



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108490741 A

(43)申请公布日 2018.09.04

(21)申请号 201810156462.0

(22)申请日 2005.06.07

(30)优先权数据

2004-171115 2004.06.09 JP

(62)分案原申请数据

200580018359.0 2005.06.07

(71)申请人 株式会社尼康

地址 日本东京都

(72)发明人 白石健一

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 陈伟 王娟娟

(51)Int.Cl.

G03F 7/20(2006.01)

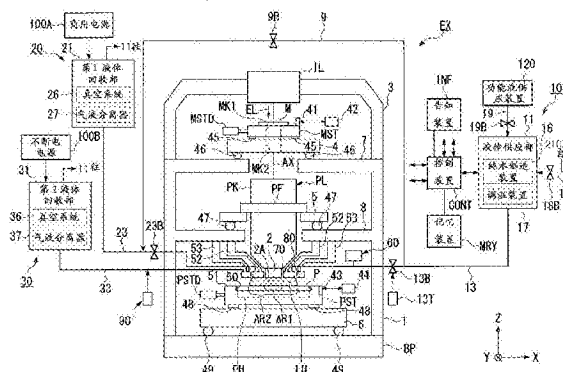
权利要求书1页 说明书31页 附图8页

(54)发明名称

曝光装置及元件制造方法

(57)摘要

本发明有关于一种曝光装置及元件制造方法，一曝光装置，根据液浸法而能高精度地进行曝光处理及测量处理。曝光装置(EX)，在投影光学系统(PL)的像面侧形成液体(LQ)的液浸区域(AR2)，透过投影光学系统(PL)与液浸区域(AR2)的液体(LQ)而使基板(P)曝光，其具备测量装置(60)，用以测量液浸区域(AR2)形成用的液体(LQ)的性质和/或成分。本发明还公开了元件制造方法及曝光装置的维护方法。



1. 一种曝光装置,在投影光学系统的像面侧形成液体的液浸区域,并透过该投影光学系统与该液浸区域的液体,对设定在基板上的多个照射区域依序曝光,其特征在于具备:

液体供应机构,用以供应液体;

第1液体回收机构,用以回收液体;

第2液体回收机构,用以回收该第1液体回收机构未能完全回收的液体;

检测装置,用以检测出该第2液体回收机构是否已回收液体;及

记忆装置,使该检测装置的检测结果与该照射区域建立对应关系而予以记忆。

2. 根据权利要求1所述的曝光装置,其特征在于其中所述的记忆装置使该检测装置的检测结果与经过时间建立对应关系而予以记忆。

3. 根据权利要求1或2所述的曝光装置,其特征在于其中所述的第1液体回收机构,具有与该基板对向的第1回收口;

该第2液体回收机构,具有以该投影光学系统的投影区域为基准设于较该第1回收口更外侧的第2回收口;

该第2液体回收机构,将液体连同其周围的气体一起回收。

4. 根据权利要求1至3中任一权利要求所述的曝光装置,其特征在于其中所述的检测装置,可检测出第2液体回收机构的每单位时间的液体回收量;

该记忆装置,用以记忆与该液体回收量相关的资讯。

5. 根据权利要求1至4中任一权利要求所述的曝光装置,其特征在于其透过该投影光学系统及该液浸区域的液体,将既定图案转印于该基板上;在该记忆装置中,预先记忆该第2液体回收机构已回收液体时的图案转印精度的相关资讯;

且具备控制装置,根据该检测装置的检测结果,来预测该第2液体回收机构已回收该液体时,转印有该图案的照射区域的图案转印精度;及

告知装置,用以告知该控制装置所预测的结果。

6. 根据权利要求1至4中任一权利要求所述的曝光装置,其特征在于其在对设定于该基板上的多个照射区域中的第1照射区域施以曝光中,该检测装置检测出该第2液体回收机构进行的液体回收时,

乃等候至该检测装置未检测出液体后,方对接续于该第1照射区域的第2照射区域施以曝光。

7. 根据权利要求1至4中任一权利要求所述的曝光装置,其特征在于其具备测量装置,用以测量该液浸区域形成用的液体的性质及成分中至少任一者;

该记忆装置,亦记忆该测量装置的测量结果。

8. 一种元件制造方法,其特征在于包含:

使用权利要求1至7中任一权利要求所述的曝光装置来使晶圆曝光的动作;以及

处理已曝光的该晶圆的动作。

## 曝光装置及元件制造方法

[0001] 本申请是申请日为2005年6月7日,申请号为201510891261.1,发明名称为“曝光装置及元件制造方法”的发明专利申请的分案申请,是针对该发明专利申请的第一次审查意见通知书中指出的单一性问题而提交的分案申请,该发明专利申请是申请日为2005年6月7日,申请号为200580018359.0,发明名称为“曝光装置及元件制造方法”的发明专利申请的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及一种曝光装置及元件制造方法,透过投影光学系统与液体以使基板曝光。

[0003] 本案,根据2004年6月9日所申请的日本特愿2004-171115号而主张优先权,在此援引其内容。

### 背景技术

[0004] 半导体装置或液晶显示装置,将形成于光罩上的图案转印至感光性基板上,即所谓微影方法而制造。在此微影步骤所使用的曝光装置,具有用以支持光罩的光罩载台、与用以支持基板的基板载台,边逐次移动光罩载台与基板载台,边透过投影光学系统将光罩图案转印于基板上。近年来,为对应元件图案朝更高集积度发展,投影光学系统亦被期望具更高解析度。投影光学系统的解析度,随着使用的曝光波长愈短、以及投影光学系统的数值孔径愈大而愈高。因此,曝光装置所使用的曝光波长逐年朝更短波长进展,投影光学系统的数值孔径亦逐渐增大。又,现在主流的曝光波长是KrF准分子激光的248nm,然而,更短波长的ArF准分子激光的193nm亦进入实用化阶段。

[0005] 又,在进行曝光时,焦点深度(DOF)与解析度同样重要。对解析度R及焦点深度 $\delta$ 分别以下式表示。

$$[0006] \quad R = K_1 \times \lambda / NA \dots \dots \dots (1)$$

$$[0007] \quad \delta = \pm K_2 \times \lambda / NA^2 \dots \dots \dots (2)$$

[0008] 此处, $\lambda$ 表示曝光波长,NA表示投影光学系统的数值孔径, $K_1$ 、 $K_2$ 表示处理系数。由(1)式、(2)式可得知,若为了提高解析度R而缩短曝光波长 $\lambda$ 、且加大数值孔径NA,则焦点深度 $\delta$ 愈小。

[0009] 若是焦点深度 $\delta$ 过小,基板表面不易与投影光学系统的像面一致,而会有曝光动作时的焦点裕度(margin)不足之虞。此处,举例如下述专利文献1所揭示的液浸法,乃是可实质缩短曝光波长、且使焦点深度变大的方法。该液浸法,是在投影光学系统的下面与基板表面之间填满水或有机溶剂等液体以形成液浸区域,利用曝光用光在液体中的波长为空气中的 $1/n$ ( $n$ 为液体的折射率,通常为1.2-1.6左右)的现象来提高解析度,同时增大焦点深度约 $n$ 倍。

[0010] 专利文献1:国际公开第99/49504号公报

[0011] 此外,在液浸法中,为了要以高精度来透过液体施以曝光处理及测量处理,将液体

维持在所要状态乃重要的事。因而,在液体有不良状况时,或是在透过液体所进行的曝光处理及测量处理有不良状况时,依照不良状况迅速施以适当处置是相当重要的。

## 发明内容

[0012] 本发明有鉴于此,其目的在于提供曝光装置及元件制造方法,根据液浸法而可高精度进行曝光处理及测量处理。

[0013] 为解决上述问题,本发明如图1-图9所示,采用以下的构成。

[0014] 本发明的曝光装置(EX),在投影光学系统(PL)的像面侧形成液体(LQ)的液浸区域(AR2),透过投影光学系统(PL)与液浸区域(AR2)的液体(LQ)使基板(P)曝光,其特征在于具备:

[0015] 测量装置(60),用以测量液浸区域(AR2)形成用的液体(LQ)的性质和/或成分。

[0016] 依此发明,因为以测量装置来测量液体的性质和/或成分,故可根据其测量结果,来判断液体是否是所要状态。又,当液体有不良状况时,可按照不良状况而迅速施以适当处置。因此,可透过液体高精度的进行曝光处理及测量处理。

[0017] 此处,作为测量装置所测量的液体的性质或成分,其项目可举例如:液体的比电阻值、液体中的全有机碳(TOC:total organic carbon)、含于液体中的包含微粒子(particle)或气泡(bubble)的异物、含溶存氧(DO:dissolved oxygen)及溶存氮(DN:dissolved nitrogen)的溶存气体、以及液体中的二氧化硅浓度、生菌等。

[0018] 本发明的曝光装置(EX),在投影光学系统(PL)的像面侧形成液体(LQ)的液浸区域(AR2),并透过投影光学系统(PL)与液浸区域(AR2)的液体(LQ)使基板(P)曝光,其特征在于具备:

[0019] 功能液供应装置(120),用以对与液体(LQ)接触的预定构件(2、13、23、33、51、70等),供应具有预定功能的功能液。

[0020] 依此发明,藉由功能液供应装置,将功能液供应至与液体接触的预定构件,可使预定构件对液体成为所要状态。因此,就算预定构件或与预定构件接触的液体具有不良状况,可按照不良状况而供应功能液,藉此可使与预定构件接触的液体维持或变换成所要状态。因此,可透过液体高精度的进行曝光处理及测量处理。

[0021] 本发明的曝光装置(EX),在投影光学系统(PL)的像面侧形成液体(LQ)的液浸区域(AR2),并透过投影光学系统(PL)与液浸区域(AR2)的液体(LQ),使设定在基板(P)上的多个照射(shot)区域(S1-S24)依序曝光,其特征在于具备:

[0022] 液体供应机构(10),用以供应液体(LQ);

[0023] 第1液体回收机构(20),用以回收液体(LQ);

[0024] 第2液体回收机构(30),用以回收第1液体回收机构(20)未能完全回收的液体(LQ);

[0025] 检测装置(90),用以检测第2液体回收机构(30)是否已回收液体(LQ);及

[0026] 记忆装置(MRY),使检测装置(90)的检测结果与照射区域(S1-S24)建立对应关系而予以记忆。

[0027] 依此发明,使用检测装置来检测第2液体回收机构是否已回收液体,将其检测结果与基板上的照射区域建立对应关系,而以记忆装置加以记忆,藉此可使用记忆装置的记忆

资讯,来解析照射区域上所发生的不良状况的发生原因。亦即,就第2液体回收机构有回收液体时经曝光的照射区域而言,照射区域的曝光精度有可能发生劣化等不良状况,但在此状况时,可使用记忆资讯来指定不良状况的发生原因。因此,可按照所指定的不良状况的发生原因,迅速施以适当处置,而可透过液体高精度的进行曝光处理及测量处理。

[0028] 本发明的元件制造方法,其特征在于,使用上述的曝光装置(EX)来制造元件。依此发明,能在维持良好曝光精度及测量精度的状态下来制造元件,故能制得具有所要性能的元件。

[0029] 本发明的曝光装置(EX)的维护方法,该曝光装置(EX)在投影光学系统(PL)的像面侧形成液体(LQ)的液浸区域(AR2),并透过投影光学系统与液浸区域的液体来使基板(P)曝光;其特征在于具有以下阶段:

[0030] 将液浸区域形成用的液体与具备预定功能的功能液(LK)置换。依此发明,与形成液浸区域的液体接触的部分,可根据功能液的预定功能而维持。

[0031] 依此发明,可透过液体高精度的进行曝光处理及测量处理。

[0032] 上述说明仅是本发明技术方案的概述,为了能够更清楚了解本发明的技术手段,而可依照说明书的内容予以实施,并且为了让本发明的上述和其他目的、特征和优点能够更明显易懂,以下特举较佳实施例,并配合附图,详细说明如下。

## 附图说明

[0033] 图1是本发明的曝光装置的一实施形态的概略构成图。

[0034] 图2是图1的重要部位放大图。

[0035] 图3是液体供应部的概略构成图。

[0036] 图4是由上方俯视基板载台PST图。

[0037] 图5是用以说明本发明的曝光方法的流程图。

[0038] 图6A是用以说明第1及第2液体回收机构的液体回收动作的示意图。

[0039] 图6B是用以说明第1及第2液体回收机构的液体回收动作的示意图。

[0040] 图7是本发明的曝光装置的另一实施形态的重要部位放大图。

[0041] 图8是使用功能液的维护方法的一例的流程图。

[0042] 图9是半导体元件的制程的一例的流程图。

- |        |                     |                 |
|--------|---------------------|-----------------|
| [0043] | 2:光学元件              | 2A:液体接触面        |
| [0044] | 10:液体供应机构           | 11:液体供应部        |
| [0045] | 12:供应口              |                 |
| [0046] | 13:供应管(供应流路、流路形成构件) |                 |
| [0047] | 13T:计时器             | 16:纯水制造装置       |
| [0048] | 17:调温装置             | 20:第1液体回收机构     |
| [0049] | 21:第1液体回收部          | 22:第1回收口        |
| [0050] | 23:回收管(回收流路、流路形成构件) | 30:第2液体回收机构     |
| [0051] | 31:第2液体回收部          | 32:第2回收口        |
| [0052] | 33:回收管(回收流路、流路形成构件) | 51:上面           |
| [0053] | 60:测量装置             | 61-64:测量器(测量装置) |

[0054]	61K-64K:分岐管(分支流路)	70:第1嘴构件
[0055]	70A:液体接触面	80:第2嘴构件
[0056]	80A:液体接触面	90:检测装置
[0057]	120:功能液供应装置(洗净装置)	161:纯水制造器(调整装置)
[0058]	162:超纯水制造器(调整装置)	173:脱气装置(调整装置)
[0059]	174:过滤器(调整装置)	300:测量构件(基准构件)
[0060]	400、500、600:光测量部	AR1:投影区域
[0061]	AR2:液浸区域	EX:曝光装置
[0062]	INF:告知装置	MRY:记忆装置
[0063]	LK:功能液	LQ:液体
[0064]	P:基板	PL:投影光学系统
[0065]	PST:基板载台	S1-S24:照射区域
[0066]	SB1-SB5:步骤	

### 具体实施方式

[0067] 为更进一步阐述本发明为达成预定发明目的所采取的技术手段及功效,以下结合附图及较佳实施例,对依据本发明提出的曝光装置及元件制造方法其具体实施方式、结构、特征及其功效,详细说明如后。

[0068] 图1是本发明的曝光装置的一实施形态的概略构成图。

[0069] 图1中的曝光装置EX包含:光罩载台MST,以可移动的方式保持光罩M而移动;基板载台PST,以可移动的方式保持基板P而移动;照明光学系统IL,用以将曝光用光EL照明于光罩载台MST所支持的光罩M;投影光学系统PL,用以将被曝光用光EL所照明的光罩M的图案像,投影曝光于基板载台PST所支持的基板P上;控制装置CONT,用以综合控制曝光装置EX整体的动作。控制装置CONT,与用以告知曝光处理的相关资讯的告知装置INF相连接。告知装置INF包含:显示装置(显示器)、及使用声音或光以发出警报(警告)的警报装置等。又,控制装置CONT,与用以记忆曝光处理相关资讯的记忆装置MRY相连接。曝光装置EX整体,由电力公司所供应的商用电源(第1驱动源)100A的电力来驱动。

[0070] 本实施形态的曝光装置EX,适用实质缩短曝光波长以提高解析度并扩大焦点深度的液浸法的液浸曝光装置,其具备:液体供应机构10,用以将液体LQ供应至基板P上;以及第1液体回收机构20与第2液体回收机构30,用以回收液体LQ。曝光装置EX,至少在将光罩M的图案像转印至基板P上的期间,由液体供应机构10所供应的液体LQ,在基板P上至少一部分(包含投影光学系统PL的投影区域AR1),局部形成较投影区域AR1为大但较基板P为小的液浸区域AR2。具体而言,曝光装置EX所采用的液浸方式,局部性地将液体填满投影光学系统PL的像面侧端部的光学元件2、与配置在像面侧的基板P表面之间,并透过投影光学系统PL与基板P两者间的液体LQ及投影光学系统PL,使通过光罩M的曝光用光EL照射在基板P,藉以将光罩M的图案投影曝光至基板P上。控制装置CONT使用液体供应机构10以将预定量的液体LQ供应至基板P上,且使用第1液体回收机构20以回收基板P上的预定量的液体LQ,藉以在基板P上局部形成液体LQ的液浸区域AR2。又,第2液体回收机构30,用以回收由液体供应机构10所供应、且未能被第1液体回收机构20完全回收的液体LQ。

[0071] 又,曝光装置EX具备测量装置60,用以测量液浸区域AR2形成用的液体LQ的性质和/或成分。本实施形态中的测量装置60,测量由液体供应机构10所供应的液体LQ。液体供应机构10包含功能液供应装置120,其可供应与液浸区域AR2形成用的液体LQ具有不同功能的功能液。又,曝光装置EX具备检测装置90,用以检测第2液体回收机构30是否已回收液体LQ。

[0072] 在投影光学系统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2附近,配置有详述于后的第1嘴构件70。第1嘴构件70是环状构件,以在基板P(基板载台PST)的上方围绕光学元件2的周缘的方式设置。又,在以投影光学系统PL的投影区域AR1为基准第1嘴构件70的外侧,配置有不同于第1嘴构件70的第2嘴构件80。第2嘴构件80是环状构件,以在基板P(基板载台PST)的上方围绕第1嘴构件70的周缘的方式设置。本实施形态中的第1嘴构件70,构成各液体供应机构10及第1液体回收机构20的一部分。另一方面,第2嘴构件80构成第2液体回收机构30的一部分。

