



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104111587 B

(45)授权公告日 2017.01.11

(21)申请号 201410270424.X

(22)申请日 2008.07.16

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104111587 A

(43)申请公布日 2014.10.22

(30)优先权数据

2007-187649 2007.07.18 JP

(62)分案原申请数据

200880025096.X 2008.07.16

(73)专利权人 株式会社尼康

地址 日本东京都千代田区有乐町一丁目12
番1号

(72)发明人 荒井大

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

代理人 陈伟

(51)Int.Cl.

G03F 7/20(2006.01)

G01B 11/02(2006.01)

(56)对比文件

US 5610715 A, 1997.03.11, 说明书第7栏第
1行至第9栏第29行、附图4-5.

CN 1932650 A, 2007.03.21, 说明书第13页
倒数第2段.

US 6317198 B1, 2001.11.13, 全文.

US 2003/0152841 A1, 2003.08.14, 全文.

WO 03/032038 A1, 2003.04.17, 全文.

审查员 王杰

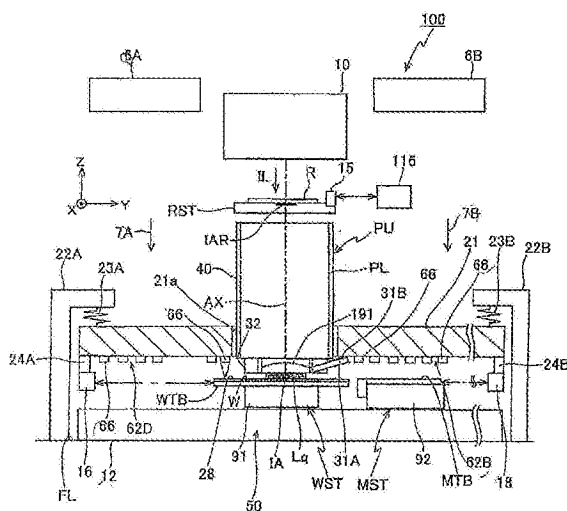
权利要求书1页 说明书23页 附图19页

(54)发明名称

测量方法、载台装置、及曝光装置

(57)摘要

一能减低周围气体的折射率变动的影响、以提高载台的定位精度等的曝光装置。一种曝光装置,是通过投影光学系统(PL)对晶圆载台(WST)上的晶圆(W)照射曝光用照明光,而在晶圆(W)形成既定图案。该曝光装置具备:设置于晶圆载台(WST)的标尺;用以检测该标尺的位置资讯的多个X读头(66);一体支撑多个X读头(66),且线膨胀系数较晶圆载台(WST)的本体部小的测量框架(21);从多个X读头(66)的检测结果求出晶圆载台(WST)的位移资讯的控制装置。



1. 一种测量方法,是测量载台相对既定构件的位移资讯,其特征在于它具有:
在该既定构件设置标尺,在该载台设置可检测该标尺的多个检测器的步骤;
以线膨胀系数较该载台小的支撑构件支撑设置于该既定构件的该标尺的步骤;
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基座构件的步骤;以及
从该多个检测器的检测结果测量该载台的位移资讯的步骤;
该既定构件具有线膨胀系数较该支撑构件大的该基座构件。
2. 根据权利要求1所述的测量方法,其特征在于其中,该支撑构件的线膨胀系数较因钢小。
3. 根据权利要求1所述的测量方法,其特征在于其中,该标尺,是通过前端部可在沿该标尺表面的方向位移的多个挠曲构件连结于该基座构件。
4. 一种载台装置,其特征在于,可将载台相对既定构件定位,其具备:
设置于该既定构件的标尺;
设置于该载台,用以检测与该标尺位置相关的资讯的多个检测器;
支撑设置于该既定构件的该标尺,且线膨胀系数较该载台小的支撑构件;
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;
该既定构件具有线膨胀系数较该支撑构件大的该基座构件。
5. 根据权利要求4所述的载台装置,其特征在于其中,该支撑构件的线膨胀系数较因钢小。
6. 根据权利要求4所述的载台装置,其特征在于其中,该连结机构包含多个挠曲构件,该多个挠曲构件,是连结该标尺与该基座构件,且前端部可在沿该标尺表面的方向位移。
7. 一种曝光装置,其特征在于,是对基板照射曝光用光而在该基板形成既定图案;
其具有根据权利要求4至6中任一项所述的载台装置,是藉由该载台装置定位该基板。
8. 一种包含微影制程工艺的元件制造方法,其特征在于其中:
是在该微影工艺制程中使用根据权利要求7所述的曝光装置。

