



(43) 申请公布日 2014. 10. 22

权利要求书3页 说明书24页 附图20页

1. 一种用于以照明光曝光基板的曝光装置,该装置包含:
投影光学系统,用于将该照明光投影到排列在该投影光学系统下方的该基板上;
复数个光栅构件,各自具有反射型光栅部分,其排列成实质上平行于垂直该投影光学系统的光轴的既定面;
基座构件,排列在相对于该光栅部分的该复数个光栅构件的相对侧,并且该光栅构件固定于该基座构件;
支撑构件,配置成支撑该基座构件,使得该复数个光栅构件在平行于该既定面的方向中为可移动的;
载台,用于支撑该基板并且在被固定于该基座构件的该复数个光栅构件之下为可移动的;以及
测量元件,具有设在该载台处的复数个检测构件,复数个检测构件中的各者被配置成从该光栅部分下方发射光束至该光栅部分,以便获取该载台的位置资讯。
2. 根据权利要求1所述的曝光装置,进一步包括
框架构件,配置成支撑该投影光学系统,
其中该支撑构件附着于该框架构件。
3. 根据权利要求1或2所述的曝光装置,其中
该支撑构件透过挠曲构件支撑该基底构件。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的曝光装置,其中
该复数个光栅构件被固定于该基底构件,使得在相对于该光栅部分的该相对侧处的该复数个光栅构件的表面接触该基底构件。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的曝光装置,进一步包括
嘴单元,设在该投影光学系统的较低端部侧处并且具有让该照明光通过的开口,该嘴单元排列成在该投影光学系统和该基板的一部分之间形成具有液体的浸没区域,其中该基板是藉由该载台而在相对于该投影光学系统的位置处支撑,
其中该复数个光栅构件排列在该嘴单元的外侧;以及
其中该曝光装置配置成以该照明光透过该投影光学系统和该浸没区域的液体而曝光该基板。
6. 根据权利要求5所述的曝光装置,其中
该嘴单元实质上以平行于该既定面的方向定位于形成在该基底构件中的开口内。
7. 根据权利要求6所述的曝光装置,其中
该复数个光栅构件包围该嘴单元并且被排列,使得该光栅部分在比该嘴单元的较低表面还高处定位。
8. 根据权利要求5至7中任一项所述的曝光装置,其中
该嘴单元在该嘴单元的较低表面处具有回收口,该回收口包围该照明光通过的该开口,以及
其中该嘴单元被排列成供应液体到该浸没区域,并且该回收口被排列成回收来自该浸没区域的液体。
9. 根据权利要求5至8中任一项所述的曝光装置,进一步包括
框架构件,配置成支撑该投影光学系统,以及

另一框架构件,其不同于该框架构件且配置成支撑该嘴单元,其中该支撑构件附着于该框架构件。

10. 根据权利要求 1 至 9 中任一项所述的曝光装置,其中

该载台具有设在形成于该载台的较高表面中的凹部内的保持具,以便保持在该凹部中的该基板,以及

其中该复数个检测构件的各者设在该载台处,以便将其置于该较高表面的外侧。

11. 根据权利要求 10 所述的曝光装置,其中

该载台具有复数个固定构件,该检测构件被固定于该复数个固定构件的各者,以及该复数个固定构件以相较于该较高表面在更加向外方向中延伸。

12. 根据权利要求 11 所述的曝光装置,其中

该复数个固定构件设在该载台处,使得该复数个检测构件面对该复数个光栅构件。

13. 一种用于以照明光透过投影光学系统曝光基板的曝光方法,该方法包含:

在复数个光栅构件之下移动放置该基板的载台,其中该复数个光栅构件各自具有反射型光栅部分,其排列成实质上平行于垂直该投影光学系统的光轴的既定面;

藉由具有设在该载台处的复数个检测构件的测量元件来获取该载台的位置资讯,该复数个检测构件的各者被配置成从该光栅部分下方发射光束至该光栅部分;以及

基于该测量位置资讯来控制该载台的位置,其中该复数个光栅构件被固定于基底构件,其中该基底构件排列在相对于该光栅部分的相对侧处,以及

其中该基底构件藉由支撑构件所支撑,使得该复数个光栅构件在平行于该既定面的方向中为可移动的。

14. 根据权利要求 13 所述的曝光方法,其中

该基底构件附着至配置成支撑该投影光学系统的框架构件。

15. 根据权利要求 13 或 14 所述的曝光方法,其中

该基底构件透过挠曲构件连接至该支撑构件。

16. 根据权利要求 13 至 15 中任一项所述的曝光方法,其中

该复数个光栅构件被固定于该基底构件,使得在相对于该光栅部分的相对侧处的该复数个光栅构件的表面接触该基底构件。

17. 根据权利要求 13 至 16 中任一项所述的曝光方法,其中

浸没区域藉由设在该投影光学系统的较低端部侧处的嘴单元所形成,该浸没区域在该投影光学系统和该基板的一部分之间具有液体,其中该基板是藉由该载台而排列成相对于该投影光学系统,该嘴单元具有让该照明光通过的开口,使得该基板以该照明光透过该投影光学系统和该浸没区域的液体而曝光,以及

其中该复数个光栅构件被排列在该嘴单元的外侧。

18. 根据权利要求 17 所述的曝光方法,其中

该嘴单元实质上以平行于该既定面的方向定位于形成在该基底构件中的开口内。

19. 根据权利要求 18 所述的曝光方法,其中

该复数个光栅构件包围该嘴单元并且被排列,使得该光栅部分在比该嘴单元的较低表面还高处定位。

20. 根据权利要求 17 至 19 中任一项所述的曝光方法,其中

液体透过该嘴单元而供应到该浸没区域,并且该液体透过回收口从该浸没区域回收,该回收口被排列成包围在该嘴单元的较低表面侧处的该开口。

21. 根据权利要求 17 至 20 中任一项所述的曝光方法,其中

该支撑构件附着到配置成支撑该投影光学系统的框架构件,以及该嘴单元藉由不同于该框架构件的另一框架构件所支撑。

22. 根据权利要求 13 至 21 中任一项所述的曝光方法,其中

该基板藉由形成于该载台的较高表面中的凹部内的保持具所保持,以及其中该复数个检测构件的各者设在该载台处,以便该检测构件放置于该较高表面的外侧。

23. 根据权利要求 22 所述的曝光方法,其中

该载台的位置资讯藉由固定于设在该载台处的复数个固定构件的该复数个检测构件所分别获取,该复数个固定构件以相较于该较高表面在更加向外方向中延伸。

24. 根据权利要求 23 所述的曝光方法,其中

该复数个固定构件设在该载台处,使得该复数个检测构件分别面对该复数个光栅构件。

25. 一种元件制造方法,包括:

藉由使用根据权利要求 13 至 24 中任一项所述的曝光方法来曝光基板;以及将经曝光的该基板显影。

测量方法、载台装置、及曝光装置

[0001] 本申请是申请号为 200880025096.X 的名称为“测量方法、载台装置、及曝光装置”的发明专利申请的分案申请，原申请的申请日是 2008 年 07 月 16 日。

技术领域

[0002] 本发明，是关于用以测量进行物体移动的载台等可动构件的位置资讯的测量技术及载台技术、使用该载台技术进行物体的曝光的曝光技术、使用该曝光技术制造半导体元件及液晶显示元件等的元件的元件制造技术。

背景技术

[0003] 在制造半导体元件或液晶显示元件等的元件（电子元件、微型元件）的微影制程中，主要是使用步进机等的静止曝光型（一次曝光型）的投影曝光装置、以及扫描步进机等的扫描型的投影曝光装置（扫描型曝光装置）等的曝光装置，以将形成于标线片（或光罩等）的电路图案通过投影光学系统投影曝光于涂布有光阻的晶圆（或玻璃板等）上。此种曝光装置，为了减低所制造的电路图案的位置歪斜或重叠误差，以往是使用以频率稳定化激光为光源的激光干涉仪，来作为用以定位或移动晶圆等的载台的位置测量用途。

[0004] 激光干涉仪中，激光所传递的光路上的气体的折射率，会依存于该器体的温度、压力、湿度等而变动，折射率的变动会导致产生干涉仪的测量值的变动（干涉仪的摇晃）。因此，曝光装置在以往是使用对干涉仪的测量光束的光路吹送经温度控制的气体的送风系统，藉由使该光路的气体的温度稳定化，来减低干涉仪的摇晃情形。最近，为了进一步提高激光干涉仪的测量光束的光路上气体的温度稳定性，也提出了一种使用筒状外罩等覆盖该测量光束的光路的至少一部分的曝光装置（参照例如专利文献 1、专利文献 2）。

[0005] 专利文献 1：日本特开平 5－2883313 号公报

[0006] 专利文献 2：日本特开平 8－261718 号公报

[0007] 如上所述，在使用激光干涉仪时，有需要施以防止摇晃的对策。然而，特别是扫描型曝光装置的晶圆载台，在测量对象的载台高速地纵横移动时，由于会因载台的移动导致气流不规则地变动，而仍有干涉仪会摇晃某种程度的问题。

[0008] 本发明的状态，其目的是提供能减低周围气体的折射率变动的影响的测量技术及载台技术、能使用该载台技术提高载台的定位精度等的曝光技术、以及使用该曝光技术的元件制造技术。

发明内容

[0009] 本发明的第 1 测量方法，是测量可动构件相对既定构件的位移资讯，其具有：在该既定构件与该可动构件中的一方设置标尺，在另一方设置可检测该标尺的多个检测器的步骤；以线膨胀系数较该可动构件小的支撑构件一体支撑设置于该既定构件的该标尺或该多个检测器的步骤；以及从该多个检测器的检测结果测量该可动构件的位移资讯的步骤。

[0010] 本发明的第 2 测量方法，是以多个检测器检测设置于可动构件的标尺，以测量该

可动构件的位移资讯,其具有:以支撑构件一体支撑该多个检测器的步骤;以及从该多个检测器的检测结果测量该可动构件的位移资讯的步骤;该支撑构件,是通过前端部可在相对基座构件沿该标尺表面的方向位移的多个挠曲构件,连结于线膨胀系数较该支撑构件大的该基座构件。

[0011] 本发明的载台装置,可将载台相对既定构件定位,其具备:设置于该载台与该既定构件的一方的标尺;设置于该载台与该既定构件的另一方,用以检测与该标尺位置相关的资讯的多个检测器;一体支撑设置于该既定构件的该标尺或该多个检测器,且线膨胀系数较该载台小的支撑构件;以及从该多个检测器的检测结果求出该载台的位移资讯的控制装置。

[0012] 本发明的第 1 曝光装置,是对基板照射曝光用光而在该基板形成既定图案;其具有本发明的载台装置,是藉由该载台装置定位该基板。

[0013] 本发明的第 2 光装置,是对可移动的载台所保持的基板照射曝光用光而在该基板形成既定图案,其具备:设置于该载台的标尺;用以检测与该标尺位置相关的资讯的多个检测器;一体支撑该多个检测器的支撑构件;线膨胀系数较该支撑构件大的基座构件;将该支撑构件以可位移于沿该标尺表面的方向的状态连结于该基座构件的连结机构;以及从该多个检测器的检测结果求出该载台的位移资讯的控制装置;该连结机构包含多个挠曲构件,该多个挠曲构件,是连结该支撑构件与该基座构件,且前端部可在沿该标尺表面的方向位移。

[0014] 又,本发明的元件制造方法,为一种包含微影制程的元件制造方法,其中:是在该微影制程中使用本发明的曝光装置。

[0015] 根据本发明,由于是以检测器检测设置于可动构件(或载台)或既定构件的标尺的方式,因此不需如激光干涉仪般设置与可动构件的移动动程相同程度的光路。能减低周围气体的折射率变动的影响。又,当可动构件或既定构件的标尺从一个检测器的检测对象区域脱离时,例如能切换成可检测该标尺的另一检测器来持续进行测量。此时,由于支撑构件的线膨胀系数较可动构件或基座构件小,因此假使周围温度变动,也能抑制多个检测器间或标尺内的位置关系的变动,缩小切换多个检测器时的测量误差。因此,在曝光装置的情形,能提升载台的定位精度。

附图说明

[0016] 图 1,是显示第 1 实施形态的曝光装置概略构成的一部分欠缺的图。

[0017] 图 2,是显示图 1 的载台装置的俯视图。

[0018] 图 3,是显示图 1 的测量框架 21 的截面图。

[0019] 图 4,是显示图 1 的对准系统 AL1, AL2₁ ~ AL2₄ 及位置测量用编码器的配置的图。

[0020] 图 5(A),是显示晶圆载台的俯视图,图 5(B),是显示晶圆载台的一部分截面的侧视图。

[0021] 图 6(A),是显示测量载台的俯视图,图 6(B),是显示测量载台的一部分截面的侧视图。

[0022] 图 7,是显示第 1 实施形态的曝光装置的控制系统主要构成的方框图。

[0023] 图 8(A) 及图 8(B),是用以说明分别包含配置成阵列状的多个读头的多个编码器

对晶圆台在 XY 平面内的位置测量及读头间的测量值的接续。

[0024] 图 9(A), 是显示编码器构成一例的图, 图 9(B), 是显示使用沿格子 RG 的周期方向延伸较长的截面形状的激光光束 LB 来作为检测光的情形。

[0025] 图 10(A), 是显示进行第一对准照射区域 AS 的测量的状态的图, 图 10(B), 是显示进行第二对准照射区域 AS 的测量的状态的图, 图 10(C), 是显示晶圆的对准照射区域 AS 的排列一例的图。

[0026] 图 11, 是显示第 1 实施形态的测量及曝光动作一例的流程图。

[0027] 图 12, 是显示第 2 实施形态的曝光装置概略构成的一部分欠缺的图。

[0028] 图 13, 是显示第 3 实施形态的曝光装置概略构成的一部分欠缺的图。

[0029] 图 14, 是图 13 的主要部位的放大立体图。

[0030] 图 15, 是图 13 的测量框架与读头座的长度变化时的动作说明图。

[0031] 图 16(A), 是显示细长棒状构件的图, 图 16(B), 是显示形成有槽部的挠曲构件的图。

[0032] 图 17, 是显示图 13 的变形例的连结方法的一部分欠缺的立体图。

[0033] 图 18, 是用以说明微型元件的制程一例的流程图。

[0034] 图 19, 是显示其他实施形态的曝光装置主要部位的一部分欠缺的图。

[0035] 图 20, 是沿图 19 的 AA 线的仰视图。

[0036]	20 :	主控制装置	21, 21M : 测量框架
[0037]	26 :	读头座	32 : 嘴单元
[0038]	39X ₁ , 39X ₂ :	X 标尺	39Y ₁ , 39Y ₂ : Y 标尺
[0039]	62A ~ 62D :	读头单元	64 : Y 读头
[0040]	66 :	X 读头	70A, 70C : Y 编码器
[0041]	70B, 70D :	X 编码器	113 : 挠曲构件
[0042]	AL1 :	第一对准系统	AL2 ₁ ~ AL2 ₄ : 第二对准系统
[0043]	AS :	照射区域	MTB : 测量台
[0044]	MST :	测量载台	R : 标线片
[0045]	W :	晶圆	WTB : 晶圆台
[0046]	WST :	晶圆载台	

具体实施方式

[0047] [第 1 实施形态]

[0048] 以下, 根据图式说明本发明的实施形态一例。

[0049] 图 1 是概略显示本实施形态的曝光装置 100 的构成。此曝光装置 100, 是步进扫描方式的扫描型曝光装置、亦即所谓扫描机。如后述般, 本实施形态中是设有投影光学系统 PL, 以下, 将与此投影光学系统 PL 的光轴 AX 平行的方向设为 Z 轴方向、将在与该 Z 轴方向正交的面内标线片与晶圆相对扫描的方向设为 Y 轴方向、将与 Z 轴及 Y 轴正交的方向设为 X 轴方向, 且将绕 X 轴、Y 轴、及 Z 轴的旋转 (倾斜) 方向分别设为 θ_x 、 θ_y 、及 θ_z 方向。

[0050] 曝光装置 100, 包含 : 照明系统 10 ; 标线片载台 RST, 是保持该照明系统 10 的曝光用照明用光 (曝光用光) IL 所照明的标线片 R ; 投影单元 PU, 包含用以使从标线片 R 射出

的照明光 IL 投射于晶圆 W 上的投影光学系统 PL;载台装置 50,具有晶圆载台 WST 及测量载台 MST;以及上述装置的控制系统等。在晶圆载台 WST 上装载有晶圆 W。

[0051] 照明系统 10,例如日本特开 2001-313250 号公号(对应美国专利申请公开第 2003/0025890 号说明书)等所揭示,其包含光源、具有包含光学积分器(复眼透镜、杆状积分器(内面反射型积分器)、绕射光学元件等)等的照度均一化光学系统、标线片遮帘等(均未图示)的照明光学系统。照明系统 10,是藉由照明光 IL,以大致均一的照度来照明被标线片遮帘规定的标线片 R 上的狭缝状照明区域 IAR。作为一例,是使用 ArF 准分子激光(波长 193nm)来作为照明光 IL。又,例如也能使用 KrF 准分子激光(波长 247nm)、F₂ 激光(波长 157nm)、YAG 激光的谐波、固态激光(半导体激光等)的谐波、或水银灯的亮线(i 等)等来作为照明光 IL。

[0052] 在前述标线片载台 RTS 上例如藉由真空吸附固定有标线片 R,该标线片 R 是在其图案面(下面)形成有电路图案等。标线片载台 RST,能藉由例如包含线性马达等的图 7 的标线片载台驱动系统 11 而在 XY 平面内微幅驱动,且能以指定的扫描速度驱动于扫描方向(Y 方向)。

[0053] 图 1 的标线片载台 RST 在移动面内的位置(包含 θ_z 方向的旋转资讯),是藉由标线片干涉仪 116 通过移动镜 15(也可是对载台的端面进行镜面加工后的反射面)例如以 0.5~1nm 左右的分析能力随时检测。标线片干涉仪 116 的测量值,是传送至图 7 的主控制装置 20。主控制装置 20,即根据标线片干涉仪 116 的测量值算出标线片载台 RST 在至少 X 方向、Y 方向及 θ_z 方向的位置,且藉由根据该计算结果控制标线片载台驱动系统 11,来控制标线片载台 RST 的位置及速度。又,标线片干涉仪 116 也可测量标线片载台 RST 在 Z 方向、 θ_x 及 θ_y 方向的至少一个的位置资讯。

[0054] 图 1 中,配置于标线片载台 RST 下方的投影单元 PU,包含:镜筒 40;以及投影光学系统 PL,具有由以既定位置关系保持于该镜筒 40 内的多个光学元件。作为投影光学系统 PL,例如是使用包含沿光轴 AX 排列的多个透镜元件的折射光学系统。投影光学系统 PL,例如是两侧远心且具有既定投影倍率 β (例如 1/4 倍、1/5 倍、或 1/8 倍等)。当以来自照明系统 10 的照明光 IL 来照明照明区域 IAR 时,藉由通过标线片 R 的照明光 IL,使照明区域 IAR 内的标线片 R 的电路图案像通过投影光学系统 PL 形成于表面涂布有光阻(感光剂)的晶圆 W 上的曝光区域 IA(与照明区域 IAR 共轭)。

[0055] 此外,曝光装置 100,是进行适用液浸法的曝光。此时,也可使用包含反射镜与透镜的反折射系统来作为投影光学系统 PL。又,在晶圆 W 可不仅形成感光层,而也可形成例如用以保护晶圆或感光层的保护膜(顶层涂布膜)等。