[0073] 本实施形态的曝光装置EX,以使用扫描型曝光装置(即扫描步进机)为例的情形来说明,其使光罩M与基板P于扫描方向彼此朝不同方向(逆向)进行同步移动,并将光罩M所形成的图案曝光于基板P上。在以下的说明中,与投影光学系统PL的光轴AX一致的方向设为Z轴方向,在垂直于Z轴方向的平面内的光罩M与基板P进行同步移动的方向(扫描方向)设为X轴方向,与X轴方向及X轴方向垂直的方向设为Y轴方向(非扫描方向)。又,绕X轴、Y轴及Z轴旋转(倾斜)的方向,分别设为 $\theta_X$ 、 $\theta_Y$ 、及 $\theta_Z$ 方向。

[0074] 曝光装置EX具备:设置在地面上的底座(base)BP、及设置在底座BP上的主柱架(main column)1。在主柱架1,形成有朝内侧突出的上侧段部7及下侧段部8。照明光学系统IL,用以将曝光用光EL照明于由光罩载台MST所支持的光罩M,其被固定在主柱架1的上部的柱架3所支持。

[0075] 照明光学系统IL具备:曝光用光源、使曝光用光源射出的光束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会聚的聚光镜、中继透镜系统、以及将曝光用光EL对光罩M上的照明区域设定成狭缝状的可变视野光圈等。光罩M上的预定照明区域,由照明光学系统IL以照度均匀分布的曝光用光EL来照明。自照明光学系统IL射出的曝光用光EL,可举例为,由水银灯所射出的紫外域光(g线、h线、i线)及KrF准分子激光(波长248nm)等远紫外光(DUV光)、或ArF准分子激光(波长193nm)及F<sub>2</sub>激光(波长157nm)等真空紫外光(VUV光)。本实施形态使用ArF准分子激光。

[0076] 本实施形态的液体LQ使用纯水。纯水不仅可使ArF准分子激光透过,例如水银灯所射出的紫外域光线(g线、h线、i线)以及KrF准分子激光(波长248nm)等远紫外光(DUV光),亦可透过纯水。

[0077] 光罩载台MST,以可移动的方式来保持光罩M而移动。光罩载台MST,以真空吸附(或静电吸附)方式来保持光罩M。在光罩载台MST的下面,设有多个作为非接触式轴承的空气轴承(air bearing)45。光罩载台MST藉由空气轴承45,以非接触方式被支持于光罩定盘4的上面(导引面)。在光罩载台MST及光罩定盘4的中央部,分别设有供光罩M的图案像通过的开口部MK1、MK2。光罩定盘4透过防振装置46而由主柱架1的上侧段部7所支持。亦即,光罩载台MST透过防振装置46及光罩定盘4而由主柱架1(上侧段部7)所支持。又,光罩定盘4与主柱架1藉防振装置46来分隔振动,避免主柱架1的振动传达至用来支持光罩载台MST的定盘4。

[0078] 光罩载台MST,由控制装置CONT所控制的包含线性马达等的光罩载台驱动装置MSTD来驱动,以在保持光罩M的状态下,在光罩定盘4上的与投影光学系统PL的光轴AX垂直的平面内,亦即是XY平面内,进行2维移动及绕 $\theta Z$ 方向的微旋转。光罩载台MST能以指定的扫描速度朝X轴方向移动,光罩M的全面至少具有能仅横切于投影光学系统PL的光轴AX的X轴方向的移动行程(stroke)。

[0079] 在光罩载台MST上,设置有移动镜41。又,在对向于移动镜41的位置设有激光干涉计42。在光罩载台MST上的光罩M,其在2维方向的位置以及 $\theta Z$ 旋转角(视情况而有包含 $\theta X$ 、 $\theta Y$ 方向的旋转角),藉由激光干涉计42作即时测量。将激光干涉计42的测量结果输出至控制装置CONT。控制装置CONT根据激光干涉计42的测量结果来驱动光罩载台驱动装置MSTD,以进行光罩载台MST所支持的光罩M的位置控制。

[0080] 投影光学系统PL以预定投影倍率 $\beta$ 将光罩M的图案投影曝光至基板P上,其包含设置在基板P侧的前端部的光学元件2的多个光学元件,等光学元件以镜筒PK支持。本实施形态中的投影光学系统PL,投影倍率 $\beta$ 例如为1/4、1/5或1/8的缩小系统。再者,投影光学系统PL亦可为等倍系统或放大系统的任一种。又,本实施形态中的投影光学系统PL的前端部光学元件2,自镜筒PK露出,液浸区域AR2的液体LQ接触于光学元件2。

[0081] 在保持投影光学系统PL的镜筒PK的外周,设有凸缘PF,投影光学系统PL透过凸缘PF而由镜筒定盘5所支持。镜筒定盘5透过防振装置47而由主柱架1的下侧段部8所支持。亦即,投影光学系统PL透过防振装置47及镜筒定盘5而由主柱架1的下侧段部8所支持。又,镜筒定盘5与主柱架1藉由防振装置47而分隔振动,避免主柱架1的振动传达至用以支持投影光学系统PL的镜筒定盘5。

[0082] 基板载台PST以可移动的方式,来支持供保持基板P的基板保持具PH。基板保持具PH以例如真空吸附等的方式来保持基板P。在基板载台PST下面,设有多个作为非接触式轴承的空气轴承(air bearing)48。基板载台PST藉由空气轴承48,以非接触方式被支持于基板定盘6的上面(导引面)。基板定盘6透过防振装置49而被支持于底座BP上。又,基板定盘6与主柱架1及底座BP(地面)藉防振装置49来分隔振动,避免底座BP(地面)或主柱架1的振动传达至用以支持基板载台PST的基板定盘6。

[0083] 基板载台PST,由控制装置CONT所控制的包含线性马达等的基板载台驱动装置PSTD来驱动,在透过基板保持具PH而保持着基板P的状态下,在基板定盘6上方的XY平面内进行2维移动、及绕 $\theta Z$ 方向的微旋转。再者,基板载台PST亦可朝Z轴方向、 $\theta X$ 方向、及 $\theta Y$ 方向移动。

[0084] 在基板载台PST上设有移动镜43。又,在与移动镜43对向的位置设有激光干涉计44。藉由激光干涉计44,可即时测量基板载台PST上的基板P在2维方向的位置及旋转角。又,尽管未予图示,在曝光装置EX中,设有例如日本特开平8-37149号公报所揭示的斜入射方式的焦点调平(focus leveling)检测系统,来检测由基板载台PST所支持的基板P的表面的位置资讯。再者,焦点调平检测系统,亦可为采用静电电容型感测器的方式。焦点调平检测系统,可检测基板P表面在Z轴方向的位置资讯,及基板P的 $\theta X$ 方向及 $\theta Y$ 方向的倾斜资讯。

[0085] 将激光干涉计44的测量结果输出至控制装置CONT。焦点调平检测系统的检测结果亦输出至控制装置CONT。控制装置CONT根据焦点调平检测系统的检测结果,来驱动基板载台驱动装置PSTD,以控制基板P的对焦位置及倾斜角,俾以自动对焦方式及自动调平方式将

基板P表面对位于投影光学系统PL的像面,且根据激光干涉计44的测量结果,进行基板P在X方向及Y轴方向的位置控制。

[0086] 在基板载台PST上设有凹部50,将用以保持基板P的基板保持具PH配置在凹部50。又,在基板载台PST中的凹部50以外的上面51,乃是与被基板保持具PH所保持的基板P的表面大致等高(同一面)的平坦面(平坦部)。又,在本实施形态中,移动镜43的上面亦与基板载台PST的上面51为大致同一平面。

[0087] 因在基板P的周围设置有与基板P表面大致是同一平面的上面51,因此,就算对基板P的边缘区域施以液浸曝光时,在基板P的边缘部位的外侧几乎没有段差部,故可使液体LQ保持在投影光学系统PL的像面侧而良好地形成液浸区域AR2。又,基板P的边缘部,距设置在基板P周围的平坦面(上面)51,其间虽有0.1-2mm左右的间隙,但是,因液体LQ的表面张力所致,液体LQ几乎不会流入间隙,即使对基板P的周缘附近曝光时,亦可藉由上面51将液体LQ保持在投影光学系统PL之下。

[0088] 液体供应机构10是用以将液体LQ供应至投影光学系统PL的像面侧者,其具备:可送出液体LQ的液体供应部11;及以其一端部连接液体供应部11的供应管13(13A、13B)。供应管13的另一端部与第1嘴构件70相连。

[0089] 本实施形态中,液体供应机构10用以供应纯水,其具备:液体供应部11、纯水制造装置16、及用来对供应的液体(纯水)LQ调整温度的调温装置17。再者,纯水制造装置亦可不设置在曝光装置EX内,而是使用配置有曝光装置EX的工厂内的纯水制造装置。为了在基板P上形成液浸区域AR2,液体供应机构10将预定量的液体LQ,供应到配置于投影光学系统PL的像面侧的基板P上。

[0090] 在供应管13途中,设有测量装置60,以对于由液体供应机构10的液体供应部11所送出、待供往投影光学系统PL的像面侧的液体LQ,测量其性质及成分的至少一方。如上述,因液体供应机构10供应水来作为液体LQ,故测量装置60由可测量水质的装置所构成。

[0091] 第1液体回收机构20,用以回收投影光学系统PL的像面侧的液体LQ,其具备:可回收液体LQ的第1液体回收部21,及以其一端部与第1液体回收部21相连接的回收管23。回收管23的另一端部与第1嘴构件70相连。第1液体回收部21具备:例如真空泵等真空系统(吸引装置)26、及用来将回收液体LQ与气体分离的气液分离器27。又,真空系统,亦可不在曝光装置EX内设置真空泵,而是使用设置有曝光装置EX的工厂内的真空系统。为了在基板P上形成液浸区域AR2,第1液体回收机构20,将供应自液体供应机构10的基板P上的液体LQ予以回收预定量。

[0092] 第2液体回收机构30,用以回收投影光学系统PL的像面侧的液体LQ,其具备:可回收液体LQ的第2液体回收部31,及以其一端部与第2液体回收部31相连的回收管33。回收管33的另一端部与第2嘴构件80相连。第2液体回收部31具备:例如真空泵等真空系统(吸引装置)36,及用来将回收液体LQ与气体分离的气液分离器37等。又,真空系统,亦可不在曝光装置EX内设置真空泵,而是使用设置有曝光装置EX的工厂内的真空系统。第2液体回收机构30,可用来回收第1液体回收机构20所未完全回收的液体LQ。

[0093] 又,第2液体回收机构30,具有不断电电源(第2驱动源)100B,其与作为曝光装置EX整体(包含第1液体回收机构20)的驱动源的商用电源100A不同。不断电电源100B是在例如商用电源100A停电时,对第2液体回收机构30的驱动部供应电力(驱动力)。例如,在商用电

源100A停电的状况,第2液体回收机构30的第2液体回收部31,由不断电电源100B所供应的电力来驱动。此时,包含第2液体回收部31的第2液体回收机构30的液体回收动作,并非由控制装置CONT所控制,而是根据例如内设于第2液体回收机构30的另一控制装置发出的指令信号来控制。

[0094] 再者,在商用电源100A停电时,不断电电源100B除了对第2液体回收机构30供电,亦可将电力供应至控制装置CONT。在此情形,由不断电电源100B的电力所驱动的控制装置CONT,亦可控制第2液体回收机构30的液体回收动作。又,第2液体回收机构30亦可由不断电电源100B来持续驱动。此时,第1液体回收机构20与第2液体回收机构30,各由不同的电源100A、100B来驱动。

[0095] 本实施形态中,由第1液体回收机构20及第2液体回收机构30所回收的液体LQ,回到液体供应机构10的液体供应部11。亦即,本实施形态的曝光装置EX的构成中,具有在液体供应机构10、第1液体回收机构20、及第2液体回收机构30之间循环液体LQ的循环系统。回到液体供应机构10的液体供应部11的液体LQ,经由纯水制造装置16予以精制后,再度供应至投影光学系统PL的像面侧(基板P上)。再者,由第1、第2液体回收机构20、30所回收的液体LQ可全部回流到液体供应机构10,或使其中一部分回流亦可。或者,亦可使得由第1、第2液体回收机构20、30所回收的液体LQ并未回到液体供应机构10,而是将另由其他供应源所供应的液体LQ、或是将自来水以纯水制造装置16予以精制后,供应至投影光学系统PL的像面侧。再者,亦可依照其必要性而切换于2种模式,即,对回收的液体LQ加以精制,使再度经循环回到液体供应部11的第1模式;及废弃已回收的液体LQ,由液体供应部11另供应新的液体LQ的第2模式。

[0096] 供应管13与回收管23透过连接管9而相连。连接管9的一端部,接至供应管13途中的预定位置,其另一端部,接至回收管23途中的预定位置。又,在供应管13途中设有第1阀13B,用以开闭供应管13的流路;在回收管23途中设有第2阀23B,用以开闭回收管23的流路;在连接管9途中设有第3阀9B,用以开闭连接管9的流路。第1阀13B的设置处,在供应管13中较其与连接管9的连接位置要近于第1嘴构件70的侧;第2阀23B的设置处,在回收管23中较其与连接管9的连接位置更近于第1嘴构件70之侧。各阀13B、23B、9B的动作由控制装置CONT所控制。藉由其等的阀13B、23B、9B,使得由液体供应部11所送出的液体LQ变更流路。

[0097] 又,第1阀13B与计时器13T相连。计时器13T可用来测量第1阀13B的开启时间及关闭时间。又,计时器13T,可用来测知第1阀13B是否有关闭供应管13的流路。

[0098] 在计时器13T测知第1阀13B已打开供应管13的流路时,开始时间的测量。又,在计时器13T测知第1阀13B已关闭供应管13的流路时,亦可开始时间的测量。

[0099] 计时器13可用以测量,自第1阀13B开启供应管13的流路时算起所经过的时间,亦即,测量自液体供应机构10开始供应液体算起所经过的时间。由计时器13T所测得的上述经过时间的相关资讯,被输出至控制装置CONT。又,计时器13T在测知第1阀13B已关闭供应管13的流路时,除了停止时间测量动作,亦重置测量的时间(归零)。又,计时器13T可用来测量自第1阀13B关闭供应管13的流路算起所经过的时间,亦即,测量自液体供应机构10停止液体供应算起所经过的时间。由计时器13T所测得的上述经过时间的相关资讯,被输出至控制装置CONT。又,计时器13T在测知第1阀13B已开启供应管13的流路时,除了停止时间测量动作,亦重置测量的时间(归零)。

[0100] 构成液体供应机构10及第1液体回收机构20的一部分的第1嘴构件70,由第1嘴保持构件52所保持,第1嘴保持构件52与主柱架1的下侧段部8相连。构成第2液体回收构件30的一部分的第2嘴构件80,由第2嘴保持构件53所保持,第2嘴保持构件53与主柱架1的下侧段部8相连。第1嘴构件70与第2嘴构件80乃是彼此独立的构件。

[0101] 图2是投影光学系统PL的像面侧附近的要部放大图。图2中的第1嘴构件70,配置在投影光学系统PL的前端部光学元件2附近,其环状构件,以在基板P(基板载台PST)的上方围绕光学元件2的周缘的方式设置。第1嘴构件70的中央部,具有可配置投影光学系统PL(光学元件2)的孔部70H。又,第1嘴构件70的下面70A的设置,与基板载台PST所保持的基板P对向。又,由第1嘴保持构件52(参照图1)所保持的第1嘴构件70,与投影光学系统PL(光学元件2)彼此分离。亦即,在本身为环状构件的第1嘴构件70的内侧面,与投影光学系统PL的光学元件2的外侧面之间,有间隙的存在。间隙的设置目的,是用来分隔投影光学系统PL与第1嘴构件70的振动。藉此,可防止由第1嘴构件70所产生的振动传达至投影光学系统PL之侧。

[0102] 第2嘴构件80是环状构件,以在基板P(基板载台PST)的上方围绕第1嘴构件70的外缘的方式设置。在第2嘴构件80的中央部,具有可用来配置第1嘴构件70的一部分的孔部80H。又,第2嘴构件80的下面80A的设置,与基板载台PST所保持的基板P对向。又,由第1嘴保持构件52所保持的第1嘴构件70,与第2嘴保持构件53(参照图1)所保持的第2嘴构件80彼此分离。亦即,本身为环状构件的第2嘴构件80的内侧面,与第1嘴构件70的外侧面之间存有间隙。间隙的设置目的,是为了分离第1嘴构件70与第2嘴构件80的振动。藉此,可防止由第2嘴构件80产生的振动传达至第1嘴构件70之侧。

[0103] 又,透过第1、第2嘴保持构件52、53来支持第1、第2嘴构件70、80的主柱架1,与透过凸缘PF来支持投影光学系统PL的镜筒PK的镜筒定盘5,透过防振装置47,以分隔振动。因此,可防止第1嘴构件70及第2嘴构件80所发生的振动传达至投影光学系统PL。又,透过第1、第2嘴保持构件而支持第1、第2嘴构件70、80的主柱架1,与用来支持基板载台PST的基板定盘6,透过防振装置49,以分隔振动。因此,可防止第1嘴构件70及第2嘴构件80所发生的振动,透过主柱架1及底座BP而传达至基板载台PST。又,透过第1、第2嘴保持构件52、53而支持第1、第2嘴构件70、80的主柱架1,与用来支持光罩载台MST的光罩定盘4,透过防振装置46,以分隔振动。因此,可防止第1嘴构件70及第2嘴构件80所产生的振动,透过主柱架1而传达至光罩载台MST。

[0104] 在第1嘴构件70的下面70A,设有构成液体供应机构10的一部分的供应口12(12A、12B)。本实施形态中设有2个供应口12(12A、12B),隔着投影光学系统PL的光学元件2(投影区域AR1)而设置在X轴方向两侧。本实施形态中的供应口12A、12B虽形成为略圆形,但椭圆形、矩形、狭缝状等任意的形状亦可。又,供应口12A、12B彼此约略等大亦可,彼此大小有异亦宜。