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統主要构成的方框图。

[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Lq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)为矩形且在其中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Lq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39Y₁,39Y₂,此Y标尺39Y₁,39Y₂,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39X₁,39X₂,此X标尺39X₁,39X₂,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39Y₁,39Y₂,39X₁,39X₂,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138nm~4μm间的间距(例如1μm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。此点在其他的图中也相同。

[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-Y端面,-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,由于干涉仪系统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,即会使减震器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AL2₁,AL2₂与AL2₃,AL2₄。亦即,五个对准系统AL1,AL2₁~AL2₄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AL2₄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AL2₁,AL2₂,AL2₃,AL2₄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AL2₁,AL2₂,AL2₃,AL2₄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

AL2₁, AL2₂, AL2₃, AL2₄的X位置,但并不限于此,也可设置将第二对准系统AL2₁, AL2₂, AL2₃, AL2₄往复驱动于X方向的驱动机构。又,第二对准系统AL2₁, AL2₂, AL2₃, AL2₄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_n($n=1\sim 4$,参照图7),可依主控制装置20的指示来旋转。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AL2₁~AL2₄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AL2₁~AL2₄,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宽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AL2₁~AL2₄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, AL2₁~AL2₄,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, AL2₁~AL2₄,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~62D。构成此等读头单元62A~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 $1 \times 10^{-6}/K$ (1ppm/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的自体部)的线膨胀系数,是设定成小至例如1/2~1/50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-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39Y₂,39Y₁是分别与Y读头64y₁,64y₂对向配置,藉由该Y读头64y₁,64y₂(亦即藉由此等Y读头64y₁,64y₂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64y₁,64y₂是分别对向,藉由与Y读头64y₁,64y₂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64y₁,64y₂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,并以与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_{1,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_{i,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_{i,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_{i,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39X₁,39X₂与读头单元62B,62D(X读头66)一定是分别对向,且Y标尺39Y₁,39Y₂与读头单元62A,62C(Y读头64)或Y读头64y₁,64y₂一定是分别对向。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39X₁,39X₂,39Y₁,39Y₂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39X₁,39X₂的一方、及/或Y标尺39Y₁,39Y₂的一方也可从读头单元脱离。当X标尺39X₁,39X₂的一方、或Y标尺39Y₁,39Y₂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 θ_z 方向的位置资讯。又,当X标尺39X₁,39X₂的一方、或Y标尺39Y₁,39Y₂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 θ_z 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 θ_z 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e₁,e₂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39Y₁,39Y₂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39X₁,39X₂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39Y₁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LB₁,LB₂。透射过偏振分光器PBS的光束LB₁,通过反射镜R1a到达形成于Y标尺39Y₁的反射型绕射光栅RG,在偏振分光器PBS反射的光束LB₂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LB₁,LB₂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LB₁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LB₂的1次绕射光束,则透射过偏振分光器PBS后与光束LB₁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LB₁,LB₂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器信号。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39Y₁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39Y₁(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39X₁,39X₂,39Y₁,39Y₂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39Y₁,39Y₂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。并根据此关系是修正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、AL2₁~AL2₄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、AL2₁~AL2₄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AL2₁~AL2₄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39X₁,39X₂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39Y₁,39Y₂的Y读头64y₂,64y₁(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AL2₂,AL2₃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,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。此外,此时未检测对准标记的两端的第二对准系统AL2₁,AL2₄,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的情况等相比较,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39X₁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39X₁,39Y₁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的检测结果求出品圆载台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39X₁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39X₁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39X₁,39Y₁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。