[0056] 又,本实施形态的曝光装置 100,由于是进行适用液浸法的曝光,因此是设有构成局部液浸装置 8 一部分的嘴单元 32,来包围用以保持前端透镜 191 的镜筒 40 的下端部周围,该前端透镜 191 是构成投影光学系统 PL 的最靠像面侧(晶圆 W 侧)的光学元件的透镜。

[0057] 图 1 中,嘴单元 32 具有能供应曝光用液体 Lq 的供应口与能回收曝光用液体 Lq 的回收口。在该回收口配置有多孔构件(网眼)。能与晶圆 W 表面对向的嘴单元 32 的下面,包含配置成包围多孔构件的下面及用以使照明光 IL 通过的开口的各平坦面。又,该供应口,是通过形成于嘴单元 32 内部的供应流路及供应管 31A 连接于能送出曝光用液体 Lq 的液体供应装置 186(参照图 7)。该回收口,是通过形成于嘴单元 32 内部的回收流路及回收

管 31B 连接于能回收至少液体 L_q 的液体回收装置 189 (参照图 7)。

[0058] 液体供应装置 186, 是包含液体槽、加压泵、温度控制装置、以及用以控制液体对供应管 31A 的供应及停止的流量控制阀等, 能送出洁净且温度经调整的曝光用液体 L_q 。液体回收装置 189, 是包含液体的槽及吸引泵、以及通过回收管 31B 控制液体的回收及停止的流量控制阀等, 而能回收曝光用液体 L_q 。此外, 液体槽、加压 (吸引) 泵、温度控制装置、控制阀等, 曝光装置 100 不需全部具备, 也能将其至少一部分由设有曝光装置 100 的工厂内的设备来代替。

[0059] 图 7 的液体供应装置 186 及液体回收装置 189 的动作籍由主控制装置 20 来控制。自图 7 的液体供应装置 186 送出的曝光用液体 L_q , 在流经图 1 的供应管 31A 及嘴单元 32 的供应流路后, 自该供应口供应至照明光 IL 的光路空间。又, 藉由驱动图 7 的液体回收装置 189, 自该回收口回收的曝光用液体 L_q , 是在流经嘴单元 32 的回收流路后, 通过回收管 31B 被液体回收装置 189 回收。图 7 的主控制装置 20, 藉由同时进行供应口的液体供应动作与嘴单元 32 的回收口的液体回收动作, 以液体 L_q 充满包含图 1 的前端透镜 191 与晶圆 W 间的照明光 IL 的光路空间的液浸区域 14 (参照图 3), 以形成液体 L_q 的液浸空间。

[0060] 本实施形态中, 作为上述曝光用液体 L_q , 是使用可使 ArF 准分子激光 (波长 193nm 的光) 透射的纯水。纯水, 具有在半导体制造工厂等能容易地大量获得且对晶圆上的光阻及光学透镜等无不良影响的优点。水对 ArF 准分子激光的折射率 n 为大致 1.44。在该水中, 照明光 IL 的波长, 被缩短至 $193\text{nm} \times 1/n = \text{约 } 134\text{nm}$, 因此可提升解析度。

[0061] 从上述说明可清楚得知, 本实施形态的局部液浸装置 8, 是包含嘴单元 32、液体供应装置 186、液体回收装置 189、液体的供应管 31A 及回收管 31B 等。此外, 局部液浸装置 8 的一部分、例如至少嘴单元 32, 也可悬吊支撑于用以保持投影单元 PU 的主框架 (包含前述的镜筒固定座), 或也可设置于与主框架不同的框架构件。本实施形态中, 是将嘴单元 32 设置于与投影单元 PU 独立悬吊支撑的测量框架。此情况下, 也可不悬吊支撑投影单元 PU。

[0062] 此外, 即使测量载台 MST 位于图 1 的投影单元 PU 下方时, 也能与上述同样地将水充满于后述测量台与前端透镜 191 之间。又, 上述说明中, 作为一例, 虽分别设有各一个液体供应管 (嘴) 与液体回收管 (嘴), 但并不限于此, 只要在考量与周围构件的关系下也能进行配置的话, 也可采用例如国际公开第 99/49504 号小册子所揭示的具有多个嘴的构成。扼要言之, 只要是能将液体供应至构成投影光学系统 PL 最下端的光学构件 (前端透镜) 191 与晶圆 W 之间的构成, 该构成可为任意者。例如, 本实施形态的曝光装置, 也能适用在揭示于国际公开第 2004/053955 号小册子的液浸机构或欧洲专利公开第 1420298 号说明书的液浸机构等。

[0063] 回到图 1, 载台装置 50, 具备 ; 晶圆载台 WST 及测量载台 MST, 是配置于底座 12 上方 ; 干涉仪系统 118 (参照图 7), 包含测量此等载台 WST、MST 的位置资讯的 Y 轴干涉仪 16、18 ; 后述的编码器系统, 是在曝光时等用以测量晶圆载台 WST 的位置资讯 ; 以及载台驱动系统 124 (参照图 7), 是驱动载台 WST、MST 等。

[0064] 在晶圆载台 WST、测量载台 MST 各自的底面的多处, 设有未图示的非接触轴承、例如真空预压型空气静压轴承 (以下称为「空气垫」), 籍由从此等空气垫往底座 12 上面喷出的加压空气的静压, 使晶圆载台 WST、测量载台 MST 通过数 μm 程度之间隙以非接触方式支撑于底座 12 的上方。又, 载台 WST、MST, 是可藉由图 7 的载台驱动系统 124 而独立驱动于

Y 方向及 X 方向的二维方向。

[0065] 进一步详述之,如图 2 的俯视图所示,在地面上,延伸于 Y 轴方向的一对 Y 轴固定件 86,87 隔着底座 12 分别配置于 X 轴方向的一侧与另一侧。Y 轴固定件 86,87 例如由内装有永久磁石群的磁极单元构成,该永久磁石群是由沿 Y 轴方向以既定间隔且交互配置的多组 N 极磁石与 S 极磁石构成。于 Y 轴固定件 86,87,各两个的 Y 轴可动件 82,84 及 83,85 是设置成分别以非接触方式卡合的状态。亦即,合计四个的 Y 轴可动件 82,84,83,85,是呈插入于 XZ 截面为 U 字型的 Y 轴固定件 86 或 87 的内部空间的状态,分别通过未图示空气垫例如通过数 μm 程度的间隙来以非接触方式支撑于所对应的 Y 轴固定件 86 或 87。各 Y 轴可动件 82,84,83,85,例如是由内装有沿 Y 轴方向相距既定间隔所配置的电枢线圈的电枢元件单元所构成。亦即,本实施形态中,是以电枢元件单元所构成的 Y 轴可动件 82,84 与磁极单元所构成的 Y 轴固定件 86,来分别构成移动线圈型的 Y 轴线性马达。同样地,以 Y 轴可动件 83,85 与 Y 轴固定件 87,分别构成移动线圈型的 Y 轴线性马达。以下,将上述四个 Y 轴线性马达分别使用与各可动件 82,84,83,85 相同的符号来适当称为 Y 轴线性马达 82、Y 轴线性马达 84、Y 轴线性马达 83 及 Y 轴线性马达 85。

[0066] 上述四个 Y 轴线性马达中,两个 Y 轴线性马达 82,83 的可动件 82,83,是分别固定于延伸在 X 轴方向的 X 轴固定件 80 长边方向的一端与另一端。又,剩余的两个 Y 轴线性马达 84,85 的可动件 84,85,是固定于延伸在 X 轴方向的 X 轴固定件 81 的一端与另一端。据此,X 轴固定件 80,81,即可藉由各一对的 Y 轴线性马达 82,83,84,85 分别沿 Y 轴被驱动。

[0067] 各 X 轴固定件 80,81,例如是由分别内装有沿 X 轴方向相距既定间隔配置的电枢线圈的电枢元件单元所构成。

[0068] 一 X 轴固定件 81,是设置成插入形成于载台本体 91(构成晶圆载台 WST 一部分,参照图 1)的未图示开口的状态。在该载台本体 91 的上述开口内部例如设有具永久磁石群的磁极单元,该永久磁石群是由沿 X 轴方向以既定间隔且交互配置的多组 N 极磁石与 S 极磁石构成。以该磁极单元与 X 轴固定件 81 来构成用以将载台本体 91 驱动于 X 轴方向的动磁型 X 轴线性马达。同样地,另一 X 轴固定件 80,是设置成插入形成于载台本体 92(构成测量载台 MST)的未图示开口的状态。在该载台本体 92 的上述开口内部设有与晶圆载台 WST 侧(载台本体 91 侧)同样的磁极单元。以该磁极单元与 X 轴固定件 80 来构成用以将测量载台 MST 驱动于 X 轴方向的动磁型 X 轴线性马达。

[0069] 本实施形态中,构成载台驱动系统 124 的上述各线性马达,是由图 7 所示的主控制装置 20 来控制。此外,各线性马达,并不限定于动磁型或移动线圈型的任一方,能视需要来适当选择。此外,藉由稍微改变一对 Y 轴线性马达 84,85(或 82,83)分别产生的推力,而能控制晶圆载台 WST(或测量载台 MST)的偏转(绕 θ_z 的方向的旋转)。

[0070] 晶圆载台 WST,包含:前述载台本体 91;以及晶圆台 WTB,是通过未图示 Z 调平机构(例如音圈马达等)装载于该载台本体 91 上,可相对载台本体 91 微幅驱动在 Z 轴方向、 θ_x 方向、以及 θ_y 方向。

[0071] 在晶圆台 WTB 上设有藉由真空吸附等来保持晶圆 W 的晶圆保持具(未图示)。晶圆保持具虽可与晶圆台 WTB 形成为一体,但本实施形态中晶圆保持具与晶圆台 WTB 是分别构成,藉由例如真空吸附等将晶圆保持具固定于晶圆台 WTB 的凹部内。又,在晶圆台 WTB 上面设有板体(拨液板)28,该板体是与装载在晶圆保持具上的晶圆表面大致同一面高、其外

形（轮廓）为矩形且在中央部形成有较晶圆保持具（晶圆的装载区域）大一圈的圆形开口。板体 28，是由低热膨胀系数的材料、例如玻璃或陶瓷（首德公司的 Zerodur（商品名））、 Al_2O_3 或 TiC 等）构成，在其表面例如由氟树脂材料、聚四氟乙烯（铁氟龙（注册商标））等氟系树脂材料、丙烯酸系树脂材料或硅系树脂材料等来形成拨液膜。

[0072] 进一步地，如图 5A 的晶圆台 WTB（晶圆载台 WST）的俯视图所示，板体 28 具有用以包围圆形开口的外形（轮廓）为矩形的第 1 拨液区域 28a、以及配置于第 1 拨液区域 28a 周围的矩形框状（环状）第 2 拨液区域 28b。第 1 拨液区域 28a，例如在进行曝光动作时，形成有从晶圆表面超出的液浸区域 14（参照图 3）的至少一部分，第 2 拨液区域 28b，是形成有后述编码器系统用的标尺。此外，板体 28 的表面的至少一部分也可不与晶圆表面为同一面高，亦即也可是相异的高度。又，板体 28 虽可是单一板体，但在本实施形态中为多个板体，例如组合分别与第 1 及第 2 拨液区域 28a, 28b 对应的第 1 及第 2 拨液板来构成。本实施形态中的液体 L_q 由于是纯水，因此是对拨液区域 28a, 28b 例如施有拨水涂层。

[0073] 此情形下，与照明光 IL 会照射于内侧的第 1 拨水板 28a 相对地，照明光 IL 几乎不会照射到外侧的第 2 拨水板 28b。考量到此点，本实施形态中是在第 1 拨水板 28a 表面施以对照明光 IL（此时为真空紫外区的光）有充分的耐性的拨水涂布膜，而在第 2 拨水板 28b 表面施以对照明光 IL 的耐性较第 1 拨水区域 28a 差的拨水涂布膜。

[0074] 又，由图 5A 可清楚得知，在第 1 拨水区域 28a 的 +Y 方向侧端部的 X 方向的中央部形成有长方形缺口，在此缺口与第 2 拨水区域 28b 所包围的长方形空间内部（缺口内部）埋入有测量板 30。在此测量板 30 的长边方向中央（晶圆台 WTB 的中心线 LL 上）形成基准标记 FM，在该基准标记的 X 方向一侧与另一侧，形成有相对基准标记中心配置成对称的一对空间像测量狭缝图案（狭缝状测量用图案）SL。各空间像测量狭缝图案 SL，例如是使用具有沿 Y 方向与 X 方向的边的 L 字形狭缝图案，或分别沿 X 方向及 Y 方向延伸的两个直线状狭缝图案等。

[0075] 又，如图 5B 所示，收纳有送光系统 36（由包含物镜、反射镜、中继透镜等的光学系统构成）的 L 字形框体，是以从晶圆台 WTB 贯通载台本体 91 内部一部分的状态，安装成一部分埋入于上述各空间像测量狭缝图案 SL 下方的晶圆载台 WST 内部的状态。虽省略图示，但送光系统 36 是与上述一对空间像测量狭缝图案 SL 对应设置有一对。送光系统 36，是将透射过空间像测量狭缝图案 SL 的照明光 IL 沿 L 字形路径导引，并朝向 Y 方向射出。

[0076] 再者，在第 2 拨水区域 28b 上面，沿其四边各以既定间距直接形成有多个格子线 37, 38。进一步详言之，在第 2 拨水区域 28b 的 X 方向两侧（图 5A 中的左右两侧）的区域分别形成有 Y 标尺 $39Y_1, 39Y_2$ ，此 Y 标尺 $39Y_1, 39Y_2$ ，例如是以延伸于 X 方向的格子线 38 以既定间距沿平行于 Y 轴的方向（Y 方向）而形成的、周期性排列于 Y 方向的反射型格子（例如相位型绕射光栅）所构成。

[0077] 同样地，在第 2 拨水区域 28b 的 Y 轴方向一侧与另一侧（图 5A 中的上下两侧）的区域分别形成有 X 标尺 $39X_1, 39X_2$ ，此 X 标尺 $39X_1, 39X_2$ ，例如是以延伸于 Y 方向的格子线 37 以既定间距沿平行于 X 轴的方向（X 方向）而形成的、周期性排列于 X 方向的反射型格子（例如绕射光栅）所构成。

[0078] 上述各标尺 $39Y_1, 39Y_2, 39X_1, 39X_2$ ，例如是以全像片等来在第 2 拨水区域 28b 表面作成反射型绕射光栅。此时，在各标尺是以既定间隔（间距）而刻出由窄狭缝或槽等构成

的格子来作为标度。用于各标尺的绕射光栅的种类并不限定,不仅能以机械方式形成槽等,例如也可是将干涉纹烧结于感光性树脂来加以作成。不过,各标尺,例如是以 $138\text{nm} \sim 4\mu\text{m}$ 间的间距(例如 $1\mu\text{m}$ 间距)将上述绕射光栅的标度刻于薄板状玻璃来作成。此等标尺是被前述拨液膜(拨水膜)覆盖。此外,图 5A 中为了方便表示,格子的间距是图示成较实际间距大许多。此点在其他图中也相同。

[0079] 承上所述,本实施形态由于将第 2 拨水区域 28b 本身构成标尺,因此是使用低热膨胀的玻璃板来作为第 2 拨水区域 28b。然而并不限于此,也可将形成有格子的低热膨胀的玻璃板等所构成的标尺构件,藉由例如板弹簧(或真空吸附)等固定于晶圆台 WTB 上面,以避免其产生局部性的伸缩,此时,也可将在全面施有同一拨水涂布膜的拨水板代用为板体 28。

[0080] 晶圆台 WTB 的一 Y 端面,一 X 端面,是分别施以镜面加工而形成成为图 2 所示的反射面 17a, 17b。干涉仪系统 118(参照图 7)的 Y 轴干涉仪 16 及 X 轴干涉仪 126(参照图 2),是分别对此等反射面 17a, 17b 投射干涉仪光束(测距光束),并藉由接收各自的反射光。接着,干涉仪 16 及 126,测量各反射面从基准位置(例如配置于投影单元 PU 的参照镜)的位移、亦即晶圆载台 WST 在 XY 平面内的位置资讯,并将该测量值供应至主控制装置 20。本实施形态中,作为 Y 轴干涉仪 16 及 X 轴干涉仪 126,均使用具有多个光轴的多轴干涉仪,主控制装置 20,不但能根据此等 Y 轴干涉仪 16 及 126 的测量值来测量晶圆台 WTB 的 X, Y 位置,也能测量 θ_x 方向的旋转资讯(纵摇)、 θ_y 方向的旋转资讯(横摇)、以及 θ_z 方向的旋转资讯(偏摇)。

[0081] 本实施形态中,晶圆载台 WST(晶圆台 WTB)在 XY 平面内的位置资讯(包含 θ_z 方向的旋转资讯),主要是藉由包含上述 Y 标尺、X 标尺等的后述编码器系统来测量,干涉仪 16, 126 的测量值是辅助性地用于修正(校正)该编码器系统的长期性变动(例如因标尺随时间的变化等所造成)等。又, Y 轴干涉仪 16 的用途,是为了更换晶圆,而在后述卸载位置及装载位置附近测量晶圆台 WTB 的 Y 位置等。又,例如在装载动作与对准动作的期间、及/或曝光动作与卸载动作的期间中晶圆载台 WST 移动,也使用干涉仪系统 118 的测量资讯、亦即在五自由度方向(X 轴、Y 轴、 θ_x 、 θ_y 、 θ_z 方向)的位置资讯的至少一个。

[0082] 此外,干涉仪系统 118 的 Y 轴干涉仪 16、X 轴干涉仪 126、以及后述的测量载台 MST 用的 Y 轴干涉仪 18、X 轴干涉仪 130,是如图 1 中的测量框架 21 的俯视图的图 3 所示,通过支撑构件 24A, 24C, 24B, 24D 支撑于测量框架 21 的底面。然而,也可将 Y 轴干涉仪 16, 18 及 X 轴干涉仪 126, 130 设置于保持投影单元 PU 的主框架,或与如前所述悬吊支撑的投影单元 PU 设置成一体。此等情形下,也可干涉仪 16, 18, 126, 130, 仅包含用以分离及合成射向载台的测距光束与射向参照镜的参照光束的干涉仪光学系统的部分,接收测距光束与参照光束的干涉光的接收器(光电检测器)的部分是以未图示柱架支撑。

[0083] 此外,本实施形态中,晶圆载台 WST 虽包含可在 XY 平面内移动自如的载台本体 91, 以及装载于该载台本体 91 上、可相对载台本体 91 被微幅驱动于 Z 方向、 θ_x 方向、以及 θ_z 方向的晶圆台 WTB,但并不限于此,也可采用能在六自由度移动的单一载台来作为晶圆载台 WST。又,也可在晶圆台 WTB 设置由平面镜构成的移动镜来代替反射面 17b。再者,配置参照镜(基准面)的位置不限于投影单元 PU,也不一定要使用固定镜来测量晶圆载台 WST 的位置资讯。