[0105] 在第1嘴构件70的下面70A,以投影光学系统PL的投影区域AR1作为基准的供应口12的外侧,设有构成第1液体回收机构20的一部分的第1回收口22。第1回收口22为环状,以在第1嘴构件70的下面70A绕投影区域AR1、供应口12A和12B的方式而设置。又,在第1回收口22设有多孔体22P。

[0106] 供应管13的另一端部,与形成在第1嘴构件70的内部的供应流路14的一端部相连。另一方面,第1嘴构件70的供应流路14的另一端部,与形成于第1嘴构件70的下面70A的供应

口12相连。此处,形成于第1嘴构件70的内部的供应流路14,自途中开始分支,能各以其另一端部与多个(2个)供应口12(12A、12B)相连。

[0107] 液体供应部11的液体供应动作由控制装置CONT所控制。为了要形成液浸区域AR2,控制装置CONT由液体供应机构10的液体供应部11来送出液体LQ。由液体供应部11所送出的液体LQ,流经供应管13后,流入形成于第1嘴构件70的内部的供应流路14的一端部。又,流入供应流路14的一端部的液体LQ,在途中分支之后,藉由形成于第1嘴构件70的下面70A的多个(2个)供应口12A、12B,供应至光学元件2与基板P间的空间。

[0108] 回收管23的另一端部,与形成于第1嘴构件70的内部且构成第1回收流路24的一部分的歧管(manifold)流路24M的一端部相连。另一方面,歧管流路24M的另一端部,形成与第1回收口22相对应的俯视环状,其与连接于第1回收口22的构成第1回收流路24的一部分的环状流路24K的一部分相连接。

[0109] 第1液体回收部21的液体回收动作由控制装置CONT所控制。控制装置CONT为了回收液体LQ,而驱动第1液体回收机构20的第1液体回收部21。借着具有真空系统26的第1液体回收部21的驱动,在基板P上的液体LQ,透过设置在基板P的上方的第1回收口22,铅直的朝上(+Z方向)流入环状流路24K。由+Z方向流入环状流路24K的液体LQ,在歧管流路24M汇集后,流动于歧管流路24M。之后,液体LQ透过回收管23而被第1液体回收部21所吸引回收。

[0110] 在第2嘴构件80的下面80A,设有构成第2液体回收机构30的一部分的第2回收口32。第2回收口32形成于,第2嘴构件80的中与基板P对向的下面80A。第2嘴构件80设置在第1嘴构件70的外侧,设置于第2嘴构件80的第2回收口32,其设置位置,相对于投影光学系统PL的投影区域AR1,在较设置于第1嘴构件70的第1回收口22更居于外侧的处。第2回收口32以围绕第1回收口22的方式而形成环状。

[0111] 回收管33的另一端部,与形成在第2嘴构件80的内部且构成第2回收流路34的一部分的歧管流路34M的一端部相连。另一方面,歧管流路34M的另一端部,形成为与第2回收口32相对应的俯视环状,其与连接回收口32的构成第2回收流路34的一部分的环状流路34K的一部分相连。

[0112] 第2液体回收部31的液体回收动作由控制装置CONT所控制。控制装置CONT为了要回收液体LQ,而驱动第2液体回收机构30的第2液体回收部31。藉由具有真空部36的第2液体回收部31的驱动,基板P上的液体LQ,透过设置在基板P的上方的第2回收口32,铅直地向上(+Z方向)流入环状流路34K。由+Z方向流入环状流路34K的液体LQ,在歧管流路34M聚集后,流动于歧管流路34M。之后,液体LQ透过回收管33而被第2液体回收部31所吸引回收。又,本实施形态中,控制装置CONT藉第2液体回收机构30的液体回收动作(吸引动作),持续在基板P的液浸曝光中及曝光前后进行。

[0113] 测量装置60,用以对液体供应机构10所供应的液体LQ测量其性质或成分(水质)。由测量装置60所测量的液体LQ的性质或成分,在考虑对曝光装置EX的曝光精度的影响或对曝光装置EX本身的影响后而决定。表1是以一例来表示,液体LQ的性质或成分、及其对曝光装置EX的曝光精度或曝光装置EX本身的影响。如同表1所示,液体LQ的性质或成分,可举例为:比电阻、金属离子、全有机碳(TOC:total organic carbon)、微粒子与气泡、生菌、溶存氧(DO:dissolved oxygen)、溶存氮(DN:dissolved nitrogen)等。另一方面,会对曝光装置EX的曝光精度或对曝光装置EX本身产生影响的项目,可举例为:透镜(特别是光学元件2)的

浊度;水痕(因液体LQ的蒸发,使液体中的杂质固化后所残留的附着物)的发生;因折射率变化或光的散乱而导致的光学性能的劣化;对光阻处理(光阻图案的形成)的影响;以及各构件所发生的锈蚀等。表1所示,对何种性质或成分会对何种性能产生何种程度的影响,作一汇整陈示,对于被预测为有不可轻忽的影响者,赋与“○”的记号。藉测量装置60的待测量的液体LQ的性质或成分,根据对曝光装置EX的曝光精度或曝光装置EX本身带来的影响,而由表1中按照必要性予以选择。当然,可对所有项目皆予测量,亦可测量未示于表1中的性质或成分。

[0114] 为了要测量基于上述观点而选择的项目,在测量装置60具有多个测量器。在测量装置60中的测量器例如有:用以测量比电阻值的比电阻计、用以测量全有机碳的TOC计、用以测量包含微粒子及气泡的异物的微粒子测量计、用以测量溶存氧(溶存氧浓度)的DO计、用以测量溶存氮(溶存氮浓度)的DN计、用以测量二氧化硅浓度的二氧化硅计、及可分析细菌种类或数量的分析器等。本实施形态中的一例,选择全有机碳、微粒子气泡、溶存氧、及比电阻值作为测量项目,如图2所示般,测量装置60包含:用以测量全有机碳的TOC计61、用以测量包含微粒子及气泡的异物的微粒子测量计62、用以测量溶存氧的溶存氧计(DO计)63、及比电阻计64。

[0115] (表一)

[0116]

		影响内容					
		透镜浊度	水痕	光学性能	排水污染	光阻制程	锈蚀
液体性质、成分	比电阻		○	○	○	○	○
	金属离子		○		○	○	
	全有机碳(TOC)		○	○	○	○	
	微粒子、气泡		○	○	○	○	
	细菌		○	○	○	○	
	溶存氧(DO)		○			○	
	溶存氮(DN)					○	
	二氧化硅		○			○	
	有机 Si	○	○	○	○	○	
	阴离子		○	○	○	○	○
	硅氧烷系、CxHy 系	○	○	○	○	○	
	邻苯二甲酸酯	○	○	○	○	○	
	Cl		○	○	○	○	○
	PO <sub>4</sub> 、SO <sub>4</sub> 、NO <sub>x</sub> (PAG)		○	○	○	○	○
	氨、胺类	○	○	○	○	○	
基本树脂	○	○	○	○	○		
羧酸系(乳酸、醇酸、蚁酸)		○	○		○	○	

[0117] 如图2所示,TOC计61连接于,自相连于供应口12的供应管(供应流路)13的途中所分支出来的分歧管(分支流路)61K。由液体供应部11所送出,流经供应管13的液体LQ中,一部分的液体LQ由第1嘴构件70的供应口12供应至基板P上,其余的一部分,流向分歧管61K而

流入TOC计61。TOC计61,对于流经由分歧管61K所形成的分支流路的液体LQ,测量其中的全有机碳(TOC)。同样的,微粒子测量计62、溶存氧计63、及比电阻计64,分别与自供应管13的途中分支出来的分歧管62K、63K、64K相连,以对于流经由等分歧管62K、63K、64K所形成的分支流路的液体LQ,测量其中的异物(微粒子或气泡)、溶存氧、及比电阻值。再者,上述二氧化硅计或生菌分析器,亦可与分支自供应管13途中的分歧管相连接。

[0118] 本实施形态中,分歧管61K-64K形成为各自独立的分支流路,各测量器61-64分别与上述彼此独立的分支流路相连。亦即,多个测量器61-64透过并联方式透过分歧管61K-64K与供应管13相连。再者,测量器的构成,亦可透过串联方式使多个测量器与供应管13相连,例如,以第1的测量器来测量自供应管13分支出来的液体LQ,以第2的测量器来测量已通过第1的测量器的液体LQ。再者,可能因分歧管(分支地点)的数目或位置相异而发生异物(微粒子),因此,可考虑异物发生的可能性,来设定分歧管的数目或位置。又,亦可在沿供应管13的多个位置配置同一种类的测量器。藉由种配置,可以指定究竟在供应管13的那一位置有液体LQ的性质或成分的变化,而易于追究变化的原因。

[0119] 本实施形态中的测量装置60,对于流经分支流路(由供应管13所形成的供应流路途中所分支出来的)的液体LQ,以线内(in-line)的方式测量其性质或成分。藉由线内方式的采用,由于在测量装置60持续供应液体LQ,故可在曝光中及曝光前后持续以测量装置60来测量液体LQ的性质或成分(水质)。亦即,测量装置60的液体LQ测量,能与基板P的液浸曝光动作并行。将测量装置60的测量结果输出至控制装置CONT。控制装置CONT可根据测量装置60的测量结果,对于由液体供应机构10供应至基板P上的液体LQ,予以持续监测其性质或成分(水质)。

[0120] 再者,为了要指定含于液体LQ中的金属离子的种类,可对液体LQ进行取样,使用与曝光装置EX不同的另行设置的分析装置,来指定金属离子的种类。藉此,可按照所指定的金属离子来施以适当处置。又,亦可为了要测量含于液体LQ中的杂质,而对液体LQ进行取样,使用与曝光装置EX不同的另行设置的全蒸发残渣计,以测量液体LQ中的全蒸发残渣量。此时,亦可由分析装置及全蒸发残渣计定期的自动对液体LQ进行取样,将金属离子的种类或全蒸发残渣计等的测量结果,自动通知曝光装置EX。曝光装置EX将通知的测量结果,与预为记忆的基准值作比较,在超过基准值时,则发出警报。

[0121] 检测装置90,用以检测第2液体回收机构30是否有回收液体LQ。本实施形态中的检测装置90,以光学方式来检测液体LQ是否有流入第2液体回收机构30的回收管33,藉以检测出液体LQ是否透过第2液体回收机构30的第2回收口32而回收。检测装置90具备:用以射出检测光La的投射部91,及用以接收检测光La的受光部92。在回收管33途中,设有可透过检测光La的透过窗93、94。检测装置90透过投射部91而对透过窗93照射检测光La。通过透过窗93的检测光La,在通过回收管33的内侧后,经透过窗94而由受光部92所接收。将受光部92的受光结果输出至控制装置CONT。在回收管33的内侧(检测光La的光路上),在有液体LQ及无液体LQ时,受光部92的受光量会呈现不同数值。因此,控制装置CONT可根据受光部92的受光结果,判断回收管33有无液体LQ(是否流动),亦即,可判断第2回收机构30是否有回收液体LQ。

[0122] 又,所适用的检测装置90,只要可检测出是否有透过第2回收口32而回收液体LQ即可,例如,亦可以是设置在回收管33内侧的液体感测器。又,液体感测器的设置位置,并不限于在回收管33途中,亦可在例如第2嘴构件80的第2回收口32附近、或第2回收流路34的内

侧。又,作为所使用的检测装置90,亦可是在例如回收管33途中预设流量控制器(流量检测器),以根据流量控制器的检测结果,判断是否有透过第2回收口32来回收液体LQ。

[0123] 又,由包含投射部及受光部所构成的上述检测装置90、或由流量控制器所构成的检测装置,可检测第2液体回收机构30的每单位时间的液体回收量。

[0124] 图3是液体供应部11的详细构成图。液体供应部11具备:纯水制造装置16、及用以对纯水制造装置16所制造的液体LQ调整温度的调温装置17。纯水制造装置16包含:纯水制造器161,用以对包含浮游物或杂质等的水施以精制作业,以制得具预定纯度的纯水;及超纯水制造器162,其由纯水制造器161制造的纯水中,进一步去除其杂质,以制得更高纯度的纯水(超纯水)。纯水制造器161(或超纯水制造器162),具备离子交换膜或微粒子过滤器等液体改质构件、及紫外光照射装置(UV灯)等液体改质装置,藉由其等液体改质构件及液体改质装置,可将液体的比电阻值、异物(微粒子、气泡)的量、全有机碳、及生菌数量等,调整为所要值。

[0125] 又,如上述,由第1液体回收机构20及第2液体回收机构30所回收的液体LQ,回到液体供应机构10的液体供应部11。具体而言,由第1液体回收机构20及第2液体回收机构30所回收的液体LQ,透过回注管18,供应到液体供应部11的纯水制造装置16(纯水制造器161)。回注管18,设有用来开闭回注管18的流路的阀18B。纯水制造装置16,将透过回注管18而回来的液体经使用上述液体改质构件及液体改质装置等予以精制后,供应至调温装置17。又,在液体供应部11的纯水制造装置16(纯水制造器161),透过供应管19而与功能液供应装置120相连。功能液供应装置120可用以供应,与形成液浸区域AR2的液体LQ不同、具有预定功能的功能液LK。本实施形态中的功能液供应装置120,乃供应具杀菌作用的液体(功能液)LK。在供应管19,设有用来开闭供应管19的流路的阀19B。控制装置CONT在使阀18B动作而打开回注管18的流路以供应液体LQ时,使阀19B动作而关闭供应管19的流路,以停止功能液LK的供应。另一方面,控制装置CONT在使阀19B动作而开启供应管19的流路以供应功能液LK时,使阀18B动作而关闭回注管18的流路,以停止液体LQ的供应。

[0126] 调温装置17,用来对由纯水制造装置16所制造、且供应至供应管13的液体(纯水)调整温度,使其一端部与纯水制造装置16(超纯水制造器162)相连,使另一端部与供应管13接连,在对纯水制造装置16制出的液体LQ施以调温后,将业已调整温度的液体LQ送至供应管13。调温装置17中具备:粗调温器171,用以对来自纯水制造装置16的超纯水制造器162的液体LQ,进行粗调温;流量控制器172,设置在粗调温器171的流路下游侧(近供应管13的侧),用以控制流向供应管13的侧的液体LQ的每单位时间流量;脱气装置173,用以降低通过流量控制器172的液体LQ中的溶存气体浓度(溶存氧浓度、溶存氮浓度);过滤器174,用以去除已由脱气装置173脱气的液体LQ中的异物(微粒子、气泡);及微调温器175,用以对通过过滤器174的液体LQ进行温度微调。

[0127] 粗调温器171,对于由超纯水制造器162送出的液体LQ以粗略精度来调温,使其温度与目标温度(例如23℃)达到例如 $\pm 0.1$ ℃的粗略精度。流量控制器172配置在粗调温器171与脱气装置173之间,以对于已由粗调温器171而调温的液体LQ,控制其对于脱气装置173侧的每单位时间的流量。

[0128] 脱气装置173配置在粗调温器171与微调温器175之间,具体而言是配置在流量控制器172与过滤器174之间,以使流量控制器172送出的液体LQ脱气,降低液体LQ中的溶存气

体浓度。所使用的脱气装置173,可使用减压装置等周知的脱气装置,以利用对供应的液体LQ减压的方式来脱气。又,亦可使用例如包含脱气过滤器的装置,以利用中空纤维膜过滤层等来使液体LQ气液分离,并使用真空系统来去除分离出来的气体成分;或者使用是包含脱气泵的装置,以利用离心力使液体LQ气液分离,并使用真空系统来去除业已分离的气体成分等。脱气装置173,利用包含上述脱气过滤器的液体改质构件或包含上述脱气泵的液体改质装置,将溶存气体浓度调整成所要值。

[0129] 过滤器174配置在粗调温器171与微调温器175之间,具体而言是在脱气装置173与微调温器175之间,以对于由脱气装置173送出的液体LQ去除其中异物。在通过流量控制器172或脱气装置173时,亦有可能将微量异物 (particle) 混入液体LQ中,但藉由将过滤器174设置在流量控制器172或脱气装置173的下游侧 (供应管13之侧) 的作法,可利用过滤器174来去除异物。所使用的过滤器174,可为中空纤维膜过滤层或微粒子过滤器等周知的过滤器。包含上述微粒子过滤器等液体改质构件的过滤器174,将液体中的异物 (微粒子、气泡) 调整为容许值以下。

[0130] 微调温器175配置在粗调温器171与供应管13之间,具体而言是在过滤器174与供应管13之间,用以高精度的调整液体LQ的温度。例如,微调温器175对于过滤器174送出的液体LQ进行温度的微调,使其温度 (温度稳定性、温度均一性) 对目标温度达到 $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$ - $\pm 0.001^{\circ}\text{C}$ 的高精度。本实施形态中,在构成调温装置17的复数个机器中,微调温器175配置在最靠近液体LQ的供应对象、即基板P之处,因此,可将经高精度调温的液体LQ供应至基板P上。

[0131] 再者,过滤器174的配置,以在调温装置17内的粗调温器171与微调温器175之间为较佳,然而,亦可配置在调温装置17内的其他位置,亦可配置在调温装置17以外。

[0132] 如上述,纯水制造器161、超纯水制造器162、脱气装置173、及过滤器174等,分别具备液体改质构件及液体改质装置,以构成用来调整液体LQ的水质 (性质或成分) 的调整装置。上揭各装置161、162、173、174的构成,分别设置在液体供应机构10的中的液体LQ的流经流路内的多个预定位置。再者,于本实施形态中,虽对1台的曝光装置EX配置1台液体供应部11 (参照图1),但其作法不在此限,亦可将1台液体供应部11共用在复数台的曝光装置EX。如此一来,液体供应部11的占有面积 (底面积) 可以缩减。或者,亦可将构成液体供应部11的纯水制造装置16与调温装置17予以分割,使纯水制造装置16共用于复数台的曝光装置EX,且对每一曝光装置EX配置有调温装置17。如此,可在缩减底面积的同时,亦能对各曝光装置进行温度管理。又,在上述的状况中,若将由复数台曝光装置EX所共用的液体供应部11或纯水制造装置16,配置在异于曝光装置EX所设置的地面 (例如设在地板下),则能进一步有效利用设置有曝光装置EX的洁净室的空间。

