70A，系与基板 P 之表面（基板载台 PST1 之上面 51）相对。

[0101] 在喷嘴构件 70 之下表面 70A，设置第 1 供应口 12，用以将第 1 液体 LQ1 供应至基板 P 上。第 1 供应口 12，在喷嘴构件 70 之下表面 70A 设置多个。又，在喷嘴构件 70 之内部，形成内部流路 14，用以连接第 1 供应管 13 之另一端部与第 1 供应口 12。内部流路 14 之一

端部连接于第 1 供应管 13 之另一端部，内部流路 14 之另一端部以连接各多个第 1 供应口 12 之方式从中途分支。

[0102] 再者，在喷嘴构件 70 之下表面 70A，设置第 1 回收口 22，用以回收基板 P 上之第 1 液体 LQ1。在本实施方式，第 1 回收口 22，在喷嘴构件 70 之下表面 70A，以包围第 1 供应口 12 之方式，以投影光学系统 PL 之光轴 AX 为基准设置于第 1 供应口 12 外侧且形成环状。又，在喷嘴构件 70 之内部，形成内部流路 24，用以连接第 1 回收管 23 之另一端部与第 1 回收口 22。内部流路 24，具有：环状流路 24K，对应环状之第 1 回收口 22 形成；及歧管流路 24M，连接环状流路 24K 之一部分与第 1 回收管 23 之另一端部。又本实施方式，在第 1 回收口 22 设置多孔质体 22P。

[0103] 又，喷嘴构件 70 之构成（供应口之位置、回收口之位置等），不限于上述的构成，能使用各种构成之喷嘴构件。该一例系揭示在美国专利公开第 2004/0165159 号公报。

[0104] 第 1 液体供应部 11 及第 1 液体回收部 21 之动作系通过控制装置 CONT 控制。在第 1 空间 K1 形成第 1 液体 LQ1 之第 1 液浸区域 LR1 时，控制装置 CONT，从第 1 液体供应部 11 送出第 1 液体 LQ1，透过第 1 供应管 13 及喷嘴构件 70 之内部流路 14，从设置于基板 P 上方之第 1 供应口 12 供应第 1 液体 LQ1 至基板 P 上。又，第 1 空间 K1 之第 1 液体 LQ1，从第 1 回收口 22 回收，透过喷嘴构件 70 之内部流路 24，及第 1 回收管 23 回收至第 1 液体回收部 21。

[0105] 在本实施方式，曝光装置 EX，系采用局部液浸方式，即，在基板 P 之曝光中，在包含投影光学系统 PL 之投影区域 AR 之基板 P 上之一部分，局部形成比投影区域 AR 大且比基板 P 小之第 1 液浸区域 LR1。在此，各喷嘴构件 70 之下表面 70A 及第 1 光学元件 LS1 之下表面 T1 系大致平坦面，喷嘴构件 70 之下表面 70A 及第 1 光学元件 LS1 之下表面 T1 系大致形成同一平面。从而，能在期望之范围内良好地形成第 1 液浸区域 LR1。又，第 1 光学元件 LS1 中与第 1 液浸区域 LR1 之第 1 液体 LQ1 接触之下表面 T1，及喷嘴构件 70 中与第 1 液浸区域 LR1 之第 1 液体 LQ1 接触之下表面 70A，系对第 1 液体 LQ1 具有亲液性。

[0106] 第 2 液浸机构 2 之第 2 液体供应机构 30，将第 2 液体 LQ2 供应至投影光学系统 PL 之第 2 光学元件 LS2 与第 1 光学元件 LS1 之间之第 2 空间 K2。第 2 液体供应机构 30，包含：第 2 液体供应部 31，能送出第 2 液体 LQ2；及第 2 供应管 33，将该一端部连接于第 2 液体供应部 31。第 2 液体供应部 31 系具有与第 1 液体供应部 11 大致同等之构造。即，第 2 液体供应部 31，包含：纯水制造装置；调温装置，用以调整所供应之第 2 液体（纯水）LQ2 之温度；及脱气装置等，用以减少所供应之第 2 液体 LQ2 中之气体成分。第 2 供应管 33 之另一端部，连接于形成在镜筒 PK 内部之供应流路 34 之一端部。又，供应流路 34 之另一端部连接于配置在镜筒 PK 内侧（内部空间）之供应构件 35。在供应构件 35 形成第 2 液体 LQ2 流动之内部流路，在供应构件 35 之既定位置形成第 2 供应口 32，连接于该内部流路且对第 2 空间 K2 供应第 2 液体 LQ2。即，对第 2 空间 K2，能从第 2 供应口 32 供应已温度调整且已脱气之第 2 液体 LQ2。

[0107] 又，不需要在曝光装置 EX 设置纯水制造装置、调温装置、脱气装置等全部，可使用设置曝光装置 EX 之工厂之这些设备来替代这些设备之至少一部分。

[0108] 又，在第 2 供应管 33 之途中，设置流量控制器 36（质量流量控制器），用以控制从第 2 液体供应部 31 送出而供应至第 2 空间 K2 之每单位时间之液体量。流量控制器 36 之

液体供应量控制系在控制装置 CONT 之指令信号下进行。

[0109] 第 2 液浸机构 2 之第 2 液体回收机构 40, 回收投影光学系统 PL 之第 2 光学元件 LS2 与第 1 光学元件 LS1 之间之第 2 空间 K2 之第 2 液体 LQ2。第 2 液体回收机构 40, 包含：第 2 液体回收部 41, 能回收第 2 液体 LQ2 ; 及第 2 回收管 43, 将该一端部连接于第 2 液体回收部 41。第 2 液体回收部 41 具有与第 1 液体回收部 21 大致相同构成。第 2 回收管 43 之另一端部, 连接于形成在镜筒 PK 内部之回收流路 44 之一端部。回收流路 44 之另一端部连接于配置在镜筒 PK 内侧 (内部空间) 之回收构件 45。在回收构件 45 形成第 2 液体 LQ2 流动之内部流路, 在回收构件 45 之既定位置设置用以回收第 2 空间 K2 之第 2 液体 LQ2 之第 2 回收口 42。在本实施方式, 回收构件 45 系包围第 2 液浸区域 LR2 之环状构件, 第 2 回收口 42, 在回收构件 45 中朝向第 2 液浸区域 LR2 之面设置多个。又, 第 2 液浸机构 2 之构造, 不限于上述构造, 只要能以第 2 液体 LQ2 填满第 1 光学元件 LS1 与第 2 光学元件 LS2 之间之光路, 则能采用各种构成。

[0110] 第 2 液体供应部 31 及第 2 液体回收部 41 之动作系通过控制装置 CONT 控制。在第 2 空间 K2 形成第 2 液体 LQ2 之第 2 液浸区域 LR2 时, 控制装置 CONT, 从第 2 液体供应部 31 送出第 2 液体 LQ2, 透过第 2 供应管 33、供应流路 34、及供应构件 35 之内部流路, 从第 2 供应口 32 供应第 2 液体 LQ2 至第 2 空间 K2。又, 第 2 空间 K2 之第 2 液体 LQ2, 从第 2 回收口 42 回收, 透过回收构件 45 之内部流路、回收流路 44、及第 2 回收管 43 被第 2 液体回收部 41 回收。

[0111] 又, 第 1 液体供应部 11 及第 2 液体供应部 31 之脱气装置, 例如能适用揭示于国际公开第 2004/053950 号公报之装置, 对该构成将在图 12 详述于后。

[0112] 又在本实施方式, 曝光装置 EX, 仅在第 1 光学元件 LS1 之上面 T2 中包含曝光用光 EL 要通过之区域 AR' 之一部分局部形成第 2 液体 LQ2 之第 2 液浸区域 AR'。

[0113] 在本实施方式, 第 1 光学元件 LS1 之下表面 T1 侧之第 1 空间 K1, 及第 1 光学元件 LS1 与第 2 光学元件 LS2 之间之第 2 空间 K2, 系独立之空间。控制装置 CONT, 能将第 1 液浸机构 1 对第 1 空间 K1 之第 1 液体 LQ1 之供应动作及回收动作, 及第 2 液浸机构 2 对第 2 空间 K2 之第 2 液体 LQ2 之供应动作及回收动作, 彼此独立进行, 不会产生使液体 (LQ1、LQ2) 从第 1 空间 K1 及第 2 空间 K2 之一方出入另一方。

[0114] 并且, 通过将第 1 光学元件 LS1 之下表面 T1 侧之第 1 空间 K1, 及上面侧 T2 之第 2 空间 K2 之各光路空间, 以第 1 液体 LQ1 及第 2 液体 LQ2 填满, 使第 2 光学元件 LS2 之下表面 T3 或第 1 光学元件 LS1 之上面 T2 之反射损失减低, 能以确保较大像侧数值孔径之状态, 使基板 P 良好地曝光。

[0115] 又, 在本实施方式, 第 1 光学元件 LS1, 因对镜筒 PK 能容易安装、卸下 (能更换), 故在第 1 光学元件 LS1 受污染时, 通过与清净之第 1 光学元件 LS1 更换, 能防止起因于光学元件之污染之曝光精度及透过投影光学系统 PL 之测量精度之劣化。

[0116] 又, 如图 4 所示, 形成于投影光学系统 PL 之第 1 光学元件 LS1 下之第 1 液体 LQ1, 能在基板载台 PST1 上与测量载台 PST2 上之间移动。当要移动第 1 液浸区域 LR1 时, 控制装置 CONT, 使用载台驱动机构 PSTD1、PSTD2, 以使基板载台 PST1 与测量载台 PST2 接触或接近之状态, 将基板载台 PST1 与测量载台 PST2 朝 XY 方向一起移动, 而使第 1 液浸区域 LR1 在基板载台 PST1 与测量载台 PST2 之上面之间移动。从而, 边能防止从基板载台 PST1 与测

量载台 PST2 之间隙 (gap) 流出第 1 液体 LQ1, 边以第 1 液体 LQ1 填满投影光学系统 PL 之像面侧之第 1 空间 K1 (光路空间) 之状态, 能在基板载台 PST1 上与测量载台 PST2 上之间使第 1 液体 LQ1 移动。

[0117] 从而, 例如为了进行基板 P 之更换等, 基板载台 PST1 从投影光学系统 PL 下表面移动之情形下, 第 1 液浸区域 LR1 从基板载台 PST1 上移动至测量载台 PST2 上, 在投影光学系统 PL 之第 1 光学元件 LS1 与测量载台 PST2 之上面之间保持第 1 液体 LQ1, 透过第 1 液体 LQ1 执行使用观察装置 60、基准构件 300、不均传感器 400、空间像测量传感器 500、照射量传感器 600 中之至少一个之动作。在此情形下, 将该动作之结果会反映于其后之曝光动作等。又, 当基板载台 PST1 移动至投影光学系统 PL 下表面之情形下, 第 1 液浸区域 LR1 从测量载台 PST2 上移动至基板载台 PST1 上, 在投影光学系统 PL 之第 1 光学元件 LS1 与基板载台 PST1 之上面 (包含基板 P 表面) 之间保持第 1 液体 LQ1, 执行基板 P 之曝光动作等。

[0118] 其次, 将使用具有上述构成之曝光装置 EX 来曝光基板 P 之步骤, 参照图 5 之流程图及图 6 说明。

[0119] 首先, 控制装置 CONT, 以使投影光学系统 PL 与测量载台 PST2 上之透明构件 64 相对之状态, 驱动各第 1 液浸机构 1 及第 2 液浸机构 2, 形成各第 1 液浸区域 LR1 及第 2 液浸区域 LR2 (步骤 SA1)。从而, 如图 6 所示, 在包含透明构件 64 之上面 65 的测量载台 PST2 之上 58 上形成第 1 液浸区域 LR1。

[0120] 控制装置 CONT, 使用观察装置 60, 观察形成于透明构件 64 上之第 1 液浸区域 LR1 之状态 (步骤 SA2)。观察装置 60, 将透明构件 64 之上面 65 上之第 1 液浸区域 LR1 之状态, 透过透明构件 64 观察。又, 当观察装置 60 观察第 1 液浸区域 LR1 之状态时, 测量载台 PST2 系大致静止。在透明构件 64 下侧之内部空间 66 配置观察装置 60 之光学系统 61, 摄影元件 63 透过透明构件 64 及光学系统 61 取得第 1 液体 LQ1 (形成透明构件 64 上之第 1 液浸区域 LR1) 之影像。使用观察装置 60 观察第 1 液浸区域 LR1 之状态时, 控制装置 CONT 使用调整机构 62 使光学系统 61 之焦点位置一致于第 1 液浸区域 LR1 之 Z 轴方向之位置。从而, 摄影元件 63 能良好地取得第 1 液体 LQ1 (供形成透明构件 64 上之第 1 液浸区域 LR1) 之影像。又, 观察装置 60, 因具有比第 1 液浸区域 LR1 大之视野, 故能将形成第 1 液浸区域 LR1 之第 1 液体 LQ1 之影像一起取得。

[0121] 又, 第 1 液浸区域 LR1 之大小, 虽有依第 1 液浸机构 1 之液体供应量或液体回收量会变化之可能性, 但观察装置 60 具有能观察所预料之最大第 1 液浸区域 LR1 之视野。

[0122] 将摄影元件 63 所取得之第 1 液浸区域 LR1 相关之影像数据输出至控制装置 CONT (步骤 SA3)。控制装置 CONT, 依输出自摄影元件 63 之信号 (影像数据), 将形成第 1 液浸区域 LR1 之第 1 液体 LQ1 之影像以显示装置 DY 显示。

[0123] 其次, 控制装置 CONT, 使用观察装置 60, 观察第 2 液浸区域 LR2 之状态 (步骤 SA4)。观察装置 60, 透过第 1 液浸区域 LR1 之第 1 液体 LQ1 及第 1 光学元件 LS1, 观察第 2 液浸区域 LR2。又, 当观察装置 60 观察第 2 液浸区域 LR2 之状态时, 测量载台 PST2 亦系大致静止。使用观察装置 60 观察第 2 液浸区域 LR2 之状态时, 控制装置 CONT, 使用调整机构 62 使光学系统 61 之焦点位置一致于第 2 液浸区域 LR2 之 Z 轴方向之位置。从而, 摄影元件 63 能良好地取得形成第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 之影像。又, 观察装置 60, 因具有比第 2 液浸区域 LR2 为大之视野, 故能将形成第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 之影像一起取得。

[0124] 将摄影元件 63 所取得之第 2 液浸区域 LR2 相关之影像数据输出至控制装置 CONT(步骤 SA5)。控制装置 CONT, 依输出自摄影元件 63 之信号(影像数据), 将形成第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 之影像以显示装置 DY 显示。

[0125] 又在此, 虽在观察第 1 液浸区域 LR1 之状态后, 观察第 2 液浸区域 LR2 之状态, 但亦可在观察第 2 液浸区域 LR2 之状态后, 观察第 1 液浸区域 LR1 之状态。

[0126] 控制装置 CONT, 在步骤 SA3 及步骤 SA5, 将摄影元件 63 所输出之信号作运算处理(影像处理), 依其处理结果, 判别第 1、第 2 液浸区域 LR1、LR2 是否为期望状态(步骤 SA6)。控制装置 CONT, 特别判别在液体(LQ1、LQ2)是否存在粒子或气体部分(气块或气泡等)。例如, 控制装置 CONT, 将来自摄影元件 63 之输出依每个像素别判断明暗, 将孤立之像素或像素集团视为液体中之气泡之存在, 从这些像素或像素集团之数量能求出气泡之数或量。或, 控制装置 CONT, 亦可将已知气泡之数或量之多个液体样本之影像数据存储于控制装置 CONT 之内存, 通过与该数据比较来判断气泡之数或量。在此情形下, 影像数据亦可使像素之明部或暗部之平均面积或平均数, 与气泡之数或量相关连。影像数据或基准数据, 亦可存储于控制装置之内存, 或亦可存储于另外设置在曝光装置之内存。又同样, 亦能检测液体中之空隙之位置或大小。

[0127] 例如, 在第 1 液浸机构 1 刚开始第 1 液浸区域 LR1 之形成动作后(刚开始第 1 液体 LQ1 之供应后), 产生第 1 液浸区域 LR1 没有充分覆盖投影区域 AR 之状态(缺液状态), 或产生在第 1 液体 LQ1 中气泡混入等之不良情形的可能性则提高。又, 不限于刚开始第 1 液浸区域 LR1 之形成动作后, 对应于第 1 液浸机构 1 之动作状态, 亦有使第 1 液浸区域 LR1 之状态变动, 产生上述不良情形之可能性。透过产生这些不良情形之状态之第 1 液浸区域 LR1 进行曝光处理或测量处理时, 无法获得良好之曝光精度或测量精度。在本实施方式, 通过使用观察装置 60 观察第 1 液浸区域 LR1 之状态, 能掌握是否在第 1 液浸区域 LR1 产生不良情形。同样, 在第 2 液浸区域 LR2, 虽亦有产生缺液状态, 或产生气泡混入等之不良情形的可能性, 通过使用观察装置 60 观察第 2 液浸区域 LR2 之状态, 能掌握是否在第 2 液浸区域 LR2 产生不良情形。又, 在本实施方式, 观察装置 60, 例如虽能观察(检测)直径 0.1mm 以上之气泡, 但观察装置 60 之观察(检测)能力, 依在曝光装置形成于基板 P 上之图案之线宽等决定即可, 例如亦可使其能观察 0.01mm 以上之气泡。