[0084] 又,本实施形态中,由干涉仪系统 118 测量的晶圆载台 WST 的位置资讯,并不用在后述曝光动作或对准动作等,而主要是用在编码器系统的校正动作(亦即测量值的校正)等,但例如也可将干涉仪系统 118 的测量资讯(亦即五自由度方向的位置资讯的至少一个)用在例如曝光动作及/或对准动作等。本实施形态中,编码器系统是测量晶圆载台 WST 在三自由度方向、亦即 X 方向、Y 方向、以及 θ_z 方向的位置资讯。因此,在进行曝光动作等时,干涉仪系统 118 的测量资讯中,可仅使用与编码器系统对晶圆载台 WST 的位置资讯的测量方向(X 方向、Y 方向、以及 θ_z 方向)相异的方向,例如在 θ_x 方向及/或 θ_y 方向的位置资讯,或除了该相异方向的位置资讯以外,再加上使用与编码器系统的测量方向相同方向(亦即 X 方向、Y 方向、以及 θ_z 方向的至少一个)的位置资讯。又,干涉仪系统 118 也可测量晶圆载台 WST 在 Z 轴方向的位置资讯。此时,也可在曝光动作中使用 Z 轴方向的位置资讯。

[0085] 在图 1 的测量载台 MST,是在载台本体 92 上固定平板状测量台 MTB 而构成。在测量台 MTB 及载台本体 92 设有各种测量用构件。作为该测量用构件,例如图 2 及图 6A 所示,是采用具有针孔状受光部的照度不均感测器 94、用以测量投影光学系统 PL 所投影的图案空间像(投影像)的空间像测量器 96、以及波面像差测量器 98 等。

[0086] 此外,本实施形态中,是进行藉由通过投影光学系统 PL 与液体(水) Lq 以照明光 IL 使晶圆 W 曝光的液浸曝光,与此对应地,用于使用照明光 IL 的测量的上述照度不均感测器 94(以及照度监测器)、空间像测量器 96、以及波面像差测量器 98,是通过投影光学系统 PL 及水接收照明光 IL。如图 6B 所示,在测量载台 MST 的载台本体 92 的一 Y 方向侧端面固定有框状安装构件 42。又,在载台本体 92 的一 Y 方向侧端面,安装构件 42 开口内部的在 X 方向的中心位置附近,是以能与前述图 5B 的一对送光系统 36 对向的配置固定有一对受光系统 44。各受光系统 44,是由中继透镜等的光学系统、受光元件(例如光电倍增管等)、以及收纳此等的框体构成。由图 5B 及图 6B、以及截至目前为止的说明可知,本实施形态中,在晶圆载台 WST 与测量载台 MST 于 Y 轴方向接近既定距离以内的状态(包含接触状态)下,透射过测量板 30 的各空间像测量狭缝图案 SL 的照明光 IL 是被前述各送光系统 36 导引,而以各受光系统 44 的受光元件接收光。亦即,藉由测量板 30、送光系统 36、以及受光系统 44,来构成与前述日本特开 2002-14005 号公报(对应美国专利申请公开第 2002/0041377 号说明书)、等所揭示的相同的空间像测量装置 45(参照图 7)。

[0087] 在图 6B 的安装构件 42 上,在 X 轴方向延伸设置有由截面矩形的棒状构件构成的作为基准构件的基准杆(以下简称为「CD 杆」) 46。此 CD 杆 46,是藉由全动态框构造以动态方式支撑于测量载台 MST 上。

[0088] 由于 CD 杆 46 为原器(测量基准),因此其材料是采用低热膨胀系数的光学玻璃陶瓷、例如首德公司的 Zerodur(商品名)等。此 CD 杆 46 的上面(表面)的平坦度设定得较高,与所谓基准平板相同程度。又,在该 CD 杆 46 的长边方向一侧与另一侧端部附近,是如图 6A 所示分别形成有以 Y 方向为周期方向的基准格子(例如绕射光栅) 52。此一对基准格子 52 的形成方式,是隔着既定距离(L)在 CD 杆 46 的 X 轴方向中心、亦即相隔前述中心线 CL 配置成对称。

[0089] 又,在该 CD 杆 46 上面以图 6A 所示的配置形成有多个基准标记 M。该多个基准标记 M,是以同一间距在 Y 轴方向形成为三行的排列,各行排列形成为在 X 方向彼此偏移既定

距离。各基准标记 M,例如使用可藉由后述第一对准系统、第二对准系统来检测的尺寸的二维标记。基准标记 M 的形状(构成)虽也可与前述图 5A 的基准标记 FM 相异,但本实施形态中基准标记 M 与基准标记 FM 是相同构成,且也与晶圆 W 的对准标记相同构成。此外,本实施形态中,CD 杆 46 的表面及测量台 MTB(也可包含前述测量用构件)的表面均分别以拨液膜(拨水膜)覆盖。

[0090] 如图 2 所示,测量台 MTB 的 +Y 端面、-X 端面也形成有与前述晶圆台 WTB 同样的反射面 19a, 19b。干涉仪系统 118(参照图 7)的 Y 轴干涉仪 18 及 X 轴干涉仪 130,是分别对此等反射面 19a, 19b 投射干涉仪光束(测距光束),并藉由接收各自的反射光,测量各反射面从基准位置的位移、亦即测量载台 MST 的位置资讯(例如至少包含 X 方向及 Y 方向的位置资讯与 θ_z 方向的旋转资讯),并将该测量值供应至主控制装置 20。

[0091] 此外,如图 2 所示,在 X 轴固定件 81 及 80 的 X 方向的两端部设有制动器机构 48A, 48B。制动器机构 48A,包含:减震器 47A, 47B,是设置于 X 轴固定件 81,是例如由油阻尼器构成的缓冲装置;开口 51A, 51B,是设置于 X 轴固定件 80 的减震器 47A, 47B 的对向位置;以及开关此等开口的开闭器 49A, 49B。通过开闭器 49A, 49B 的开口 51A, 51B 的开闭状态,是藉由设置于开闭器 49A, 49B 附近的开关感测器(参照图 7)101 来检测,该检测结果送至主控制装置 20。

[0092] 此处,以制动器机构 48A 为代表说明前述制动器机构 48A, 48B 的作用。

[0093] 图 2 中,在开闭器 48A 处于关闭开口 51A 的状态的情形下,当 X 轴固定件 81 与 X 轴固定件 80 接近时,也藉由减震器 47A 与开闭器 49A 的接触(抵接),使 X 轴固定件 80, 81 彼此不能更加接近。另一方面,当开闭器 49A 开启使开口 51A 成为开放状态时,若 X 轴固定件 81, 80 彼此接近,即使减震器 47A 的前端部的至少一部分进入开口 51A 内,而能使 X 轴固定件 80, 81 彼此更接近。其结果,能使晶圆台 WTB 与测量台 MTB(CD 杆 46)彼此接触(或使其接近至相距 $300\mu\text{m}$ 左右的距离)。

[0094] 图 2 中,在 X 轴固定件 80 的 +X 端部设有间隔侦测感测器 43A, 43C 与撞击侦测感测器 43B, 43D,在 X 轴固定件 81 的 +Y 侧突设有延伸于 Y 方向的细长板状构件 41A。间隔侦测感测器 43A, 43C,例如由透射型光感测器(例如 LED-光电晶体的元件构成的感测器)构成,使 X 轴固定件 80 与 X 轴固定件 81 接近,板状构件 41A 即进入间隔侦测感测器 43A 之间,减少受光量,因此能侦测到 X 轴固定件 80, 81 的间隔已小于既定距离。

[0095] 撞击侦测感测器 43B, 43D,是与间隔侦测感测器 43A, 43C 相同的光电感测器,配置于其深处。籍由此撞击侦测感测器 43B, 43D,在 X 轴固定件 81, 80 彼此更接近、使晶圆台 WTB 与 CD 杆 46(测量台 MTB)接触的阶段时(或接近至 $300\mu\text{m}$ 左右的距离的阶段),由于板状构件 41A 的上半部定位于感测器的元件间,因此主控制装置 20,即藉由检测出该感测器的受光量为零,侦测出两台是彼此接触(或接近至 $300\mu\text{m}$ 左右的距离)。

[0096] 本实施形态的曝光装置 100,虽在图 1 中为了避免图式过于复杂而予以省略,但实际上如图 4 所示,是配置有第一对准系统 AL1,该第一对准系统 AL1 在通过投影单元 PU 的中心(与投影光学系统 PL 的光轴 AX 一致,本实施形态中也与前述曝光区域 IA 的中心一致)且与 Y 轴平行的直线 LV 上,从该光轴往-Y 侧相隔既定距离的位置具有检测中心。此第一对准系统 AL1,是通过支撑构件 54 固定于测量框架 21(参照图 1)。隔着此第一对准系统 AL1 的 X 轴方向一侧与另一侧,分别设有其检测中心相对该直线 LV 配置成大致对称的第二

对准系统 $AL2_1, AL2_2$ 与 $AL2_3, AL2_4$ 。亦即, 五个对准系统 $AL1, AL2_1 \sim AL2_4$ 的检测中心, 是在 X 方向配置于相异位置, 亦即沿 X 方向配置。

[0097] 各第二对准系统 $AL2_n (n = 1 \sim 4)$, 如代表显示的对准系统 $AL2_4$ 般, 是固定于能以旋转中心 O 为中心往图 4 中的顺时针及逆时针方向旋转既定角度范围的臂 $56_n (n = 1 \sim 4)$ 前端 (旋动端)。本实施形态中, 各第二对准系统 $AL2_n$ 的一部分 (例如至少包含将对准光照射于检测区域、且将检测区域内的对象标记所产生的光导至受光元件的光学系统) 是固定于臂 56_n , 剩余的一部分则设置于测量框架 21。第二对准系统 $AL2_1, AL2_2, AL2_3, AL2_4$ 能藉由分别以旋转中心 O 旋动来调整 X 位置。亦即, 第二对准系统 $AL2_1, AL2_2, AL2_3, AL2_4$ 的检测区域 (或检测中心) 能独立移动于 X 轴方向。此外, 本实施形态中, 虽藉由臂的旋动来调整第二对准系统 $AL2_1, AL2_2, AL2_3, AL2_4$ 的 X 位置, 但并不限于此, 也可设置将第二对准系统 $AL2_1, AL2_2, AL2_3, AL2_4$ 往复驱动于 X 方向的驱动机构。又, 第二对准系统 $AL2_1, AL2_2, AL2_3, AL2_4$ 的至少一个也可不仅可移动于 X 方向而也可移动于 Y 方向。此外, 由于各第二对准系统 $AL2_n$ 的一部分是藉由臂 56_n 来移动, 因此可藉由未图示感测器例如干涉仪或编码器等来测量固定于臂 56_n 的一部分的位置资讯。此感测器可仅测量第二对准系统 $AL2_n$ 在 X 方向的位置资讯, 也能使其可测量其他方向例如 Y 方向及 / 或旋转方向 (包含 θ_x 及 θ_y 方向的至少一方) 的位置资讯。

[0098] 在前述各臂 56_n 上面, 设有由差动排气型的空气轴承构成的真空垫 $58_n (n = 1 \sim 4)$ 。又, 臂 56_n , 例如藉由包含马达等的旋转驱动机构 $59_n (n = 1 \sim 4, \text{参照图 } 7)$, 可依主控制装置 20 的指示来旋动。主控制装置 20 在臂 56_n 的旋转调整后, 即使各真空垫 58_n 动作以将各臂 56_n 吸附固定于测量框架 21 (参照图 1)。藉此, 即可维持各臂 56_n 的旋转角度后的状态, 亦即维持第一对准系统 $AL1$ 及 4 个第二对准系统 $AL2_1 \sim AL2_4$ 的所欲位置关系。

[0099] 此外, 只要于与测量框架 21 的臂 56_n 对向的部分固定磁性体, 也可代替真空垫 58 采用电磁石。

[0100] 本实施形态的第一对准系统 $AL1$ 及 4 个第二对准系统 $AL2_1 \sim AL2_4$, 可使用例如影像处理方式的 FIA (Field Image Alignment (场像对准)) 系统, 其能将不会使晶圆上的光阻感光的光频检测光束照射于对象标记, 并以摄影元件 (CCD (电荷耦合装置) 等) 拍摄藉由来自该对象标记的反射光而成像于受光面的对象标记像、以及未图示的指标 (设置于各对准系统内的指标板上的指标图案) 像, 并输出该等的拍摄信号。来自对准系统 $AL1$ 及 $AL2_1 \sim AL2_4$ 各自的摄影信号, 是供应至图 7 的主控制装置 20。

[0101] 此外, 作为上述各对准系统是限于 FIA 系统, 当然也能单独或适当组合使用能将同调检测光照射于对象标记以检测从此对象标记产生的散射光或绕射光的对准感测器, 或是干涉从该对象标记产生的两绕射光 (例如同阶数的绕射光、或绕射于同方向的绕射光) 来加以检测的对准感测器。又, 本实施形态中由于设置了五个对准系统 $AL1, AL2_1 \sim AL2_4$, 因此能更有效率地进行对准。不过对准系统的数目并不限于五个, 也可是两个以上且四个以下, 或六个以上也可, 或也可非为奇数而为偶数。又, 也可仅使用第一对准系统 $AL1$ 。再者, 本实施形态中, 五个对准系统 $AL1, AL2_1 \sim AL2_4$, 虽是通过支撑构件 54 固定于测量框架 21, 但并不限于此, 也可固定于用以保持投影单元 PU 的主框架下面。

[0102] 本实施形态的曝光装置 100, 如图 4 所示, 是以从四方包围前述嘴单元 32 周围的状态配置有编码器系统的四个读头单元 $62A \sim 62D$ 。构成此等读头单元 $62A \sim 62D$ 的多个

Y 读头 64 及 X 读头 66, 在图 4 是以两点链线所示, 通过固定构件 (未图示) 固定于平板状测量框架 21 (参照图 1) 的底面。该固定构件, 例如包含形成有母螺纹的低膨胀系数金属 (例如因钢等) 制的多个衬套 (藉由埋入测量框架 21 而通过接着等固定) 与用以将读头单元 62A ~ 62D 的各读头 64, 66 的框体固定于对应的衬套的螺栓而构成。

[0103] 测量框架 21 的材料, 例如是线膨胀系数分别在 $\pm 0.2 \times 10^{-7}/K$ ($\pm 0.02\text{ppm}/K$) 程度以内的低膨胀玻璃 (例如 OHARA 股份有限公司的 CLEARCERAM-ZHS (商品名称)) 或低膨胀玻璃陶瓷 (例如首德公司的 Zerodur (商品名))。又, 测量框架 21 的材料, 也能使用线膨胀系数在 $\pm 0.5 \times 10^{-6}/K$ ($\pm 0.5\text{ppm}/K$) 程度以内的低膨胀玻璃、或线膨胀系数较因钢小的超因钢等。

[0104] 与此相关地, 图 1 的晶圆载台 WST 的晶圆台 WTB 的装载板体 28 的本体部、以及晶圆载台 WST 的载台本体 91 的材料, 是例如线膨胀系数为 $0.1 \times 10^{-4}/K$ ($10\text{ppm}/K$) 程度的铁 (钢材) 或线膨胀系数为 $1 \times 10^{-6}/K$ ($1\text{ppm}/K$) 程度的因钢等。其结果, 本实施形态的测量框架 21 的线膨胀系数, 相比较于晶圆载台 WST 的形成有标尺 39Y₁, 39Y₂, 39X₁, 39X₂ 的图 5A 的板体 28 以外的构件 (晶圆载台 WST 的本体部) 的线膨胀系数, 是设定成小至例如 $1/2 \sim 1/50$ 左右。

[0105] 再者, 如图 1 所示, 本实施形态的曝光装置 100, 是设置于未图示处理室内的地面 FL 上。用以导引晶圆载台 WST 的固定座 12, 是通过例如多个防振台 (未图示) 配置于地面 FL 上。又, 在地面 FL 上三处固定有包围固定座 12 的 L 字型悬吊构件 22A, 22B, 22C (参照图 3), 从悬吊构件 22A, 22B, 22C 的前端部通过防振构件 23A, 23B, 23C 悬吊支撑测量框架 21。防振构件 23A ~ 23C, 例如是以空气弹簧方式、油压方式、或机械弹簧方式截断振动的构件。

[0106] 图 3 中, 在 Y 方向隔着测量框架 21 的位置、以及沿测量框架 21 的一 X 方向侧面的位置构成的三处地面上设置有柱架 105A, 105B, 105C。在柱架 105A, 105B 与测量框架 21 之间分别安装有用以测量测量框架 21 在 X 方向的位移的 X 轴感测器 106XA, 106XB、以及用以测量测量框架 21 在 Z 方向的位移的 Z 轴感测器 106ZA, 106ZB。又, 在柱架 105C 与测量框架 21 之间安装有用以测量测量框架 21 在 Y 方向的位移的 Y 轴感测器 106Y、以及用以测量测量框架 21 在 Z 方向的位移的 Z 轴感测器 106ZC。六轴感测器 106XA, 106XB, 106Y, 106ZA ~ 106ZC, 可使用例如干涉仪、静电容型位移感测器、或涡流式位移感测器等。藉由此等六轴感测器 106XA ~ 106ZC, 高精度地以既定取样板测量以地面为基准的测量框架 21 在 X 方向、Y 方向、Z 方向、 θ_x 方向、 θ_y 方向、 θ_z 方向的位移, 测量值被供应至控制部 108。

[0107] 又, 在柱架 105A, 105B 与测量框架 21 之间, 分别安装有使测量框架 21 在 X 方向位移的 X 轴致动器 107XA, 107XB、以及使测量框架 21 在 Z 方向位移的 Z 轴致动器 107ZA, 107ZB。再者, 在柱架 105C 与测量框架 21 之间, 安装有使测量框架 21 在 Y 方向位移的 Y 轴致动器 107Y、以及使测量框架 21 在 Z 方向位移的 Z 轴致动器 107ZC。六轴非接触方式的致动器 107XA, 107XB, 107ZA ~ 107ZC, 虽能使用例如音圈马达, 但除此以外也能使用例如 EI 线圈方式等的电磁致动器。藉由此等六轴的致动器 107XA ~ 107ZC, 能控制测量框架 21 相对于地面的六自由度的位移。在图 7 的主控制装置 20 的控制下, 控制部 108 是在扫描曝光中, 根据六轴致动器 107XA ~ 107ZC 的测量值, 以伺服方式将六轴致动器 107XA ~ 107ZC 驱动成测量框架 21 相对于地面的六自由度的位移会在既定容许范围内。此外, 测量框架 21 的位移测量及位移控制的基准, 也能使用用以支撑投影单元 PU 的主框架 (未图

示)。

[0108] 图 1 中,在曝光装置 100 的动作时,是从收纳有曝光装置 100 的处理室(未图示)的天花板的送风口 6A,6B 沿箭头 7A,7B 所示,将高度洁净化且温度稳定化的气体(例如干燥空气等)通过降流方式以既定流量供应。所供应的气体一部分,从设置于地面 FL 的回收口(未图示)回收后,经由防尘过滤器及温度控制部再度从送风口 6A,6B 返回处理室内。此时,如图 3 所示,是于测量框架 21 的包围投影单元 PU 的区域的大致全面在 X 方向、Y 方向以既定间距形成多个开口 25,以使气体能以降流方式在该处理室内顺利地流动。藉此,提升晶圆载台 WST 上的晶圆 W 的温度稳定性等。