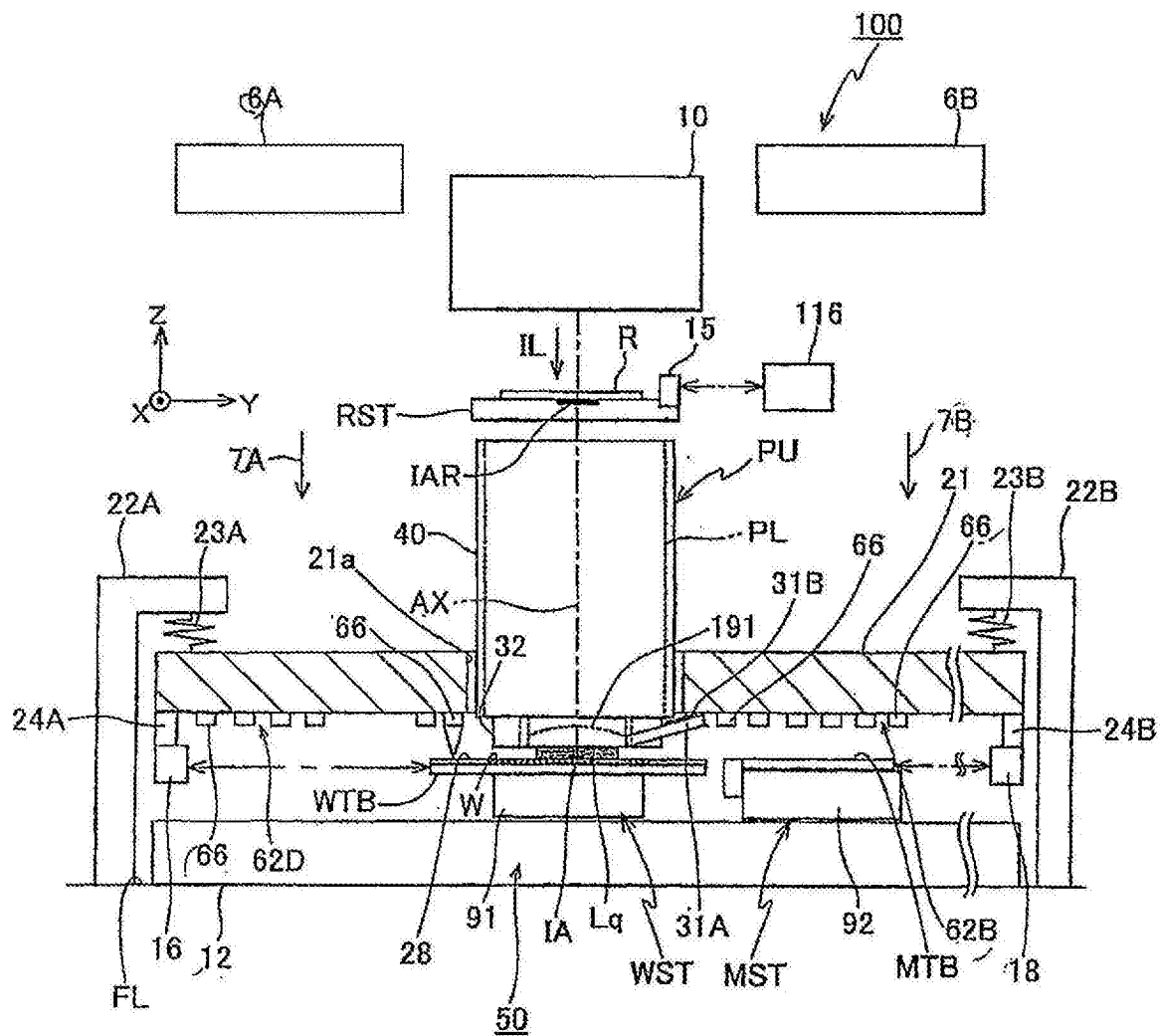


图1