[0128] 在判断第 1、第 2 液浸区域 LR1、LR2 为期望状态时, 控制装置 CONT, 使用测量载台 PST2 所载置之各测量器进行测量处理(步骤 SA7)。即, 控制装置 CONT, 使测量载台 PST2 朝 XY 方向移动, 使第 1 液浸区域 LR1 从透明构件 64 上移动至基准构件 300、上板 401、上板 501、及上板 601 中之任一件上。例如, 在将第 1 液浸区域 LR1 从透明构件 64 上移动至照度不均传感器 400 之上板 401 上时, 控制装置 CONT, 透过投影光学系统 PL、第 1 液浸区域 LR1 之第 1 液体 LQ1、及第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2, 在上板 401 上照射曝光用光 EL, 使用照度不均传感器 400 测量曝光用光 EL 之照度不均。同样, 控制装置 CONT, 使第 1 液浸区域 LR1 依序移动至基准构件 300、上板 501 上、及上板 601 上, 进行使用各基准构件 300、空间像测量传感器 500、及照射量传感器 600 之测量处理。并且, 依使用该各测量器之测量结果, 控制装置 CONT, 适当进行投影光学系统 PL 之校准处理等。

[0129] 又, 与步骤 SA7 之各种测量动作并行, 或在测量动作之前后, 通过未图示之基板对准系统检测基准构件 300 上之基准标记 PFM, 决定基线量。

[0130] 另一方面,在判断为第 1 液浸区域 LR1 及第 2 液浸区域 LR2 中至少任一方不是期望状态时,控制装置 CONT 设置等待时间,等待至该不良情形(缺液状态、气泡混入等)解除为止,或为了解除该不良情形,采取这样的措施,即,对被判断为非期望状态之液浸区域之空间停止液体供应并且进行液体之回收,再度供应液体,以重新形成液浸区域。或为了解除该不良情形,而采取变更第 1、第 2 液浸机构 1、2 之动作状态等适当措施(步骤 SA8)。在此,第 1、第 2 液浸机构 1、2 之动作状态之变更,例如系包含第 1、第 2 液浸机构 1、2 之第 1、第 2 液体供应机构 10、30 之每单位时间之液体供应量之变更,设置于第 1、第 2 液体供应机构 10、30 之脱气装置之调整等。并且,使用观察装置 60 再观察第 1、第 2 液浸区域 LR1、LR2 之状态(步骤 SA2、SA4),确认该不良情形已解除后,进行测量处理(步骤 SA7)。

[0131] 使用测量载台 PST2 之测量处理完成后,如参照图 4 所说明,控制装置 CONT,使形成于测量载台 PST2 上之第 1 液体 LQ1 之第 1 液浸区域 LR1,移动至支撑基板 P 之基板载台 PST1 上。并且,将第 1 液浸区域 LR1 移动至基板载台 PST1 上后,控制装置 CONT 透过投影光学系统 PL、第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2、及第 1 液浸区域 LR1 之第 1 液体 LQ1,在基板 P 上照射曝光用光 EL,使该基板 P 曝光(步骤 SA9)。

[0132] 又,亦可依显示装置 DY 所显示之第 1、第 2 液浸区域 LR1、LR2 之影像,例如由作业者判断第 1、第 2 液浸区域 LR1、LR2 是否期望状态。在此情形下,作业者等将下动作对控制装置 CONT 发出指令。

[0133] 如以上所说明,因设置用以观察第 1、第 2 液浸区域 LR1、LR2 之状态之观察装置 60,故能根据该观察装置 60 之观察结果,确认所形成之第 1、第 2 液浸区域 LR1、LR2 是否为期望状态。并且,依观察装置 60 之观察结果,在判断为所形成之第 1、第 2 液浸区域 LR1、LR2 是期望状态后,通过进行基板 P 之曝光,能透过第 1、第 2 液浸区域 LR1、LR2 之第 1、第 2 液体 LQ1、LQ2 使基板 P 良好地曝光。另一方面,依观察装置 60 之观察结果,判断为在所形成之第 1、第 2 液浸区域 LR1、LR2 混入气体(气泡)等不是期望状态之情形下,在透过这些状态之第 1、第 2 液浸区域 LR1、LR2 进行曝光处理或测量处理时,无法获得良好之曝光精度或测量精度。因此,控制装置 CONT 施加用以使第 1、第 2 液浸区域 LR1、LR2 为期望状态之适当措施,确认第 1、第 2 液浸区域 LR1、LR2 成为期望状态后,通过透过第 1、第 2 液浸区域 LR1、LR2 使基板 P 曝光,能使基板 P 良好地曝光。

[0134] 又,因第 1 液浸区域 LR1 系形成于投影光学系统 PL 与配置在该投影光学系统 PL 之像面侧之透明构件 64 之间,观察装置 60 系透过透明构件 64 观察第 1 液浸区域 LR1,故能良好地观察第 1 液浸区域 LR1 之状态。

[0135] 〈第 2 实施方式〉

[0136] 图 7 系表示第 2 实施方式的图。在以下之说明,对上述之第 1 实施方式同一或同等之构件使用同一符号,将其说明简略或省略。

[0137] 如图 7 所示,使用观察装置 60 观察第 2 液浸区域 LR2 时,控制装置 CONT 亦可不形成第 1 液浸区域 LR1,驱动第 2 液浸机构 2,仅形成第 2 液浸区域 LR2。即使此情形下,观察装置 60,仍能透过第 1 光学元件 LS1 观察第 2 空间 K2 之第 2 液浸区域 LR2。

[0138] 又,第 1 液浸区域 LR1 之观察,系在第 2 液浸区域 LR2 之观察前或观察后,在形成第 2 液浸区域 LR2 之状态或未形成第 2 液浸区域之状态下执行。

[0139] 〈第 3 实施方式〉

[0140] 图 8 系表示第 3 实施方式的图。

[0141] 在图 8, 观察装置 60 系设置于基板载台 PST1 之内部空间 66'。并且, 在基板载台 PST1 之上面 51 之一部分, 以与内部空间 66' 接触之方式形成开口部 64K', 在该开口部 64K' 配置透明构件 64。如上所述, 亦可将透明构件 64 及观察装置 60, 设置于以可移动的方式保持基板 P 之基板载台 PST1。

[0142] 又, 在上述之各实施方式, 观察装置 60 虽具有比第 1、第 2 液浸区域 LR1, LR2 大之视野, 但亦可具有比第 1、第 2 液浸区域 LR1, LR2 小之视野。在此情形下, 通过对投影光学系统 PL, 边将载置观察装置 60 之测量载台 PST2(或基板载台 PST1) 朝 XY 方向移动, 即, 边将第 1、第 2 液浸区域 LR1, LR2 与观察装置 60 之视野相对移动边观察, 能良好地观察第 1、第 2 液浸区域 LR1, LR2 各自的整个区域。

[0143] 又, 亦可在观察装置 60 载置变焦光学系统, 在观察液浸区域 LR1 时与在观察液浸区域 LR2 时使观察视野之大小变化, 或放大液浸区域之一部分来观察。

[0144] 又, 在上述之实施方式, 虽依观察装置 60 之摄影元件 63 所取得之影像数据, 控制装置 CONT 使显示装置 DY 显示第 1、第 2 液浸区域 LR1, LR2 之影像, 但亦可观察装置 60 具有影像处理功能或显示装置 DY。

[0145] 又, 在上述之实施方式, 控制装置 CONT 使第 1、第 2 液浸机构 1、2 形成第 1、第 2 液浸区域 LR1, LR2 时, 虽使用观察装置 60 执行观察动作, 但亦可每隔既定时间间隔, 或每处理既定数量的基板, 执行观察动作。

[0146] 又, 亦可在进行基板 P 之更换 (例如, 已曝光之基板与未曝光之基板之更换) 中, 以在投影光学系统 PL 之第 1 光学元件 LS1 与测量载台 PST2 之间保持液体 LQ1 之状态能执行观察动作。在此情形下, 虽能在每更换基板 P 时使用观察装置 60 执行观察动作, 但亦可每处理既定数量之基板时执行观察动作。图 9 系表示观察装置 60 之观察时点之一例, 表示每将 4 片基板曝光处理后进行观察装置 60 之观察动作之步骤。又, 在图 9, 表示继续于图 5 之流程图所说明之步骤 SA9 之曝光 (第 1 片基板之曝光) 后之处理步骤。

[0147] 在步骤 SA9 第 1 片基板之曝光处理后, 执行使用基准构件 300 之基线量之测量 (步骤 SA10)。其次, 执行第 2 片基板之曝光处理 (步骤 SA11), 此后执行使用不均传感器 400 之透过率变动量之测量 (步骤 SA12)。其次, 执行第 3 片基板之曝光处理 (步骤 SA13), 此后, 执行使用空间像测量传感器 500 之像面位置测量 (步骤 SA14)。其次, 执行第 4 片基板之曝光处理 (步骤 SA15), 此后执行使用观察装置 60 之液浸区域 LR1 之观察 (步骤 SA16)。其次, 执行第 5 片基板之曝光处理 (步骤 SA17), 此后, 反复执行步骤 SA10~SA17。又, 图 9 之流程图仅系一例, 能适当置换使用观察装置 60、基准构件 300、传感器 400、500 之各动作之顺序, 各动作之执行频度亦能按需要决定。

[0148] 又, 载置于测量载台 PST2 之测量构件或测量装置, 不限于上述构件或装置, 按照需要载置测量构件或测量装置即可。亦可将波面像差测定装置 (例如, 揭示于国际公开第 99/60361 号小册子 (对应美国申请第 09/714, 183 号)、日本特开 2002-71514 号、美国专利第 6650399 号等) 或反射部 (例如, 揭示于特开昭 62-183522 号公报) 载置于测量载台 PST2。

[0149] 又, 上述之实施方式, 在基板载台 PST1 之基板更换动作前后, 为了将第 1 液浸区域 LR1 从基板载台 PST1 及测量载台 PST2 之一方移动至另一方, 虽使基板载台 PST1 及测量载

台 PST2 接触或接近,但在其它动作时亦可按照需要使 2 个载台接触或接近。例如,虽在开始基板 P 之曝光前执行用以检测基板 P 上之多个对准标记之对准处理,但在该对准处理中有第 1 液浸区域 LR1 之一部分会从基板载台 PST1 之上面 51 脱离之虞之情形下,为了维持第 1 液浸区域 LR1,亦可使 2 个载台接触或接近。又,在基板 P 之曝光中有第 1 液浸区域 LR1 之一部分会从基板载台 PST1 之上面 51 脱离之虞之情形下,为了维持第 1 液浸区域 LR1,亦可使 2 个载台接触或接近。从而,即使基板载台 PST1 之上面 51 之面积小,仍能维持第 1 液浸区域 LR1。

[0150] 又,虽在图 9 之流程图未明记,但在各步骤间,第 1 液浸区域 LR1 从一方载台上移动至另一方载台上,进而,与步骤 SA10、SA12、SA14、SA16 之各动作并行,使用基板载台 PST1 执行已曝光之基板与下一片待曝光之基板之更换动作。

[0151] 又,不需要每进行使用观察装置 60 之观察动作时观察第 1 液浸区域 LR1 与第 2 液浸区域 LR2,亦可仅观察任一方。

[0152] 〈第 4 实施方式〉

[0153] 说明第 4 实施方式。在上述之实施方式,控制装置 CONT,依观察装置 60 之观察结果,判别液浸区域是否系期望状态(图 5 之步骤 SA6),在判断为液浸区域不是期望状态时,进行用以解除不良情形之各措施(图 5 之步骤 SA8),但在本实施方式,在形成液浸区域之液体中有气泡等气体部分时,控制装置 CONT,进行用以使该气体部分减少或消失之措施,将已脱气之液体供应既定时间。即,控制装置 CONT,依载置于测量载台 PST2 之观察装置 60 之观察结果,例如判断在形成第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 中有气体部分时,将已脱气之第 2 液体 LQ2 供应既定时间至第 1 光学元件 LS1 与第 2 光学元件 LS2 之间之第 2 空间 K2,并且按照已脱气之第 2 液体 LQ2 之供应量,以从第 2 空间 K2 回收既定量之第 2 液体 LQ2 之方式,来控制第 2 液浸机构 2。如上所述,因第 2 液浸机构 2 之第 2 液体供应部 31,具备用以减少第 2 液体 LQ2 中之气体成分之脱气装置,故控制装置 CONT,使用设于第 2 液体供应部 31 之脱气装置将第 2 液体 LQ2 充分脱气后,控制第 2 液浸机构 2,能将已脱气之第 2 液体 LQ2 供应至第 1 光学元件 LS1 与第 2 光学元件 LS2 之间之第 2 空间 K2。并且,通过将已脱气之第 2 液体 LQ2 对第 2 空间 K2 供应既定时间,而能使形成第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 中之气体部分(气泡)溶入第 2 液体 LQ2 中使其减少或消失。

[0154] 图 10 系用以说明将已脱气之第 2 液体 LQ2 供应既定时间之动作之一例的流程图。在此,在更换第 2 液体 LQ2 时执行观察装置 60 之观察动作之情形为例来说明。所谓第 2 液体 LQ2 之更换,系指在第 1 光学元件 LS1 与第 2 光学元件 LS2 之间之第 2 空间 K2 填满第 2 液体 LQ2 之情形下,将第 2 液浸机构 2 对第 2 空间 K2 之第 2 液体 LQ2 供应动作与第 2 空间 K2 之第 2 液体 LQ2 回收动作并行进行,首先,将填满第 2 空间 K2 之第 2 液体 LQ2 从第 2 空间 K2 回收,并且将已调整为既定温度之清净之新第 2 液体 LQ2 供应第 2 空间 K2 而言。

[0155] 在本实施方式,假设第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 之更换动作,系针对每一批基板 P(每处理既定数量的基板时)进行。并且,在基板 P 之曝光中,虽在第 1 光学元件 LS1 与第 2 光学元件 LS2 之间之第 2 空间 K2 填满第 2 液体 LQ2,但第 2 液浸机构 2 之第 2 液体 LQ2 供应动作及回收动作则不进行。从而,在基板 P 之曝光中,能防止起因于使用第 2 液浸机构 2 之液体供应动作及回收动作的振动之产生。并且,通过针对每一批基板 P(每处理既定数量的基板时)进行第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 之更换动作,能以期望温度之第

2 液体 LQ2 填满第 2 空间 K2。

[0156] 又,在要更换第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 时,较佳为不要从第 2 空间 K2 完全去除第 2 液体 LQ2,而以持续在第 2 空间 K2 填满第 2 液体 LQ2 之方式,将预先填满于第 2 空间 K2 之第 2 液体 LQ2 与新第 2 液体 LQ2 逐渐置换。从而,随着第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 之更换,能防止在第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 产生气体部分(气泡)。

[0157] 既定批量之最后基板 P 之曝光完成后(步骤 SA18),控制装置 CONT,进行第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 之更换(步骤 SA19)。控制装置 CONT,为了进行第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 之更换,将第 2 液浸机构 2 对第 2 空间 K2 之第 2 液体 LQ2 之供应动作及第 2 空间 K2 之第 2 液体 LQ2 之回收动作并行进行。又,既定批量之最后基板 P 之曝光完成后,控制装置 CONT,将测量载台 PST2 移动至相对投影光学系统 PL 之位置,以载置于测量载台 PST2 之观察装置 60 在能观察第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 之状态下开始第 2 液体 LQ2 之更换动作。

[0158] 第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 之更换完成后,控制装置 CONT,使用观察装置 60 观察第 2 液浸区域 LR2 之状态。并且,控制装置 CONT,依观察装置 60 之观察结果,判别在第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 中是否有气体部分(气泡)(步骤 SA20)。

[0159] 在步骤 SA20,在判断为在形成第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 中没有气泡时,控制装置 CONT,执行下一批之基板 P 之曝光(步骤 SA21)。

[0160] 另一方面,在步骤 SA20,在判断为在形成第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 中有气泡时,控制装置 CONT,以将已脱气之第 2 液体 LQ2 供应既定时间之方式,来控制第 2 液浸机构 2(步骤 SA22)。在此,为了使气泡减少或消失,可使对第 2 空间 K2 供应第 2 液体 LQ2 时之每单位时间之液体供应量,与更换第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 时之每单位时间之液体供应量大致相等,或为了使气泡减少或消失,可使对第 2 空间 K2 供应第 2 液体 LQ2 时之每单位时间之液体供应量,比更换第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 时之每单位时间之液体供应量多。