[0133] 接着,边参照图4及图5的流程图,以说明如何使用具上述构成的曝光装置EX将光罩M的图案像曝光于基板P的方法。

[0134] 图4是由上方观看基板载台PST的俯视图。图4中,由未图示的搬送系统 (负载装置) 而被搬入 (载置) 于基板载台PST上的基板,在其上面,设定有多个照射区域S1-S24。在基板P上的多个照射区域S1-S24,各自附随有对准标记 (alignment mark) AM。又,在基板载台PST上的预定位置,配置有基准构件 (测量构件) 300,其包含有,例如由日本特开平4-65603号公报所揭示的基板对准系统来测量的基准标记PFM、及由特开平7-176468号公报所揭示的光

罩对准系统来测量的基准标记MFM。又,在基板载台PST上的预定位置设有光测量部,例如特开昭57-117238号公报所揭示的照度不均感测器、特开2002-14005号公报所揭示的空间像测量感测器500、特开平11-16816号公报所揭示的照射量感测器(照度感测器)600。上揭的测量构件300、光测量部400、500、600各自的上面,与基板载台PST的上面51大致呈同一平面。

[0135] 在开始基板P的曝光之前,控制装置CONT使用基板对准系统、光罩对准系统、及基准构件300等,用以测量,上述基板对准系统的检测基准位置与光罩M的图案像的投影位置的位置关系[基线(base line)量]。在测量基准构件300上的基准标记MFM、PFM时的基板载台PST的位置,以激光干涉计44来测量。又,在基板P的曝光开始之前,控制装置CONT使用设置在基板载台PST上的各光测量部400、500、600,以进行测量处理,根据测量结果,进行透镜校正等各种修正处理(步骤SA1)。

[0136] 例如,在使用光罩对准系统以进行测量处理时,控制装置CONT进行基板载台PST的位置控制以使投影光学系统PL与基准构件300对向,由液体供应机构10及第1液体回收机构20进行液体供应动作及液体回收动作,在基准构件300上形成有液体LQ的液浸区域AR2的状态下,透过投影光学系统PL及液体LQ来测量基准构件300上的基准标记MFM。同样的,在使用各光测量部400、500、600以进行测量处理时,控制装置CONT在光测量部400、500、600上形成有液体LQ的液浸区域AR2的状态下,透过液体LQ进行测量处理。在藉由液体供应机构10将液体LQ供应至包含有测量构件及光测量部的基板载台PST上时,控制装置CONT乃是在以第3阀9B来关闭连接管9的流路的状态下,驱动第1阀13B以开启供应管13的流路。又,在形成液浸区域AR2时,控制装置CONT驱动第2阀23B以开启回收管23的流路。如所揭示者,在曝光前的测量动作中,透过液体LQ来进行测量。又,在形成液浸区域AR2时,液浸区域AR2的液体LQ,与投影光学系统PL中最靠近像面侧的光学元件2的下面(液体接触面)2A、或嘴构件70、80的下面(液体接触面)70A、80A接触。再者,在包含测量构件300、及光测量部400、500、600的基板载台PST的上面51,亦与液体LQ接触。

[0137] 接着,控制装置CONT为了要重迭于基板P以进行曝光,使用基板对准系统来测量,各自附随于基板P上的多个照射区域S1-S24而形成的对准标记AM。基板对准系统在测量对准标记AM时的基板载台PST的位置,由激光干涉计44来测量。控制装置CONT根据对准标记AM的检测结果,藉以取得,在激光干涉计44所规定的座标系内,照射区域S1-S24相对于基板对准系统的检测基准位置的位置资讯,按照位置资讯与先行测得的基线量,使基板载台PST移动,以使光罩M的图案像的投影位置与照射区域S1-S24位置重迭。此处,在本实施形态中,于测量对准标记AM或基准标记PFM时,并未在基板P上(基板载台PST上)形成液浸区域AR2,于基板对准系统的非液浸状态(干状态)测量对准标记AM。当并未于基板P上(基板载台PST上)形成液浸区域AR2的状况时,控制装置CONT在使用第1阀13B以关闭供应管13的流路的状态下,驱动第3阀9B以开启连接管9的流路。藉此,由包含调温装置17的液体供应部11流入供应管13的液体LQ,乃是透过连接管9而流向回收管23。

[0138] 亦即,本实施形态中,包含调温装置17的液体供应部11持续驱动,以朝投影光学系统PL的像面侧供应液体时,控制装置CONT驱动第1阀13B以开启供应管13的流路,且藉第3阀9B以关闭连接管9的流路,以将自液体供应部11送出的液体LQ,供应到投影光学系统PL的像面侧。另一方面,在无须朝投影光学系统PL的像面侧供应液体时,控制装置CONT驱动第3阀

9B以开启连接管9的流路,且,藉第1阀13B来关闭供应管13的流路,使得自液体供应部11送出的液体LQ并未供应到投影光学系统PL的像面侧,而是透过回收管23而由液体回收部21所回收。

[0139] 继而,控制装置CONT输出开始液浸曝光的指令信号(步骤SA2)。控制装置CONT在投影光学系统PL的光学元件2与包含基板P的基板载台PST上的预定区域对向的状态下,藉第3阀9B来关闭连接管9的流路,驱动第1阀13B以开启供应管13的流路,开始由液体供应机构10朝基板P上供应液体LQ。又,控制装置CONT在开始由液体供应机构10供应液体LQ的大致同一时间,开始由第1液体回收机构20进行液体回收。此处,液体供应机构10的每单位时间液体供应量、及第1液体回收机构20的每单位时间液体回收量,大致为一定值。为对基板P施以液浸曝光而形成的液浸区域AR2的液体LQ,与光学元件2的下面2A或第1嘴构件70的下面70A接触。再者,第1液体回收机构20的液体回收动作(吸引动作),可在开始以液体供应机构10供应液体之前(在停止液体供应的状态也算)进行。又,如上述,第2液体回收机构30持续驱动,由第2液体回收机构30透过第2回收口32的吸引动作持续进行。

[0140] 接着,待第1阀13B的开放经过预定时间,形成液浸区域AR2之后,控制装置CONT在投影光学系统PL与基板P对向的状态下,将曝光用光EL照射于基板P,使光罩M的图案像透过投影光学系统PL与液体LQ而曝光于基板P上。此处,之所以在第1阀13B的开放未达预定时间前不进行曝光,其原因在于,惟恐在甫开放阀时因阀的动作所生的气泡残存于液浸区域AR2内。在进行基板P的曝光时,与液体供应机构10的液体LQ的供应并行,控制装置CONT亦由第1液体回收机构20来进行液体LQ的回收,一边使支持基板P的基板载台PST朝X轴方向(扫描方向)移动,一边将光罩M的图案像透过投影光学系统PL与基板P间的液体LQ、及投影光学系统PL,投影曝光在基板P上。

[0141] 本实施形态的曝光装置EX,使光罩M与基板P边朝X轴方向(扫描方向)移动边使光罩M的图案像投影曝光至基板P者,在扫描曝光时,将光罩M的一部份的图案像透过液浸区域AR2的液体LQ及投影光学系统PL投影在投影区域AR1内,光罩M以速度V朝-X方向(或+X方向)同步移动,基板P则以 $\beta \times V$ ( $\beta$ 为投影倍率)的速度相对于投影区域AR1朝+X方向(或-X方向)移动。在基板P上所设定的多个照射区域S1-S24中,于结束对1个照射区域的曝光后,基板P以步进方式移动至下一个照射区域的扫描开始位置,之后再以步进扫描方式边移动基板P边依序对各照射区域S1-S24进行扫描曝光处理。又,在对设定于基板P的周边区域的照射区域(例如照射区域S1、S4、S21、S24等)进行液浸曝光时,较投影区域AR1为大的液浸区域AR2的液体LQ与基板载台PST的上面51接触。

[0142] 在液浸曝光中,由液体供应机构10朝基板P上供应液体LQ时的液体LQ的性质或成分(水质),由测量装置60来持续测量(监测)。将测量装置60的测量结果输出至控制装置CONT,控制装置CONT将测量装置60的测量结果(监测资讯)记忆在记忆装置MRY(步骤SA3)。

[0143] 控制装置CONT将测量装置60的测量结果与经过时间建立对应关系,记忆于记忆装置MRY。控制装置CONT可根据例如计时器13T的输出,将第1阀13B开启供应管13的流路的时点,作为测量经过时间的开始点(基准),将测量装置60的测量结果与经过时间建立对应关系而记忆在记忆装置MRY。在以下的说明中,将测量装置60的测量结果与经过时间建立对应关系后而予以记忆的资讯,称为“第1登录资讯”。

[0144] 又,控制装置CONT将测量装置60的测量结果与有待曝光的照射区域S1-S24建立对

应关系,记忆于记忆装置MRY。控制装置CONT,可根据例如进行基板载台PST的位置测量的激光干涉计44的输出,求得由激光干涉计44所规定的座标系的照射区域S1-S24的位置资讯,已求得位置资讯的照射区域被施以曝光时的测量装置60的测量结果,与照射区域建立对应关系,记忆于记忆装置MRY。再者,在由测量装置60来测量液体LQ的时点,以及上述的被测量液体LQ供应至基板P上(照射区域上)的时点,随着测量装置60的取样点(分歧管)与供应口12的距离,而有时间方面的迟滞,因此,只要考虑上述距离来对记忆于记忆装置MRY的资讯施以补偿即可。在以下的说明中,将测量装置60的测量结果与照射区域建立对应关系后而记忆的资讯,称为“第2登录资讯”。

[0145] 控制装置CONT对测量装置60的测量结果60判断是否异常(步骤SA4)。又,控制装置CONT根据上述判断结果来控制曝光动作。

[0146] 此处的测量装置60的测量结果异常,其所指的状况,是测量装置60所测量的各项目(比电阻值、TOC、异物、溶存气体浓度、二氧化硅浓度、生菌等)的测量值超过容许范围外,透过液体LQ所进行的曝光处理及测量处理无法在所要求状态下进行。例如,当液体LQ的比电阻值较容许值(举一例而言:25°C中的 $18.2\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$ )为小的状况(异常的状况),在液体LQ中可能含有较多的钠离子等金属离子。一旦以含过多种金属离子的液体LQ在基板P上形成液浸区域AR2,液体LQ的金属离子可能会渗透基板P上的感光材料,附着在业已形成在感光材料下方的元件图案(配线图案),以致引发元件的动作不良等不良状况。又,若个别针对液体LQ中的离子来观之,金属离子较容许值(一例而言为3ppt,更佳为1ppt)为多的状况时、含硼较容许值(一例而言为3ppt,更佳为1ppt)为多的状况时、含二氧化硅较容许值(一例而言为1ppt,更佳为0.75ppt)为多的状况时、含阴离子较容许值(一例而言为400ppt)为多的状况时,可能发生与上述相同的污染,致引发元件的动作不良等不良状况。又,在液体LQ中的全有机碳的值较容许值(举一例而言,如5.0ppb,更佳为1.0ppb)为大的状况时(异常的状况),可能降低液体LQ的光透过率。此状况,将劣化透过液体LQ的曝光精度、或由光测量部透过液体LQ的测量精度。具体而言,一旦液体LQ的光透过率下降而造成基板P上的曝光量变动,在基板P上所形成的曝光线宽会有不均一性。又,由于光透过率的下降,液体LQ会因光透过率的下降程度而多吸引光的能量,而使液体温度上升。由于温度上升,会造成投影光学系统PL的焦点位置的不均一性。如此,液体LQ的光透过率的下降会招致曝光精度的恶化。在此处,须考虑上述事项,对液体LQ要求有预定的光透过率,而限定相对应的全有机碳(TOC)的值。举一例而言,在液体LQ所要求的光透过率,为液体LQ的厚度每1mm达99%以上,与其相对应的,液体LQ的TOC要在1.0ppb以下。又,当液体LQ中包含微粒子或气泡的异物量较容许值(举一例而言,大小在 $0.1\mu\text{m}$ 以上者,在1ml中为0.1个,更佳为0.02个)为多时(异常的状况时),透过液体LQ而转印在基板P上的图案发生缺陷的可能性提高。又,当液体LQ中含溶存氧及溶存氮的溶存气体(溶存气体浓度)的值,较容许值(举一例而言,在溶存氧的状况为3ppb,更佳为1ppb。在溶存氮的状况为3ppm)为大时(异常的状况时),例如,透过供应口12朝基板P上供应的液体LQ有朝着大气开放时,较可能因液体LQ中的溶存气体而在液体LQ中产生气泡。一旦在液体LQ中产生气泡,与上述相同的,转印在基板P上的图案发生缺陷的可能性升高。又,当生菌的量较容许值(举一例而言,如1.0cfu/L,更佳为0.1cfu/L)为大时(异常的状况时),液体LQ受到污染而劣化光透过率。再者,当生菌的量过多时,会污染与液体LQ接触的构件(嘴构件70、光学元件2、基板载台PST、供应管13、回收管23、33等。)又,当由光阻所溶出的

PAG (Photo Acid Generator:光酸产生剂) 较容许值(举一例而言,如 $7.4 \times 10^{-13} \text{mol/cm}^2$ ) 为多时、胺类较容许值(举一例而言,如 $3.1 \times 10^{-13} \text{mol/cm}^2$ ) 为多时,在投影光学系统PL的光学元件2会因附着水痕等而有浊度。

[0147] 在液浸曝光中(液体LQ的供应中),当判断测量装置60的测量结果并无异常时,控制装置CONT乃继续液浸曝光动作(步骤SA5)。另一方面,在液浸曝光中(液体LQ的供应中),当判断测量装置60的测量结果有异常时,控制装置CONT乃停止曝光动作(步骤SA6)。此时,控制装置CONT可驱动第1阀13B以关闭供应管13的流路,停止液体LQ的供应。又,在停止曝光动作之后,亦可使用嘴构件70、第1液体回收机构20来回收基板P上的残留液体LQ。此状况时,亦可使回收的液体LQ不回到液体供应部11而径予废弃,而将新的液体LQ注入液体供应部11,以置换液体LQ整体。再者,在回收基板P上的残留液体LQ后,可将基板P由基板载台PST搬出(卸载)。藉此,可避免因为透过异常的液体LQ来持续进行曝光处理而形成过多不良照射(不良基板)等非理想状况。

[0148] 又,控制装置CONT将测量装置60的测量结果(监测资讯)由告知装置INF来进行告知(步骤SA7)。例如,可将液体LQ中所含有的TOC或是溶存气体浓度随时间经过的变动量的相关资讯、或是对多个照射区域S1-S24中某个照射区域(例如照射区域S15)施以曝光时,含于其液体LQ中的TOC或溶存气体浓度的相关资讯,由构成中有包含显示装置的告知装置INF来显示之。又,在判断测量装置60的测量结果有异常状况时,控制装置CONT可由告知装置INF发出警报(警告)等,以藉由告知装置INF来告知,测量结果发生异常的讯息。又,当测量装置60沿供应管13而在多个位置设有同一种类的测量器时,控制装置CONT可根据等测量器的测量结果,从而指定在那一区间有发生异常状况。又,可利用告知装置INF来告知,在某一区间有发生异常的讯息,而能促使对区间进行调查,以谋求不良状况的尽早解决。

[0149] 又,如上述,液体供应部11分别具有液体改质构件及液体改质装置,具有多个调整装置(纯水制造器161、超纯水制造器、脱气装置173、过滤器174等)来调整液体LQ的水质(性质或成分)。控制装置CONT可根据测量装置60的测量结果,从多个调整装置中指定至少一个调整装置,由告知装置INF来告知已指定的调整装置的相关资讯。例如,根据测量装置60中的DO计或DN计的测量结果,而判断溶存气体浓度有异常时,控制装置CONT藉由告知装置INF来显示(告知),在多个调整装置中须尽速维护(检查、交换)例如脱气装置173的脱气过滤器或脱气泵。又,当根据测量装置60中的比电阻计的测量结果而判断液体LQ的比电阻值有异常时,控制装置CONT乃利用告知装置INF来显示(告知),在多个调整装置中须尽速维护(检查、交换)例如纯水制造装置的离子交换膜。又,当根据测量装置60中的TOC计的测量结果而判断液体LQ的全有机碳有异常时,控制装置CONT乃利用告知装置INF来显示(告知),在多个调整装置中须尽速维护(检查、交换)例如纯水制造装置16的UV灯。又,当根据测量装置60中的微粒子测量器的测量结果而判断液体LQ中的异物(微粒子、气泡)的量有异常时,控制装置CONT乃利用告知装置INF来显示(告知),在多个调整装置中须尽速维护(检查、交换)例如过滤器174或纯水制造装置16的微粒子过滤器。又,当根据测量装置60中的生菌分析器的分析结果而判断液体LQ中的生菌量有异常时,控制装置CONT乃利用告知装置INF来显示(告知),在多个调整装置中须尽速维护(检查、交换)例如纯水制造装置16的UV灯。又,当根据测量装置60中的二氧化硅计的测量结果而判断液体LQ中的二氧化硅浓度有异常时,控制装置CONT乃利用告知装置INF来显示(告知),在多个调整装置中须尽速维护(检查、交换)例如纯

水制造装置16的二氧化硅去除滤网。又,控制装置CONT亦可根据液体LQ的水质(性质或成分)的状态来控制阀18B,停止液体LQ的循环。此时,控制装置CONT亦可将已受污染的液体LQ全数回收及废弃,而将新的液体LQ注入液体供应部11,以将系统内的液体LQ换新。