[0109] 其次,图 4 中,读头单元 62A,62C,是在投影单元 PU 的 +X 侧、-X 侧具备多个(此处为六个)分别沿 X 方向以既定间隔配置于通过投影光学系统 PL 的光轴 AX 且与 X 轴平行的直线 LH 上的 Y 读头 64。Y 读头 64 是分别使用前述图 5A 的 Y 标尺 39Y₁ 或 39Y₂ 测量晶圆载台 WST(晶圆台 WTB) 在 Y 方向的位置(Y 位置)。又,读头单元 62B,62D,是在投影单元 PU 的 +Y 侧、-Y 侧具备多个(此处为七个及十一个(不过,图 4 的十一个中与第一对准系统 AL1 重叠的三个未图示))分别沿 Y 方向以既定间隔配置于通过光轴 AX 且与 X 轴平行的直线 LV 上的 X 读头 66。X 读头 66 是分别使用前述图 5A 的 X 标尺 39X₁ 或 39X₂ 测量晶圆载台 WST(晶圆台 WTB) 在 X 方向的位置(X 位置)。

[0110] 因此,图 4 的读头单元 62A 及 62C,是分别构成使用图 5A 的 Y 标尺 39Y₁ 及 39Y₂ 来测量晶圆载台 WST(晶圆台 WTB) 的 Y 位置的多眼(此处为六眼)的 Y 轴线性编码器(以下适当简称为「Y 编码器」)70A 及 70C(参照图 7)。Y 编码器 70A,70C 分别具备用以进行多个 Y 读头 64 的测量值的切换(详细后述)的切换控制部 70Aa,70Ca。此处,读头单元 62A,62C 所具备的相邻 Y 读头 64(亦即从 Y 读头 64 照射的测量光束)的间隔,是设定成较 Y 标尺 39Y₁,39Y₂ 在 X 方向的宽度(更正确而言为格子线 38 的长度)窄。又,读头单元 62A,62C 各自具备的多个 Y 读头 64 中位于最内侧的 Y 读头 64、X 读头 66,为了尽可能配置于光轴 AX,是在投影光学系统 PL 的镜筒 40 下端部(更正确而言为包围前端透镜 191 的嘴单元 32 的横方向侧)固定于测量框架 21。

[0111] 又,读头单元 62B 及 62D,基本上是分别构成使用前述 X 标尺 39X₁ 及 39X₂ 来测量晶圆载台 WST(晶圆台 WTB) 的 X 位置的多眼(此处为七眼及十一眼)的 X 轴线性编码器(以下适当简称为「X 编码器」)70B 及 70D(参照图 7)。X 编码器 70B,70D 分别具备用以进行多个 X 读头 66 的测量值的切换(详细后述)的切换控制部 70Ba,70Da。此外,本实施形态中,例如在后述对准时读头单元 62D 所具备的十一个 X 读头 66 中的两个 X 读头 66,有时会同时对向于 X 标尺 39X₁ 及 39X₂。此时,是藉由 X 标尺 39X₁ 及 39X₂ 与对向于此的 X 读头 66 来构成 X 线性编码器 70B 及 70D。

[0112] 读头单元 62B,62D 所具备的相邻 X 读头 66(测量光束)的间隔,是设定成较 X 标尺 39X₁,39X₂ 在 Y 方向的宽度(更正确而言为格子线 37 的长度)窄。

[0113] 再者,在图 4 的第二对准系统 AL2₁ 的 -X 侧、第二对准系统 AL2₄ 的 +Y 侧,分别设有在平行于 X 轴的直线(通过第一对准系统 AL1 的检测中心)上且其检测点相对该检测中心配置成大致对称的 Y 读头 64y₁,64y₂。Y 读头 64y₁,64y₂ 的间隔,是设定成大致与前述距离 L(图 6A 的基准格子 52 在 Y 方向的间隔)相等。Y 读头 64y₁,64y₂,在晶圆载台 WST 上的晶圆 W 中心位于上述直线 LV 上的图 4 所示的状态下,是分别与 Y 标尺 39Y₂,39Y₁ 对向。在进

行后述的对准动作时, Y 标尺 $39Y_2$, $39Y_1$ 是分别与 Y 读头 $64y_1$, $64y_2$ 对向配置, 藉由该 Y 读头 $64y_1$, $64y_2$ (亦即藉由此等 Y 读头 $64y_1$, $64y_2$ 构成的 Y 编码器 70C, 70A) 来测量晶圆载台 WST 的 Y 位置 (及 θ_z 方向的角度)。

[0114] 又, 本实施形态中, 在进行第二对准系统的后述基线测量时, 图 6A 的 CD 杆 46 的一对基准格子 52 与 Y 读头 $64y_1$, $64y_2$ 是分别对向, 藉由与 Y 读头 $64y_1$, $64y_2$ 对向的基准格子 52, 以各自的基准格子 52 来测量 CD 杆 46 的 Y 位置。以下, 将藉由与基准格子 52 分别对向的 Y 读头 $64y_1$, $64y_2$ 所构成的线性编码器称为 Y 编码器 70E, 70F (参照图 7)。

[0115] 上述六个编码器 70A ~ 70E 的测量值, 是供应至主控制装置 20, 主控制装置 20 即根据编码器 70A ~ 70D 的测量值控制晶圆台 WTB 在 XY 平面内的位置, 并根据 Y 编码器 70E, 70F 的测量值控制 CD 杆 46 在 θ_z 方向的旋转。

[0116] 如图 4 所示, 本实施形态的曝光装置 100, 设有与照射系统 90a 及受光系统 90b 所构成、例如在日本特开平 6 - 283403 号公报 (对应美国专利第 5, 448, 332 号说明书) 等所揭示者相同的斜入射方式的多点聚焦位置检测系统 (以下简称为「多点 AF 系统」)。本实施形态中, 作为其一例, 是在前述读头单元 62C 的 -X 端部的 -Y 侧配置照射系统 90a, 并以其相对的状态在前述读头单元 62A 的 +X 端部的 -Y 侧配置受光系统 90b。

[0117] 图 4 的多点 AF 系统 (90a, 90b) 的多个检测点, 是在被检测面上沿 X 方向以既定间隔配置。本实施形态中, 例如配置成一行 M 列 (M 为检测点的总数) 或两行 N 列 (N 为检测点总数的 1/2) 的矩阵状。图 4 中并未个别图示检测光束分别照射的多个检测点, 而是显示在照射系统 90a 及受光系统 90b 之间延伸于 X 方向的细长检测区域 AF。此检测区域 AF, 由于其 X 方向的长度是设定成与晶圆 W 的直径相同, 因此藉由仅沿 Y 方向扫描晶圆 W 一次, 即能测量晶圆 W 的大致全面的 Z 方向位置资讯 (面位置资讯)。又, 该检测区域 AF, 由于是在 Y 方向, 配置于前述液浸区域 14 (曝光区域 1A) 与对准系统 (AL1, AL2₁ ~ AL2₄) 的检测区域之间, 因此能同时以多点 AF 系统与对准系统进行其检测动作。多点 AF 系统虽可设置于用以保持投影单元 PU 的主框架等, 但在本实施形态中是设置于前述测量框架。

[0118] 此外, 多个检测点虽是以 1 行 M 列或 2 行 N 列来配置, 但行数及 / 或列数并不限于此。不过, 当行数为 2 以上时, 最好是在行之间使检测点在 X 方向的位置也相异。再者, 虽多个检测点是沿 X 方向配置, 但并不限于此, 也可将多个检测点的全部或一部分配置在 Y 方向上的不同位置。

[0119] 本实施形态的曝光装置 100, 是在多点 AF 系统 (90a, 90b) 的多个检测点中位于两端的检测点附近、亦即检测区域 AF 的两端部附近, 以相对前述直线 LV 呈对称的配置设有各一对的 Z 位置测量用面位置感测器 (以下简称为「Z 感测器」) 72a, 72b 及 72c, 72d。此等 Z 感测器 72a ~ 72d 固定于例如图 3 的测量框架 21 下面。Z 感测器 72a ~ 72d, 是使用例如使用在 CD 驱动装置等的光学读头构成的光学式位移感测器 (CD 拾取方式的感测器), 其是从上方对晶圆台 WTB 照射光, 并接收其反射光来测量该光的照射点中晶圆台 WTB 表面在与 XY 平面正交的 Z 方向的位置资讯。此外, Z 感测器 72a ~ 72d 也可设置于前述投影单元 PU 的主框架等。

[0120] 再者, 前述读头单元 62C, 具备隔着 X 方向的直线 LH (连结多个 Y 读头 64) 位于一侧与另一侧、分别沿平行于直线 LH 的两条直线上且以既定间隔配置的多个 (此处为各六个, 合计为十二个) Z 感测器 $74_{i,j}$ ($i = 1, 2, j = 1, 2, \dots, 6$)。此时, 成对的 Z 感测器 $74_{i,j}$ 、Z 感

测器 $74_{2,j}$, 是相对上述直线 LH 配置成对称。再者, 多对 (此处为六对) 的 Z 感测器 $74_{1,j}$ 、Z 感测器 $74_{2,j}$ 与多个 Y 读头 64, 是在 X 方向交互配置。各 Z 感测器 $74_{1,j}$, 例如是使用与前述 Z 感测器 72a ~ 72d 相同的 CD 拾取方式的感测器。

[0121] 此处, 位于相对直线 LH 成对称的位置的各对 Z 感测器 $74_{1,j}$, $74_{2,j}$ 的间隔, 是设定成与前述 Z 感测器 74c, 74d 的间隔相同的间隔。又, 一对 Z 感测器 $74_{1,4}$, $74_{2,4}$, 是位于与 Z 感测器 72a, 72b 相同的与 Y 方向平行的直线上。

[0122] 又, 前述读头单元 62A, 具备相对前述直线 LV 与上述多个 Z 感测器 $74_{1,j}$ 配置成对称的多个、此处为 12 个的 Z 感测器 $76_{p,q}$ ($p = 1, 2, q = 1, 2, \dots, 6$)。各 Z 感测器 $76_{p,q}$, 例如是使用与前述 Z 感测器 72a ~ 72d 相同的 CD 拾取方式的感测器。又, 一对 Z 感测器 $76_{1,3}$, $76_{2,3}$, 是位于与 Z 感测器 72a, 72b 相同的 Y 方向的直线上。Z 感测器 $74_{1,j}$ 及 $76_{p,q}$ 是固定于测量框架 21 的底面。

[0123] 此外, 图 4 中是省略测量载台 MST 的图示, 且显示保持于该测量载台 MST 与前端透镜 191 之间的水 L_q 而形成的液浸区域 14。又, 该图 4 中, 符号 78 是显示局部空调系统, 其用以将温度被调整至既定温度的干燥空气沿图 4 中所示的白色箭头通过降流送至多点 AF 系统 (90a, 90b) 的光束路附近。又, 符号 UP, 是显示供进行晶圆在晶圆台 WTB 上的卸载的卸载位置, 符号 LP 是显示供进行将晶圆装载于晶圆台 WTB 上的装载位置。本实施形态中, 卸载位置 UP 与装载位置 LP 是相对直线 LV 设定成对称。此外, 也能使卸载位置 UP 与装载位置 LP 为同一位置。

[0124] 图 7, 是显示曝光装置 100 的控制系统的主要构成。此控制系统, 是以由用以统筹装置整体的微电脑 (或工作站) 所构成的主控制装置 20 为中心。此外, 图 7 中, 是将前述照度不均感测器 94、空间像测量器 96、以及波面像差感测器 98 等设于测量载台 MST 的各种感测器, 合称为感测器群 99。

[0125] 以上述方式构成的本实施形态的曝光装置 100, 由于采用如前所述的晶圆台 WTB 上的 X 标尺、Y 标尺的配置及如前述的 X 读头、Y 测头的配置, 因此会如图 8A 及图 8B 等的示例所示, 晶圆载台 WST 的有效动程范围 (亦即本实施形态中的为了进行对准及曝光动作而移动的范围) 中, X 标尺 $39X_1$, $39X_2$ 与读头单元 62B, 62D (X 读头 66) 一定是分别对向, 且 Y 标尺 $39Y_1$, $39Y_2$ 与读头单元 62A, 62C (Y 读头 64) 或 Y 读头 $64y_1$, $64y_2$ 一定是分别对向。此外, 图 8A 及图 8B 中, 相对应的与 X 标尺或 Y 标尺对向的读头是以圆圈框住表示。

[0126] 因此, 主控制装置 20 可在前述晶圆载台 WST 的有效动程范围中, 藉由根据编码器 70A ~ 70D 的至少三个的测量值控制构成载台驱动系统 124 的各马达, 来以高精度控制晶圆载台 WST 在 XY 平面内的位置资讯 (包含 θ_z 方向的旋转资讯)。编码器 70A ~ 70D 的测量值所承受的空气晃动的影响, 由于与干涉仪相比较是小到几乎可忽视, 因此起因于空气晃动的测量值的短期稳定性, 是较干涉仪好上许多。此外, 本实施形态中, 是根据晶圆载台 WST 的有效动程范围及标尺的尺寸 (亦即绕射光栅的形成范围) 等来设定读头单元 62A, 62B, 62C, 62D 的尺寸 (例如读头数目及 / 或间隔等)。因此, 在晶圆载台 WST 的有效动程范围中, 四个标尺 $39X_1$, $39X_2$, $39Y_1$, $39Y_2$ 虽均分别与读头单元 62B, 62D, 62A, 62C 对向, 但四个标尺也可不全部与所对应的读头单元对向。例如 X 标尺 $39X_1$, $39X_2$ 的一方、及 / 或 Y 标尺 $39Y_1$, $39Y_2$ 的一方也可从读头单元脱离。当 X 标尺 $39X_1$, $39X_2$ 的一方、或 Y 标尺 $39Y_1$, $39Y_2$ 的一方从读头单元脱离时, 由于在晶圆载台 WST 的有效动程范围中三个标尺仍与读头单元

对向,因此能随时测量晶圆载台 WST 在 X 轴、Y 轴、以及 θz 方向的位置资讯。又,当 X 标尺 $39X_1, 39X_2$ 的一方、或 Y 标尺 $39Y_1, 39Y_2$ 的一方从读头单元脱离时,由于在晶圆载台 WST 的有效动程范围中两个标尺与读头单元对向,因此虽无法随时测量晶圆载台 WST 在 θz 方向的位置资讯,但却能随时测量 X 轴及 Y 轴的位置资讯。此时,也可并用藉由干涉仪系统 118 所测量的晶圆载台 WST 在 θz 方向的位置资讯,来进行晶圆载台 WST 的位置控制。

[0127] 又,当如图 8A 中白色箭头所示将晶圆载台 WST 驱动于 X 方向时,用以测量该晶圆载台 WST 在 Y 方向的位置的 Y 读头 64,是如该图中的箭头 e_1, e_2 所示依序切换至相邻的 Y 读头 64。例如从实线圆圈框住的 Y 读头 64 切换至以虚线圆圈框住的 Y 读头 64。如此,测量值是在此切换的前后,藉由图 7 的 Y 编码器 70A, 70C 内的切换控制部 70Aa, 70Ca 被接续。亦即本实施形态中,为了能顺利地进行该 Y 读头 64 的切换及测量值的接续,是如前所述般将读头单元 62A, 62C 所具备的相邻 Y 读头 64 的间隔设定成较 Y 标尺 $39Y_1, 39Y_2$ 在 X 方向的宽度窄。

[0128] 又,本实施形态中,由于如前所述是将读头单元 62B, 62D 所具备的相邻 Y 读头 66 的间隔设定成较前述 X 标尺 $39X_1, 39X_2$ 在 Y 方向的宽度窄,因此与上述同样地,当如图 8B 中白色箭头所示将晶圆载台 WST 驱动于 Y 方向时,用以测量该晶圆载台 WST 在 X 方向的位置的 X 读头 66,即依序切换至相邻的 X 读头 66(例如从实线圆圈框住的 X 读头 66 切换至以虚线圆圈框住的 X 读头 66),测量值是在此切换的前后,藉由图 7 的 X 编码器 70A, 70C 内的切换控制部 70Ba, 70Da 被接续。

[0129] 其次,针对编码器 70A ~ 70F 的 Y 读头 64 及 X 读头 66 构成等,以放大显示于图 9A 的 Y 编码器 70A 为代表进行说明。此图 9A 中,是显示用以将检测光(测量光束)照射于 Y 标尺 $39Y_1$ 的读头单元 62A 的一个 Y 读头 64。

[0130] Y 读头 64, 大分为照射系统 64a、光学系统 64b、以及受光系统 64c 的三部分构成。照射系统 64a, 包含将激光光束 LB 沿相对 Y 轴及 Z 轴成 45° 的方向射出的光源(例如半导体激光 LD),以及配置在该半导体激光 LD 所射出的激光光束 LB 的光路上的透镜 L1。光学系统 64b, 包含其分离面与 XZ 平面平行的偏振分光器 PBS, 一对反射镜 R1a, R1b, 透镜 L2a, L2b, 四分之一波长板(以下记述为 $\lambda/4$ 板)WP1a, WP1b, 以及反射镜 R2a, R2b 等。

[0131] 前述受光系统 64c 包含偏光件(测光件)及光检测器等。该 Y 编码器 70A 的 Y 读头 64 中,从半导体激光 LD 射出的激光光束 LB 是通过透镜 L1 射入偏振分光器 PBS,使其被偏振分离成两个光束 LB_1, LB_2 。透射过偏振分光器 PBS 的光束 LB_1 ,通过反射镜 R1a 到达形成于 Y 标尺 $39Y_1$ 的反射型绕射光栅 RG, 在偏振分光器 PBS 反射的光束 LB_2 则通过反射镜 R1b 到达反射型绕射光栅 RG。此外,此处的「偏振分离」,是指将入射光束分离成 P 偏振成分与 S 偏振成分。

[0132] 藉由光束 LB_1, LB_2 的照射而从绕射光栅 RG 产生的既定次数的绕射光束、例如 1 次绕射光束,是在通过透镜 L2b, L2a 而被 $\lambda/4$ 板 WP1a, WP1b 转换成圆偏光后,在反射镜 R2a, R2b 反射而再度通过 $\lambda/4$ 板 WP1a, WP1b, 沿与返路相同光路的相反方向到达偏振分光器 PBS。到达偏振分光器 PBS 的两个光束,其各自的偏振方向相对原本的方向被旋转了 90 度。因此,先透射过偏振分光器 PBS 的光束 LB_1 的 1 次绕射光束,是在偏振分光器 PBS 反射而射入受光系统 64c, 先在偏振分光器 PBS 反射的光束 LB_2 的 1 次绕射光束,则透射过偏振分光器 PBS 后与光束 LB_1 的 -1 次绕射光束成为同轴而射入受光系统 64c。接着,上述两

个 ± 1 次绕射光束,是在受光系统 64c 内部被测光件整合其偏振方向,而彼此干涉成为干涉光,该干涉光被光检测器检测,并转换成与干涉光强度对应的电气信号。

[0133] 此外,也可附加例如使 LB_1 , LB_2 分歧及合成的光学系统等,生成相位与其干涉光差异 90° 的干涉光,并对此干涉光进行光电转换生成电气信号。此时,藉由使用相位差异 90° 的两相的电气信号,能生成将 Y 标尺 $39Y_1$ 的周期(间距)的 $1/2$ 进而内插成例如数百分之一以上的测量脉冲,而能提高测量分析能力。

[0134] 从上述说明可知,Y 编码器 70A 中,由于彼此干涉的两个光束的光路长极短且大致相等,因此几乎可忽视空气晃动的影响。又,当 Y 标尺 $39Y_1$ (亦即晶圆载台 WST)移动于测量方向(此时为 Y 方向)时,两个光束各自的相位即变化使干涉光的强度变化。该干涉光的强度变化被受光系统 64c 检测出,与该强度变化相对应的位置资讯即作为 Y 编码器 70A 的测量值输出。其他的编码器 70B, 70C, 70D 等也与编码器 70A 为相同构成。各编码器是使用分析能力为例如 0.1nm 左右者。此外,如图 9B 所示,本实施形态的编码器,可使用横长延伸于格子 RG 的周期方向的截面形状的激光光束 LB 来作为检测光。图 9B 中,与格子 RG 相比较是夸大图示了光束 LB。