[0161] 图 11 系表示判断为在形成第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 中有气泡后、将已脱气之第 2 液体 LQ2 供应至第 2 空间 K2 之状态的图。如图 11 所示,控制装置 CONT,边以观察装置 60 观察第 2 液浸区域 LR2 之状态,边从第 2 液浸机构 2 之第 2 液体供应部 31,将已脱气之第 2 液体 LQ2 对第 2 空间 K2 供应。在图 11 未形成第 1 液浸区域 LR1。控制装置 CONT,边以观察装置 60 观察第 2 液浸区域 LR2 之状态,边从第 2 液体供应部 31 将已充分脱气之第 2 液体 LQ2 对第 2 空间 K2 供应,至达到形成第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 中之气泡之大小或量降至既定水准以下为止,并且通过第 2 液体回收部 41 回收第 2 空间 K2 之第 2 液体 LQ2。通过继续将已充分脱气之第 2 液体 LQ2 供应既定时间至第 2 空间 K2,能使第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 中之气泡减少或消失。又,即使例如气泡附着于第 1 光学元件 LS1 之上面 T2 或第 2 光学元件 LS2 之下表面 T3 之状态,通过继续将已充分脱气之第 2 液体 LQ2 供应既定时间至第 2 空间 K2,能使该气泡消失。

[0162] 为了使气泡减少或消失,供应至第 2 空间 K2 之第 2 液体 LQ2,系与使基板 P 曝光时填满第 2 空间 K2 之液体相同之液体。在本实施方式,设置于第 2 供应部 31 之脱气装置 38,为了使气泡减少或消失,以使供应第 2 空间 K2 之第 2 液体 LQ2 之溶存气体浓度成为 5ppm 以下之方式,使第 2 液体 LQ2 脱气。进而,具体而言,脱气装置 38,以满足溶存气体浓度 5ppm 以

下、溶存氧化碳浓度 5ppm 以下、及溶存氮浓度 5ppm 以下中之至少一个条件之方式,进行第 2 液体 LQ2 之脱气。通过将供应第 2 空间 K2 之第 2 液体 LQ2 之溶存气体浓度抑制于 5ppm 以下,能使形成第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 中之气泡溶解于第 2 液体 LQ2 中而使其减少或消失。

[0163] 图 12 系表示脱气装置 38 之概略构成的截画面。在外壳 171 之内部隔着既定空间 173 收容筒状之中空丝束 172。中空丝束 172 系将多个吸管状之中空丝膜 174 编成平行,各中空丝膜 174,系以疏水性高且气体透过性良好之材料(例如,聚四甲基戊烯)形成。在外壳 171 之两端固定真空盖构件 175a、175b,在外壳 171 之两端外侧形成密闭空间 176a、176b。在真空盖构件 175a、175b 设置连接于未图示之真空泵之脱气口 177a、177b。又,在外壳 171 之两端,以仅使中空丝束 172 之两端连接于密闭空间 176a、176b 之方式形成密封部 178a、178b,通过连接于脱气口 177a、177b 之真空泵能使各中空丝膜 174 之内侧为减压状态。在中空丝束 172 之内部,配置连接于既定之液体供应源之管 179。在管 179 设置多个液体供应孔 180,对密封部 178a、178b 及中空丝束 172 所包围之空间 181,从液体供应孔 180 供应液体 LQ。若从液体供应孔 180 持续供应液体 LQ 至空间 181,液体 LQ 则以横穿平行编成之中空丝膜 174 之层之方式向外侧流动,使液体 LQ 与中空丝膜 174 之外表面接触。如前述因中空丝膜 174 系以疏水性高且气体透过性良好之材料形成,故液体 LQ 不会渗入中空丝膜 174 之内侧,通过各中空丝膜 174 间移动至中空丝束 172 外侧之空间 173。另一方面,溶解于液体 LQ 中之气体(分子),因中空丝膜 174 之内侧已呈减压状态(20Torr 左右),故朝中空丝膜 174 之内侧移动(被吸收)。如上所述,在横穿中空丝膜 174 之层之期间从液体 LQ 去除(脱气)之气体成分,如箭头 183 所示,从中空丝束 172 之两端透过密闭空间 176a、176b,而从脱气口 177a、177b 排出。又,已作脱气处理之液体 LQ,从设置于外壳 171 之液体出口 182 供应至第 2 供应管(第 2 空间 K2)。在本实施方式,第 2 液体供应部 31,使用脱气装置 38,使供应第 2 空间 K2 之第 2 液体 LQ2 之溶存气体浓度为 5ppm 以下。

[0164] 又,控制装置 CONT,依观察装置 60 之观察结果,能求出第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 中之气泡之大小或气泡之量,故亦可按照第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 中之气泡之大小或气泡之量,来调整供应第 2 液体供应部 31 所脱气之第 2 液体 LQ2 的时间。控制装置 CONT 连接于定时器 TM,控制装置 CONT 能以定时器 TM 管理时间,通过边管理时间,边将已脱气之第 2 液体 LQ2 对第 2 空间 K2 供应既定时间,能使形成第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 中之气泡减少或消失。具体而言,在气泡之大小较大或气泡之量多之情形下,控制装置 CONT,延长已脱气之第 2 液体 LQ2 之供应时间,在气泡之大小较小或气泡之量少之情形下,缩短已脱气之第 2 液体 LQ2 之供应时间。从而,在气泡之大小大或气泡之量多之情形下,能使该气泡确实地减少或消失,在气泡之大小较小或气泡之量少之情形下,能节省气泡虽已减少或消失但仍持续供应已脱气之第 2 液体 LQ2 之浪费。

[0165] 又,控制装置 CONT,按照第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 中之气泡之大小或量,可调整供应第 2 液体供应部 31 所脱气之第 2 液体 LQ2 的每单位时间之液体供应量。例如,在气泡之大小大或气泡之量多之情形下,控制装置 CONT,增加供应所脱气之第 2 液体 LQ2 的每单位时间之液体供应量,在气泡之大小较小或气泡之量少之情形下,减少供应所脱气之第 2 液体 LQ2 的每单位时间之液体供应量。

[0166] 接着,将已脱气之第 2 液体 LQ2 供应既定时间后,依观察装置 60 之观察结果,确认

形成第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 中之气泡之大小或量已降至既定水准以下后, 开始下一批之基板 P 之曝光。

[0167] 又在本实施方式, 控制装置 CONT, 虽以观察装置 60 边观察第 2 液浸区域 LR2 之状态, 但在边供应已脱气之第 2 液体 LQ2 至第 2 空间 K2 之期间, 不需要持续使用观察装置 60 观察第 2 液浸区域 LR2 之状态亦可。例如在第 1 时点, 使用观察装置 60 观察第 2 液浸区域 LR2 之状态, 根据该观察装置 60 之观察结果, 在判断在形成第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 中有气泡后, 控制装置 CONT, 亦可不进行观察装置 60 之观察动作, 而从第 2 液体供应部 31 使已脱气之第 2 液体 LQ2 供应既定时间。并且, 经过既定时间后, 在第 2 时点, 通过使用观察装置 60 确认第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 中之气泡是否已减少或消失, 控制装置 CONT, 能判断是否要曝光下一批之基板, 或进一步继续已脱气之第 2 液体 LQ2 之供应。在此情形下, 控制装置 CONT, 依第 1 时点之观察装置 60 之观察结果, 能求出第 2 液浸区域 LR2 中之气泡之大小或量, 故按照该气泡之大小或量, 可调整已脱气之第 2 液体 LQ2 之供应时间。在要调整已脱气之第 2 液体 LQ2 之供应时间之情形下, 控制装置 CONT, 能边监视定时器 TM 边调整供应时间。

[0168] 又在本实施方式, 虽在第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 之更换完成后, 观察装置 60 观察第 2 液浸区域 LR2 之状态, 但当然亦可边进行第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 之更换, 边进行观察装置 60 观察第 2 液浸区域 LR2 之状态。

[0169] 又, 如图 11 所示, 在将观察装置 60 设置于测量载台 PST2 之情形下, 能使观察装置 60 之观察动作, 与基板载台 PST1 上之基板 P 之更换动作 (既定批量之最后基板与下一批基板之更换动作) 并行进行。另一方面, 如已在第 3 实施方式所说明, 亦可将观察装置 60 设置于基板载台 PST1。在此情形下, 能在观察装置 60 之观察动作之前或后, 进行基板载台 PST1 上之基板 P 之更换动作。又, 在图 11, 当使用观察装置 60 观察第 2 液浸区域 LR2 之状态时, 第 1 液浸区域 LR1 虽未形成, 但将第 1 液浸区域 LR1 形成亦可。在此情形下, 观察装置 60, 透过第 1 液浸区域 LR1 之第 1 液体 LQ1 观察第 2 液浸区域 LR2。另一方面, 如图 11 所示, 使用观察装置 60 观察第 2 液浸区域 LR2 之状态时, 通过未形成第 1 液浸区域 LR1, 能更高精度地观察形成第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 中之气泡之有无。

[0170] 又在本实施方式, 虽将第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 之更换动作, 针对每一批基板 P (即每次针对掩模载台 MST 更换掩模 M 时) 进行, 但亦可每隔既定时间间隔, 或每处理既定数量的基板, 进行更换动作。

[0171] 又在本实施方式, 观察装置 60 之观察动作, 虽是每更换第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 进行, 但亦可在第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 之更换时以外的时点进行。例如, 在对无第 2 液体 LQ2 状态之第 2 空间 K2 供应第 2 液体 LQ2 时, 进行观察装置 60 之观察亦可。或, 即使 1 批之途中, 在进行基板载台 PST1 上之基板 P 之更换时, 因投影光学系统 PL 与测量载台 PST2 相对, 在系在测量载台 PST2 设置观察装置 60 之情形下, 该批途中之基板更换时, 能进行第 2 液浸区域 LR2 之观察。并且, 依观察装置 60 之观察结果, 在判断在形成第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 中有气泡时, 控制装置 CONT, 不进行载置于基板载台 PST1 之基板 P 之曝光, 为了使第 2 液体 LQ2 中之气泡减少或消失, 将已脱气之第 2 液体 LQ2 对第 2 空间 K2 供应既定时间。

[0172] 又在本实施方式, 第 2 液浸区域 LR2 之第 2 液体 LQ2 之更换动作, 虽针对每一批

(或每隔既定时间间隔、每处理既定数量的基板)进行,但在基板P之曝光中,第2液浸机构2,亦可持续进行对第2空间K2之第2液体LQ2之供应动作及第2空间K2之第2液体LQ2之回收动作。在此情形下,在基板P之更换中等之非曝光动作时观察第2液浸区域LR2(第2液体LQ2)之状态,在判断在第2液体LQ2中有气泡时,控制装置CONT,不开始下一基板P之曝光,进行所脱气之第2液体LQ2之供应动作与回收动作,使第2液体LQ2中之气泡减少或消失。此时,为了使气泡减少或消失,对第2空间K2供应已脱气之第2液体LQ2时的每单位时间之液体供应量,可与使基板P曝光时对第2空间K2供应第2液体LQ2时的每单位时间之液体供应量相等,或为了使气泡减少或消失,对第2空间K2供应已脱气之第2液体LQ2时的每单位时间之液体供应量,亦可比使基板P曝光时对第2空间K2供应第2液体LQ2时的每单位时间之液体供应量多。

[0173] 又,在本实施方式,判断在形成第2液浸区域LR2之第2液体LQ2中有气泡时,为了使该气体部分减少或消失,虽对第2空间K2供应已脱气之第2液体LQ2既定时间,但亦可不管理已脱气之第2液体LQ2之液体供应时间,而在判断在形成第2液浸区域LR2之第2液体LQ2中有气泡时,边将已脱气之第2液体LQ2供应第2空间K2边以观察装置60连续地或间歇地观察第2液体LQ2,在判断第2液体LQ2中之气体部分已减少或消失至对曝光或测量不影响之程度的时点,执行已脱气之第2液体LQ2之供应停止及/或曝光用光EL之照射。

[0174] 又,在本实施方式,在判断在形成第2液浸区域LR2之第2液体LQ2中有气泡时,虽将已脱气之第2液体LQ2对第2空间K2供应既定时间,但控制装置CONT,依观察装置60之观察结果,判断在形成第1液浸区域LR1之第1液体LQ1中有气泡时,亦可以将已脱气之第1液体LQ1供应既定时间之方式,来控制第1液浸机构1。因第1液浸机构1之第1液体供应部11亦具备脱气装置,故第1液浸机构1之第1液体供应部11能供应已脱气之第1液体LQ1。

#### [0175] 〈第5实施方式〉

[0176] 在上述之各实施方式,当执行使用观察装置60之观察动作时,如本实施方式将予说明将液浸区域LR1、LR2以来自光源之光照明亦可。在本实施方式说明各种照明方法及使用其之装置、构成。例如,照明光,能使用曝光用光EX,在此情形下可使曝光用光EX之强度降低。又,透明构件64之材料按照曝光用光EX之波长适当选择透明之材料(例如萤石或石英等)。又,较佳为按照曝光用光EX之波长使用高感度之摄影元件或检测元件。

[0177] 如图13所示,亦可在观察装置60具有照明用之光源67。照明用之光源,例如能使用LED(白色LED等)或EL元件(无机EL片等)。又照明光之照明方法能使用暗视野照明法或明视野照明法,亦能将暗视野照明法或明视野照明法转换使用。在此情形下,例如,能使用明视野照明法观察空间K1、K2是否充分填满液体LQ1、LQ2,而能使用暗视野照明法观察在液体LQ1、LQ2中是否混入小气泡或粒子。

[0178] 又,如图14所示,亦可将用以照明第2液浸区域LR2之照明装置68,配置于第2液浸区域LR2之上方,即配置于隔着第2液浸区域LR2且与观察装置60相对之位置,朝第2液浸区域LR2从上方照射照明光。照明装置68,例如能具有LED(白色LED等)或EL元件(无机EL片等)。图14所示之照明装置68,以对曝光用光EX之光路空间能进退之方式设置,控制装置CONT,使用观察装置60进行第2液浸区域LR2之观察时,能将照明装置68配

置于曝光用光 EX 之光路空间,使从照明装置 68 射出之照明光,朝第 2 液浸区域 LR2 从上方照射。射出自照明装置 68 之照明光,通过投影光学系统 PL 之各光学元件后,能照明第 2 空间 K2 之第 2 液浸区域 LR2。并且,使基板 P 曝光时等,在投影光学系统 PL 使曝光用光通过之情形下,控制装置 CONT,使照明装置 68 从曝光用光 EX 之光路空间退避。在图 14 所示之例,照明装置 68 虽配置于掩模载台 MST(掩模 M)与投影光学系统 PL 之间,但亦可配置于掩模载台 MST(掩模 M)之上方。

[0179] 又,如图 15 所示,亦可将照明装置 68 装设于掩模载台 MST 下表面。从而,亦能朝第 2 液浸区域 LR2 从上方照射照明光。控制装置 CONT,使用观察装置 60 进行第 2 液浸区域 LR2 之观察时,驱动掩模载台 MST,使照明装置 68 配置于投影光学系统 PL 上方,将射出自照明装置 68 之照明光,透过投影光学系统 PL 之各光学元件,朝第 2 液浸区域 LR2 从上方照射。

[0180] 又,如图 16 所示,将荧光构件(荧光板)69 以掩模载台 MST 保持,将从荧光板 69 产生之光(照明光),朝第 2 液浸区域 LR2 从上方照射亦可。在掩模载台 MST 虽设置用以通过曝光用光 EL 之开口部 Km,但产生自荧光板 69 之光通过该开口部 Km 后,透过投影光学系统 PL 之各光学元件,照射第 2 液浸区域 LR2。为了使荧光板 69 发出荧光,例如朝荧光板 69 照射曝光用光 EL 即可。或,在掩模载台 MST 之一部分设置与开口部 Km 另外之荧光板用开口部,在该荧光板用开口部固定荧光板亦可。

[0181] 又,亦能使用参照图 14~图 16 所说明之照明光来照明第 1 液浸区域 LR1。

[0182] 又,如图 17 所示,将照明装置 68 设置于喷嘴构件 70 附近,通过从该照明装置 68 照射照明光,该照明光能使第 1 液浸区域 LR1 从倾斜方向照明。在图 17 所示之例,照明装置 68,系透过第 1 支撑机构 81,支撑于曝光装置 EX 本体(柱)100 之一部分。柱 100 支撑凸缘 PF(设置于投影光学系统 PL 之镜筒 PK)。又,柱 100,能透过第 2 支撑机构 82,支撑喷嘴构件 70。