[0150] 又,控制装置CONT就算在判断液体LQ有异常状况,亦可持续曝光动作。又,例如在对照射区域S15曝光时,测量装置60的微粒子测量器的测量结果判定为异常,控制装置CONT将与照射区域S15建立对应关系的微粒子测量器的测量结果、即显示异常的讯息,作为第2登录资讯,记忆在记忆装置MRY。接着,在对所有的照射区域S1-S24进行曝光之后,根据记忆在记忆装置MRY的第2登录资讯,使控制装置CONT采取措施,例如,将有可能因液体LQ的异常(存有异物)而发生图案转印不良的照射区域S15予以去除,或是在其后的重迭曝光时不予曝光等。又,经检查照射区域S15,所形成的图案并无异常时,并不去除照射区域S15而是使用照射区域S15而继续形成元件。或者,控制装置CONT亦可利用告知装置INF来告知,与照射区域S15建立对应关系的微粒子测量器的测量结果有异常的讯息。如上述,控制装置CONT除了能将测量装置60的测量结果即时地由告知装置INF来显示以作为监测资讯之用,亦可由告知装置INF来显示登录资讯。

[0151] 又,控制装置CONT亦可根据测量装置60的测量结果来控制曝光动作。例如,如上述,在基板P的曝光前,使用光测量部600来测量曝光用光EL的照射量(照度)(步骤SA1),根据其测量结果将曝光用光EL的照射量(照度)作最佳设定(补偿)后,开始曝光动作,但是,例如在基板P的曝光中,有可能因液体LQ中的TOC变动,而使液体LQ的光透过率改变。一旦液体LQ的光透过率改变,在基板P上的曝光量(积算曝光量)产生变动,其结果,形成于照射区域的元件图案的曝光线宽有可能发生不均一性的状况。此处,可预为取得液体LQ中的TOC与此时的液体LQ的光透过率的关系,记忆在记忆装置MRY,由控制装置CONT根据上述记忆资讯及测量装置60(TOC计61)的测量结果来控制曝光量,以防止上述不良状况。亦即,控制装置CONT可根据上述记忆资讯来导出随液体LQ的TOC变动的光透过率,施以控制,以使到达基板P的曝光量成为一定。按照TOC计61所测得的TOC的变化,来控制基板P上的曝光量,可使基板内(照射区域间)、或基板间的曝光量成为一定,能防止曝光线宽的不均一性。

[0152] 再者,TOC与液体LQ的光透过率的关系,可藉由以光测量部600透过液体LQ进行的测量处理来取得。本实施形态中,使用激光来作为曝光用光EL的光源,故可使用控制每1脉冲的能量(光量)、或控制脉冲数等方法,来控制基板P上的曝光量。或者,亦可借着控制基板P的扫描速度,来控制基板P上的曝光量。再者,使用光测量部600的测量动作(步骤SA1),其进行时间,在曝光程序中每隔预定的时间间隔、或每隔预定的处理基板片数,上述的曝光量的补偿控制,在上述曝光程序中的测量动作之间进行,对每次的测量动作实施重新设定。

[0153] 如以上所揭示者,借着设置测量装置60用以测量液体LQ的性质及成分至少一方,可根据其测量结果,判断用以形成液浸区域AR2的液体LQ是否在所要状态(异常与否)。又,当测量装置60的测量结果有异常时,可迅速采取适当处置以使液体LQ成为所要状态,或控制曝光动作来防止曝光精度的劣化。又,可根据测量装置60的测量结果来使液体LQ成为所要状态,藉此,使用测量构件及光测量部透过液体LQ进行的测量处理,其精度得以维持。

[0154] 例如,根据比电阻计64的测量结果而判断液体LQ的比电阻值有异常时,可迅速施以适当处置(离子交换膜的维护等)以使比电阻值成为所要值,以防止发生元件的动作不良等异状。同样的,根据TOC计的测量结果而判断液体LQ的全有机碳的值有异常时,可迅速施

以适当处置(UV灯的维护等)以使全有机碳的值成为所要值,以维持良好的曝光精度及测量精度。又,根据微粒子测量器62的测量结果而判断液体LQ中的异物量有异常时,可迅速施以适当处置(微粒子过滤器的维护等)以使异物的量成为所要值,可防止在转印图案发生缺陷等不良状况。又,根据DO计63(或DN计)的测量结果而判断液体LQ中的溶存氧(溶存氮)的值有异常时,可迅速施以适当处置(脱气泵的维护等)以使溶存氧(溶存氮)的值成为所要值,而可防止气泡的发生,避免在转印图案发生缺陷等不良状况。同样的,能根据生菌分析器的分析结果,迅速采取适当处置以使生菌的量成为所要值;或是根据二氧化硅计的测量结果,迅速采取适当处置以使二氧化硅浓度的值成为所要值,以维持液体(纯水)的水质,而使透过液体LQ的曝光精度及测量精度得以维持。

[0155] 此外,在基板P的液浸曝光中,第1液体回收机构20有可能未能彻底回收液体LQ,而使液体LQ流出至第1回收口22的外侧。又,在第1液体回收机构20发生某种异常而不能有液体回收动作之时、或是液体供应机构10因某方面异常而有误动作,致供应出大量的液体LQ,也有可能仅凭第1液体回收机构20不能彻底回收液体LQ。在此状况,第2液体回收机构30透过第2回收口32,将第1液体回收机构20回收不彻底而流向第1回收口22外侧的液体LQ予以回收。如图6A的示意图所示般,在第1液体回收机构20彻底回收液体LQ时,由第2嘴构件80的第2回收口32并未回收液体LQ,而仅回收气体(空气)。另一方面,如图6B的示意图所示般,第1液体回收机构20对液体LQ回收不彻底而有液体LQ流向第1回收口22外侧时,由第2嘴构件80的第2回收口32,将液体LQ连同其周围的气体一起(仿如咬入的动作般)回收。借着第2液体回收机构30的设置,可防止液体LQ从基板P上(基板载台PST上)流出。因此,可防止因流出液体LQ而导致机械零件(构件)等有锈蚀或导致驱动系统(周边机器)漏电的现象、或避免因流出液体LQ的气化导致基板P的置放环境发生变化(湿度变动等)等,而能防止曝光精度及测量精度的劣化。又,可持续驱动第2液体回收机构30而持续进行回收动作(吸引动作),以确实回收液体LQ。

[0156] 本实施形态的第1液体回收机构20的构成,仅用来回收液体LQ,故在回收液体LQ时不会产生大的振动。另一方面,第2液体回收机构30的构成,将液体LQ连同其周围的气体一起回收,在从第2液体回收机构30的第2回收口来回收液体LQ时,有一起回收液体LQ周围的气体(仿如咬入的动作般)的状况时,可能因回收的液体LQ成为液滴状而碰触于回收流路或回收管的内壁,而在第2嘴构件80发生振动。一旦在第2嘴构件80发生振动,振动可能会透过主柱架1的下侧段部8而传达至第1嘴构件70,而使与第1嘴构件70接触的液体LQ的液浸区域AR2振动,进而使与液浸区域AR2接触的基板P或基板载台PST振动。

[0157] 又,尽管如以上所述,已利用防振装置47来分隔第2嘴构件80与投影光学系统PL的振动,但由第2嘴构件80发生的振动仍可能使投影光学系统PL振动,而使得透过投影光学系统PL及液体LQ的成像特性受到劣化。又,亦可能因为第2嘴构件80所发生的振动,使得液浸区域AR2的液体LQ振动,以致随振动而劣化成像特性。

[0158] 本实施形态,在液浸曝光中及透过液体LQ的测量动作中(步骤SA1),第2液体回收机构30是否已回收液体LQ,是由检测装置90来持续施以检测(监测)。将检测装置90的检测结果输至控制装置CONT,控制装置CONT将检测装置90的检测结果(监测资讯)记忆于记忆装置MRY(步骤SA8)。

[0159] 控制装置CONT将检测装置90的检测结果与经过时间建立对应关系,记忆在记忆装

置MRY。控制装置CONT可根据例如计时器13T的输出,将第1阀13B开启供应管13的流路的时点,作为经过时间的测量开始点(基准),将检测装置90的检测结果与经过时间建立对应关系,记忆在记忆装置MRY。在以下的说明中,将检测装置90的检测结果与经过时间建立对应关系后所记忆的资讯,称为“第3登录资讯”。

[0160] 又,控制装置CONT将检测装置90的测量结果与有待曝光的照射区域S1-S24建立对应关系,记忆在记忆装置MRY。控制装置CONT可根据于,例如对基板载台PST进行位置测量的激光干涉计44的输出,求得由激光干涉计44所规定的座标系内的照射区域S1-S24的位置资讯,将已求得位置资讯的照射区域被施以曝光时的检测装置90的检测结果,与照射区域建立对应关系而记忆于记忆装置MRY。再者,基板P上(照射区域上)的液体LQ透过第2回收口32而被回收的时点,与已回收液体LQ流经回收管23而由检测装置90检测的时点,随着检测装置90的检测区域(相当于透过窗93、94的位置)与第2回收口32的距离,而有时间的迟滞,因此,只要考虑上述距离而对记忆于记忆装置MRY的资讯予以补偿即可。在以下的说明中,将检测装置90的检测结果与照射区域建立对应关系后而记忆的资讯,称为“第4登录资讯”。

[0161] 又,检测装置90可检测出第2液体回收机构30的每单位时间的液体回收量。控制装置CONT将检测装置90所检测出的上述每单位时间液体回收量的相关资讯,记忆在记忆装置MRY。又,上述每单位时间液体回收量的相关资讯,亦可与经过时间建立对应关系而作为上述第3登录资讯而记忆,亦可与照射区域建立对应关系而作为上述第4登录资讯而记忆。

[0162] 借着设置检测装置90,以检测第2液体回收机构30是否已回收液体LQ,而能根据其测量结果来判断,在进行液浸曝光时的状态是否在所要状态。亦即,控制装置CONT可根据检测装置90的检测结果来判断,在使基板P(照射区域)曝光时,是否有随第2液体回收机构30的液体回收动作而发生振动。在发生振动的状态下将光罩M的图案像曝光,其照射区域的图案转印精度颇有可能劣化。在此处,控制装置CONT可根据检测装置90的检测结果来施以适当处置,以避免制造出不良的照射(不良基板),或维持良好的曝光精度及测量精度。

[0163] 控制装置CONT根据检测装置90的检测结果来判断,第2液体回收机构30是否有回收液体LQ(步骤SA9)。又,控制装置CONT根据上述判断结果来控制曝光动作。具体而言,在液浸曝光中(液体LQ的供应中),当判断第2液体回收机构30并未回收液体LQ时,控制装置CONT乃持续液浸曝光动作(步骤SA5)。另一方面,在液浸曝光中(液体LQ的供应中),当判断第2液体回收机构30有回收液体LQ时,控制装置CONT乃停止曝光动作(步骤SA6)。又,在停止曝光动作后,亦可由基板载台PST搬出(卸载)基板P。藉此作法,并不会在随第2液体回收机构30的液体回收动作而发生振动的状态下,仍持续曝光处理的进行,而能避免形成大量不良照射(不良基板)等非所要状态。

[0164] 或者,控制装置CONT在根据检测装置90的检测结果判断第2液体回收机构30有回收液体LQ时,亦可停止来自液体供应机构10的液体供应。当第2液体回收机构30回收液体LQ时,液体LQ流出的可能性高,因此,在状况时,借着停止来自液体供应机构10的液体供应,可防止液体LQ的流出。或者,当判断第2液体回收机构30有回收液体LQ时,控制装置CONT亦可对用来驱动基板载台PST的致动器(线性马达)之类的电气机器停止电力供应。在第2液体回收机构30有回收液体LQ时,液体LQ流出的可能性高,因此,在该状况中,若停止对电气机器的电力供应,就算流出的液体LQ触及电气机器,仍可防止漏电的发生。

[0165] 又,控制装置CONT利用告知装置INF来告知,检测装置90的检测结果(监测资讯)

(步骤SA7)。例如,可将第2液体回收机构30有回收液体LQ的讯息,由构成中包含警报装置的告知装置INF来发出警报(警告)。或者,将第2液体回收机构30的每单位时间液体回收量的相关资讯、或是对多个照射区域S1-S24中的某个区域(例如照射区域S15)施以曝光时第2液体回收机构30是否已回收液体LQ的相关资讯,由构成中包含显示装置的告知装置INF来显示的。

[0166] 又,因检测装置90亦可检测出第2液体回收机构30的每单位时间的液体回收量,故告知装置INF亦可显示液体回收量。

[0167] 又,控制装置CONT就算判断出第2液体回收机构30有回收液体LQ,仍可持续曝光动作。又,例如在对照射区域S15进行曝光时,经判断,第2液体回收机构30有回收液体LQ,控制装置CONT可将第2液体回收机构30有回收液体LQ的讯息与照射区域S15建立对应关系,作为第4登录资讯,记忆在记忆装置MRY。接着,对所有的照射区域S1-S24俱予曝光后,控制装置CONT根据由记忆装置MRY所记忆的第4登录资讯而施以处置,例如,将有可能因第2液体回收机构30的液体回收(振动的发生)而有图案转印不良状况的照射区域S15予以去除、或者在其后的重迭曝光时不予曝光等。又,检查照射区域S15,所形成的图案并无异常的状况时,并不去除照射区域S15,而使用照射区域S15以继续形成元件。或者,控制装置CONT亦可利用告知装置INF来告知,有与照射区域S15建立对应关系,在对照射区域S15曝光时,第2液体回收机构30有回收液体LQ的讯息。如所揭示者,控制装置CONT除了可由告知装置INF来即时地显示检测装置90的检测结果以作为监测资讯,亦可由告知装置INF来显示登录资讯。

[0168] 又,在第2液体回收机构30有回收液体LQ仍持续曝光动作的状况中,在对设定于基板P上的多个照射区域S1-S24中的第1照射区域(例如照射区域S15)的曝光中,当已经由检测装置90检测出第2液体回收机构30有液体回收之时,应等候至检测装置90未检测出液体LQ为止,方对接续于第1照射区域(S15)的第2照射区域(S16)施以曝光。相对于以曝光用光EL朝1个照射区域的照射时间(例如数百毫秒),由第2液体回收机构30来回收液体LQ的时间(亦即发生振动的的时间)较长之时(例如数秒),若对多个照射区域连续的曝光,乃是在发生振动的状态下使上述多个照射区域接受曝光。此处乃设置有第1个照射区域曝光后的等候时间,等候至检测装置90不再测得第2液体回收机构30有回收液体(等候至振动平息后),方对照射区域再度开始曝光动作,藉此而可防止不良照射的发生。再者,亦可预在第2嘴构件80设置加速度感测器(振动感测器),在对第1照射区域曝光后,等候至振动感测器的检测值降到容许值以下后,方对第2照射区域进行曝光。

[0169] 在结束基板P的液浸曝光后,控制装置CONT乃停止由液体供应机构10透过供应口12来供应液体LQ的动作。接着,透过第1液体回收机构20的第1回收口22、及第2液体回收机构30的第2回收口32,来回收基板P上或基板载台PST上的残留液体LQ。又,在结束基板P上的液体LQ的回收动作后,将已结束曝光处理的基板P由基板载台PST卸载(步骤SA10)。

[0170] 在结束液浸曝光后,控制装置CONT在使用第1阀13B以关闭供应管13的流路的状态下,驱动第3阀9B以开启连接管9的流路。藉此作法,由包含调温装置17的液体供应部11所流入供应管13的液体LQ,透过连接管9而流向回收管23,在无须供应液体时,由液体供应部11送出的液体LQ并未供应到基板P上,而是透过回收管23而由液体回收部21所回收。

[0171] 又,在将业已曝光处理完毕的基板P由基板载台PST卸载后,将有待曝光处理的新的基板P,载置于基板载台PST。又,重复上述的曝光程序。在记忆装置MRY,累积及保存有上

述的第1-第4登录资讯。

[0172] 如以上所述,在记忆装置MRY,记忆着与液体LQ的性质或成分(水质)相关的第1、第2登录资讯,以及与第2液体回收机构30的液体回收动作(回收状况)相关的第3、第4登录资讯。使用等登录资讯,可用于曝光不良(错误)的解析或曝光装置EX的管理(步骤SA11)。

[0173] 例如,可根据第1、第2登录资讯,以最佳的时点,对于构成液体供应部11的各调整装置(液体改质构件及液体改质装置)进行维护(检查、交换)。又,可根据第1、第2登录资讯,设定各调整装置的检查、交换的最佳频度。例如,由第1登录资讯得知,微粒子测量器的测量值(异物的量)会随时间经过而恶化时,可根据测量值随时间经过的变化程度,来预测及设定微粒子过滤器的最佳交换时期(交换频度)。又,可利用第1登录资讯,将所使用的微粒子过滤器的性能设定为最佳化。例如,当微粒子测量器的测量值随时间经过而急速恶化时,若是使用高性能的微粒子测量器而无大变动的状况时,可使用较低性能(廉价)的微粒子过滤器以谋求降低成本。

[0174] 如所揭示者,根据第1、第2登录资讯来管理曝光装置EX,可以防止因过度(非必要的)的维护进行而降低曝光装置的运转率,反之,可防止因疏于维护而无法供应所要状态的液体LQ等不良情形。

[0175] 又,第1登录资讯与经过时间建立对应关系的水质资讯,故可指定究竟在那一时点开始有水质恶化现象。因此,能将曝光不良的发生原因与经过时间建立对应关系来加以解析。

[0176] 又,使用第1、第2登录资讯,可对曝光不良(图案缺陷)等不良状况(错误)的原因进行解析。具体而言,在使基板P曝光后,在其后的步骤(检查步骤)对基板P检查时,借着将检查结果与第1、第2登录资讯作对照、解析,可解析不良状况的原因及进行指定。例如,在特定的批号或特定照射区域发生多次曝光不良(图案缺陷)的状况时,经参照第2登录资讯,当对批号(或照射区域)进行曝光时的微粒子测量器的测量值有显示异常时,可解析得知,图案缺陷的原因异物(微粒子、气泡)所致。如上述,根据第1、第2登录资讯,藉以解析图案缺陷与异物的彼此关系,可指定不良状况(图案缺陷)的原因。又,可根据项解析结果,施以适当的处置,例如交换微粒子过滤器或脱气过滤器等,以避免发生图案缺陷。同样的,可参照登录资讯,解析元件动作不良与比电阻值的彼此关系、由光测量部进行的液体LQ的光透过率测量值和TOC的彼此关系等,藉以指定各种不良状况的原因。