[0135] 以下,参照图 11 的流程图说明本实施形态的曝光装置 100 的用以进行晶圆载台 WST 的位置测量及曝光的动作例。首先,图 11 的步骤 201,是在图 3 的测量框架 21 安装 X 轴、Y 轴的读头单元 62A ~ 62D 的多个编码器读头(X 读头 66, Y 读头 64)、以及多轴的晶圆干涉仪的干涉仪系统即 Y 轴干涉仪 16, 18 及 X 轴干涉仪 126, 130。

[0136] 次一步骤 202,将测量框架 21 从图 3 的悬吊构件 22A ~ 22C 通过防振构件 23A ~ 23C 悬吊。其后,将投影单元 PU 的前端部通过测量框架 21 的开口 21a,以安装包含嘴单元 32 的液浸机构。

[0137] 次一步骤 203,将形成有图 5A 的 X 轴、Y 轴标尺 $39X_1$, $39X_2$, $39Y_1$, $39Y_2$ 的板体 28 设置于晶圆台 WTB 上,进行晶圆载台 WST 的组装调整,且在测量框架 21 进行图 3 所示的六轴感测器 106XA ~ 106ZC(位移感测器)及六轴致动器 107XA ~ 107ZC 的安装。至此为止的步骤 201 ~ 203 的动作,是在例如曝光装置 100 的组装调整时在洁净室内执行。组装调整结束后,曝光装置 100 是收纳于既定的处理室内。

[0138] 其次,在曝光装置 100 的动作开始时,图 11 的步骤 204,开始在收纳有曝光装置的处理室内进行洁净气体的降流。次一步骤 205,是使用图 3 的感测器 106XA ~ 106ZC。测量测量框架相对柱架 105A ~ 105C(地面)的六自由度位移,并通过致动器 107XA ~ 107ZC 使该位移在容许范围内。次一步骤 206,是以低速使晶圆载台 WST 移动,以 X 读头 66、Y 读头 64(编码器读头)与晶圆干涉仪的 Y 轴干涉仪 16 及 X 轴干涉仪 126 测量晶圆载台 WST 相对测量框架 21(投影光学系统 PL)的移动量,并根据此测量结果进行 X 读头 66、Y 读头 64(读头单元 62A ~ 62D)的测量值的校正(calibration)。以下详细说明此校正。

[0139] 亦即,编码器的标尺,会随着使用时间的经过因热膨胀等其他原因导致绕射光栅变形,或绕射光栅的间距会产生部分或整体变化,欠缺机械式的长期稳定性。因此,由于其测量值所含的误差会随着使用时间的经过而变大,因此需要进行修正。此时,只要藉由图 2 的 Y 轴干涉仪 16 及 X 轴干涉仪 126,即能在无阿贝(Abbe)误差的状态下测量晶圆台 WTB 的 Y 位置及 X 位置。

[0140] 因此,即以可忽视 Y 轴干涉仪 16 的测量值因干涉仪摇晃而导致的短期变动的程度

的低速并将 X 轴干涉仪 126 的测量值固定于既定值,且根据 Y 轴干涉仪 16 及图 4 的 Z 感测器 $74_{1,4}$, $74_{2,4}$, $76_{1,3}$, $76_{2,3}$ 的测量值,一边将纵摇量、横摇量、以及偏摇量均维持于零,一边将晶圆载台 WST 移动于 +Y 方向,直到例如 Y 标尺 $39Y_1$, $39Y_2$ 的另一端 (- Y 侧的一端) 与各自对应的读头单元 62A, 62C 一致为止 (在前述的有效动程范围内)。在此移动中,主控制装置 20 是以既定取样间隔撷取图 7 的 Y 线性编码器 70A, 70C 的测量值及 Y 轴干涉仪 16 的测量值,并根据该撷取的测量值求出 Y 线性编码器 70A, 70C 的测量值与 Y 轴干涉仪 16 的测量值的关系。并根据此关是修正 Y 线性编码器 70A, 70C (读头单元 62A, 62C) 的测量值的误差。

[0141] 同样地,可使用 X 轴干涉仪 126 修正 X 线性编码器 70B, 70D (读头单元 62B, 62D) 的测量值的误差。

[0142] 其次,步骤 207 中,是一边切换多个 X 轴、Y 轴读头单元 62A ~ 62D 的 Y 读头 64、X 读头 66 (编码器读头) 的测量值测量晶圆载台 WST 的座标位置,一边控制晶圆载台 WST 的位置及速度进行对准及晶圆曝光。其后,在步骤 208 进行标线片更换等次一步骤的动作。

[0143] 具体而言,使用图 10A ~ 图 10C 简单地说明以本实施形态的曝光装置 100 进行的步骤 207 的晶圆对准。

[0144] 此处,是说明将以图 10C 所示的配置 (照射图) 将形成有多个照射区域的晶圆 W 上的已着色的十六个照射区域 AS 设为对准照射区域时的动作。此外,图 10A, 图 10B 中,是省略测量载台 MST 的图式。

[0145] 此时,预先以图 4 的对准系统 $AL1$ 、 $AL2_1 \sim AL2_4$ 测量图 6A 的测量载台 MST 侧的 CD 杆 46 上的对应的基准标记 M 的座标,藉此求出对准系统 $AL1$ 、 $AL2_1 \sim AL2_4$ 的基线量 (检测中心的座标与图 1 的标线片 R 的图案像的基准位置的位置关系) 并储存于图 7 的对准运算系统 20a。又,其前提为,第二对准系统 $AL2_1 \sim AL2_4$ 已配合对准照射区域 AS 的配置而事前调整了其 X 方向的位置。

[0146] 首先,主控制装置 20 是将晶圆 W 中心已定位于装载位置 LP 的晶圆载台 WST 朝向图 10A 中的左斜上方移动,并将其定位于晶圆 W 中心位于直线 LV 上的既定位置 (后述的对准开始位置)。此时的晶圆载台 WST 的移动,是由主控制装置 20 根据 X 编码器 70D 的测量值及 Y 轴干涉仪 16 的测量值来驱动载台驱动系统 124 的各马达,藉此来进行。在定位于对准开始位置的状态下,装载有晶圆 W 的晶圆台 WTB 在 XY 平面内的位置 (包含 θ_z 旋转) 的控制,是根据分别对向于图 4 的 X 标尺 $39X_1$, $39X_2$ 的读头单元 62D 所具备的两个读头 66 的测量值、以及分别对向于 Y 标尺 $39Y_1$, $39Y_2$ 的 Y 读头 $64y_2$, $64y_1$ (四个编码器) 的测量值来进行。

[0147] 其次,主控制装置 20 根据上述四个编码器的测量值使晶圆载台 WST 往 +Y 方向移动既定距离使其定位于图 10A 所示的位置,使用第一对准系统 $AL1$, 第二对准系统 $AL2_2$, $AL2_3$ 同时且个别检测出附设于三个第一对准照射区域 AS 的对准标记 (参照图 10A 中的星标记), 再将上述三个对准系统 $AL1$, $AL2_2$, $AL2_3$ 的检测结果与进行该检测时的上述四个编码器的测量值以彼此相关联的方式供应至对准运算系统 20a。此外,此时未检测对准标记的两端的第二对准系统 $AL2_1$, $AL2_4$, 也可不对晶圆台 WTB (或晶圆) 照射检测光或也可照射。又,本实施形态的晶圆对准,是设定晶圆载台 WST 在其 X 方向的位置,以使第一对准系统 $AL1$ 配置于晶圆台 WTB 的中心线上,此第一对准系统 $AL1$ 即检测位于晶圆的中心线上的对准照射区

域的对准标记。此外,虽也可将对准标记形成于晶圆 W 上的各照射区域内部,但本实施形态中是将对准标记形成于各照射区域外部、亦即区划出晶圆 W 的多个照射区域的区块界线(划线)上。

[0148] 其次,主控制装置 20 根据上述四个编码器的测量值使晶圆载台 WST 往 +Y 方向移动既定距离,使其定位于能使用五个对准系统 AL1, AL2₁ ~ AL2₄ 同时且个别检测出附设于晶圆 W 上的五个第二对准照射区域 AS 的对准标记的位置,再将上述五个对准系统 AL1, AL2₁ ~ AL2₄ 的检测结果与进行该检测时的上述四个编码器的测量值以彼此相关联的方式供应至对准运算系统 20a。

[0149] 其次,主控制装置 20 根据上述四个编码器的测量值使晶圆载台 WST 往 +Y 方向移动既定距离,使其定位于能使用五个对准系统 AL1, AL2₁ ~ AL2₄ 同时且个别检测出附设于晶圆 W 上的五个第三对准照射区域 AS 的对准标记的位置,再使用五个对准系统 AL1, AL2₁ ~ AL2₄, 同时且个别检测出五个对准标记(参照图 10B 中的星标记),并将上述五个对准系统 AL1, AL2₁ ~ AL2₄ 的检测结果与进行该检测时的上述四个编码器的测量值以彼此相关联的方式供应至对准运算系统 20a。

[0150] 其次,主控制装置 20 根据上述四个编码器的测量值使晶圆载台 WST 往 +Y 方向移动既定距离,使其定位于能使用第一对准系统 AL1, 第二对准系统 AL2₂, AL2₃ 同时且个别检测出附设于晶圆 W 上的三个第一对准照射区域 AS 的对准标记的位置,再使用上述三个对准系统 AL1, AL2₂, AL2₃, 同时且个别检测出三个对准标记,并将上述三个对准系统 AL1, AL2₂, AL2₃ 的检测结果与进行该检测时的上述四个编码器的测量值以彼此相关联的方式供应至对准运算系统 20a。

[0151] 接着,对准运算系统 20a 使用以上述方式获得的合计十六个对准标记的检测结果与所对应的上述四个编码器的测量值、以及第一对准系统 AL1、第二对准系统 AL2_n 的基线,通过例如日本特开昭 61 - 44429 号公报(对应美国专利第 4,780,617 号说明书)等所揭示的 EGA 方式进行统计运算,算出上述四个编码器(四个读头单元)的测量轴所规定的载台座标系统(例如以投影光学系统 PL 的光轴为原点的 XY 座标系统)上晶圆 W 上的所有照射区域的排列。

[0152] 如此,本实施形态中,藉由使晶圆载台 WST 往 +Y 方向移动,且将晶圆载台 WST 定位在该移动路径上的四处,与以单一对准系统依序检测十六处的对准照射区域 AS 的情况相比较,即能以更短时间获得对准标记在合计十六处的对准照射区域 AS 的位置资讯。在此情形下,尤其例如就对准系统 AL1, AL2₂, AL2₃ 来看可轻易得知,此等对准系统 AL1, AL2₂, AL2₃ 是与上述晶圆载台 WST 的移动动作连动,而分别检测出依序配置于检测区域(例如相当于检测光的照射区域)内的沿 Y 轴方向排列的多个对准标记。因此,在进行上述对准标记的测量时,即不须使晶圆载台 WST 移动于 X 方向,因此能有效率地执行对准。

[0153] 其次,在主控制装置 20 的控制下,根据从对准运算系统 20a 供应的排列座标,使用读头单元 26A ~ 62D(编码器 70A ~ 70D)的测量值驱动晶圆载台 WST,且以液浸方式及步进扫描方式将标线片 R 的图案像曝光于晶圆 W 上的所有照射区域。

[0154] 本实施形态的作用效果如下所述。

[0155] (1) 图 1 的曝光装置 100 的测量方法,是以多个 X 读头 66 及 Y 读头 64 检测设置于晶圆载台 WST(可动构件)的标尺 39X₁, 39X₂ 及 39Y₁, 39Y₂, 以测量晶圆载台 WST 的位移资

讯的测量方法,其具有:步骤 201,是将多个 X 读头 66 及 Y 读头 64 以测量框架 21 支撑的步骤,该测量框架 21 的线膨胀系数较除了晶圆载台 WST 的形成有标尺 $39X_1$ 等的板体 28 以外的本体部的线膨胀系数小;以及步骤 207,是从多个 X 读头 66 及 Y 读头 64 的检测结果测量晶圆载台 WST 的位移资讯。

[0156] 又,曝光装置 100,是对保持在可移动的晶圆载台 WST 的晶圆 W 照射照明光 IL(曝光用光)以在晶圆 W 形成既定图案的曝光装置,其具备:该标尺 $39X_1$, $39Y_1$ 等;检测该标尺的位置资讯的多个 X 读头 66 及 Y 读头 64;将多个 X 读头 66 及 Y 读头 64 一体支撑的测量框架 21;以及从多个 X 读头 66 及 Y 读头 64 的检测结果求出晶圆载台 WST 的位移资讯的编码器 70A ~ 70D 内的切换控制部 70Aa ~ 70Da。

[0157] 承上所述,由于是以 X 读头 66、Y 读头 64 检测设置于晶圆载台 WST 的标尺的方式,因此无须如激光干涉仪般设置与可动构件的移动动程相同长度的光路,即可减低周围气体的折射率变动的影响。又,当标尺 $39X_1$ 自一个 X 读头 66 的检测对象区域脱离时,可切换至能检测该标尺 $39X_1$ 的其他 X 读头 66 并续行测量。此时,测量框架 21 的线膨胀系数较晶圆载台 WST 的本体部小,即使周围温度变动,也可抑制多个 X 读头 66 间的位置关系的变动,缩小切换多个 X 读头 66 时的测量误差。因此可提升晶圆载台 WST 的定位精度、以及曝光装置的重叠精度等。

[0158] (2) 又,测量框架 21 是由线膨胀系数较因钢小的材料形成。因此,即使在测量框架 21 产生某程度的温度变化,也能将测量误差维持得较小。此外,测量框架 21,也可藉由将多个块体以螺丝固定等连结而成。

[0159] (3) 又,具备一步骤 202,是使测量框架 21 对地面、进而对具有晶圆载台 WST 的导引面的固定座 12,通过防振构件 23A ~ 23C 以在振动上分离的方式支撑。因此,不会有因驱动晶圆载台 WST 时的振动的的影响产生 X 读头 66 及 Y 读头 64 的测量误差。

[0160] (4) 又,具备一步骤 205,是使用图 3 的感测器 106XA ~ 106ZC 及致动器 107XA ~ 107ZC,抑制测量框架 21 对地面、进而对具有晶圆载台 WST 的导引面的固定座 12 的位移。因此,即使通过防振构件支撑测量框架 21,仍可稳定维持 X 读头 66 及 Y 读头,提升测量精度。

[0161] (5) 又,具备一步骤 206,是在测量框架 21 设置晶圆干涉仪的至少一部分的光学构件即 X 轴干涉仪 16、X 轴干涉仪 126,藉由 Y 轴干涉仪 16、X 轴干涉仪 126 测量晶圆载台 WST 相对于测量框架 21(投影光学系统 PL) 的位移。因此,能藉由 Y 轴干涉仪 16、X 轴干涉仪 126 的测量值进行 Y 读头 64 及 X 读头 66 的测量值的校正等。

[0162] (6) 又,标尺 $39X_1$, $39Y_1$ 是绕射光栅状的周期图案,X 读头 66 及 Y 读头 64,是对该周期图案照射检测光并接收自该周期图案产生的多个绕射光(1 次绕射光)的干涉光。因此,不但可藉由 X 读头 66 及 Y 读头 64 使用短光路而减小摇晃的影响,也能以激光干涉仪水准的分析能力(精度)测量晶圆载台 WST 的位移。

[0163] 此外,也能使用包含周期磁性标尺(以微小节距形成有极性反转的发磁体)与读取该磁性标尺的磁头的磁气式线性编码器等,来作为编码器 70A ~ 70D。

[0164] [第 2 实施形态]

[0165] 以下,参照图 12 说明本发明的第 2 实施形态。本实施形态,并非以测量框架直接支撑图 1 的 X 读头 66 等,而是以卡合于测量框架的构件来支撑。图 12 中,对与图 1 对应的部分赋予同一或类似的符号,省略或简化其详细说明。

[0166] 图 12, 是显示本实施形态的曝光装置 100A。图 12 中, 是代替图 1 的测量框架 21, 而将平板状的测量框架 21M 透过防振构件 23A, 23B 等悬吊支撑于悬吊构件 22A, 22B 等。又, 在测量框架 21M 的底面真空吸附保持有平板状的编码器读头用座 (以下称为读头座) 26。在测量框架 21M 与读头座 26, 以在 XY 平面内为大致相同位置关系的方式, 形成有供以降流供应的气体通过的多个开口 (未图示)。又, 在测量框架 21M 与读头座 26, 分别形成有使投影单元 PU 的下端部通过的开口 21Ma 及 26a。

[0167] 再者, 构成图 4 的读头单元 62B, 26D 的多个 X 读头 66 及构成图 4 的读头单元 62A, 26C 的多个 Y 读头 64 (图 12 中未图示) 是藉由固定构件 (未图示) 固定于读头座 26 的底面。在读头座 26 的底面, 也固定 Y 轴干涉仪 16, 18 及图 2 的 X 轴干涉仪 126, 130。此外, 图 4 的对准系统 AL1, AL2₁ ~ AL2₄ 的全部也可以测量框架 21M 支撑, 在读头座 26 页可设置使对准系统 AL1, AL2₁ ~ AL2₄ 的前端部通过的开口。又, 也能将对准系统 AL1, AL2₁ ~ AL2₄ 的至少前端部的光学系统以读头座 26 支撑。

[0168] 又, 在图 12 的晶圆载台 WST 的板体 28 页与图 5 同样地形成有 X 标尺 39X₁, 39X₂ 及 Y 标尺 39Y₁, 39Y₂。图 12 的读头座 26 的底面的 X 读头 66 及 Y 读头 64 (未图示) 也是检测 X 标尺 39X₁, 39X₂ 及 Y 标尺 39Y₁, 39Y₂ 的位置资讯、进而检测晶圆载台 WST (晶圆台 WTB) 的位置资讯。

[0169] 图 12 中, 读头座 26, 是由线膨胀系数较晶圆载台 WST 的板体 28 (形成有图 5A 的标尺 39X₁, 39X₂, 39Y₁, 39Y₂) 以外的构件 (晶圆载台 WST 的本体部) 的线膨胀系数小的材料形成, 亦即由极小线膨胀系数的材料形成。读头座 26 的材料是与图 1 的测量框架 21 相同的低膨胀玻璃或低膨胀玻璃陶瓷。由于读头座 26 较小, 厚度为测量框架 21M 的数分之一左右的形状, 因此能使用低膨胀玻璃或低膨胀玻璃陶瓷容易地形成读头座 26。

[0170] 再者, 图 12 的测量框架 21M, 是由线膨胀系数较读头座 26 大且较一般铁等金属小的材料、例如线膨胀系数为 $1 \times 10^{-6}/K$ 左右的因钢形成。藉由使用上述材料, 而可容易地一体形成大型的测量框架 21M。又, 在测量框架 21M, 也与图 3 的测量框架 21 同样地设有六轴的感测器 106XA ~ 106ZC 以及六轴致动器 107XA ~ 107ZC, 藉此, 能进行使相对地面的位移在容许范围内的控制。