[0183] 又,在上述说明中,虽透过透明构件 64 观察形成液浸区域(LR1、LR2)之液体(LQ1、LQ2),但替代如图 17 所示之照明装置 68,设置观察装置(例如,摄影装置或气泡检测器),将形成第 1 液浸区域 LR1 之第 1 液体 LQ1 从侧方观察亦可。这些观察装置,例如,亦可使用 WO2004/053958 所揭示之气泡检测器。该气泡检测器具有投射系统与检测系统,设置于从投影光学系统之光轴离开之位置。更具体而言,投射系统与检测系统,系以隔着投影光学系统之投影区域之方式朝扫描方向(X 方向)设置,从投射系统之多个投射部将检测用光斜射入于液浸区域,在液浸区域不存在气泡之情形下,以液浸区域之底面或界面(在本说明书系透明构件 64 之上面)反射而以受光系统受光。在液浸区域存在气泡之情形下,因气泡会使光散射,故以设于与受光系统不同位置之另一受光系统使光受光,依该受光量求出气泡量(暗视野检测)。依气泡检测器、该检测方法及检测结果之控制,援用 WO 2004/053958 之揭示,作为本说明书之一部分。又,将观察装置(以测量载台 PST2 不相对投影光学系统 PL 之状态下能从侧方观察(核对)形成第 1 液浸区域 LR1 之第 1 液体 LQ1)设置于测量载台 PST2 亦可。在此情形下,例如,即使在保持于基板载台 PST1 之基板 P 之曝光中,能将形成于基板载台 PST1(基板 P)上之第 1 液浸区域 LR1 之状态(液体 LQ1 中之气泡之有无或液体 LQ1 之泄漏等),使用设置于测量载台 PST2 之观察装置核对。

[0184] 又,在上述之各实施方式,虽采用将各第 1 光学元件 LS1 之下表面 T1 侧之第 1 空

间 K1 与上面 T2 侧之第 2 空间 K2 以液体填满之状态使用的投影光学系统 PL, 但亦可采用仅将投影光学系统 PL 之第 1 光学元件 LS1 之下表面 T1 侧之第 1 空间 K1 以液体填满之状态使用的投影光学系统 PL。在此情形下, 观察装置 60 之观察对象仅系第 1 液浸区域 LR1。

[0185] 又, 不仅将观察装置 60 使用于液浸区域 LR1、LR2 之观察, 亦能使用于投影光学系统 PL 之第 1 光学元件 LS1 之下表面 T1 之观察, 或喷嘴构件 70 之下表面 70A 或未图示之基板对准系统之对物透镜下表面之观察。在此情形下, 从使用观察装置 60 取得之影像, 能确认第 1 光学元件 LS1 之下表面 T1、第 1 光学元件 LS1 之保持部、喷嘴构件之下表面 70A 等之污染状态, 或确认是否在基板对准系统之对物透镜下表面或基板对准系统之框体等附着液体(水)。

[0186] 在上述之各实施方式, 液体 LQ 系使用纯水。纯水, 能在半导体工厂等容易大量获取, 并且有对基板 P 上之抗蚀剂或光学元件(透镜)等无不良影响之优点。又, 纯水对环境无不良影响, 并且因杂质之含有量极少, 故亦能期待基板 P 之表面, 及设置于投影光学系统 PL 之前端面之光学元件之表面之洗净作用。又在从工厂等所供应之纯水之纯度系低时, 亦可使曝光装置具备超纯水制造器。

[0187] 在上述实施方式要观察气泡之情形下, 在使用摄影元件或透过率传感器时, 为了提高这些元件或传感器之感度亦可加添加物。例如, 为了使气泡液体之区别明确, 亦可在液体中添加色素。在此情形下, 较佳为对曝光用光未具有吸收带之色素。亦可将如上所述加添加物之液体使用于观察液浸状态时, 而在实际之曝光时使用不加添加物之纯水。

[0188] 并且, 对波长 193nm 左右之曝光用光 EL, 纯水(水)之折射率 n 为大致 1.44, 当作曝光用光 EL 之光源在使用 ArF 准分子激光光(波长 193nm)时, 在基板 P 上被短波长化为  $1/n$ , 即大约 134nm, 能获得高分辨率。进而, 因焦点深度比空气中放大约 n 倍, 即大约 1.44 倍, 故仅将与空气中所使用时相同程度之焦点深度确保即可之情形下, 能更增加投影光学系统 PL 之数值孔径, 该部分亦能提高分辨率。

[0189] 又, 在液浸法为了提高数值孔径, 可考虑使用折射率高之液体, 例如使用折射率 1.6 以上之液体。在此情形下, 为了抑制投影光学系统 PL 之大小(直径), 较佳为将投影光学系统 PL 之一部分之透镜(特别系靠近像面之透镜)以高折射率之材料形成。例如, 较佳为将投影光学系统 PL 中之光学元件中靠近第 2 液体 LQ2 之第 2 光学元件 LS2, 以 CaO(氧化钙)及 MgO(氧化镁)中之至少一材料形成。从而, 在能实现之大小下, 能实现高数值孔径。例如即使使用 ArF 准分子激光光(波长 193nm)之情形下, 能实现 1.5 左右, 或其以上之高数值孔径。

[0190] 在上述之各实施方式, 配置于最靠像面侧(基板 P 侧)之第 1 光学元件 LS1 虽系未具有折射力之平行平面板之方式, 但在该第 1 光学元件 LS1 具有折射力时, 较佳为将该配置于最像面侧之第 1 光学元件 LS1 以 CaO 及 MgO 中之至少一材料形成。

[0191] 即, 较佳为透过形成于像面侧之液浸区域之液体将物体像投影于基板上的投影光学系统, 较佳为具备第 1 光学元件, 配置于最像面侧且以 CaO(氧化钙)及 MgO(氧化镁)中之至少一材料形成。又, 透过形成于像面侧之液浸区域之液体将物体像投影于基板上的投影光学系统, 较佳为具备: 第 1 光学元件, 邻接配置于最像面侧; 及第 2 光学元件, 邻接配置于第 1 光学元件之物体侧; 第 1 光学元件与第 2 光学元件之至少一方, 以 CaO(氧化钙)及 MgO(氧化镁)中之至少一材料形成。例如, 亦可将第 1 光学元件与第 2 光学元件之一方, 以

CaO(氧化钙)形成,将另一方以 MgO(氧化镁)形成。

[0192] 又,在第 1 光学元件 LS1 具有折射力时,第 1 光学元件 LS1 与第 2 光学元件 LS2 之间之光路空间亦可不填满第 2 液体 LQ2。

[0193] 又,CaO(氧化钙)及 MgO(氧化镁)虽在曝光用光 EL 之波长(例如 193nm)具有固有双折射,但固有双折射之符号系 CaO(氧化钙)及 MgO(氧化镁)彼此逆向。因此,在将接近投影光学系统之像面侧(基板 P 侧)之光学元件中之 1 个以 CaO 或 MgO 形成之情形下,较佳为将该光学元件附近之光学元件以 MgO 或 CaO 形成,将这些光学元件之光轴方向之厚度以减少固有双折射之影响之方式设定。在此,较佳为这些光学元件之结晶方向系一致。又,以 CaO 形成之光学元件与以 MgO 形成之光学元件不一定要相邻。

[0194] 例如,假设将第 2 光学元件 LS2 以 MgO(或 CaO)形成,且将第 3 光学元件 LS3 以 CaO(或 MgO)形成之情形下,较佳为将这些第 2 光学元件 LS2 之光轴方向之厚度与第 3 光学元件 LS3 之光轴方向之厚度,以大致比例于 CaO 及 MgO 所具有之固有双折射值之倒数之方式设定。在该情形下,能将最像面侧(基板 P 侧)之第 1 光学元件 LS1 以石英玻璃形成。

[0195] 又,在第 1 光学元件 LS1 具有折射力之情形下,亦可将第 1 光学元件 LS1 以 MgO(或 CaO)形成,且将第 2 光学元件 LS2 以 CaO(或 MgO)形成,将第 1 光学元件 LS1 之光轴方向之厚度与第 2 光学元件 LS2 之光轴方向之厚度,以大致比例于 CaO 及 MgO 所具有之固有双折射值之倒数之方式设定。

[0196] 在要以 CaO(氧化钙)形成光学元件时,较佳为在该光学元件之光学面上形成包含 MgO(氧化镁)之反射防止涂膜。又,在要以 MgO(氧化镁)形成光学元件时,较佳为在该光学元件之光学面上形成包含 CaO(氧化钙)之反射防止涂膜。

[0197] 又,如上所述使用液浸法时,投影光学系统之数值孔径 NA 有时会呈  $0.9 \sim 1.5$ 。如此在投影光学系统之数值孔径 NA 变大之情形下,对于一直作为曝光用光而使用之随机偏光用光,由于偏光效应有时会使成像性能恶化,故较佳为使用偏光照明。在此情形下,较佳为进行与掩模(标线片)之等间隔线(line and space)图案之线图案之长边方向一致的直线偏光照明,从掩模(标线片)之图案多射出 S 偏光成分(TE 偏光成分),即沿线图案之长边方向之偏光方向成分的衍射光。因在投影光学系统 PL 与涂布于基板 P 表面之抗蚀剂之间填满液体之情形下,比起在投影光学系统 PL 与涂布于基板 P 表面之抗蚀剂之间填满空气(气体)之情形,有助于提高对比度(contrast)之 S 偏光成分(TE 偏光成分)之衍射光在抗蚀剂表面之透过率会提高,故即使投影光学系统之数值孔径 NA 超过 1.0 时亦能获得高成像性能。又,若适当组合移相掩模或如日本特开平 6-188169 号公报所揭示之与线图案之长边方向一致的斜入射照明法(特别系双极照明法)等,则更有效果。特别,直线偏光照明法与双孔照明法之组合,系对等间隔线图案之周期方向限于既定之一方向时,或沿既定之一方向孔图案密集时有效果。例如,将透过率 6% 之半阶(half-tone)型移相掩模(半间距 45nm 左右之图案),并用直线偏光照明法及双孔照明法来照明之情形下,若设在照明系统之瞳面形成双孔之二光束之外接圆所限定之照明  $\sigma$  为 0.95,设其瞳面之各光束之半径为 0.125  $\sigma$ ,设投影光学系统 PL 之数值孔径为 NA=1.2,则比使用随机偏光用光,能使焦点深度(DOF)增加 150nm 左右。

[0198] 又,直线偏光照明与小  $\sigma$  照明法(表示照明系统之数值孔径 NAI 与投影光学系统之数值孔径 NAp 之比的  $\sigma$  值成为 0.4 以下之照明法)之组合亦有效果。

[0199] 又,例如以 ArF 准分子激光光为曝光用光,使用 1/4 左右之缩小倍率之投影光学系统 PL,在基板 P 上使微细之等间隔线图案(例如 25~50nm 左右之等间隔线)曝光时,依掩模 M 之构成(例如图案之微细度或铬之厚度),通过波导(Wave guide)效应使掩模 M 当作偏光板而产生作用,从掩模 M 射出比 P 偏光成分(TM 偏光成分)之衍射光为多之 S 偏光成分(TE 偏光成分)之衍射光。在此情形下,较佳为使用该直线偏光照明,但即使以随机偏光用光照明掩模 M,投影光学系统 PL 之数值孔径 NA 系大如 0.9~1.3,仍能获得高解析性能。

[0200] 又,当要将掩模 M 上之极微细等间隔线图案曝光于基板 P 之情形下,通过线栅(Wire Grid)效应 P 偏光成分(TM 偏光成分)虽有比 S 偏光成分(TE 偏光成分)为大之可能性,但例如以 ArF 准分子激光光为曝光用光,使用 1/4 左右之缩小倍率之投影光学系统 PL,使比 25nm 大之等间隔线图案曝光于基板 P 上时,因 S 偏光成分(TE 偏光成分)之衍射光比 P 偏光成分(TM 偏光成分)之衍射光为多而从掩模 M 射出,故即使投影光学系统 PL 之数值孔径 NA 系如 0.9~1.3 之大之情形下,仍能获得高解析像性能。

[0201] 再者,不仅系与掩模(标线片)之线图案之长边方向一致之直线偏光照明(S 偏光照明),如日本特开平 6-53120 号公报所揭示,使朝以光轴为中心之圆接线(周)方向直线偏光之偏光照明法与斜入射照明法的组合亦有效果。尤其,不仅是掩模(标线片)之图案朝既定之一方向延伸之线图案,而且朝多个不同方向延伸之线图案混合存在(周期方向不同之等间隔线图案混在)之情形下,同样如日本特开平 6-53120 号公报所揭示,通过并用朝以光轴为中心之圆之切线方向直线偏光之偏光照明法与环带照明法,即使投影光学系统 PL 之数值孔径 NA 系大时,能获得高成像性能。例如,将透过率 6% 之半阶型相移掩模(半间距 63nm 左右之图案),并用朝以光轴为中心之圆切线方向直线偏光之偏光照明法与环带照明法(环带比 3/4)来照明时,若设照明 σ 为 0.95,设投影光学系统 PL 之数值孔径为 NA=1.00,则比使用随机偏光用光,能使焦点深度(DOF)增加 250nm,在半间距 55nm 左右之图案且投影光学系统之数值孔径为 NA=1.2,能使焦点深度增加 100nm 左右。

[0202] 再者,除了上述之各种照明法之外,适用:例如累进焦点曝光法,揭示于日本特开平 4-277612 号公报或日本特开 2001-345245 号公报;多波长曝光法,使用多波长(例如二波长)之曝光用光能获得与累进焦点曝光法同样之效果;也都具有效果。

[0203] 上述之实施方式,在投影光学系统 PL 之前端装设光学元件 LS1,通过该透镜能进行投影光学系统 PL 之光学特性之调整,例如像差(球面像差、彗形像差等)。又,装设于投影光学系统 PL 之前端之光学元件,亦可投影光学系统 PL 之光学特性之调整所使用之光学板。或亦可使曝光用光 EL 透过之平行平面板。

[0204] 又,液体 LQ 之流动所产生之投影光学系统 PL 前端之光学元件与基板 P 之间之压力系大之情形下,并非使其光学元件能更换,而是使光学元件不会被其压力移动之方式而坚固地固定亦可。

[0205] 又,上述之各实施方式,投影光学系统 PL 与基板 P 之间虽系以液体 LQ 填满之构成,但亦可例如以在基板 P 之表面装配平行平面板所组成之盖玻璃之状态来填满液体 LQ 之构成。

[0206] 又,上述之各实施方式之液体 LQ 虽系水,特别系纯水,但水以外之液体亦可。例如,在曝光用光 EL 之光源系 F2 激光光之情形下,因该 F2 激光光系不透过水,故可使用能透过 F2 激光光之液体 LQ,例如全氟聚醚(PFPE)或氟系油等氟系流体亦可。在此情形下,对与

液体 LQ 接触之部分,例如以包含氟之极性小之分子构造物质形成薄膜来进行亲液化处理。又,液体 LQ,除此之外亦能使用对曝光用光 EL 具有透过性且折射率尽量高、对涂布于投影光学系统 PL 与基板 P 表面之抗蚀剂稳定的液体(例如洋杉油)。在此情形下,表面处理亦按照所使用之液体 LQ 之极性来施加。又,替代液体 LQ 之纯水,亦能使用具有所要之折射率之各种流体,例如,超临界流体或高折射率气体。

[0207] 又,上述各实施方式之基板 P,不仅半导体组件制造用之半导体晶片可适用,显示器组件用之玻璃基板、薄膜磁头用之陶瓷晶片、或在曝光装置所使用之掩模或标线片之原版(合成石英、硅晶片)等亦能适用。

[0208] 曝光装置 EX,除能适用于步进扫描(step and scan)方式之扫描型曝光装置(扫描步进机)外,使掩模 M 与基板 P 同步移动来扫描曝光掩模 M 之图案;亦能适用于步进重复(step and repeat)方式之投影曝光装置(步进机)使掩模 M 与基板 P 静止之状态将掩模 M 之图案一起曝光,而使基板 P 逐次步进移动。

[0209] 又,曝光装置 EX,亦能适用于在使第 1 图案与基板 P 大致静止之状态下将第 1 图案之缩小像使用投影光学系统(例如 1/8 缩小倍率且不含反射元件之折射型投影光学系统)一起曝光于基板 P 上之方式的曝光装置。在此情形下,进一步在其后,亦能适用于接合方式之一起曝光装置,即,在使第 2 图案与基板 P 大致静止之状态下,使用其投影光学系统,将第 2 图案之缩小像与第 1 图案部分重叠,一起曝光于基板 P 上。又,接合方式之曝光装置,亦能适用于步进接合(step and stitch)方式之曝光装置,即,在基板 P 上将至少 2 个图案部分地重叠而转印,逐次移动基板 P。