[0177] 又,控制装置CONT根据第1、第2登录资讯以控制曝光动作及测量动作。例如,根据第1登录资讯,判断TOC的值随时间经过而渐渐恶化时,曝光装置EX根据作为第1登录资讯而记忆、随时间经过的TOC值(变化量),按照时间经过来控制曝光量,使得基板P间的曝光量一定,则可降低曝光线宽的不均一性。在控制曝光量时,与上述相同,可采用的方法例如有,控制每1脉冲的能量(光量)、控制脉冲数、控制基板P的扫描速度等方法。

[0178] 又,使用第3、第4登录资讯,亦可用来解析曝光不良(线宽不均一)等不良状况(错误)的原因。一旦因第2液体回收机构30的液体回收而伴随有振动发生,易造成图案的曝光线宽的不均一性(包含基板内线宽的不均一性及照射区域内线宽的不均一性)。此处,具体而言,在使基板P曝光后,在其后步骤的检查步骤对基板P检查时,可将检查结果与第3、第4登录资讯作对照、解析,来解析不良状况的原因及进行指定。例如,在特定批号或特定照射区域发生过多曝光不良(线宽不均一)的状况时,经参照第4登录资讯,在对该批号(或照射

区域)曝光时第2液体回收机构30有回收液体LQ,即可对该状况解析得知,图案缺陷的原因,是因第2液体回收机构30的液体回收所伴随发生的振动所致。如所揭示者,借着解析作为第3、第4登录资讯而记忆的检测装置90的检测结果(第2液体回收机构30的液体回收状况)与线宽变化的彼此关系,可得知,第2液体回收机构30的液体回收动作对曝光精度的影响,可指定不良状况(线宽不均一)的原因。

[0179] 又,一旦因第2液体回收机构30的液体回收而伴随振动的发生,将会劣化光罩M(光罩载台MST)与基板P(基板载台PST)的同步移动精度、或使透过投影光学系统PL的液体LQ的像面与基板P表面的对位精度(聚焦精度)遭劣化。因此,可将第2液体回收机构30的液体回收动作(回收状况)的相关资讯作为第3、第4登录资讯,予以预为记忆,借着解析检测装置90的检测结果(第2液体回收机构30的液体回收状况)与同步移动精度及聚焦精度的彼此关系,可以了解,第2液体回收机构30的液体回收动作对曝光精度的影响,可指定不良状况(同步移动精度及焦点精度的劣化)的原因。

[0180] 又,可根据其解析结果来采取适当处置,例如变更液体供应机构10的每单位时间的液体供应量、变更第1液体回收机构20的每单位时间的液体回收量、或变更基板P的移动速度(扫描速度)等,以避免发生线宽不均一等现象,具体而言乃是避免有以第2液体回收机构30来回收液体LQ。

[0181] 又,第3登录资讯与经过时间建立对应关系的第2液体回收机构30的液体回收动作相关资讯,因此,可指定究竟在那一时点有藉由第2液体回收机构30来回收液体LQ。因此,可使曝光不良的发生原因与经过时间建立对应关系而加以解析。

[0182] 又,如以上所述般,根据第2登录资讯及第4登录资讯,在对特定照射区域曝光中有液体LQ的异常、或判断第2液体回收机构30有进行液体回收的状况时,控制装置CONT可施以适当处置,例如,将特定照射区域予以去除、或在其后的重迭曝光时不予曝光等。或者,控制装置CONT亦可对用来进行检查程序的检查装置发出指令,促其对特定照射区域的检查进行的较一般状态时更为详细。

[0183] 又,如上述,借着解析第2液体回收机构30的液体回收状况与线宽变化的相互关系、或是与同步移动精度、对焦精度的相互关系,可得知第2液体回收机构30的液体回收动作对曝光精度(图案转印精度)的影响。因而,可预先取得,第2液体回收机构30有回收液体LQ时的基板P上的图案转印精度。再者,按照第2液体回收机构30的每单位时间的液体回收量,使得图案转印精度的劣化程度有变动,因此,可依照液体回收量来预先取得图案转印精度。又,将第2液体回收机构30有回收液体LQ时的图案转印精度的相关资讯,预为记忆在记忆装置MRY内,藉此,控制装置CONT可根据检测装置90的检测结果、与记忆在记忆装置MRY的上述记忆资讯,来进行预测,当第2液体回收机构30有回收液体LQ时,于转印有光罩M的图案的基板P上,其照射区域的图案转印精度。又,控制装置CONT可利用告知装置INF来告知预测的结果。藉此,在基板P的曝光后,若有上述的预测图案转印精度落在容许值以上、而被预测为不良照射的状况时,可以不经过检查程序,而对不良照射区域施以去除等处置。

[0184] 再者,于上述实施形态中,例如欲测量液体LQ中的生菌成分时,可在预定的时点对所供应的液体LQ施以取样,使用与曝光装置EX有别的另行设置的测量装置(分析装置)来测量(分析)液体LQ。又,在测量微粒子或气泡、溶存氧等的时,亦同样可不采用线内的方式,而是在预定的时点对液体LQ取样,交由与曝光装置EX不同的另行设置的测量装置来测量。或

者,亦可如同图2的实施形态中所示般,对例如分歧管61K-63K预设有阀件,借着对阀的操作,使得流经供应管13的液体LQ在预定的时点流入测量装置60,俾以间歇性方式来测量液体LQ。另一方面,可将流经供应管13的液体LQ持续供应至测量装置60以连续测量,以谋求测量装置60的测量的稳定化。

[0185] 再者,在上述实施形态中的构成,分歧管61K、62K、63K、64K,与位在液体供应部11及第1嘴构件70间的供应管13相连接,测量装置60对分支自供应管13的液体LQ施以测量,然而,在该状况时,分歧管宜尽可能的靠近嘴构件70附近(供应口12的附近)为佳。

[0186] 再者,于上述实施形态中的分歧管61K、62K、63K、64K,具有取样点(sampling port)的功能,用以对流经供应管13的液体LQ取样,由测量装置60所测量的液体LQ,其取样点是调温装置17与第1嘴构件70间的供应管13途中所分支出来的分支流路,然而,亦可在第1嘴构件70的供应口12(例)附近安装取样点,由测量装置60对流经供应口12附近的液体LQ施以测量。或者,取样点的设置,亦可在纯水制造装置16与调温装置17之间、设在调温装置17的下游侧正后方亦可。或者,亦可将取样点设置在连接管9,由测量装置60对流经连接管9的液体LQ施以测量。

[0187] 再者,亦可如图7所示般,由测量装置60'对第1液体回收机构20所回收的液体LQ施以测量。在图7中,测量装置60'的测量器65,其连接于,自第1液体回收机构20的回收管23的途中所分支出来的分歧管65K。亦即,在图7的例中,测量装置60'的取样点设置在回收管23。测量器65乃是对与基板P接触的液体LQ施以测量。在与基板P接触的液体LQ中,有可能含有来自设置在基板P上的光阻或被称为上覆层的保护膜的保护膜的析出物。测量器65可对于含有等析出物的液体LQ测量其性质及成分。又,控制装置CONT可将测量器65的测量结果,作为与经过时间或照射区域建立对应关系的登录资讯,记忆在记忆装置MRY。

[0188] 例如,控制装置CONT可根据上述登录资讯,取得随时间经过的析出物的变动量。又,当上述变动量随时间经过而有明显增大时,可判断光阻对液体LQ具有可溶性。又,控制装置CONT可根据测量装置60的测量结果(或登录资讯),取得所回收的液体LQ的酸性值。酸性值高的液体LQ,在回收管23等与液体LQ接触的构件会造成腐蚀(锈蚀)。此处,控制装置CONT可将所回收的液体LQ的性质或成分的测量结果(登录资讯),由例如告知装置INF来告知,以迅速对所使用的光阻的种类采取再检讨(变更)等处置。

[0189] 又,测量器65透过设置在第1回收口22的多孔体22P来测量液体LQ,因此,亦可测量附着于多孔体22P或回收管23的杂质(生菌等)。在多孔体22P附着有杂质的状态下而进行液浸曝光处理时,附着在多孔体22P的杂质可能混入形成于基板P上的液浸区域AR2中,而发生劣化曝光精度的不良状况。此处,控制装置CONT将所回收液体LQ的性质或成分的测量结果(登录资讯),由例如告知装置INF来告知,以速采取多孔体22P的交换或洗净等的处置。

[0190] 又,亦可如图7所示般,将测量装置60"设置在基板载台PST。在图7中的测量装置60"具备:埋在基板载台PST的测量器66、及设置在基板载台PST上面51的取样点(孔)67。在以测量器66测量液体LQ时,在投影光学系统PL的像面侧形成液体LQ的液浸区域AR2,使液浸区域AR2与基板载台PST作相对移动,以将液浸区域AR2配置在取样点67上,以使液体LQ流入取样点67。测量器66,对透过取样点67所取得的液体LQ予以测量。

[0191] 此外,控制装置CONT对于与形成液浸区域AR2的液体LQ有接触的各构件,能藉由液体供应机构10来供应功能液LK,以洗净等构件。例如,若是在液体LQ中含有过量的生菌等,

造成液体LQ受污染而未处于所要状态,则有可能会污染到与液体LQ有接触的各构件,具体而言例如:第1嘴构件70的液体接触面70A、第2嘴构件80的液体接触面80A、作为第1嘴构件70的内部流路的供应流路14和第1回收流路24、作为第2嘴构件80的内部流路的第2回收流路34、相连于第1嘴构件70的作为流路形成构件的供应管13和回收管23、相连于第2嘴构件80的回收管33、光学元件2的液体接触面2A、基板载台PST的上面51、基板载台PST上的测量构件300及光测量部400、500、600等。又,一旦上列构件受到污染,就算由液体供应部11供应清浄的液体LQ,液体LQ因与等构件接触而受污染,若以已遭受污染的液体LQ来形成液浸区域AR2,将会使透过液体LQ的曝光精度及测量精度遭劣化。

[0192] 此处,控制装置CONT可根据测量装置60的测量结果,例如当生菌的量较容许值为多时,由构成液体供应机构10的一部分的功能液供应装置(洗净装置)120,将具有杀菌作用的功能液LK供应至上述各构件,藉以洗净上述各构件。

[0193] 本实施形态中,为了要去除与液体接触的构件内的生菌,功能液供应装置120乃供应具杀菌作用的功能液LK。作为具有杀菌作用的功能液LK,例如为过氧化氢水或含臭氧的液体。

[0194] 在此边参照图8边说明使用功能液LK来维护的方法。控制装置CONT在洗净上述构件时,将设置在供应管19(其连接着功能液供应装置120与液体供应部11)的阀19B予以驱动,以开启供应管19的流路,且,藉阀18B以关闭回注管18的流路。藉此,由功能液供应装置120朝液体供应部11供应具有杀菌作用的功能液LK(步骤SB1)。由功能液供应装置120所供应的功能液LK,在流经包含纯水制造装置16及调温装置17的液体供应部11后,流动于供应管13,在流向第1嘴构件70的供应流路14后,由供应口12供应至投影光学系统PL的像面侧。功能液供应装置120将功能液LK供应至、构成液体供应机构10的液体LQ的流经流路(供应管13、供应流路14),藉此来洗净该等流路。然而,若在流路中存在着不可有功能液LK流经的构件,必须要预为取出。具体而言,装置在纯水制造器161的离子交换膜,若有过氧化氢水的通过则受破坏,故应预为去除。控制装置CONT在驱动阀19B之前,藉告知装置INF来告知,使去除离子交换膜。

[0195] 当功能液供应装置120将功能液LK供应至投影光学系统PL的像面侧时,在基板载台PST(基板保持具PH)上保持有虚设(dummy)基板。虚设基板与用来制造元件的基板P有相仿的大小及形状。本实施形态中的虚设基板对功能液LK有拨液性。再者,虚设基板对功能液LK不具拨液性亦可。由功能液供应装置120所送出的功能液LK,由供应口12来供应在虚设基板上,以在投影光学系统PL的像面侧形成液浸区域。又,当以功能液供应装置120来供应功能液LK时,与液浸曝光动作时相同,第1液体回收机构20及第2液体回收机构30进行液体回收动作(吸引动作)。因此,形成于投影光学系统PL的像面侧的液浸区域的功能液LK,透过第1回收口22被回收,在流经第1回收流路24及回收管23之后,回收至第1液体回收部21。又,控制装置CONT在例如增大功能液供应装置120的每单位时间的功能液供应量时,或是第1液体回收机构20的每单位时间的功能液回收量减少、而使功能液LK的液浸区域加大时,乃透过第2液体回收机构30的第2回收口32来回收液浸区域的功能液LK。藉此,透过第2回收口32而回收的功能液LK,在流经第2回收流路34及回收管33后,回收至第2液体回收部31。如所揭示者,以功能液LK来流经第1、第2液体回收机构20、30的流路,藉此来洗净该等流路。又,透过第1、第2回收口22、32而回收的功能液LK,亦可不回收至第1、第2液体回收部21、31,而是回

收至与第1、第2液体回收部21、31不同的回收部。又,所回收的功能液LK,可使再回到液体供应部11,亦可予以废弃。如所揭示者,将液体LQ置换成功能液LK(步骤SB2)。

[0196] 又,形成在投影光学系统PL的像面侧的液浸区域的功能液LK,亦接触于光学元件2的液体接触面2A、或嘴构件70、80的液体接触面70A、80A,故能洗净该等液体接触面70A、80A。又,在形成功能液LK的液浸区域的状态下,使基板载台PST相对于液浸区域往XY方向作2维移动,藉此,可洗净基板载台PST的上面51、或是洗净设置在基板载台PST上的测量构件300、光测量部400、500、600(步骤SB3)。

[0197] 如所揭示者,以液浸曝光动作时的相同顺序,进行功能液LK的液浸区域形成动作,能同时且高效率的洗净上述各构件。

[0198] 使用功能液LK来进行洗净处理时,其顺序,是在以功能液供应装置120来供应功能液LK后,以液浸曝光动作时的同样顺序使功能液LK的供应及回收动作持续达预定时间,以在投影光学系统PL的像面侧形成功能液LK的液浸区域。再者,亦可在将功能液LK加热后,方使流向液体供应机构10及第1、第2液体回收机构20、30的流路。又,在经过预定时间后,停止功能液LK的供应及回收动作。该状态,是在投影光学系统PL的像面侧保持有功能液LK,成为浸渍状态。又,在使浸渍状态维持预定时间后,控制装置CONT再次操作阀19B、18B而切换配管的经路,以由液体供应部11将液体LQ供应至供应管13(步骤SB4)。接着,利用液体供应机构10及第1、第2液体回收机构20、30来进行预定时间的液体LQ(例如纯水)的供应及回收动作,以在投影光学系统PL的像面侧形成液体LQ的液浸区域。藉此,可使液体LQ分别流于液体供应机构10、第1液体回收机构20、及第2液体回收机构30各自的流路,以利用液体LQ来冲掉残留在上述流路的功能液LK(步骤SB5)。又,藉由纯水的液浸区域,亦可洗净光学元件2的液体接触面2A,或第1、第2嘴构件70、80的液体接触面70A、80B。此时,在形成有液体LQ的液浸区域的状态下移动基板载台PST,可由液体LQ来冲掉与功能液LK有接触的基板载台PST的上面51、或测量构件300、光测量部400、500、600上的残留功能液LK。

[0199] 又,在结束洗净处理后,可使用测量装置60来测量液体LQ,以确认是否有良好的施以洗净处理,也就是确认液体LQ是否在所要状态。

[0200] 本实施形态中,为了要防止在液浸曝光中有液体LQ流出基板P外侧(上面51的外侧)、或是为了在液浸曝光后能平顺的回收液体LQ而避免液体LQ残留于上面51,乃使基板载台PST的上面51具有拨液性。上面51例如由四氟化乙烯(铁氟龙:注册商标)等具有拨液性的材料所形成。再者,亦可对上面51涂布以例如四氟化乙烯等氟系树脂材料、丙烯系树脂材料、硅系树脂材料等拨液性材料、或贴合由上述拨液性材料所形成的薄膜等,藉上揭的拨液化处理而使上面51具有拨液性。

[0201] 又,光学元件2以萤石或石英形成,光学元件2的液体接触面2A具有亲液性。又,第1嘴构件70的液体接触面70A(依情况或亦包含第2嘴构件80的液体接触面80A)亦具有亲液性。由于使等液体接触面具有亲液性,能使液体良好的保持在投影光学系统PL的像面侧以形成液浸区域。又,在对液体接触面2A、70A等施以亲液化处理使具有亲液性时,例如,可使附着(涂布)有 $\text{MgF}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 等亲液性材料。又,本实施形态中的液体LQ采用极性大的水,在亲液化处理(亲水化处理)时,例如,能以醇类等大极性的分子结构物质来形成薄膜,以赋予亲水性。又,功能液LK的构成,最好采用对等液体接触面不会造成影响的材料。

[0202] 又,功能液LK最好是由对基板载台PST的上面51或液体接触面2A、70A、80A不造成

影响的材料所构成。再者,若是基板载台PST的上面51等,由对于具杀菌作用的功能液LK不具备耐性的材料所形成,此状况,只要有覆于基板载台PST的上面51全域的虚设基板,使其载置在基板载台PST上,在状态下于投影光学系统PL的像面侧形成功能液LK的液浸区域即可。

[0203] 又,在上述实施形态中的说明例,根据测量装置60的测量结果,控制包含功能液供应装置120的液体供应机构10的动作,以进行洗净处理,然而,当然亦可不根据测量装置60的测量结果,而是由每隔预定时间(例如每1月、每1年)来进行洗净处理。又,使得与液体LQ有接触的上述构件(嘴构件70或光学元件2等)受到污染的污染源,并不仅限于已受到污染的液体LQ,例如,若有浮游在空中的杂质附着在上述构件,亦可能使上述构件受污染。在该类状况时,亦可不依照测量装置60的测量结果而是每隔预定时间来进行洗净处理,藉此,同样可防止构件的污染、或防止与该构件接触的液体LQ受污染。