[0171] 又, 在测量框架 21M 的底面的多处设有真空垫 111A, 111B, 真空垫 111A, 111B 等是通过配管 112A, 112B 等连接于包含空气压缩机及真空泵的吸附装置 110。藉由来自吸附装置 110 的加压及负压, 使读头座 26 在测量框架 21M 的底面, 隔着厚度数 μm 左右的空气层 G 藉由真空预压型空气静压轴承方式保持成能在 XY 平面 (本实施形态中为大致水平面) 内顺利地移动。

[0172] 不过, 为了防止读头座 26 的位置逐渐变化, 读头座 26 是以能在测量的基准位置藉由螺栓 109A 旋转的状态连结于测量框架 21M。进一步地, 读头座 26, 是在其基准位置与投影光学系统 PL 大致对称的位置, 以能通过形成于读头座 26 的长孔藉由螺栓 109B 相对移动于连结螺栓 109A, 109B 的直线的方向的状态连结于测量框架 21M。其他构成则与图 1 的第 1 实施形态相同。

[0173] 根据本实施形态, 除了第 1 实施形态以外尚可发挥以下的作用效果。

[0174] (1) 本实施形态中, 是以与图 11 的步骤 201 对应的步骤, 在读头座 26 的底面安装多个 X 读头 66 等及 Y 轴干涉仪 16, 18 等。接着, 该读头座 26, 是以能沿晶圆载台 WST

的板体 28(X 标尺 39X₁, 39X₂ 等)表面的方向位移的状态,通过真空垫 111A, 111B 等连结于线膨胀系数较读头座 26 大的测量框架 21M(基座构件)。

[0175] 因此,能分别以低膨胀系数的材料容易地形成测量框架 21M 及读头座 26。再者,因测量框架 21M 及读头座 26 的线膨胀系数的差异,而可假设出因稍微的温度变化使两者长度产生差异的情形。在此情形下,由于读头座 26 能以螺栓 109A 为中心沿板体 28(测量框架 21M)顺利地位移,因此读头座 26 能因双金属效果而不会扭曲。因此,能随时以高精度藉由 X 读头 66 等进行晶圆载台 WST 的位置测量。

[0176] (2) 又,读头座 26 是以在螺栓 109A 的位置(既定的基准位置)不会相对位移的状态通过真空垫 111A, 111B 等(气体轴承)连结于测量框架 21M。因此,读头座 26 的位置不会逐渐变化。

[0177] (3) 又,读头座 26 是以可在连结螺栓 109A, 109B 的方向位移的方式连结于测量框架 21M。因此,读头座 26 不会逐渐旋转。

[0178] 此外,也能代替螺栓而使用板弹簧等将读头座 26 以能位移的状态连结于测量框架 21M。

[0179] [第 3 实施形态]

[0180] 以下,参照图 13-图 15 说明本发明的第 3 实施形态。本实施形态,并非如图 12 的实施形态般将读头座 26 通过气体轴承连结于测量框架 21M,而是通过更简单的挠曲机构来连结。图 13-图 15 中,对与图 12 对应的部分赋予相同符号,省略其详细说明。

[0181] 图 13 是显示本实施形态的曝光装置 100B。图 13 中,固定有 X 读头 66 等的读头座 26,是通过在 X 方向、Y 方向以大致既定间隔配置的多个棒状挠曲构件 113,以能在沿板体 28(形成有图 5(A) 的 X 标尺 39X₁, 39X₂ 等)表面的方向位移的状态连结于测量框架 21M 的底面。换言之,多个棒状挠曲构件 113 的前端部(读头座 26 侧的端部),是可在弹性变形的范围内在沿 X 标尺 39X₁, 39X₂ 等的方向位移。

[0182] 图 14 是显示图 13 的测量框架 21M 及读头座 26 一部分的放大立体图。如图 14 所示,挠曲构件 113,是在两端部形成有圆周状的缺口部(槽部)113a, 113b,而能在两端部容易变形的棒状构件。又,在测量框架 21M 及读头座 26 形成有供以降流供应的气体通过的多个开口 25M 及 25。其他构成则与图 12 的实施形态相同。

[0183] 本实施形态中,并非使用真空吸附机构之类复杂的机构,而是使用简单机构的挠曲构件 113 将测量框架 21M 与读头座 26 以能吸收因线膨胀系数差异导致的变形的状态连结。又,读头座 26 的线膨胀系数较测量框架 21M 小。此时可假设出下列情形,即因两者的线膨胀系数的差异,从图 15A 的状态因温度变化而成为如图 15B 所示,测量框架 21M 较读头座 26 更延伸的情形。即使在此情形下,也能藉由多个挠曲构件 113 的弹性变形,将读头座 26 的变形(进而为多个 X 读头 66 等的位置关系的变化)抑制于最小限度。因此,即使是切换图 13 的 X 读头 66 等的测量值,也能高精度地测量晶圆载台 WST 的位置资讯。

[0184] 又,由于测量框架 21M 的线膨胀系数较读头座 26 大,因此能使用如因钢等容易形成大型构件的材料,因此制造容易。此外,本第 3 实施形态中,晶圆载台 WST 本体部的线膨胀系数,可是与读头座 26 的线膨胀系数相同程度或其以下。

[0185] 此外,本实施形态中,也可取代挠曲构件 113,而使用图 16A 的细长棒状构件(简单构造的挠曲构件)114、或图 16B 所示的在两端部形成有沿图 13 的 X 方向的槽部 115a 及沿

Y 方向的槽部 115b 的挠曲构件 115 等。

[0186] 又,也可如图 17 的俯视图所示,藉由配置成于 X 方向挟持投影单元 PU 的多个大致平行于 YZ 平面的板弹簧 131、配置成在 Y 方向挟持投影单元 PU 的多个大致平行于 XZ 平面的板弹簧 132、以及大致均等地配置于除此以外的部分的挠曲构件 113 来连结测量框架 21M 与读头座 26。藉此,能将读头座 26 更稳定地连结于测量框架 21M。

[0187] 此外,上述实施形态中,是在晶圆载台 WST 侧固定标尺 39X₁, 39Y₁, 在测量框架 21 等固定编码器的读头 64, 66。然而,如图 19 的另一实施形态所示,也能在晶圆载台 WST 侧固定编码器的读头 64, 66, 在测量框架 21S 固定 X 标尺 39AX1, 39AX2 等。

[0188] 亦即,图 19 的曝光装置 100C 中,投影单元 PU(投影光学系统 PL)的镜筒的突缘部 40F 是保持于主框架(未图示),在突缘部 40F 的底面固定有中央形成有供投影单元 PU 通过的开口的平板状测量框架 21S。测量框架 21S 是与上述测量框架 21 同样地由线膨胀系数小的材料形成。在测量框架 21S 的底面,以在 Y 方向夹着投影单元 PU 的方式,配置有在 X 方向形成有既定间距的格子的一对矩形平板状 X 标尺 39AX1, 39AX2。

[0189] 又,如沿图 19 的 AA 线的底面图的图 20 所示,在测量框架 21S 的底面,以在 X 方向夹着投影单元 PU 的方式,配置有于 Y 方向形成有既定间距的格子的一对 Y 标尺 39AY1, 39AY2。X 标尺 39AX1, 39AX2 及 Y 标尺 39AY1, 39AY2 分别以大致相同形状的平板状保护玻璃 132A, 132B, 132C, 132D 覆盖。此等保护玻璃 132A ~ 132D,是藉由多个安装构件 133 及 134,以能使标尺 39AX1, 39AX2, 39AY1, 39AY2 因热变形而移动程度的弹压力保持于测量框架 21S。再者,以通过投影单元 PU 的光轴 AX(曝光中心)且平行于 X 轴及 Y 轴的直线为 LH 及 LV,沿直线 LH 将真空垫 111G, 111H 设置于 Y 标尺 39AY1, 39AY2 上,沿直线 LV 将真空垫 111E, 111F 设置于 X 标尺 39AX1, 39AX2 上。

[0190] 真空垫 111E-111H,分别通过测量框架 21S 内的通气孔及图 19 的配管 112E, 112F 等连接于包含真空泵的吸附装置 110A。在曝光时,是从吸附装置 110A 通过真空垫 111E-111H 将标尺 39AX1, 39AX2, 39AY1, 39AY2 吸附于测量框架 21S 侧。藉此,标尺 39AX1, 39AX2, 39AY1, 39AY2 被真空垫 111E-111H 固定,而能在不从曝光中心脱离的状态下,以投影单元 PU 为基准进行高精度的位置测量。此外,也可取代真空垫 111E-111H,而设置能将测量框架 21S 与标尺 39AX1, 39AX2, 39AY1, 39AY2 机械式地固定的装置(例如第 2 实施形态中的螺栓)。

[0191] 又,例如,第 3 实施形态中,也可如图 14-16 所示之例,将标尺 39AX1, 39AX2, 39AY1, 39AY2 通过挠曲机构来连结。

[0192] 又,固定有在 Y 方向夹着晶圆载台 WST 的载台本体 91 的一对延伸于 Y 方向的检测框架 135A, 135B, 固定有在 X 方向夹着本体部 91 的一对延伸于 X 方向的检测框架 135C, 135D(135D 未图示),在检测框架 135A, 135B 以既定间隔固定有检测 X 标尺 39AX1, 39AX2 的多个 X 读头 66,在检测框架 135C, 135D 以既定间隔固定有检测 Y 标尺 39AY1, 39AY2 的多个 Y 读头 64。即使在晶圆载台 WST 移动于 X 方向、Y 方向时,也可藉由切换此等多个 X 读头 66 及 Y 读头 64 检测标尺 39AX1, 39AX2, 39AY1, 39AY2,以高精度地测量晶圆载台 WST 的位置。此外,检测框架 135A-135D,最好是由超因钢等线膨胀系数极小的材料形成。

[0193] 此外,使用上述实施形态的曝光装置制造半导体元件等的微型元件时,微型元件

例如能经由图 18 所示的制程制造,此制程即:进行微型元件的功能、性能设计的步骤 221、根据此设计步骤制作光罩(标线片)的步骤 222、制造元件基材的基板的步骤 223、包含藉由前述实施形态的曝光装置 100(投影曝光装置)将标线片的图案曝光于基板的步骤、使已曝光的基板显影的步骤、以及已显影基板的加热(CURE)及蚀刻步骤等的基板处理步骤 224、元件组装步骤(包含切割步骤、接合步骤、封装步骤等的加工程序)225、以及检查步骤 226 等。

[0194] 换言之,此元件制造方法,是在包含微影制程的元件制造方法中,在该微影制程中使用上述实施形态的曝光装置。此时,即使使晶圆载台高速移动,也不受干涉仪的摇晃的影响,且即使产生某程度的温度变动仍能藉由编码器高精度地测量晶圆载台的位置,因此能提升重叠精度等的曝光精度,将元件以高精度、高产能量产。

[0195] 又,本发明除了上述步进扫描方式的扫描曝光型的投影曝光装置(扫描机)以外,也能适用于步进重复方式的投影曝光装置(步进机等)或工作机械等。再者,本发明也同样能适用于液浸型曝光装置以外的干式曝光型曝光装置。

[0196] 又,本发明并不限于半导体元件制造用的曝光装置,也可适用于例如用来制造包含液晶显示元件或等离子体显示器等的显示器的将元件图案转印于玻璃板上的曝光装置,用来制造薄膜磁头的将元件图案转印于陶瓷晶圆上的曝光装置,以及制造摄影元件(CCD 等)、有机 EL、微型机器、MEMS(Microelectromechanical Systems)及 DNA 晶片等的曝光装置。又,除了制造半导体元件等微型元件以外,为了制造用于光曝光装置、EUV(极远紫外线)曝光装置的光罩,也能将本发明适用于用以将电路图案转印至玻璃基板或硅晶圆等的曝光装置。

[0197] 如上述,本发明并不限定于上述实施形态,在不脱离本发明主旨的范围内可取得各种构成。

[0198] 又,包含说明书、申请专利范围、图式、以及摘要在内的 2007 年 7 月 18 日提出日本专利申请第 2007-187649 的所有的揭示内容,是直接完全地引用而置入于本申请。