[0210] 又,本发明亦能适用于双载台型曝光装置。双载台型曝光装置之情形下,可在保持基板之二个基板载台各设置观察装置 60 之至少一部,亦可仅在一基板载台设置观察装置 60 之至少一部。双载台型曝光装置之构成及曝光动作,例如揭示于日本特开平 10-163099 号及日本特开平 10-214783 号(对应美国专利 6,341,007、6,400,441、6,549,269 及 6,590,634),日本特表 2000-505968 号(对应美国专利 5,696,441)或美国专利 6,208,407,在本申请书所指定或选择之国家法令容许之范围内,援用这些揭示作为本说明书之一部分。

[0211] 又在上述实施方式,虽对将本发明适用于具备测量载台与基板载台之曝光装置之情形加以说明,但对不具备测量载台,仅具备一基板载台之曝光装置亦能适用本发明。在此情形下,如在上述第 3 实施方式所说明,在基板载台载置观察装置 60 之至少一部。

[0212] 又,在上述之各实施方式,虽在测量载台或基板载台载置透明构件 64 与光学系统 61 与摄影元件 63,但亦可例如日本特开平 10-284412 号公报所揭示,将透明构件 64 配置于载台,并且在与载台分离而设置之构件(例如底座 BP)配置摄影元件 63,透过透明构件 64 以摄影元件 63 受光,来观察形成液浸区域(LR1、LR2)之液体(LQ1、LQ2)之状态。

[0213] 又,在图 8 所示之第 3 实施方式,虽在基板载台 PST1 载置透明构件 64 与光学系统 61 与摄影元件 63,但亦可将透明构件 64 与第 1 送光系统配置于基板载台 PST1,并且将第 2 送光系统与摄影元件 63 载置于测量载台 PST2,以使基板载台 PST1 与测量载台 PST2 在既定之位置关系之状态,将透过透明构件 64 射入第 1 送光系统之光透过第 2 送光系统以摄影元件 63 受光,来观察形成液浸区域(LR1、LR2)之液体(LQ1、LQ2)之状态。

[0214] 又,在上述之第 4 实施方式,虽使用具有摄影元件 63 之观察装置 60 检测气泡(气

体部分),在检测气泡时使已脱气之液体流动以减少或消失,但检测气泡(气体部分)之方式不限于使用摄影元件 63 之方式,亦可以其它方式检测气泡来使已脱气之液体流动。例如,亦能替代摄影元件设置受光元件,对液浸区域以第 5 实施方式所例示之方法照射光,将透过液浸区域之光之透过率以受光元件检测。在此情形下,预先将气泡系在容许范围内时之透过率当作基准值求出,通过比较对基准值之检测值能判断气泡量。又,此种受光元件之设置位置,不限于投影光学系统之下方(光轴位置),亦可如该 WO 2004/053958 所揭示之气泡检测器设置于偏离投影光学系统光轴之位置。

[0215] 再者,亦能将观察装置 60 之一部分或全部,以能对测量载台或基板载台装卸之方式具备。

[0216] 又,将该第 1 液浸区域 LR1 之状态从侧方观察之观察装置,可配置于曝光装置 EX 内(可当作曝光装置之一构件),或亦可与曝光装置不同之单元(例如可供选择模块)。

[0217] 又,在上述实施方式,虽采用在投影光学系统 PL 与基板 P 之间局部填满液体之曝光装置,但本发明,亦能适用于将曝光对象之基板之表面全体以液体覆盖的液浸曝光装置。将曝光对象之基板之表面全体以液体被覆的液浸曝光装置之构成及曝光动作,例如在日本特开平 6-124873 号公报、日本特开平 10-303114 号公报、美国专利第 5,825,043 号等详细说明,在本申请书所指定或选择之国家法令容许之范围内,援用该文献之记载内容作为本说明书之一部分。

[0218] 曝光装置 EX 之种类,不限于用以将半导体组件图案曝光于基板 P 之半导体组件制造用之曝光装置,能宽广地适用于液晶显示组件制造用或显示器制造用之曝光装置,或用以制造薄膜磁头、摄影元件(CCD)或标线片或掩模等之曝光装置等。

[0219] 又,在上述实施方式,虽使用在光透过性之基板上形成既定之遮光图案(或相位图案、减光图案)之光透过性掩模,但替代该掩模,例如美国专利第 6,778,257 号公报所揭示,亦可依待曝光之图案之电子数据,使用形成透过图案或反射图案、或发光图案之电子掩模。

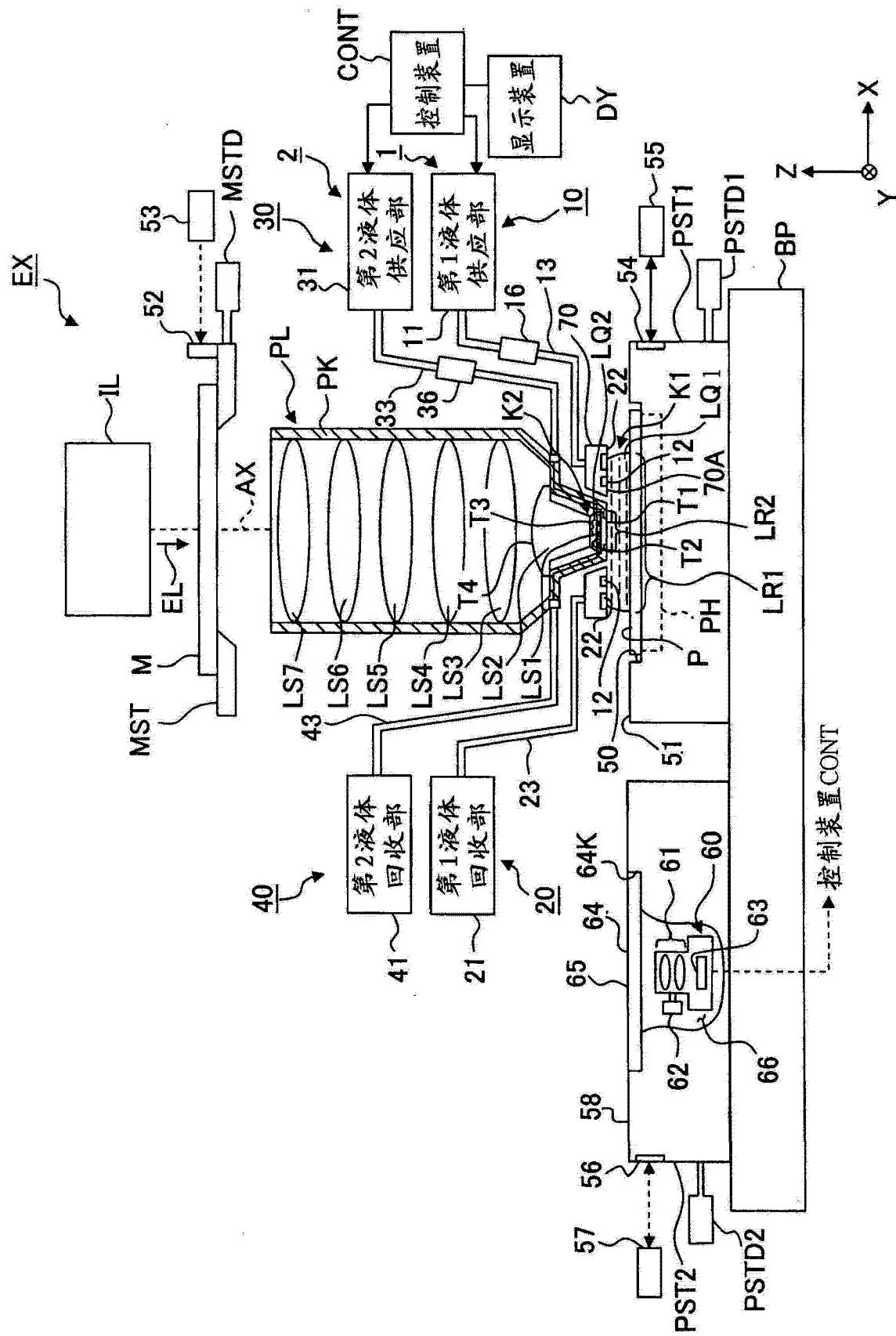
[0220] 又,本发明之曝光装置亦能适用于未具有投影光学系统之型式之曝光装置。在此情形下,来自光源之曝光用光通过光学元件而照射于液浸区域。如国际公开第 2001/035168 号说明书所揭示,通过将干涉条纹形成于基板 P 上,在基板 P 上形成等间隔线图案之曝光装置(光刻系统),亦能适用本发明。

[0221] 如上所述,本实施方式之曝光装置 EX,通过将包含列举于本申请范围之各种构件的各种子系统,以保持既定之机械精度、电气精度、光学精度之方式组装来制造。为了确保此等各种构件精度,在组装前后,对各种光学系统进行用以达成光学精度之调整,对各种机械系统进行用以达成机械精度之调整,对各种电气系统进行用以达成电气精度之调整。从各种子系统对曝光装置之组装步骤,包含各种子系统彼此之机械连接、电路之配线连接、气压回路之配管连接等。在此从各种子系统对曝光装置之组装步骤之前,当然具有各子系统个别之组装步骤。各种子系统对曝光装置之组装步骤结束后,进行综合调整,以确保曝光装置全体之各种精度。又,曝光装置之制造较佳为在温度及清洁度等受到管理之无尘室进行。

[0222] 半导体组件等之微组件,如图 18 所示,经过:进行微组件之功能、性能设计之步骤 201;依此设计步骤制作掩模(标线片)之步骤 202;制造组件之基材(基板)之步骤 203;通过前述实施方式之曝光装置 EX 将掩模之图案曝光于基板之曝光处理步骤 204;组件组装

步骤(包含分割步骤、接合步骤、封装步骤)205;检查步骤206等来制造。又,曝光处理步骤,包含图5、9及10所说明之液浸区域之观察或处理等步骤或基板之显影步骤。

[0223] 依本发明,通过掌握液浸区域之状态,尤其是掌握液浸区域之液体中之气体之存在来进行适当处理,能使实际曝光时之液浸区域之状态为最佳,从而能实现良好之液浸曝光。