[0204] 再者,上述实施形态中所使用的功能液LK,供应具有杀菌作用(杀菌功能)的洗净液,然而,所使用的功能液LK,亦可藉由含氢水的流动,来去除附着在包含供应管13或回收管23等构件上的异物。以具有异物去除功能的功能液(含氢气)的流动,在洗净处理时预为去除异物,则在液浸曝光时,可防止异物混入液浸区域AR2的不良状况。又,使用的功能液,可借着碳酸气水的流动,对于包含供应管13或回收管23等的构件,控制其导电度。借着具备导电度控制功能的功能液(碳酸气水)的流动,可防止自构件的静电发生,且,亦可对带电构件施以除电,因此,可防止静电(电气杂讯)的发生所伴随的曝光动作不良、或放电导致图案受静电破坏。

[0205] 再者,于上述实施形态中,使功能液LK流动的处理(洗净处理),与液浸曝光处理,乃是分别进行,然而,若是功能液LK可作为液浸曝光用的液体来使用,亦可由功能液LK来形成用于液浸曝光的液浸区域AR2。此状况中,洗净处理与液浸曝光处理一起进行。

[0206] 又,在上述实施形态中的构成,功能液供应装置120朝纯水制造装置16供应功能液LK,然而,亦可将功能液供应装置120连接于纯水制造装置16与调温装置17之间,设置有阀件,以避免功能液LK逆流至纯水制造装置16,以将功能液LK供应至较调温装置17更下游之例。如此,在供应功能液LK时,无须去除纯水制造装置16的离子交换膜。

[0207] 上述各实施形态中的构成,以纯水作为液体LQ。使用纯水的优点在于,在半导体制造工厂易大量取得,并且,对于基板P上的光阻或光学元件(透镜)等无不良影响。又,纯水不仅对环境无不良影响,其杂质的含量亦极低,对于基板P的表面,以及设在投影光学系统PL的前端面的光学元件表面,亦有洗净作用。又,由工厂供应的纯水的纯度过低时,此时可在曝光装置设置超纯水制造器。

[0208] 又,纯水(水)对于波长193nm的曝光用光EL的折射率 $n$ ,大致为1.44左右,若使用ArF准分子激光(波长193nm)作为曝光用光EL时,在基板P上,能短波长化为 $1/n$ 、即134nm左右而获得高解析度。再者,与空气中相较,其焦点深度为 $n$ 倍,亦即扩大为约1.44倍,因此,当其焦点深度与空气中使用的情形同程度即可时,可更增加投影光学系统PL的数值孔径,此点亦可提高解析度。

[0209] 再者,使用如上述般的液浸法时,投影光学系统的数值孔径NA会有在0.9-1.3的情形。当投影光学系统的数值孔径NA如此大的情形,习知作为曝光用光的随机偏光光源,会因偏光效应而使成像特性恶化,因此,较佳为使用偏光照明。在此情形,可进行对准光罩(标线

片)的等间隔直线(line and space)图案的线图案的长边方向的直线偏光照明,以使光罩(标线片)图案射出较多的S偏光成分(TE偏光成分),亦即,射出较多沿线图案的长边方向的偏光方向成分的绕射光。在投影光学系统PL与涂布于基板P表面的光阻间填满液体时,相较于在投影光学系统PL与涂布于基板P表面的光阻间填满空气(气体)时,由于有助于提高对比的S偏光成分(TE偏光成分)的绕射光在光阻表面具有高透过率,故即使投影光学系统的数值孔径NA超过1.0,亦可得到高成像性能。又,若是适当组合相移光罩或日本特开平6-188169号公报所揭示的沿着线图案的长边方向的斜入射照明法(特别是双极照明法)等将更具效果。特别是,组合有直线偏光照明光与双极照明法,对于线与空间的图案被局限在预定的一个方向时、或沿预定的一方向有密集的孔形图案(hole pattern)时,尤有效果。例如,使透过率6%的半色调型的相移光罩(半间距45nm的图案),与直线偏光照明法和双极照明法并用于照明时,在照明系统的瞳面中,由形成双极的二光束的外接圆所限定的照明 $\sigma$ 为0.95,使该瞳面中的各光束的半径为 $0.125\sigma$ ,使投影光学系统PL的数值孔径NA=1.2,则相较于使用随机偏光,焦点深度(DOF)可增加150nm左右。

[0210] 又例如,以ArF准分子激光作为曝光用光,使用缩小倍率1/4左右的投影光学系统PL,将微细的线与空间图案(例如25-50nm左右的线与空间)曝光于基板P上的情形,因光罩M的构造(例如图案的微细度或铬的厚度)的导波(Wave guide)效应使光罩M具有偏光板作用,从光罩所射出的S偏光成分(TE偏光成分)的绕射光,多于会降低对比度的P偏光成分(TM偏光成分)。此时,虽说最好是使用前述的直线偏光照明,但就算以随机偏光光源来照明光罩M,使用数值孔径NA高达0.9-1.3的投影光学系统仍能获得高解析度。

[0211] 又,使光罩M上的极微细的线与空间图案曝光于基板P上时,虽有因导波效应而使P偏光成分(TM偏光成分)大于S偏光成分(TE偏光成分)的可能,但若以ArF准分子激光为曝光用光,使用缩小倍率1/4左右的投影光学系统PL,将25nm以上的线与空间图案曝光于基板P上,从光罩所射出的S偏光成分(TE偏光成分)的绕射光会多于P偏光成分(TM偏光成分),故即使投影光学系统的数值孔径NA高达0.9-1.3,仍可获得高解析度。

[0212] 再者,并不仅止于对准光罩(标线片)的线图案的长边方向的直线偏光照明(S偏光照明),亦可组合日本特开平6-53120号公报所揭示般,朝以光轴为中心的圆的切线(圆周)方向直线偏光的偏光照明法与斜入射照明法,其效果亦佳。特别是,当光罩(标线片)的图案并不仅朝预定的单方向延伸的线图案,在混有朝多个不同方向的延伸线图案的情形(混有周期方向相异的线与空间图案),若同样并用日本特开平6-53120号公报所揭示般,朝以光轴为中心的圆的接线方向直线偏光的偏光照明法与轮带照明法,藉此,即使投影光学系统的数值孔径NA较大的情形,仍能获得高成像性能。例如,使透过率6%的半色调型的相移光罩(半间距63nm的图案),连同朝以光轴为中心的圆的接线方向直线偏光的偏光照明法与环带照明法(轮带比3/4),并用于照明时,使照明 $\sigma$ 为0.95,使投影光学系统PL的数值孔径NA=1.00,则相较于使用随机偏光,焦点深度(DOF)可增加250nm左右,在半间距55nm的图案,若投影光学系统的数值孔径NA=1.2,可增加焦点深度100nm左右。

[0213] 上述实施形态中,在投影光学系统PL的前端安装光学元件(透镜)2,藉由透镜的调整,可调整投影光学系统PL的光学特性,例如像差(球面像差、彗形像差等)。上述各实施形态中的构成,以液体LQ填满于投影光学系统PL的光学元件2的射出侧的光路空间,来使基板P曝光,然而,亦可如国际公开第2004/019128号所揭示般,使液体LQ填满在投影光学系统PL

的光学元件2的射入侧的光路空间。此时,亦可使在上述实施形态中说明事项的一部或全部,亦适用在填满于光学元件2的射入侧的光路空间的液体LQ。例如,能对供应至光学元件2的射入侧的液体LQ的性质或成分,施以与供应至射出侧的液体LQ同样的管理。或者,亦可考虑对曝光性能的影响的差异性,在光学元件2的射入侧与射出侧,对液体LQ的性质或成分的管理值设有差值,俾个别施以管理。再者,亦可将功能液LK导入光学元件2的射入侧,以进行洗净或除电。又,安装在投影光学系统PL的前端的光学元件,亦可使用用来调整投影光学系统PL的光学特性的光学板。或是可使曝光用光EL透过的平行平板亦佳。

[0214] 再者,因液体LQ的流动而导致投影光学系统PL前端的光学元件与基板P间产生过大压力时,光学元件亦可使用非替换式者,以避免受压力移动的方式而牢固地固定。

[0215] 又,上述实施形态的构成,在投影光学系统PL与基板P表面间填满液体LQ,然而,亦可在基板P的表面安装有平行平板所构成的罩玻璃的状态下填满液体LQ。

[0216] 再者,本实施形态中虽以水作为液体LQ,亦可使用水以外的液体,例如,当曝光用光EL系F<sub>2</sub>激光时,因为F<sub>2</sub>激光未能透过于水,宜使用可使F<sub>2</sub>激光透过者来作为液体LQ,例如全氟聚醚(PFPE)或氟系油料等氟系的流体。此时,对于接触液体LQ的部分,例如,以含氟的极性小的分子结构物质来形成薄膜,以实施亲液化处理。又,液体LQ亦可使用其他对曝光用光EL具有透过性且折射率尽可能地高、并对投影光学系统PL或基板P表面所涂布的光阻具稳定性者(例如洋杉油)。此时,亦按照使用的液体LQ的极性来进行表面处理。

[0217] 又,上述各实施形态的基板P,并不局限于半导体元件制造用的半导体晶圆,举凡显示元件用的玻璃基板、薄膜磁头用的陶瓷晶圆、或曝光装置所使用的光罩或标线片的母盘(合成石英、硅晶圆)等皆可适用。

[0218] 曝光装置EX所适用的,除了同步移动光罩M与基板P以实施光罩M图案的扫描曝光的步进扫描方式的扫描型曝光装置(扫描步进机),此外尚能适用于,在光罩M与基板P的静止状态下使光罩M图案整体曝光,进而依序步进移动基板P的步进重复方式的投影曝光装置(步进机)。

[0219] 又,本发明的曝光装置EX亦适用于,在第1图案与基板P大致静止的状态下,以投影光学系统(例如1/8缩小倍率的未含反射元件的折射型投影光学系统)将第1图案的缩小像整体曝光于基板P上的整体曝光方式。亦可适用于,在此的后,在第2图案与基板P大致静止的状态下,以投影光学系统,将第2图案的缩小像以部分重叠于第1图案的方式整体曝光于基板P上的接合方式的整体曝光装置。又,所适用的接合方式的曝光装置,尚可举例如,在基板P上将至少2个图案局部迭合以进行转印,使基板P依序移动、即步进接合(step and stitch)方式的曝光装置。

[0220] 又,本发明亦可适用的曝光装置例如:揭示于日本特开平10-163099号公报、特开平10-214783号公报、及特表2000-505958号公报等所揭示的双载台型的曝光装置。

[0221] 又,上述实施形态中所采用的曝光装置,在投影光学系统PL与基板P间局部充满液体,然而,本发明亦可应用于,如日本特开平6-124873号公报所揭示般,使曝光对象(基板)的保持载台于液槽中移动的液浸曝光装置。

[0222] 又,曝光装置EX的种类,并不限于将半导体元件图案曝光于基板P的半导体元件制造时所使用的曝光装置,亦可广泛用于制造液晶显示元件或显示器等的曝光装置、或是用于制造薄膜磁头、摄影元件(CCD)、标线片或光罩等的曝光装置。

[0223] 又,基板载台PST或光罩载台MST使用线性马达(参照USP第5,623,853或5,528,118号)的情形,可使用空气轴承的气浮型、或是使用洛伦兹(Lorentz)力或磁阻力的磁浮型。又,各载台PST、MST,可以是沿着导轨移动的方式,或者是未设有导轨(无轨式)亦可。

[0224] 各载台PST、MST的驱动机构可使用平面马达,其使二维配置磁铁而成的磁铁单元与二维配置线圈而成的电枢单元对向,以电磁力来驱动各载台PST、MST。此时,可使磁铁单元或电枢单元的任一方连接于PST、MST,使磁铁单元或电枢单元的另一方设于PST、MST的移动面侧。

[0225] 为了避免基板载台PST因移动而形成的反作用力传达至投影光学系统PL,可使用框架(frame)构件以机械性地释放至地板(大地),例如日本特开平8-166475号公报(USP第5,528,118号)所载。

[0226] 为了避免光罩载台MST因移动而形成的反作用力传达至投影光学系统PL,可使用框架构件机械性地释放至地面(大地),例如日本特开平8-330224号公报(US S/N 08/416,558)所载。

[0227] 本案实施形态的曝光装置EX,是将各种包含本案权利要求范围所举的各构成要件的子系统以保持预定的机械精度、电气精度、光学精度的方式予以组装来制造。为了确保上述各种精度,在组装前后,尚进行各种调整,例如,对各种光学系统施以供达成光学精度的调整、对各种机械系统施以供达成机械精度的调整、对各种电气系统施以供达成电气精度的调整。

[0228] 各种子系统对曝光装置的组装步骤,亦包含各种子系统彼此间的机械连接、电路的配线连接、及气压回路的配管连接等。各种子系统对曝光装置的组装步骤前,当然有各子系统的组装步骤。一旦完成各子系统对曝光装置的组装步骤,即进行综合调整,以确保曝光装置整体的各种精度。再者,曝光装置的制造,较佳是在温度及洁净度等经管理的洁净室内进行。

[0229] 半导体元件等微元件的制造,如图9所示般,经由步骤201进行微元件的功能、性能设计,接着根据该设计步骤以步骤202制作光罩(标线片),以步骤203制造作为元件基材的基板,以曝光处理步骤204利用上述实施形态的曝光装置EX将光罩图案曝光于基板,经元件组装步骤(含切割步骤、接合步骤、封装步骤)205,以及检查步骤206等来制造。

[0230] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制,虽然本发明已以较佳实施例揭露如上,然而并非用以限定本发明,任何熟悉本专业的技术人员,在不脱离本发明技术方案范围内,当可利用上述揭示的技术内容作出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例,但凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰,均仍属于本发明技术方案的范围。