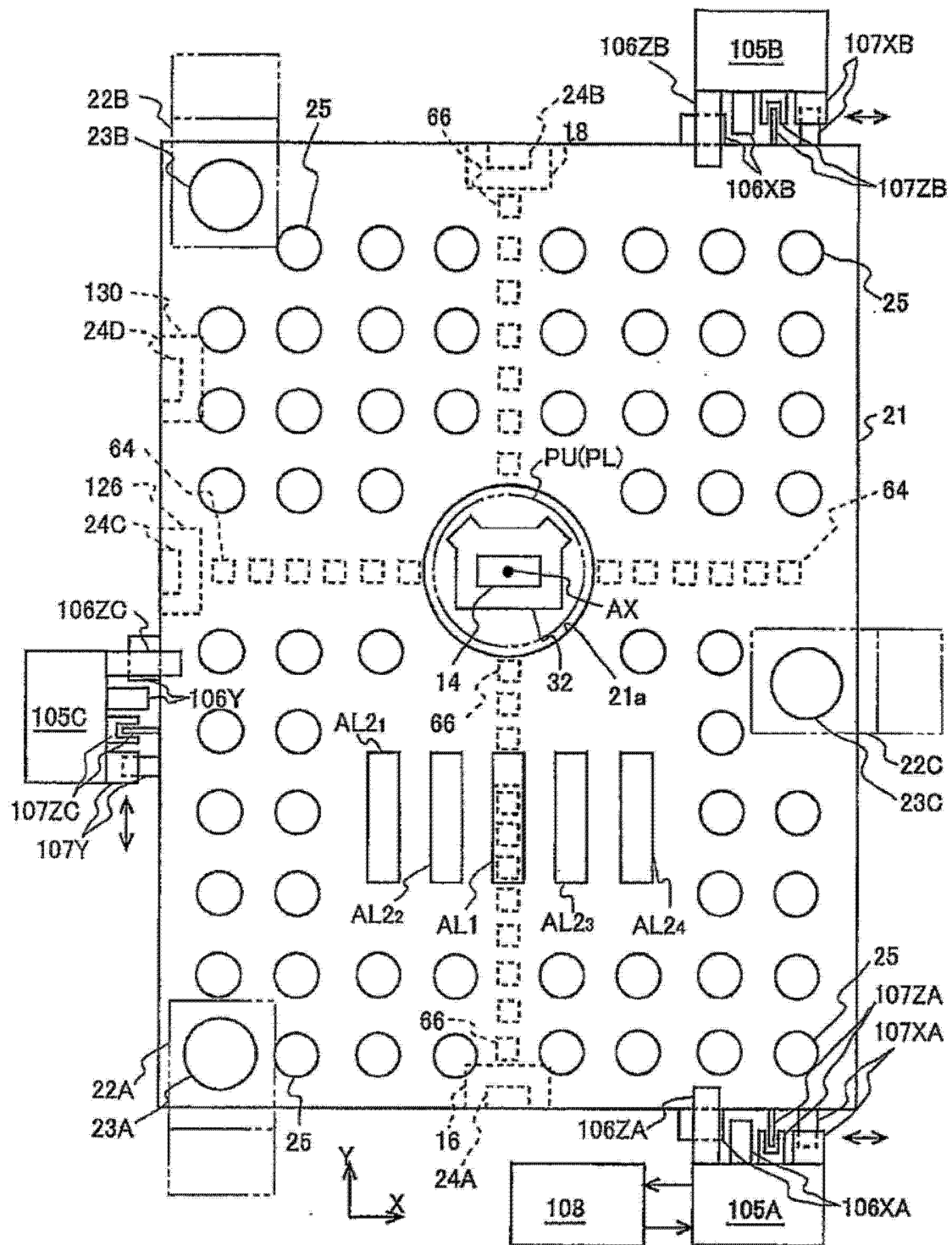


图 3

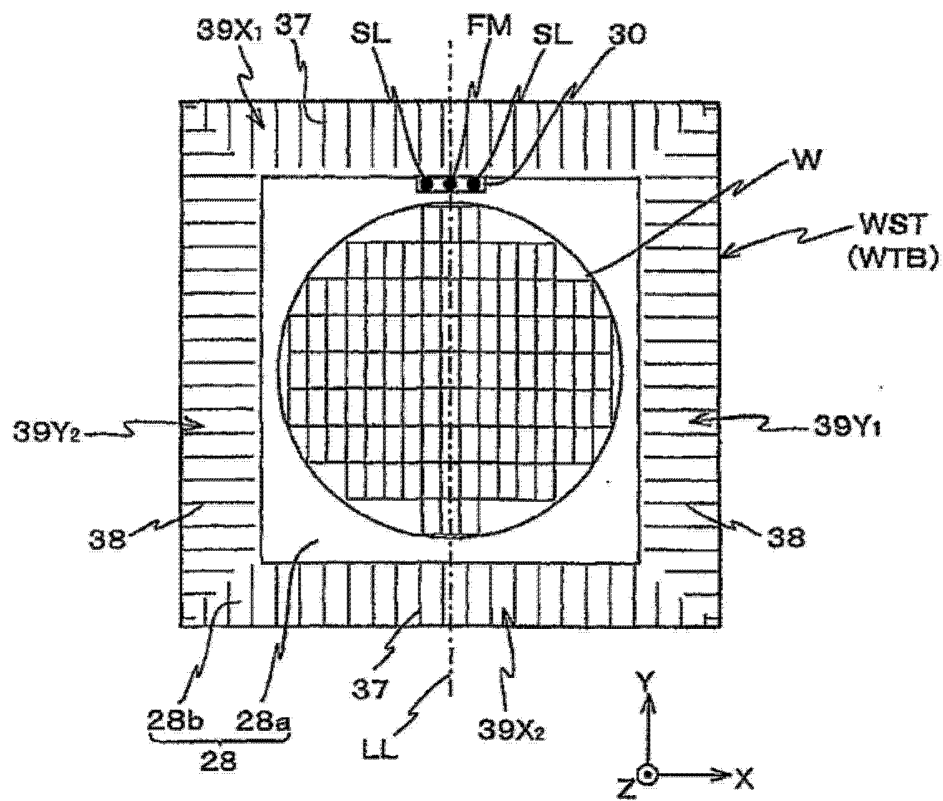


图 5A

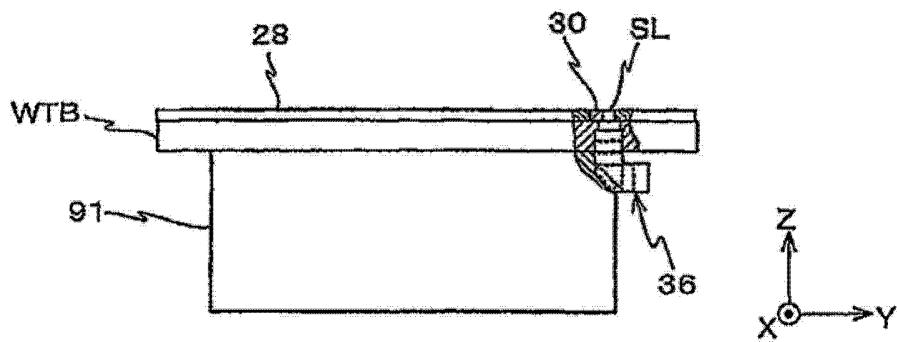


图 5B

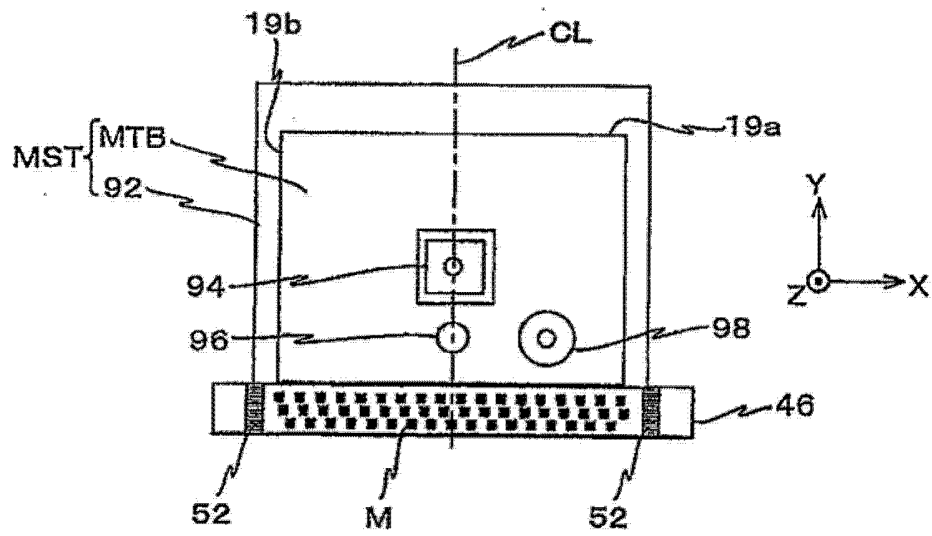


图 6A

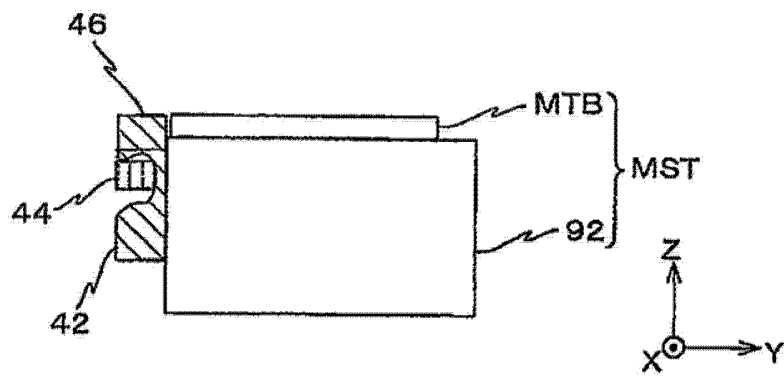


图 6B

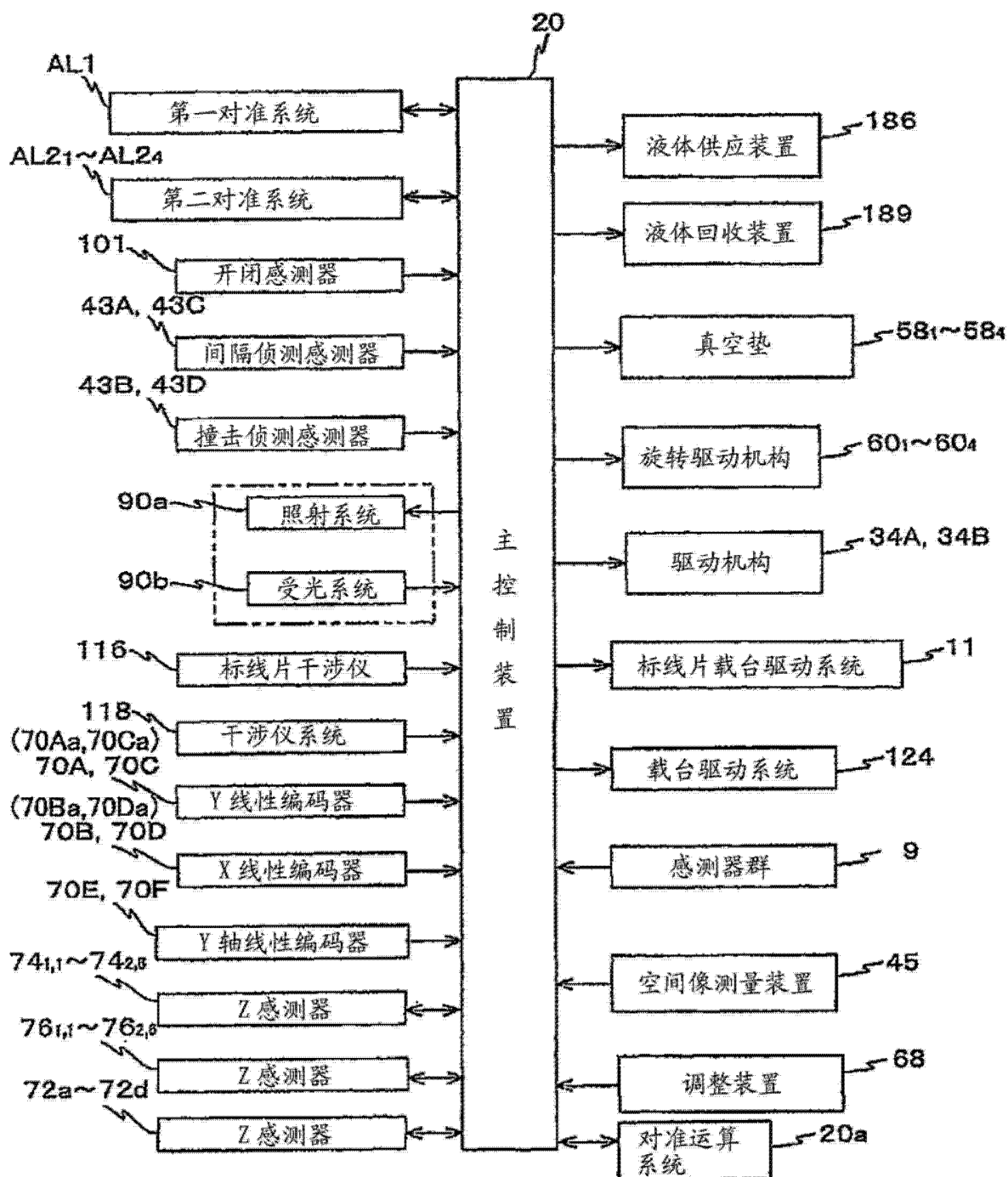


图 7

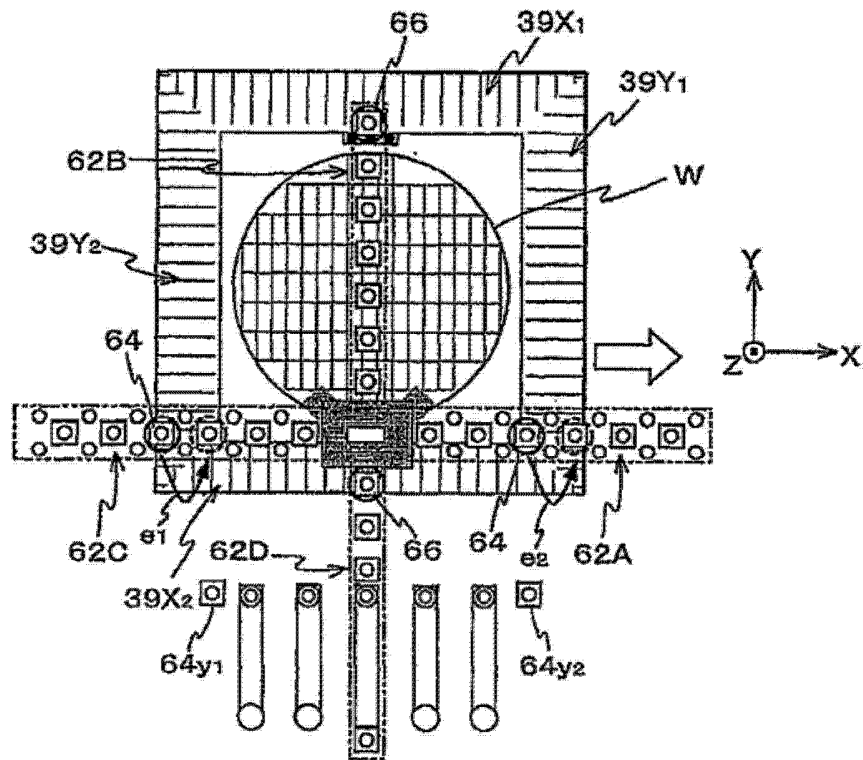


图 8A

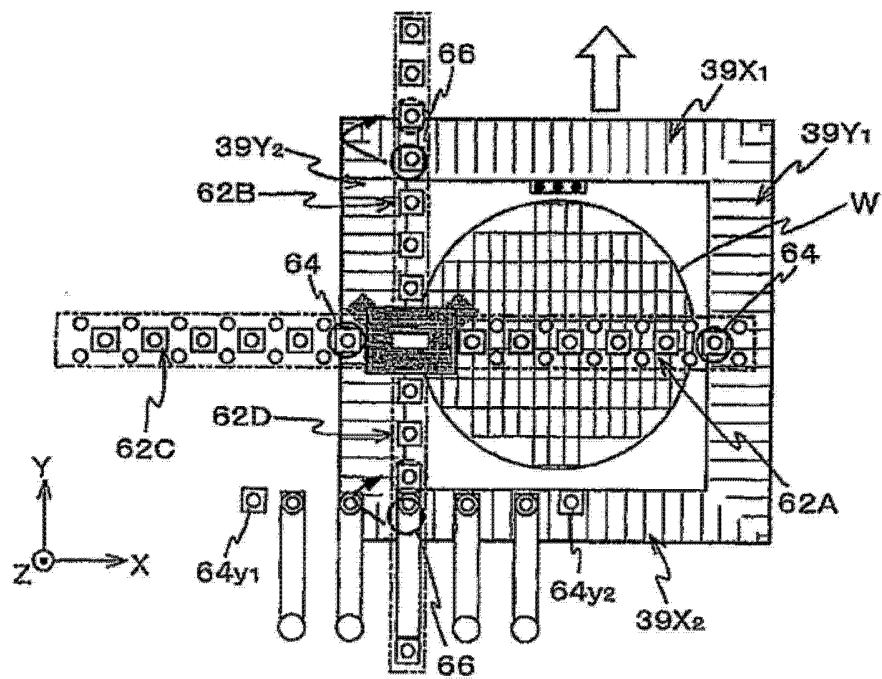


图 8B

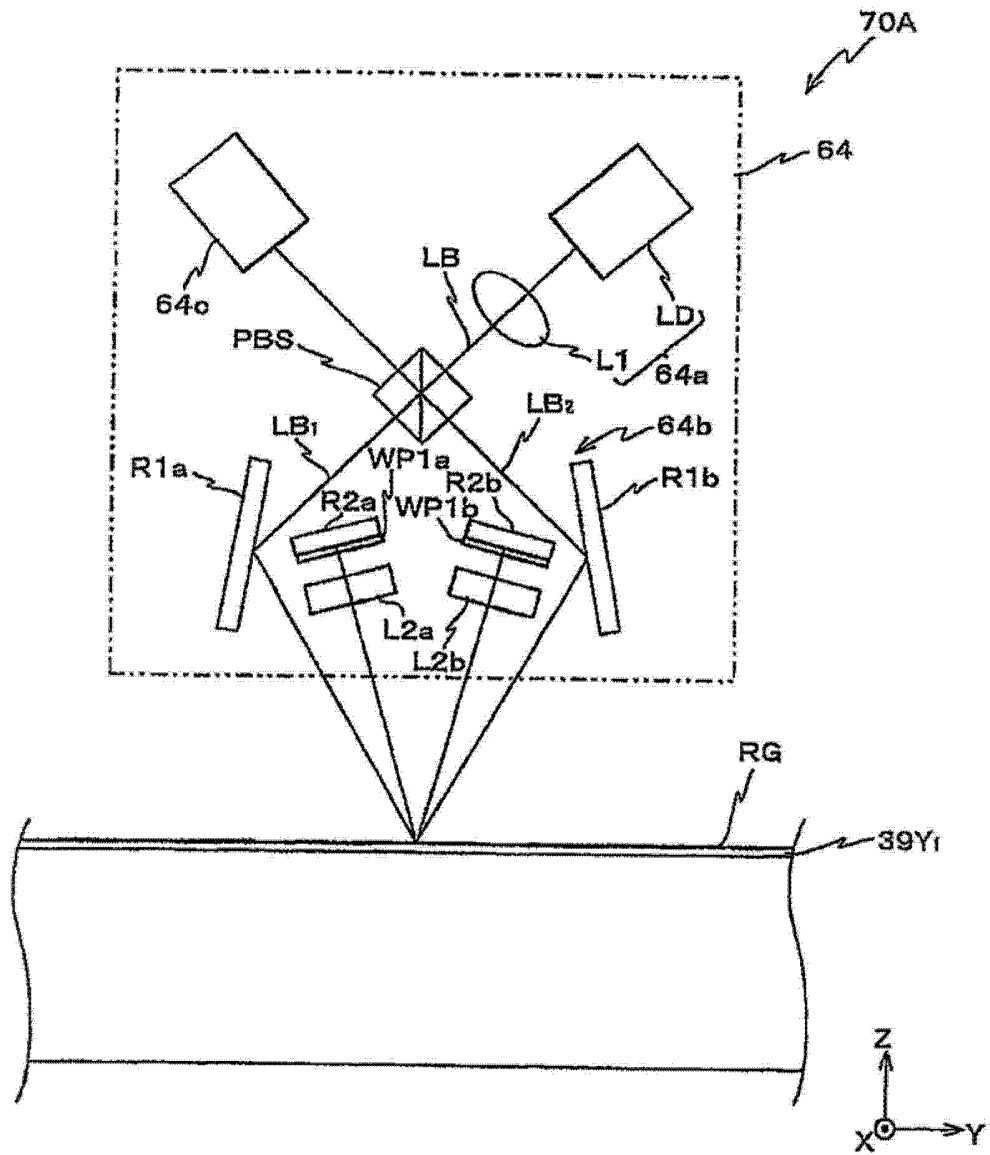


图 9A

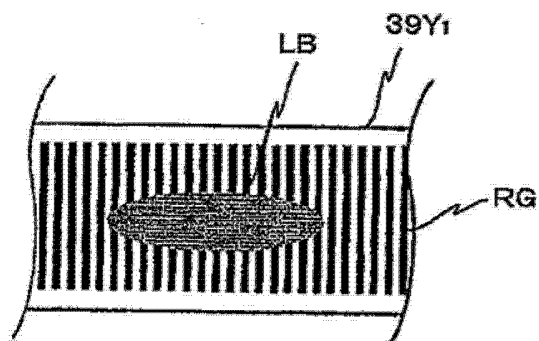


图 9B

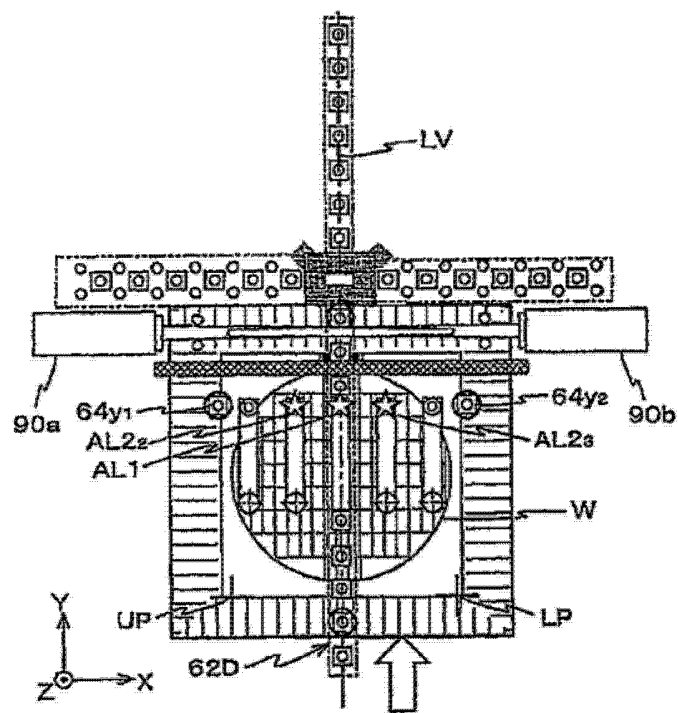


图 10A

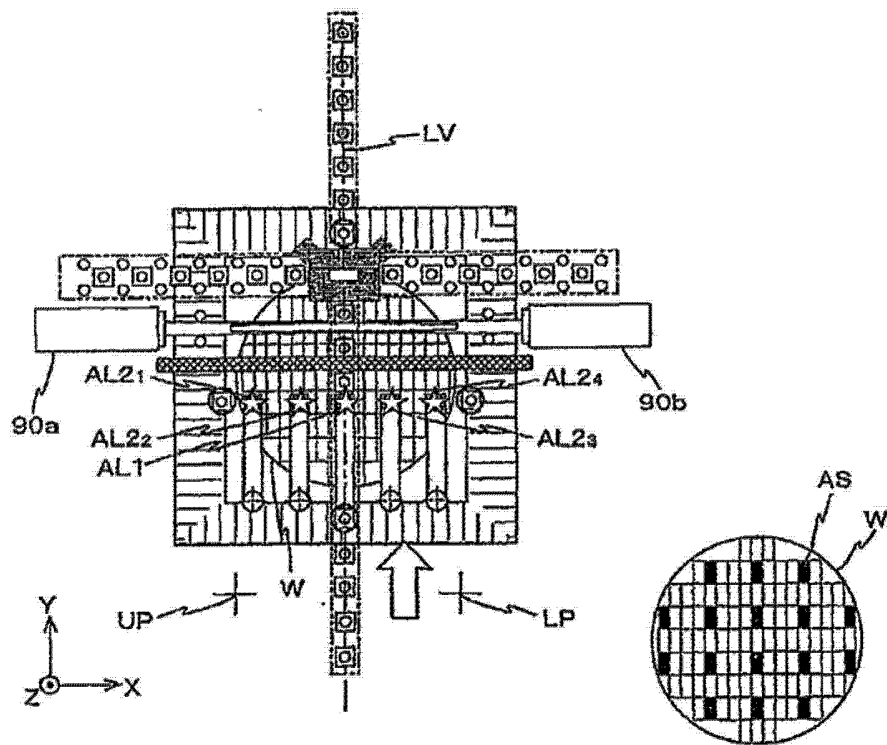


图 10B

图 10C

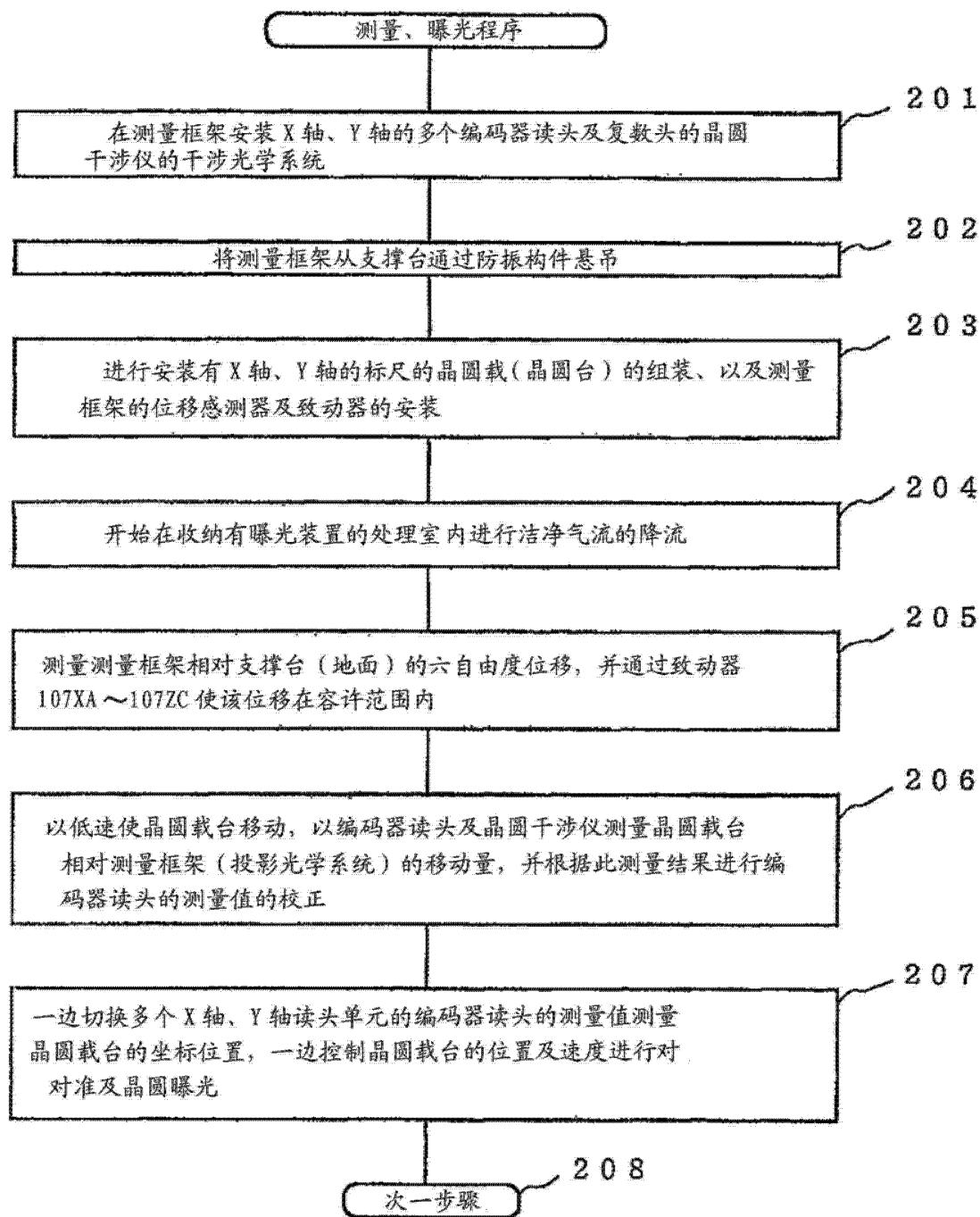


图 11

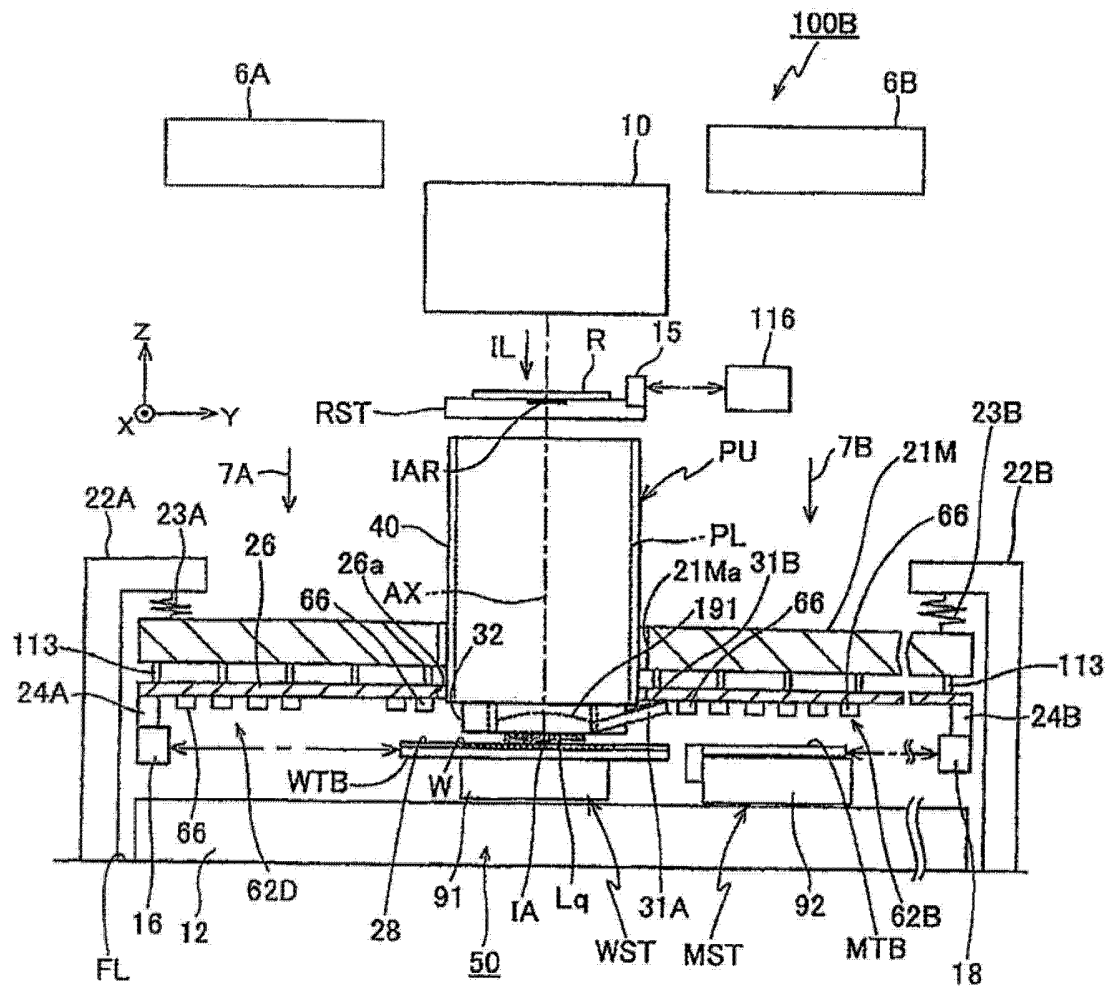


图 13

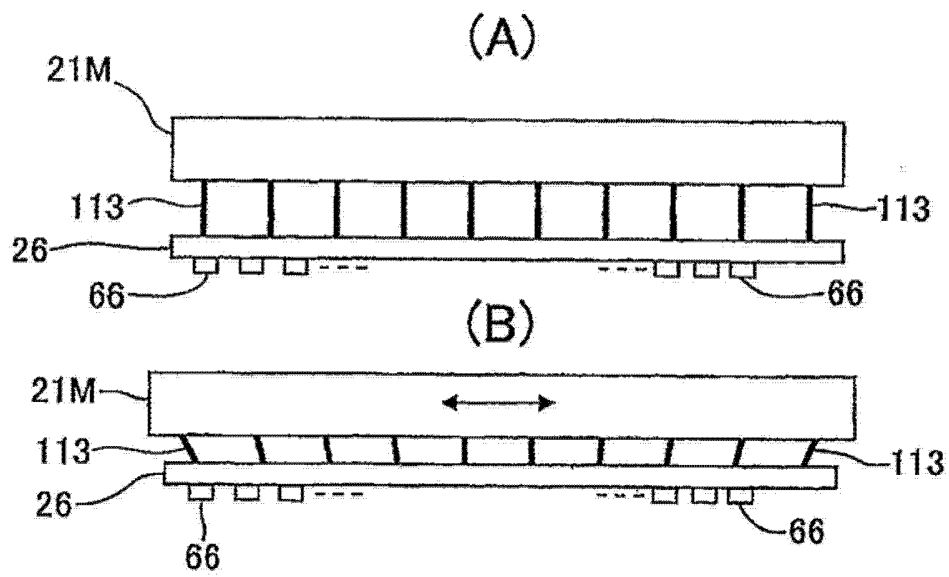


图 15

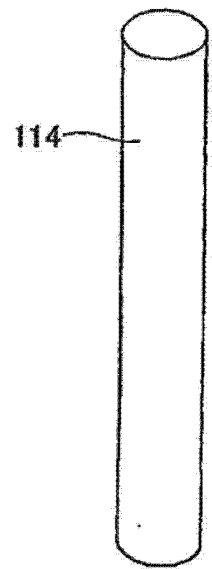


图 16A

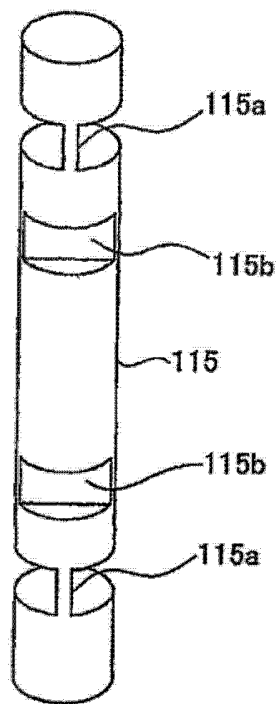


图 16B

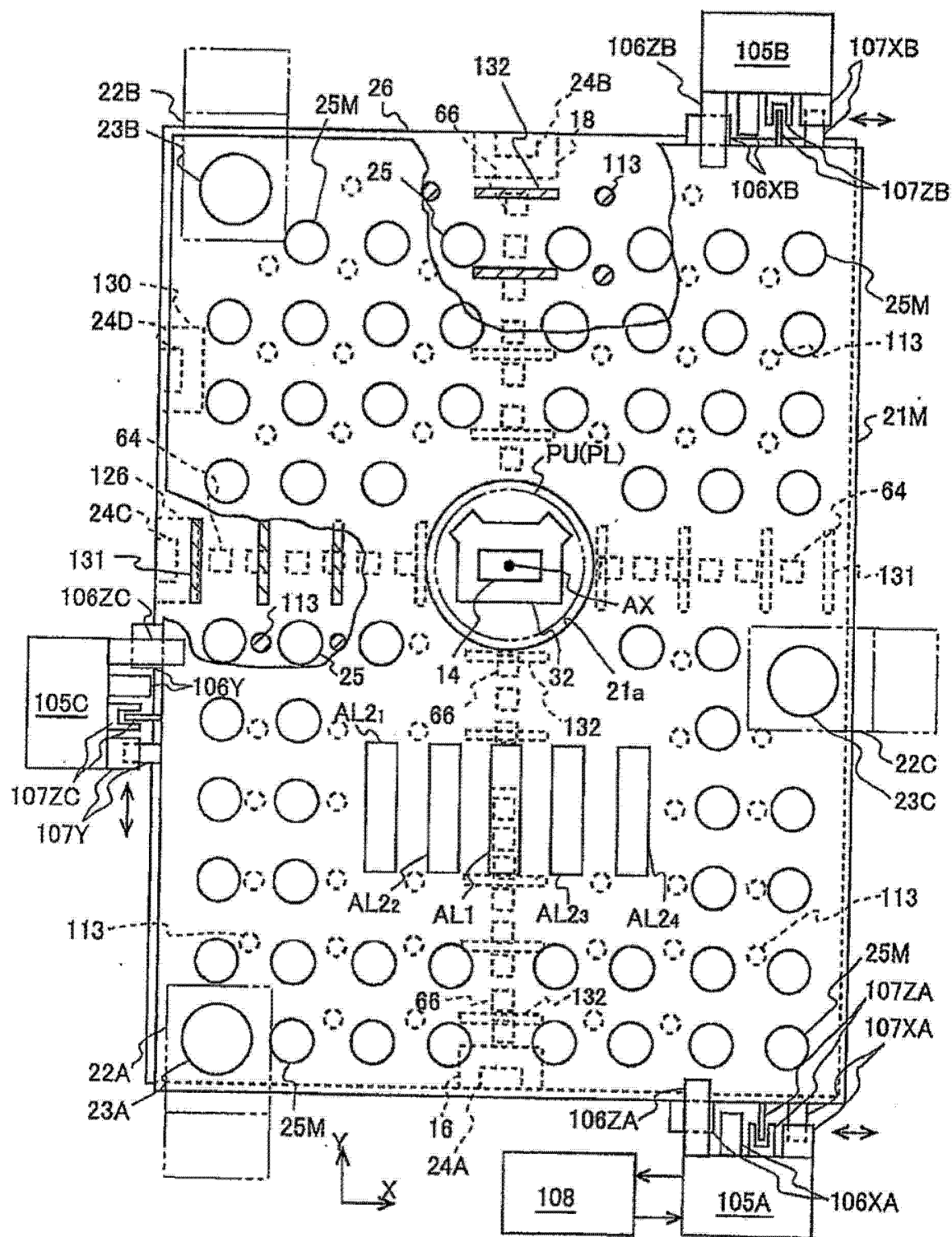


图 17