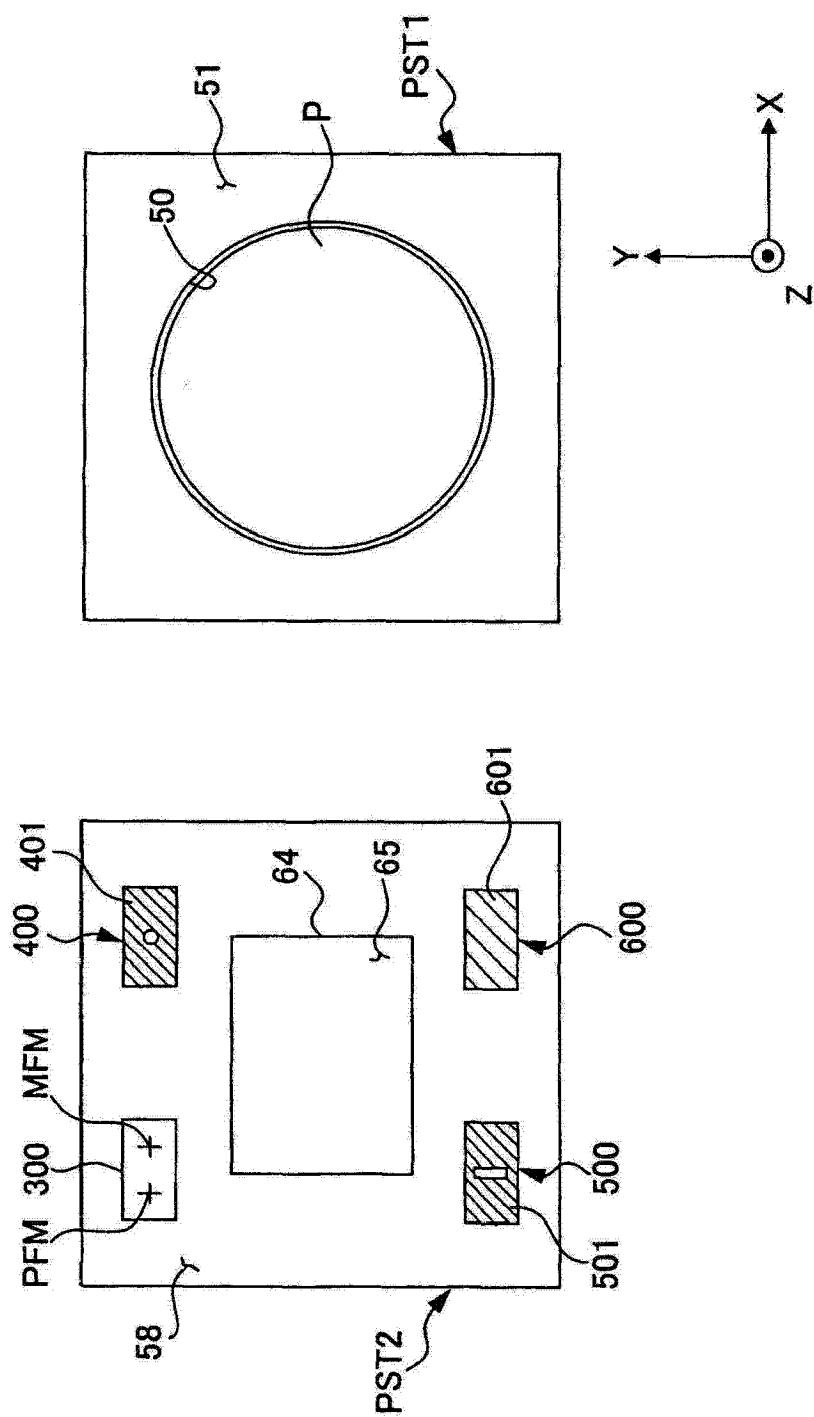


图 2

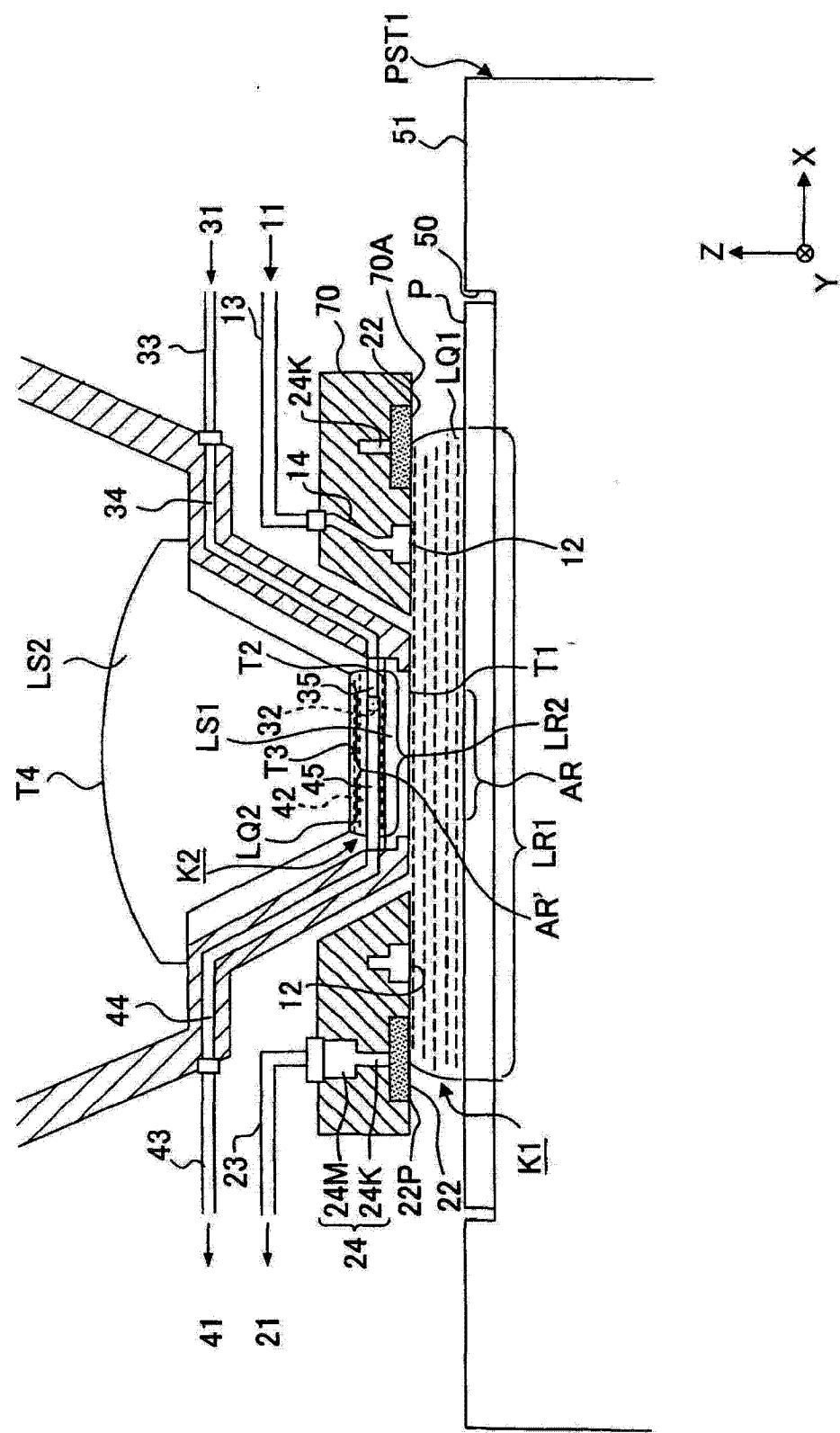


图 3

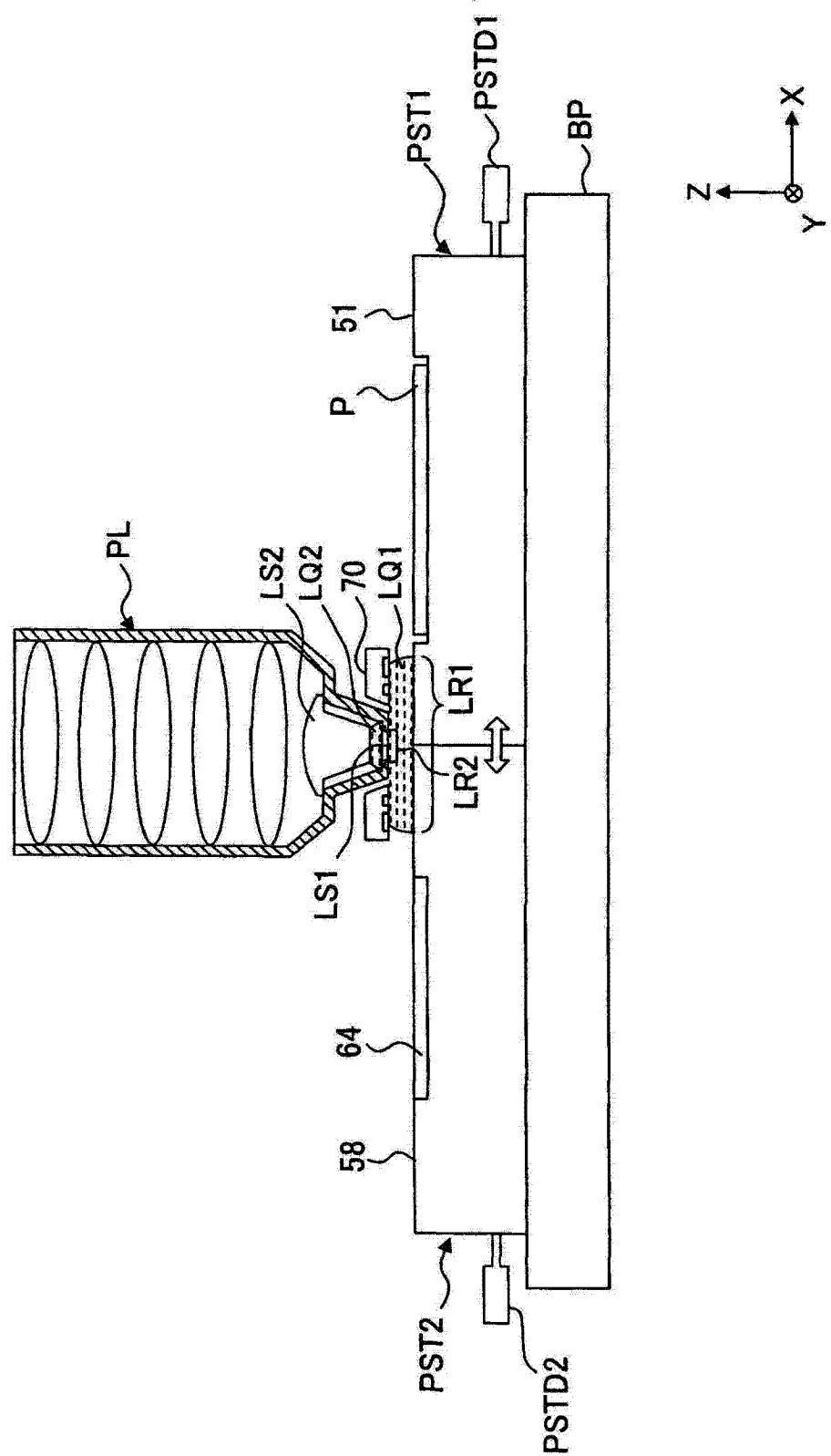


图 4

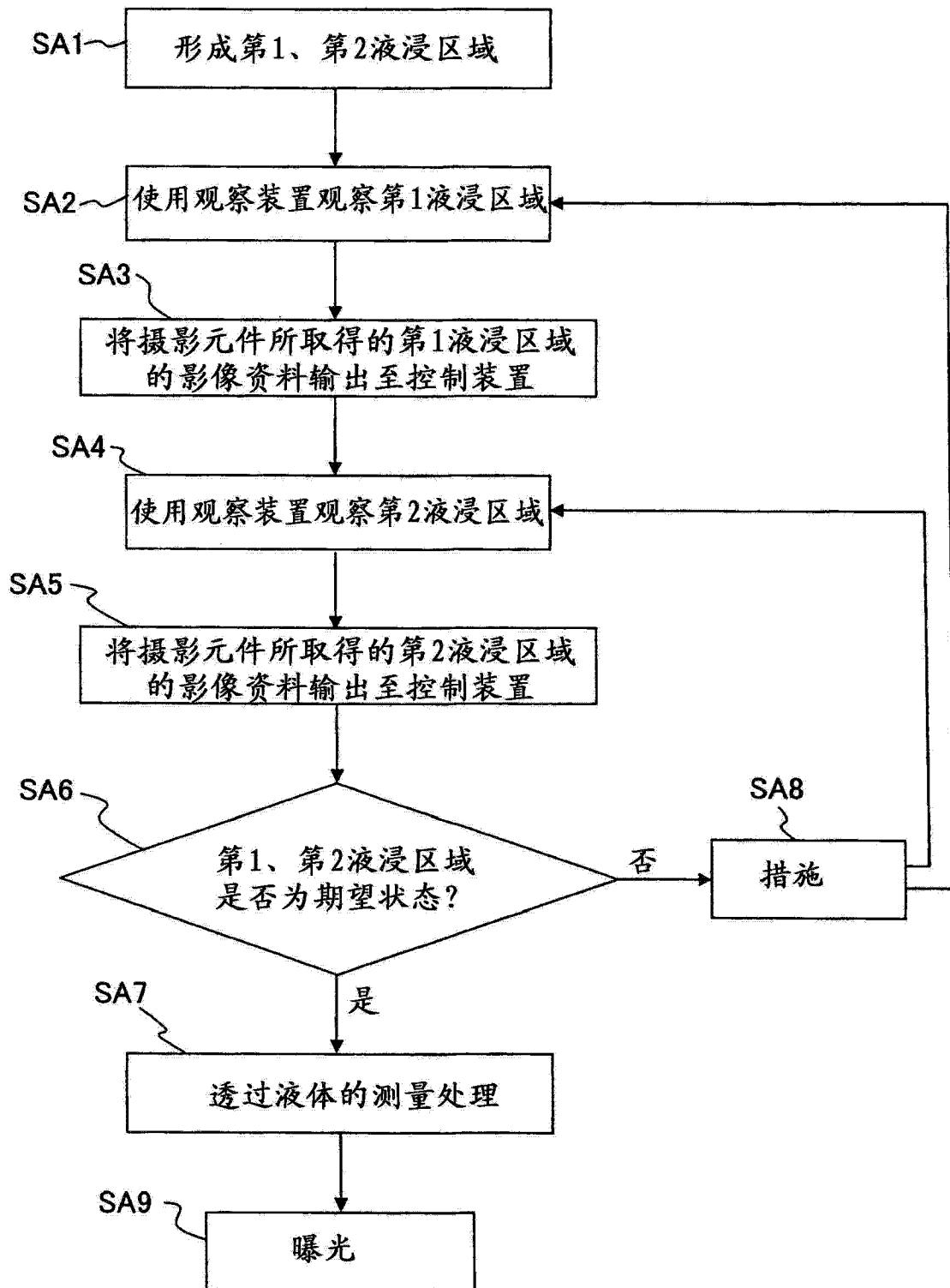


图 5

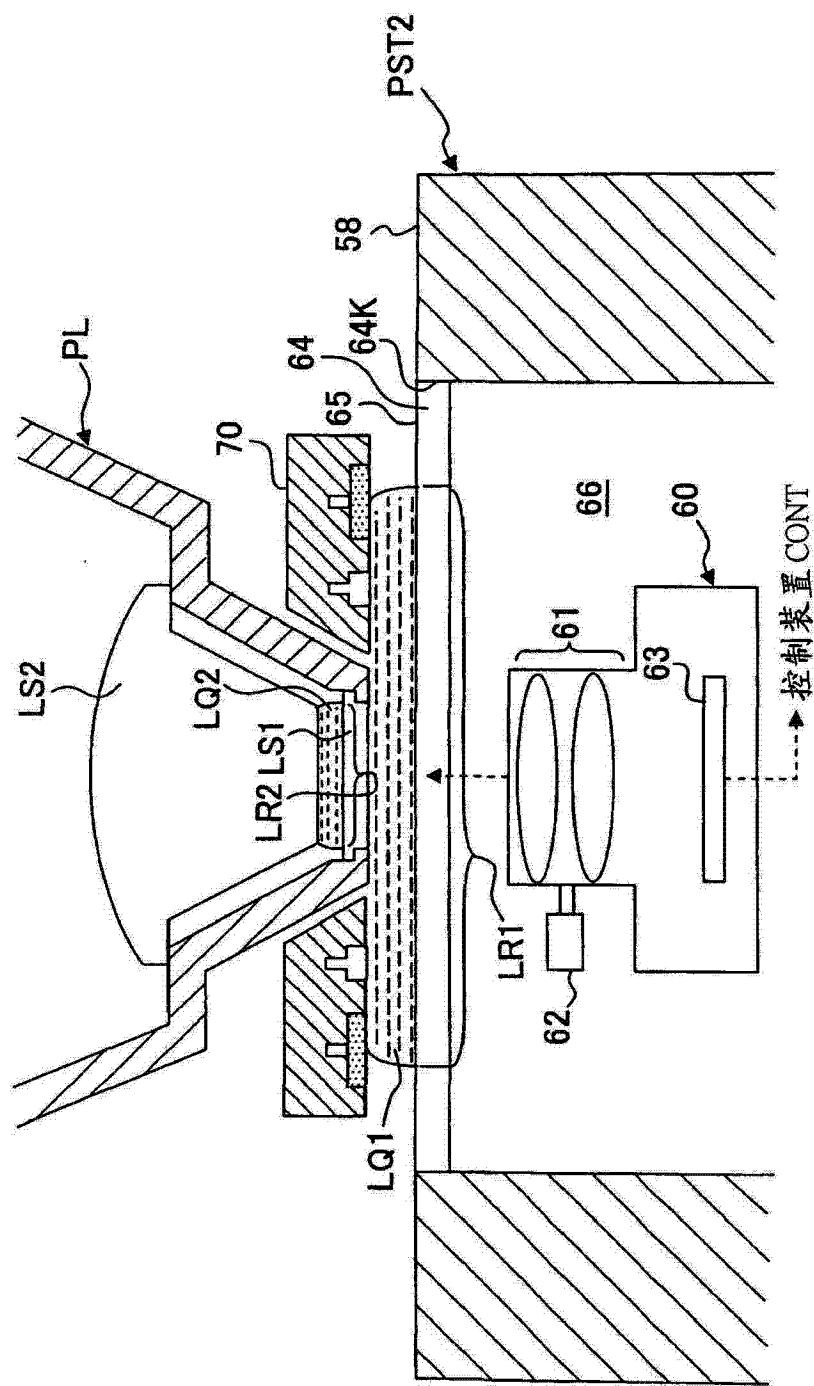


图 6

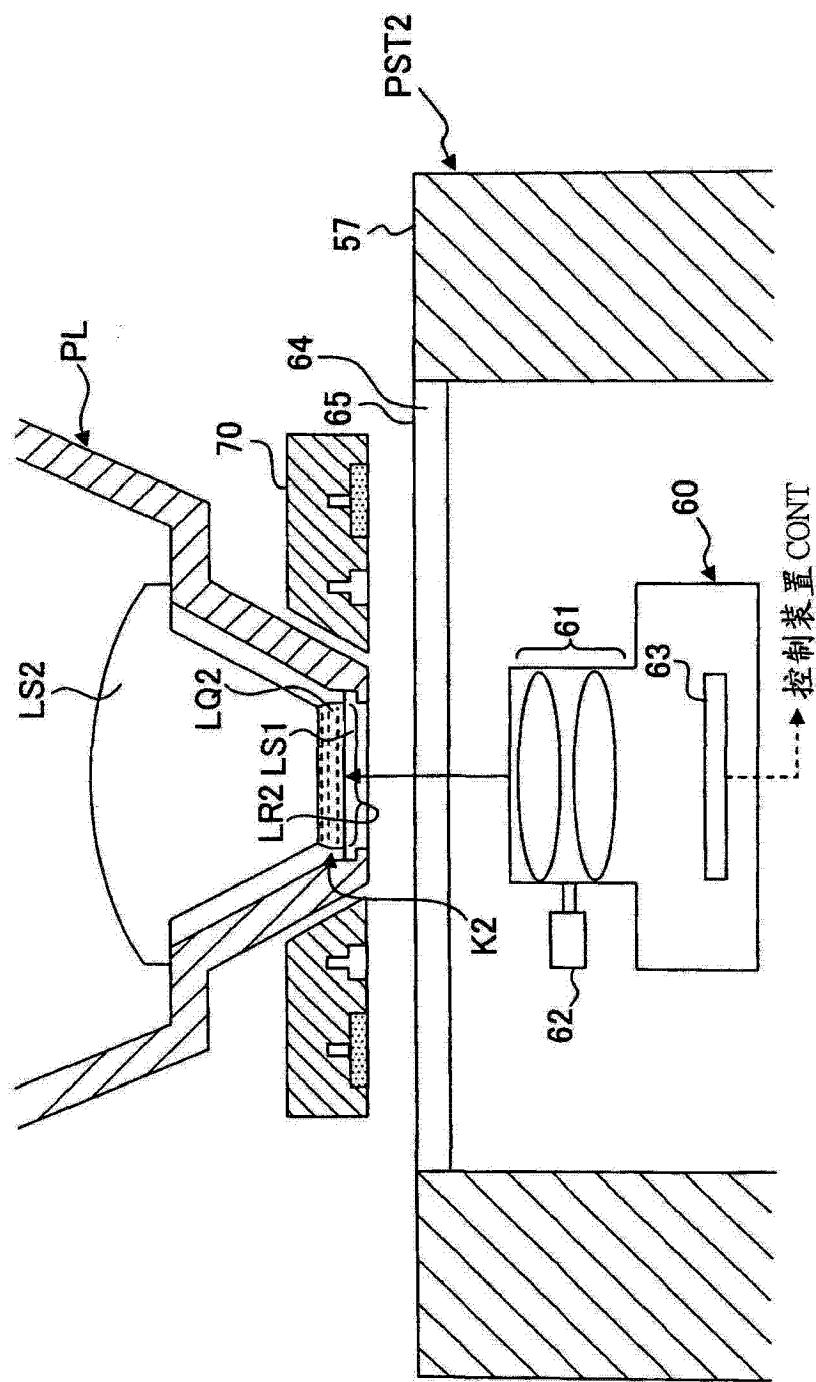