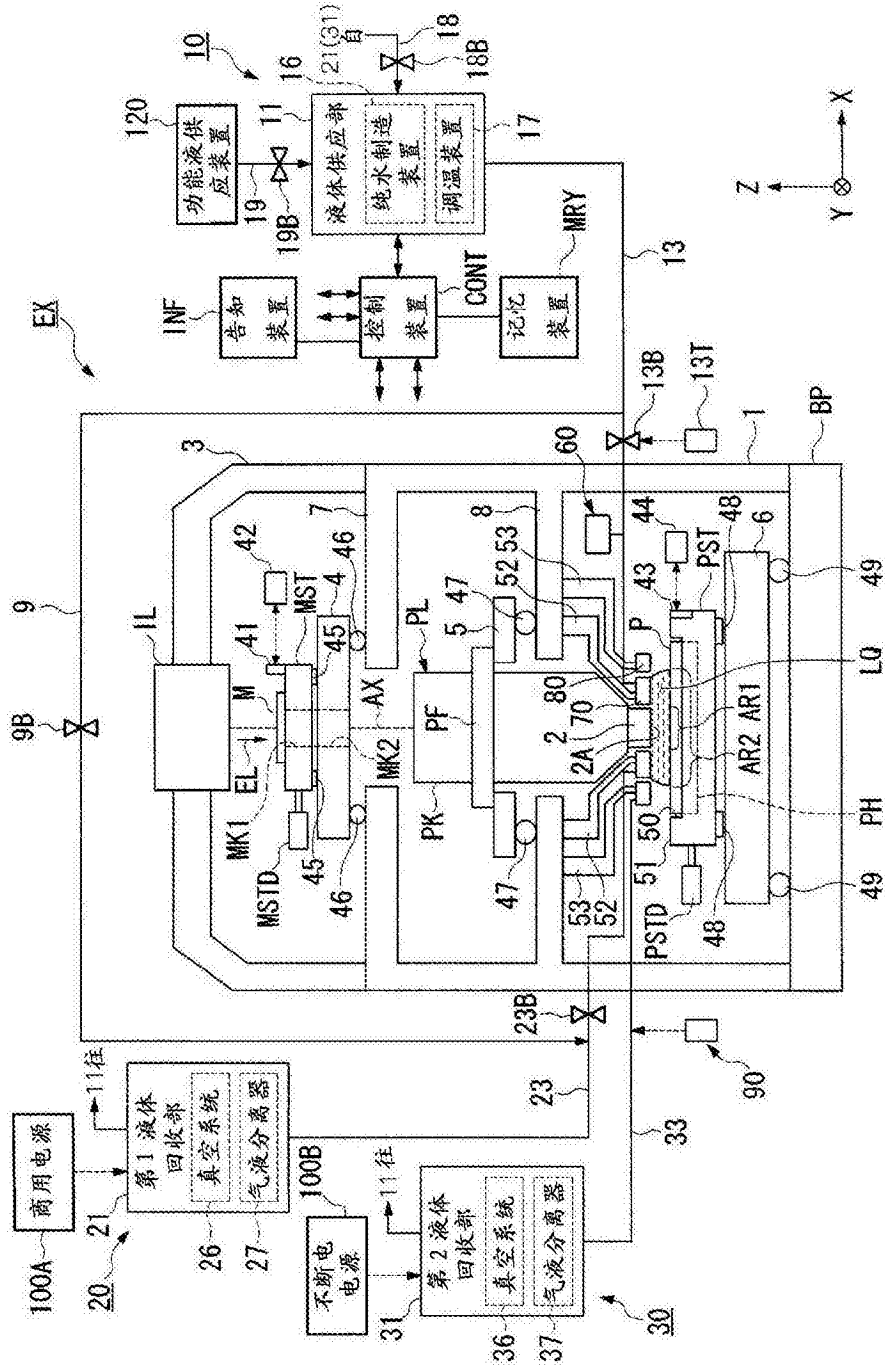


图1



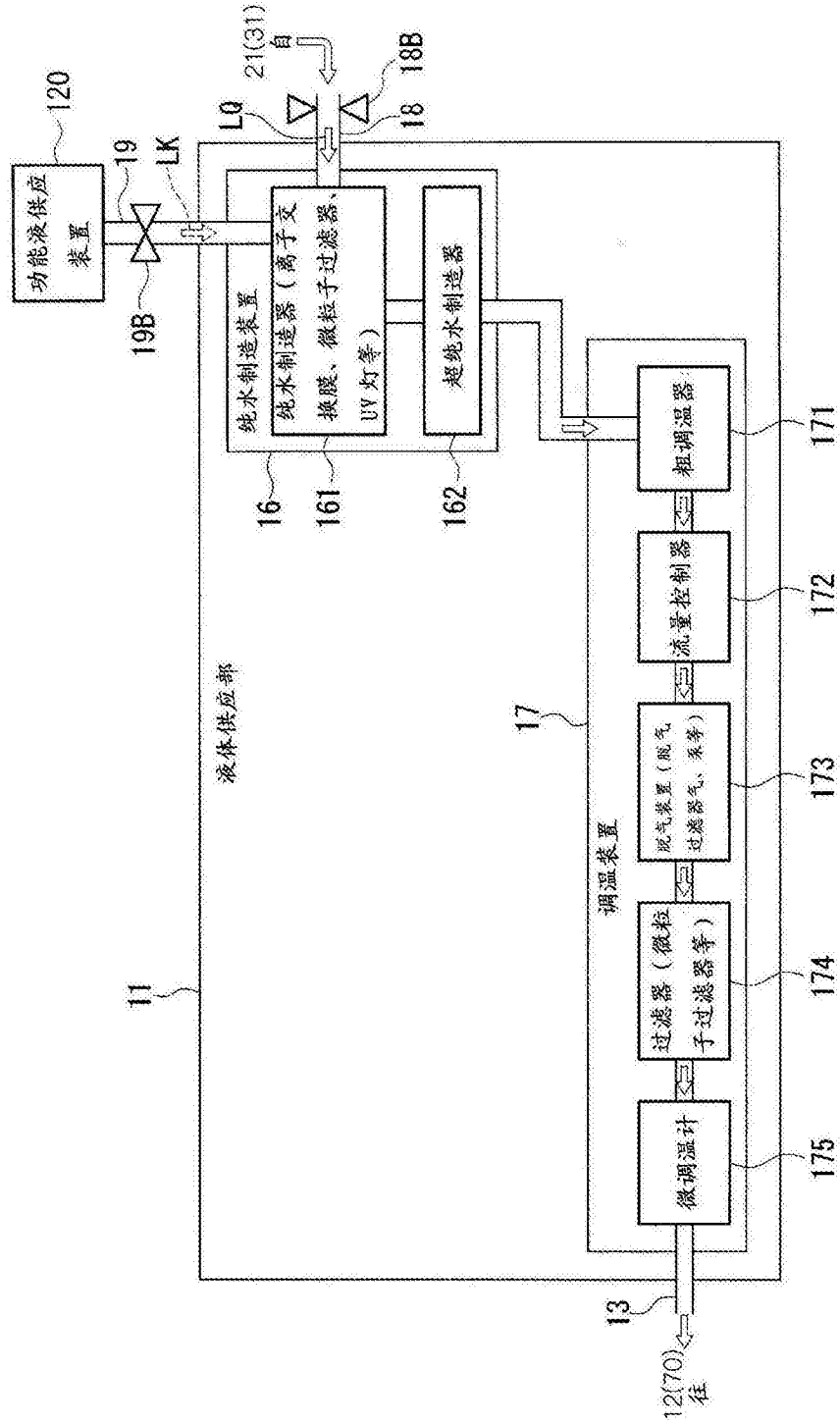


图3

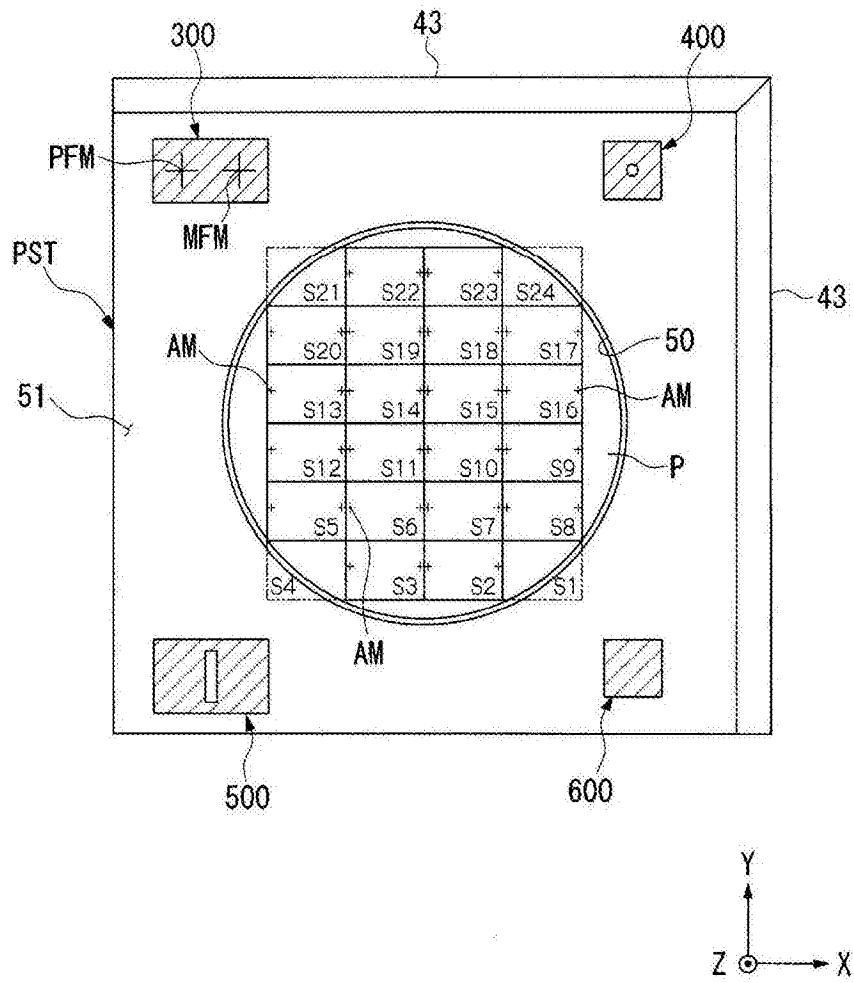


图4

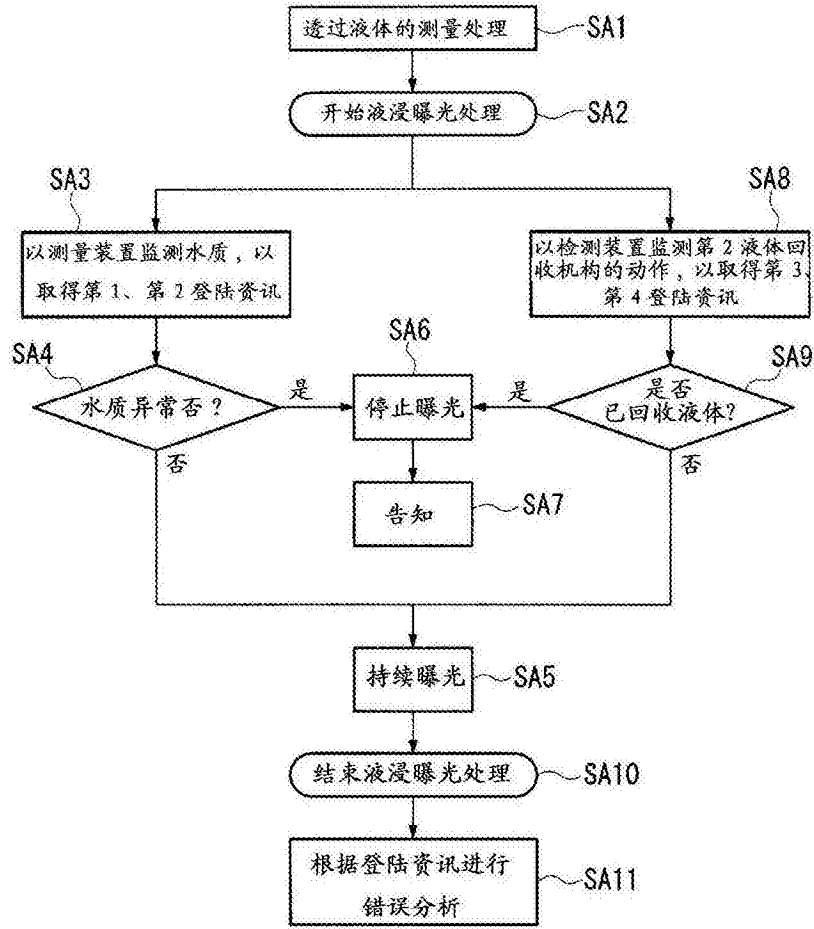


图5

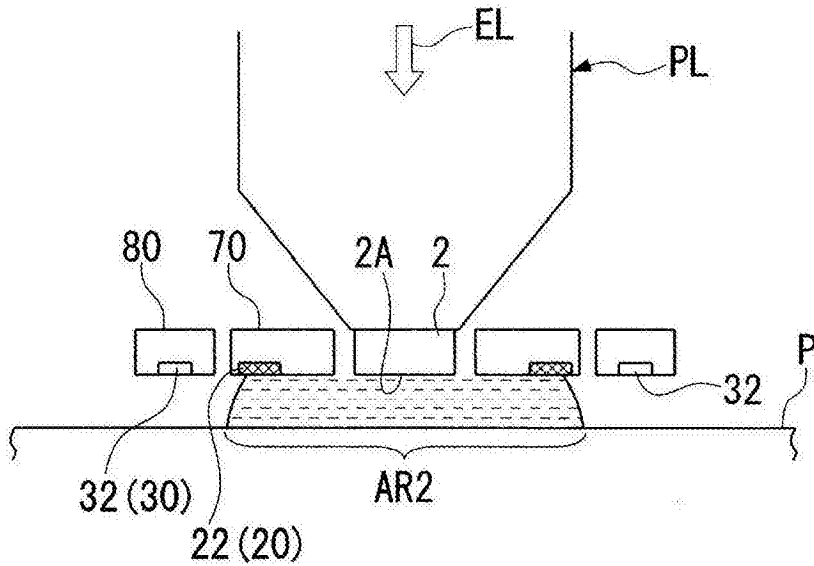


图6A

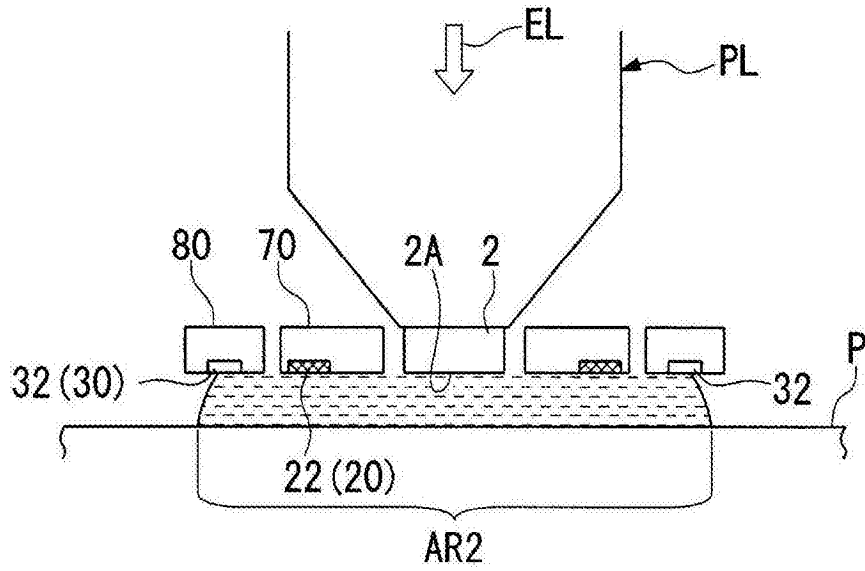


图6B

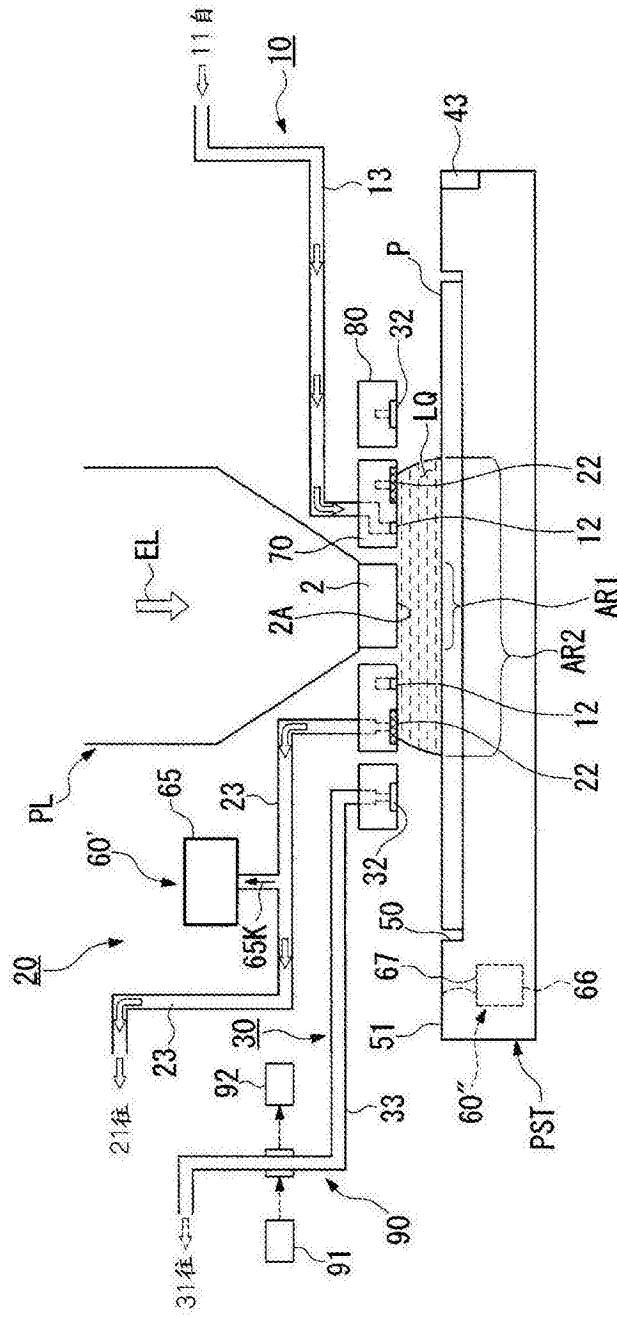


图7

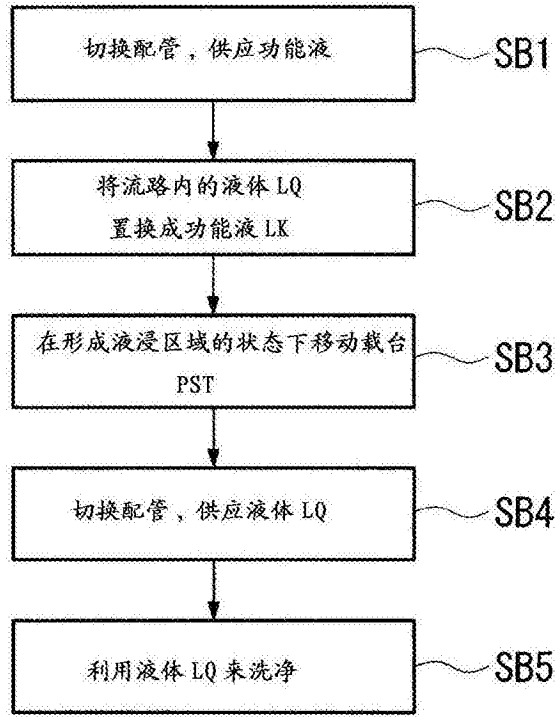


图8

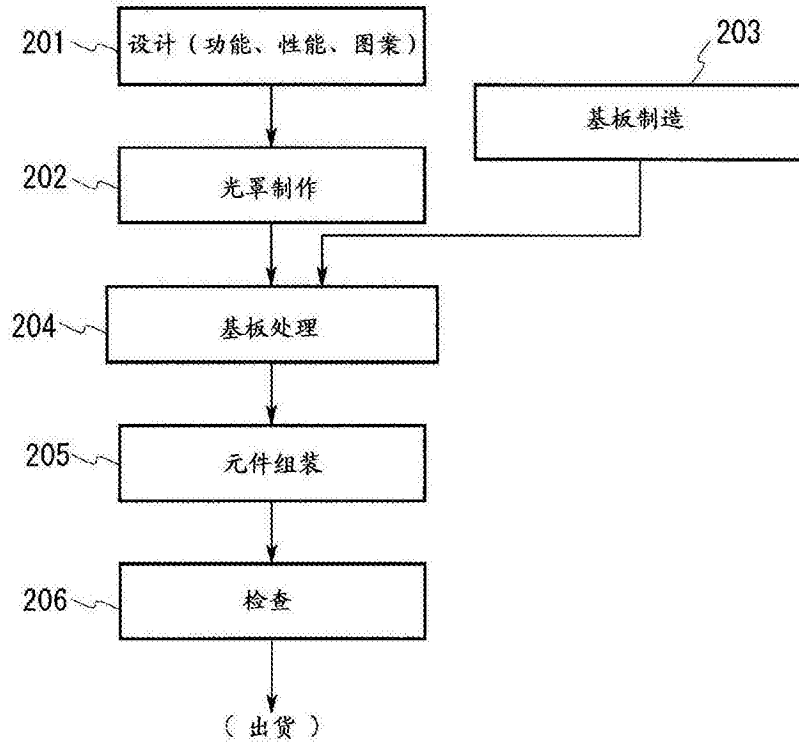


图9