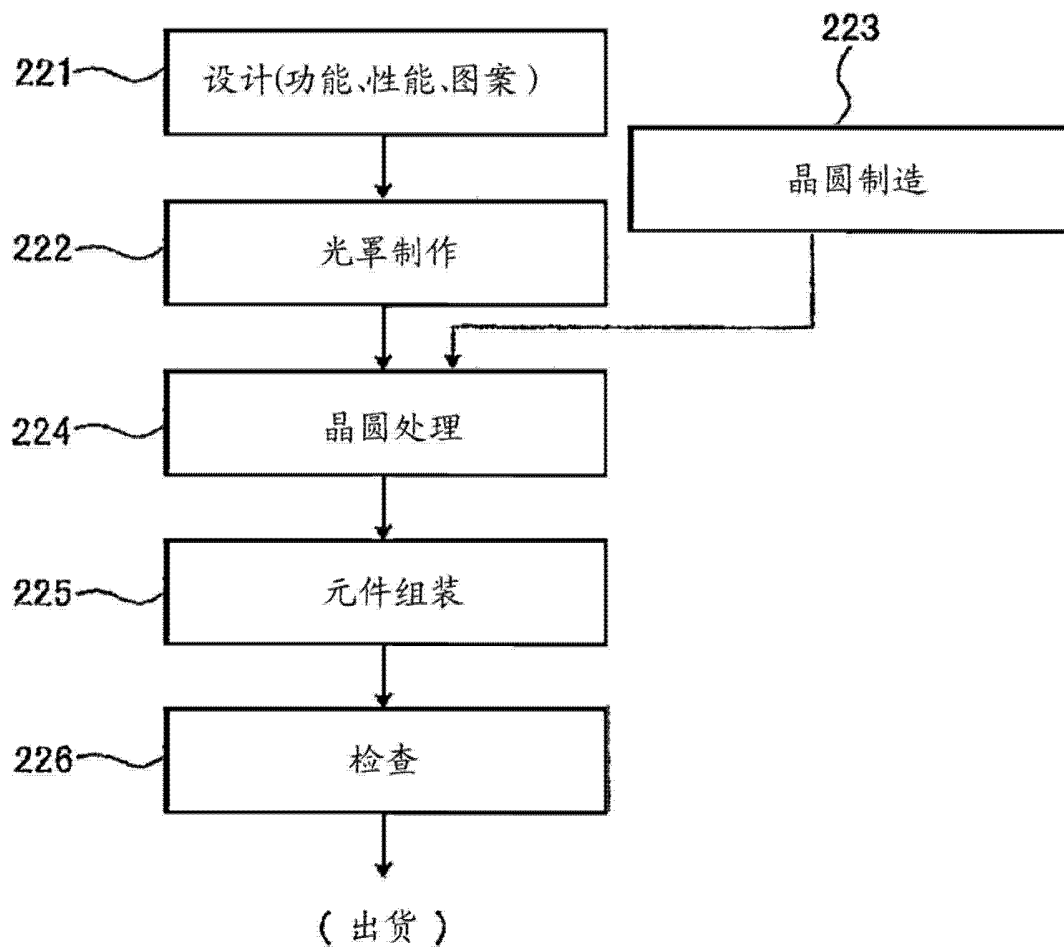


图 18

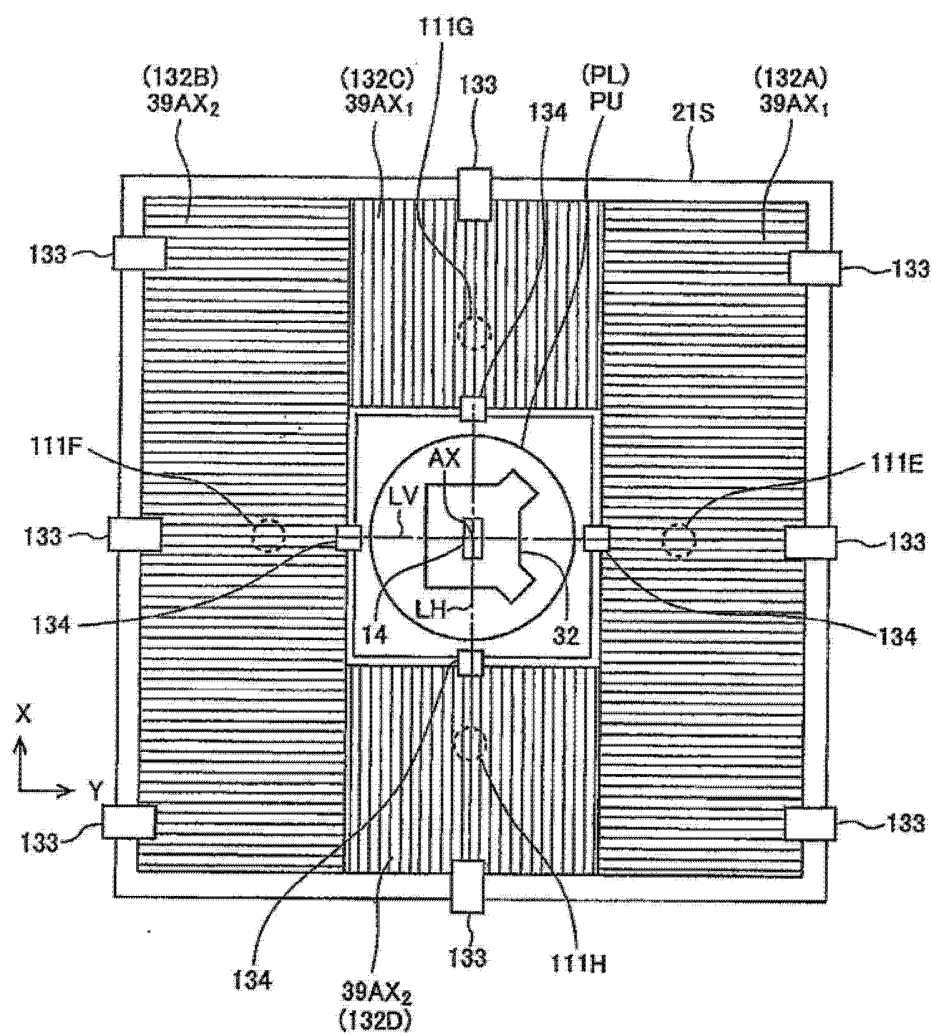


图 20

Abstract

An exposure apparatus having improved positioning accuracy etc. of a stage achieved by reducing an influence of a variation in the refraction factor of surrounding gas. In the exposure apparatus, exposure light is applied to a wafer (W) on a wafer stage (WST) through a projection optical system (PL) to form a predetermined pattern on the wafer (W). The exposure apparatus has a scale provided at the wafer stage (WST), X-heads (66) for detecting positional information on the scale, a measurement frame (21) integrally supporting the X-heads (66) and having a linear expansion coefficient smaller than that of a body section of the wafer stage (WST), and a control device for obtaining information on displacement of the wafer stage (WST) from the result of detection by the X-heads (66).