图 7

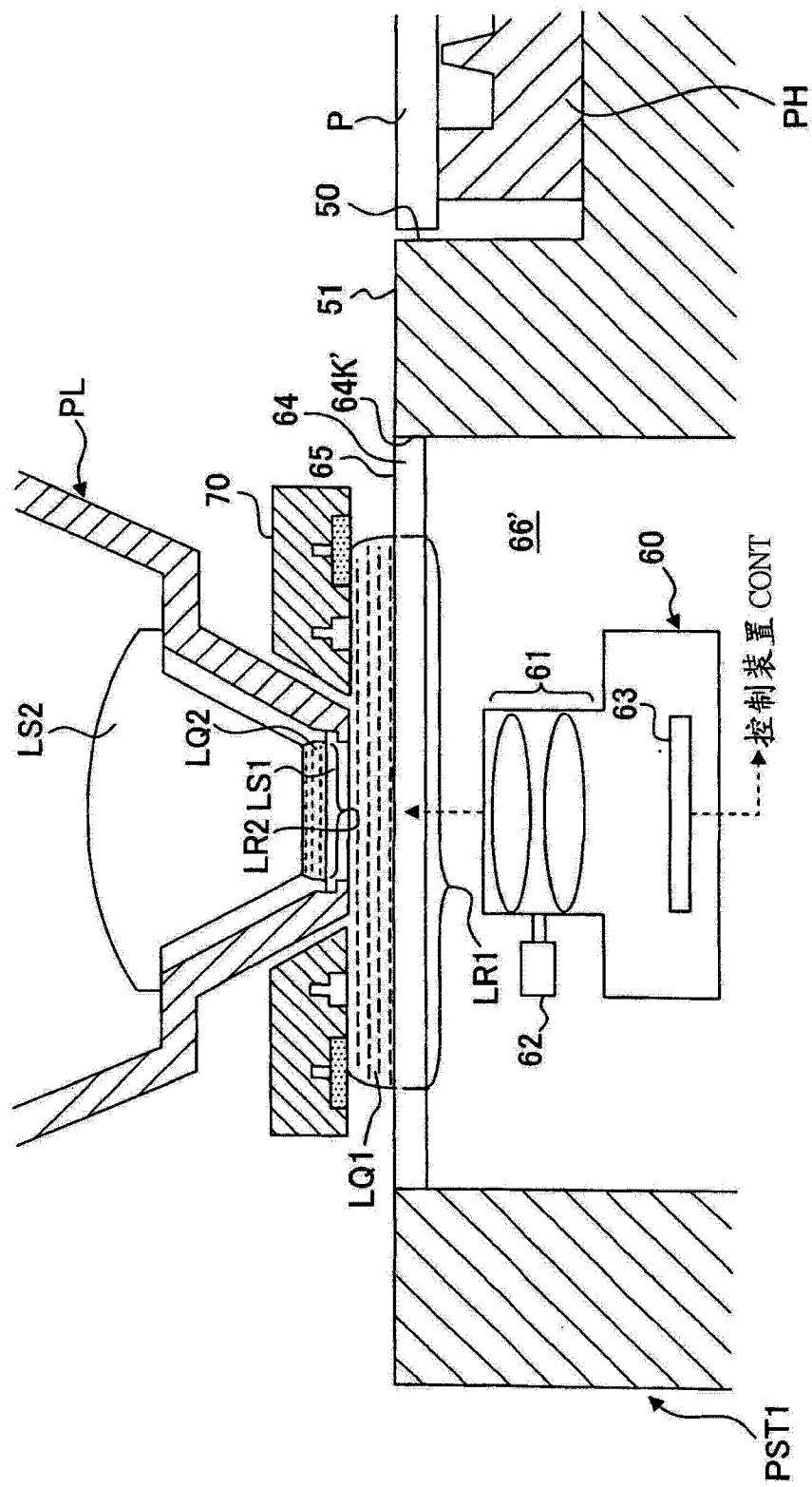


图 8

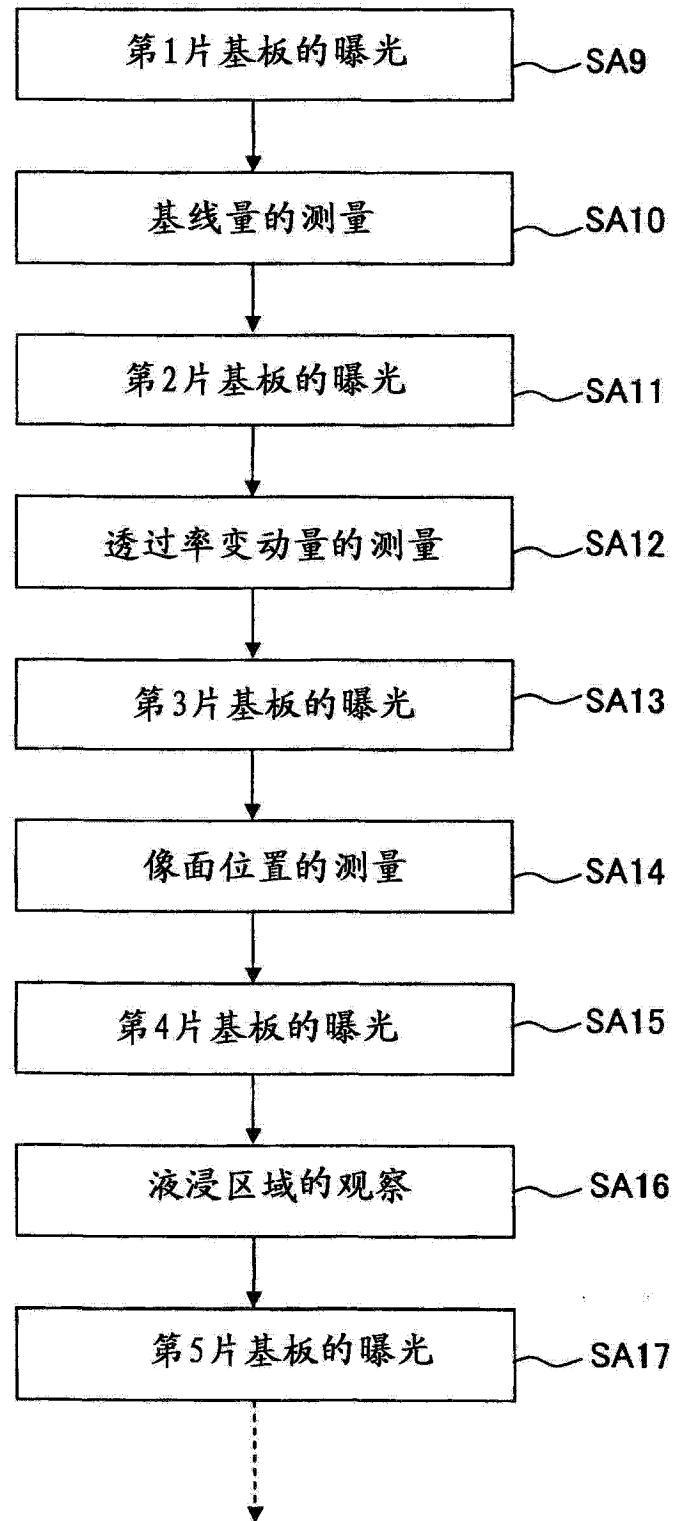


图 9

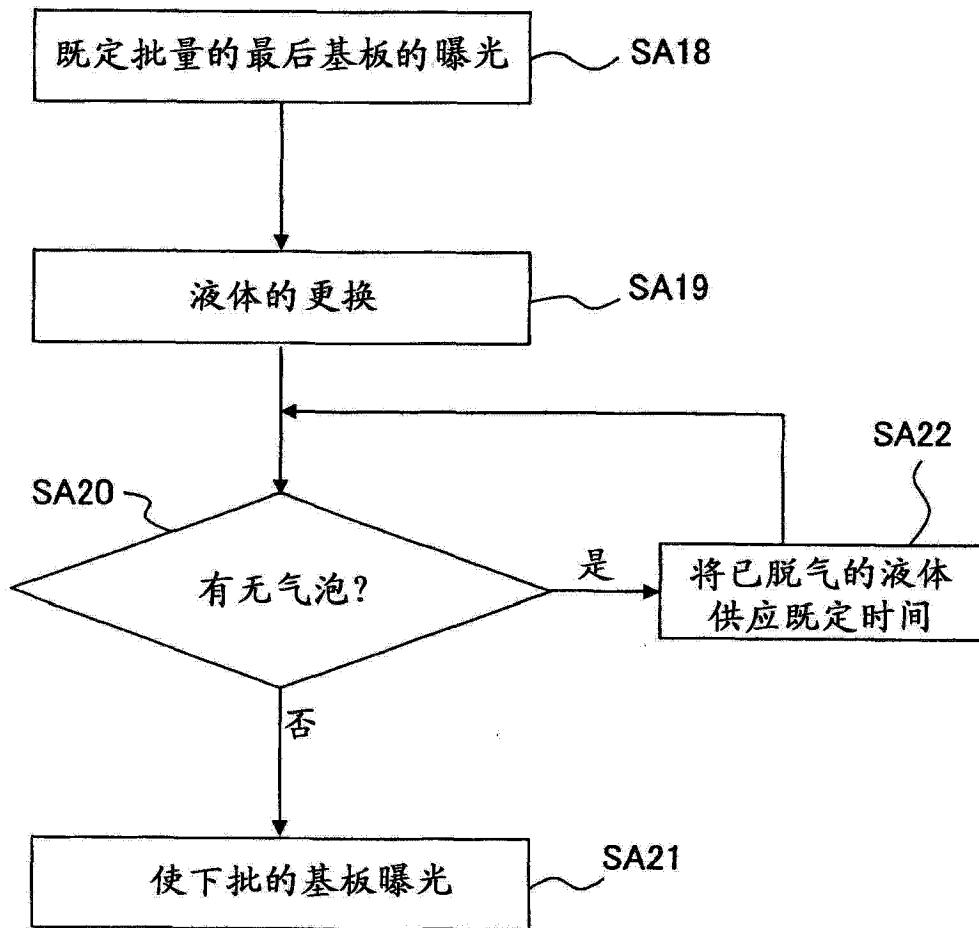


图 10

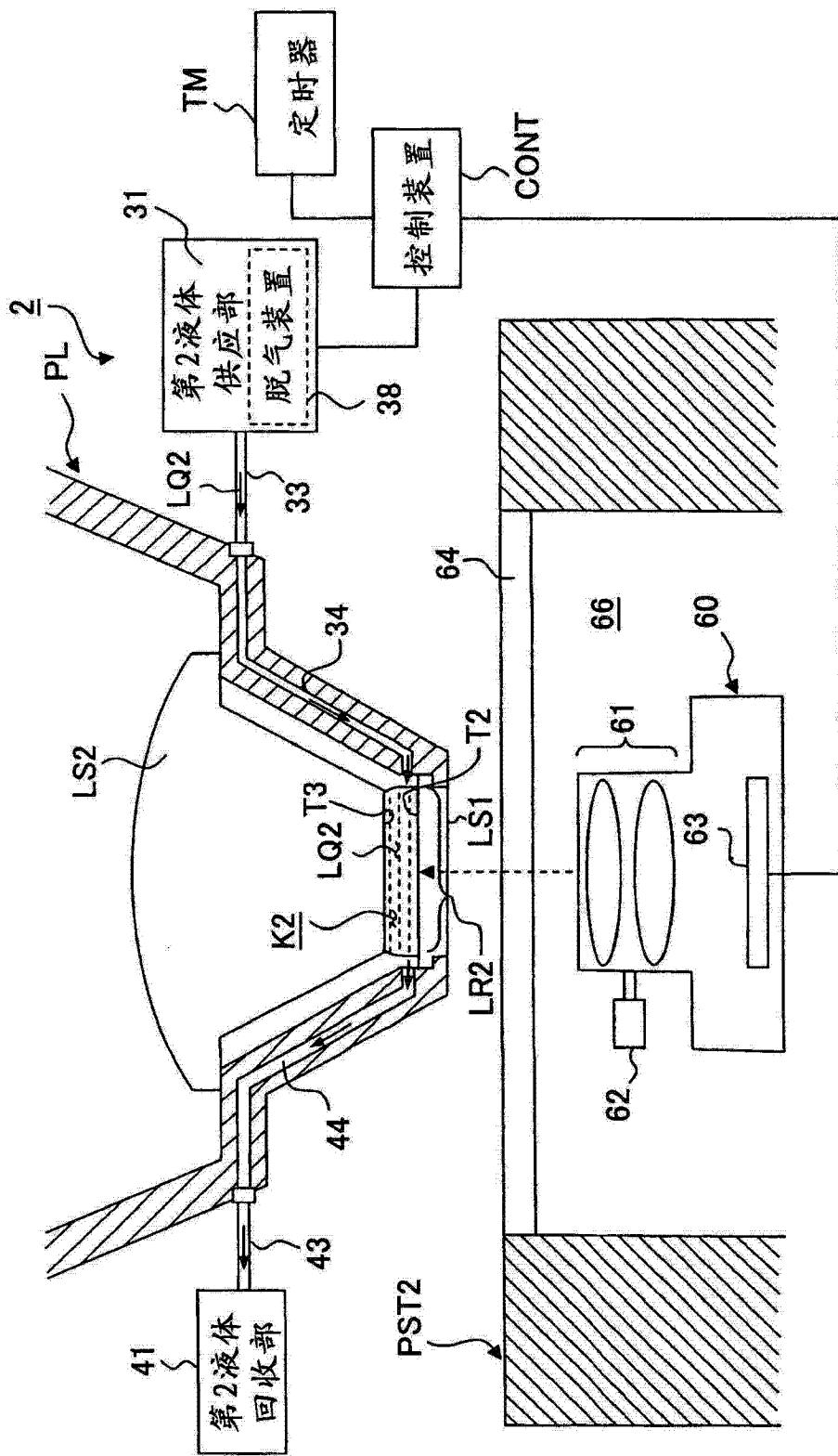


图 11

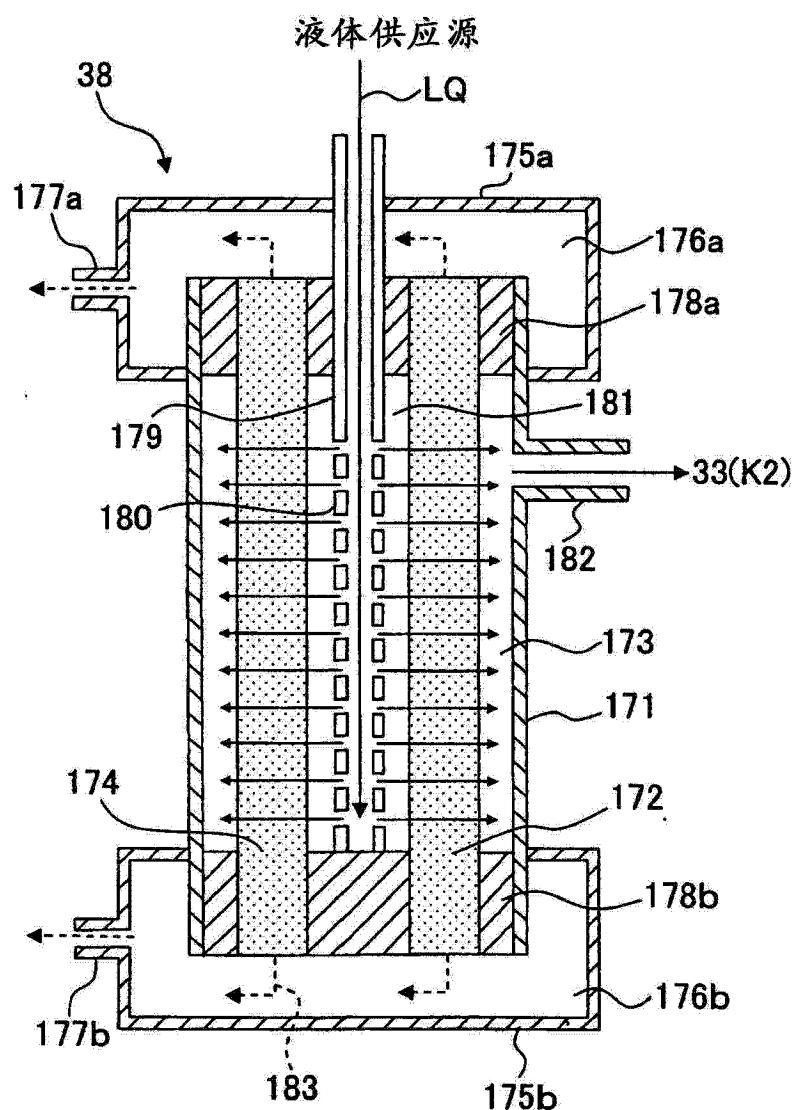


图 12

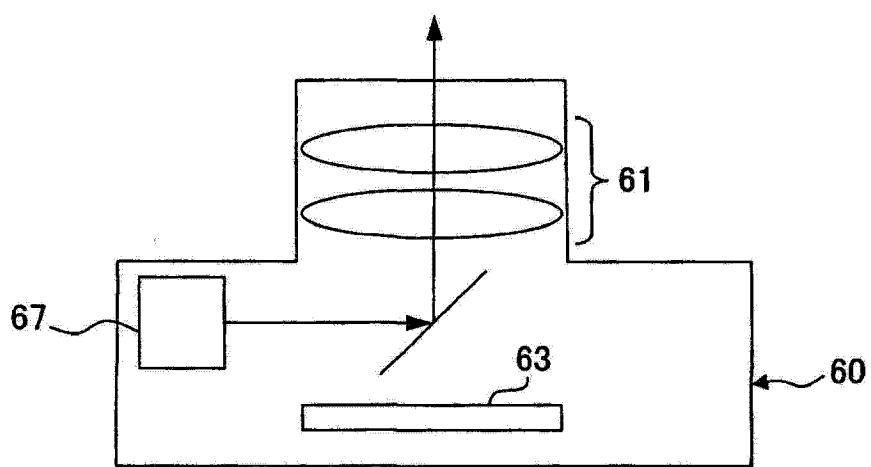


图 13

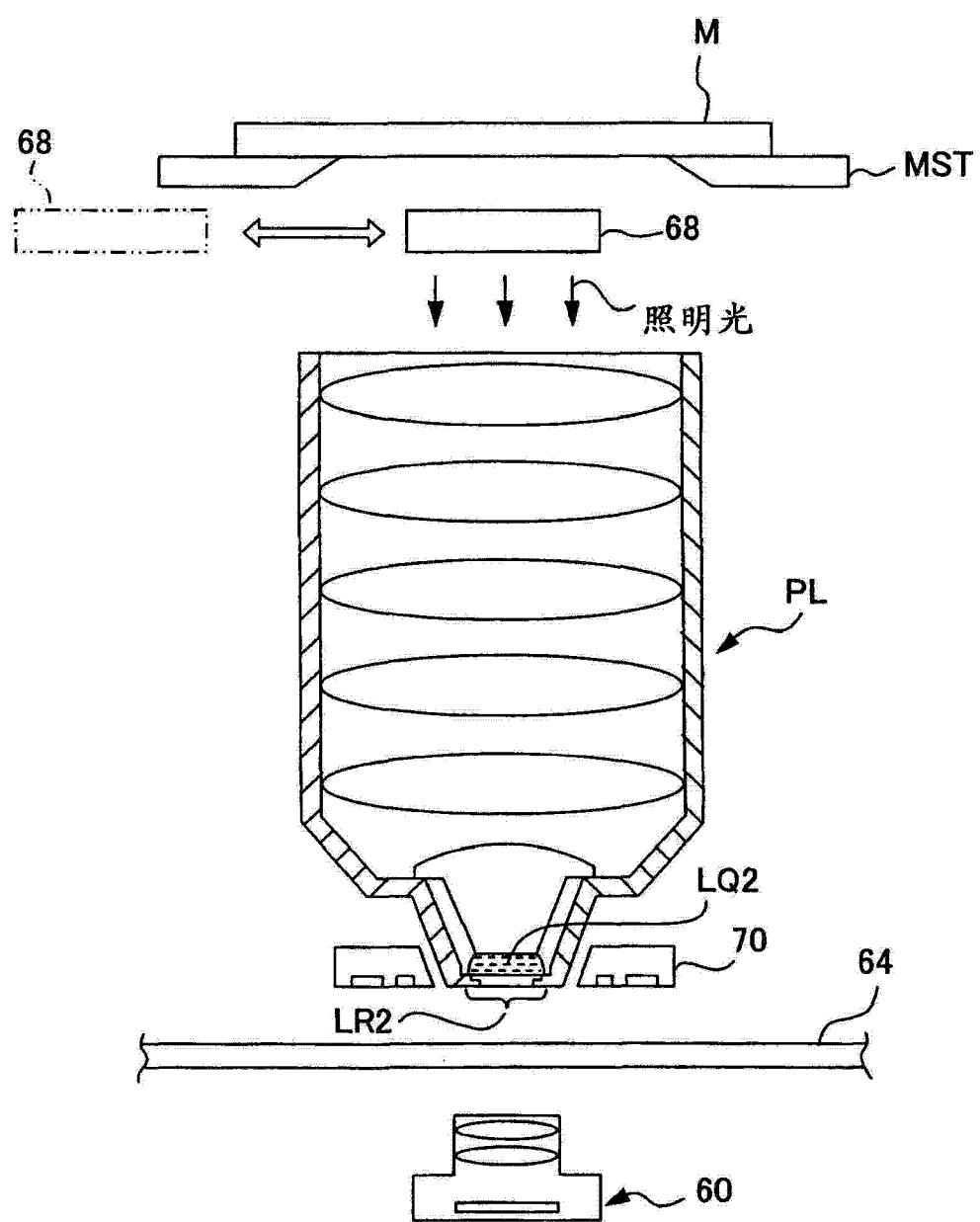


图 14

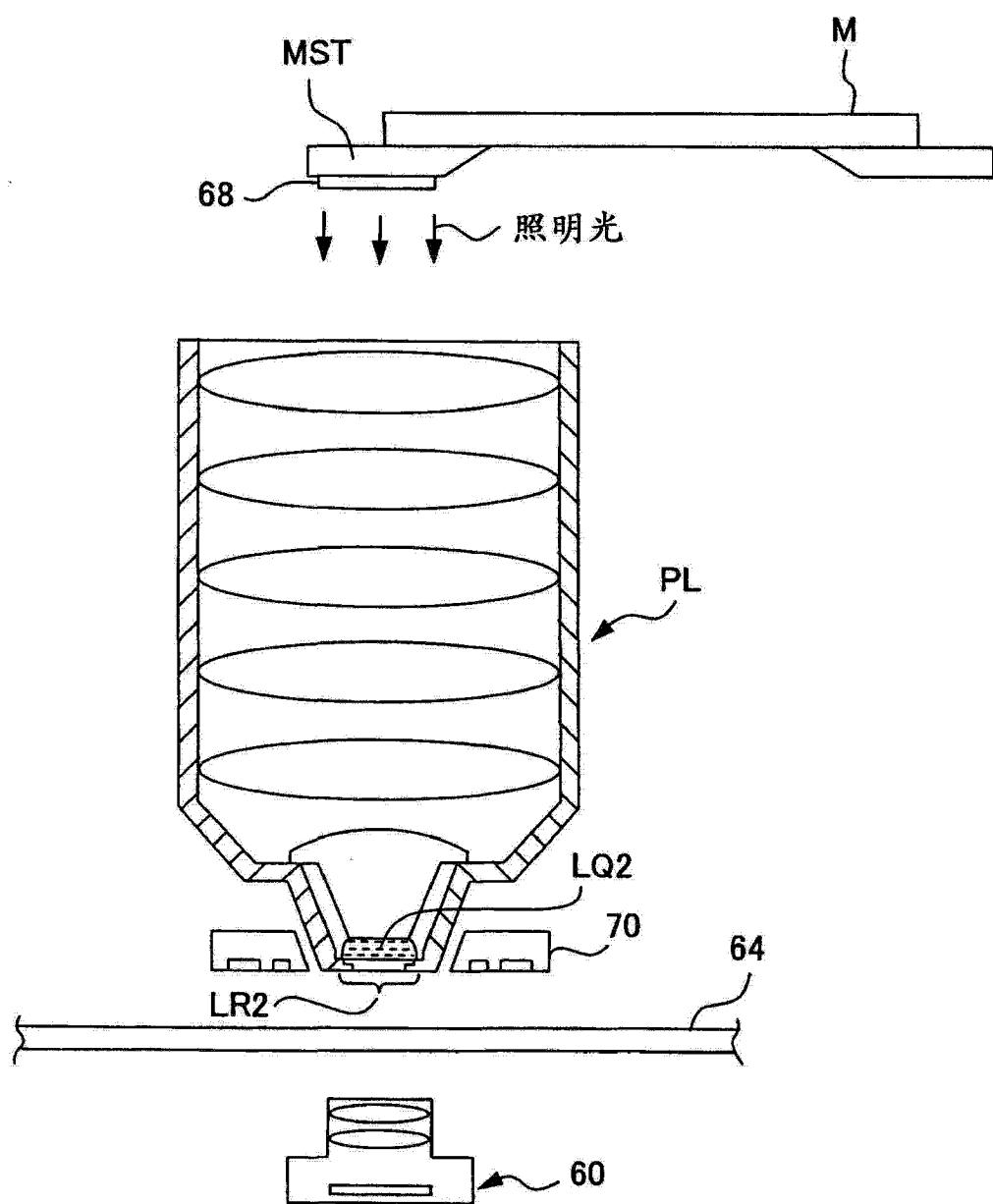


图 15

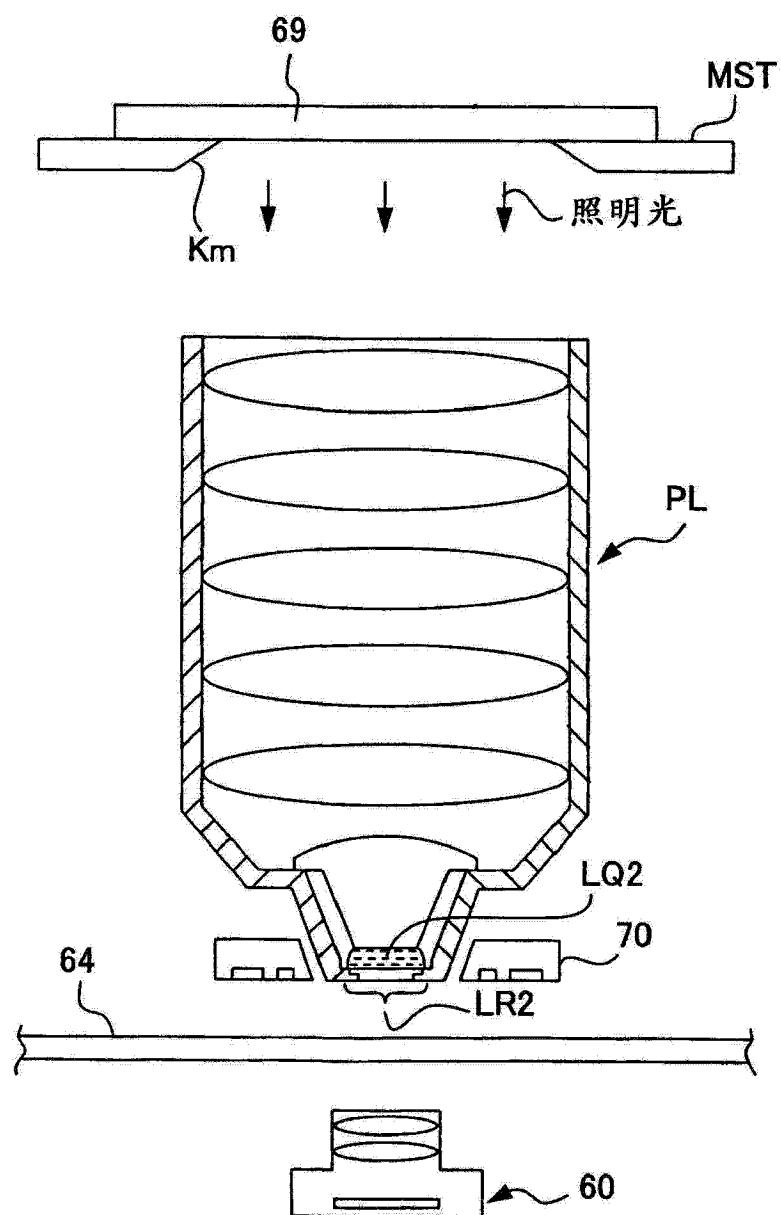


图 16

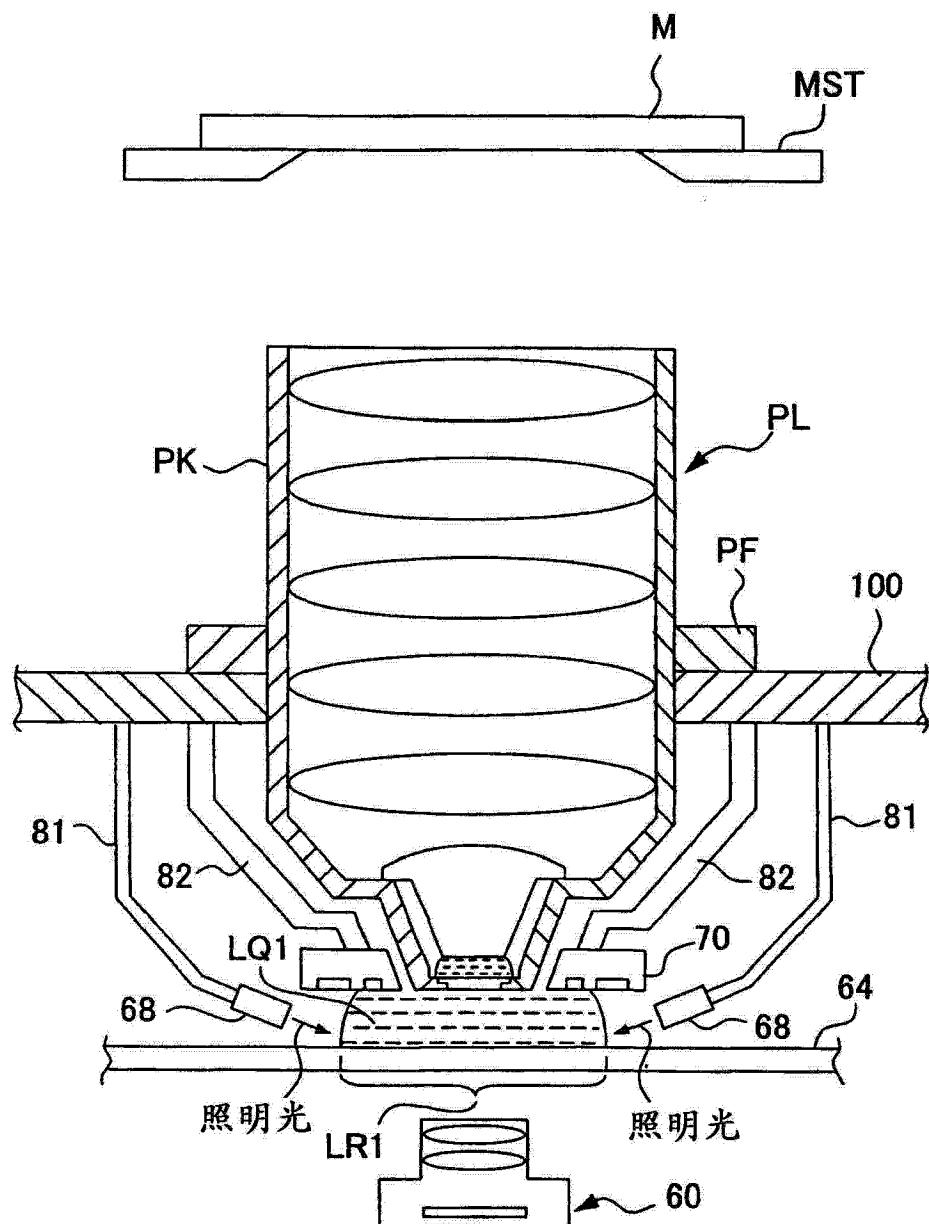


图 17

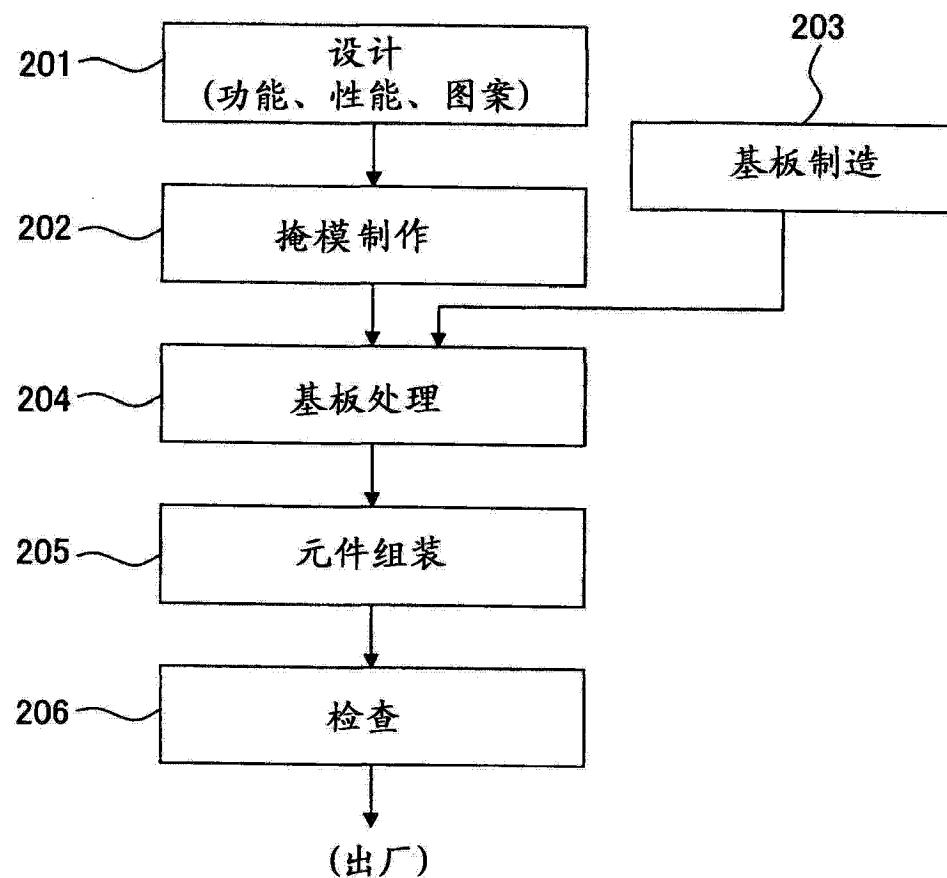


图 18