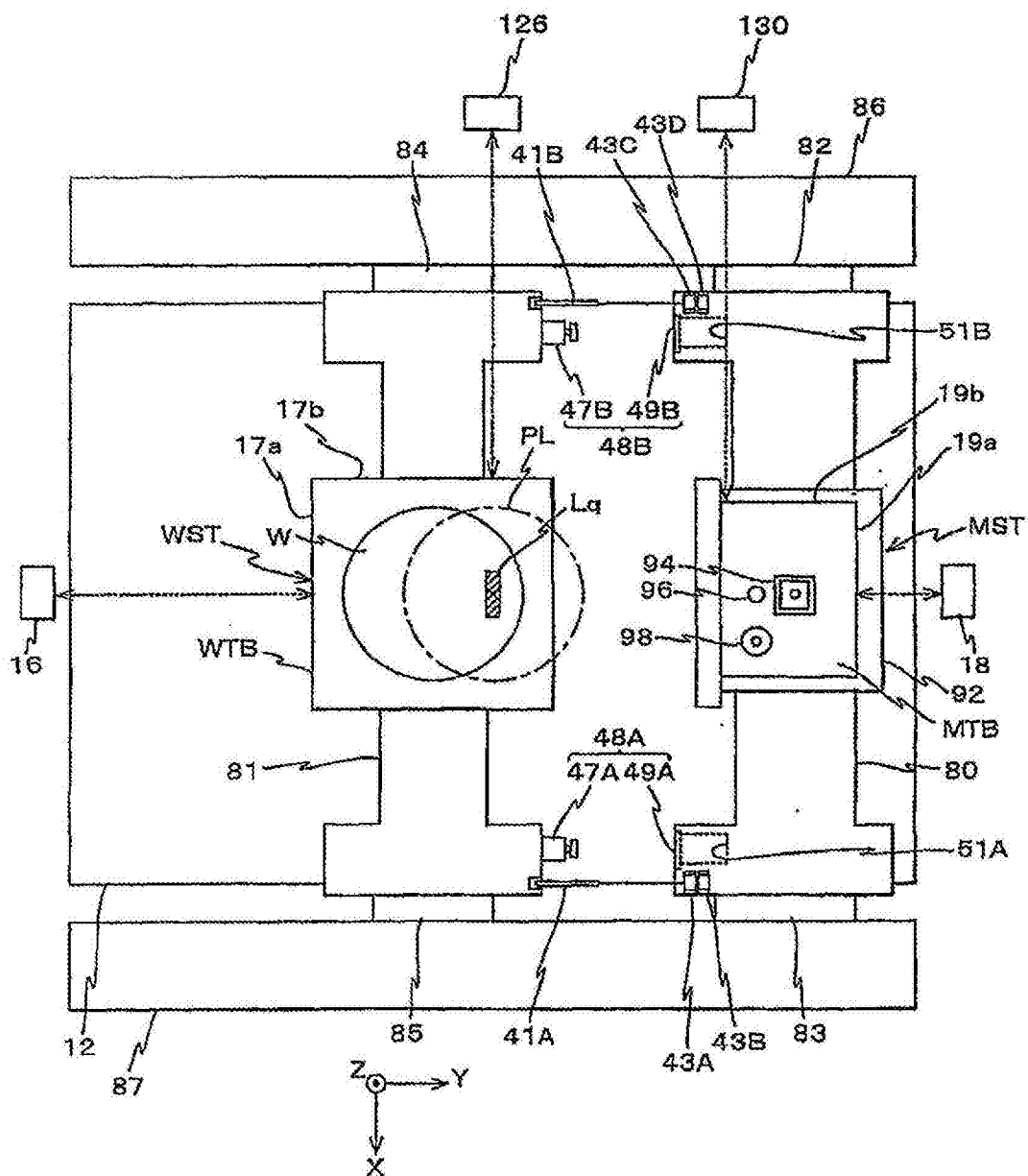


图2

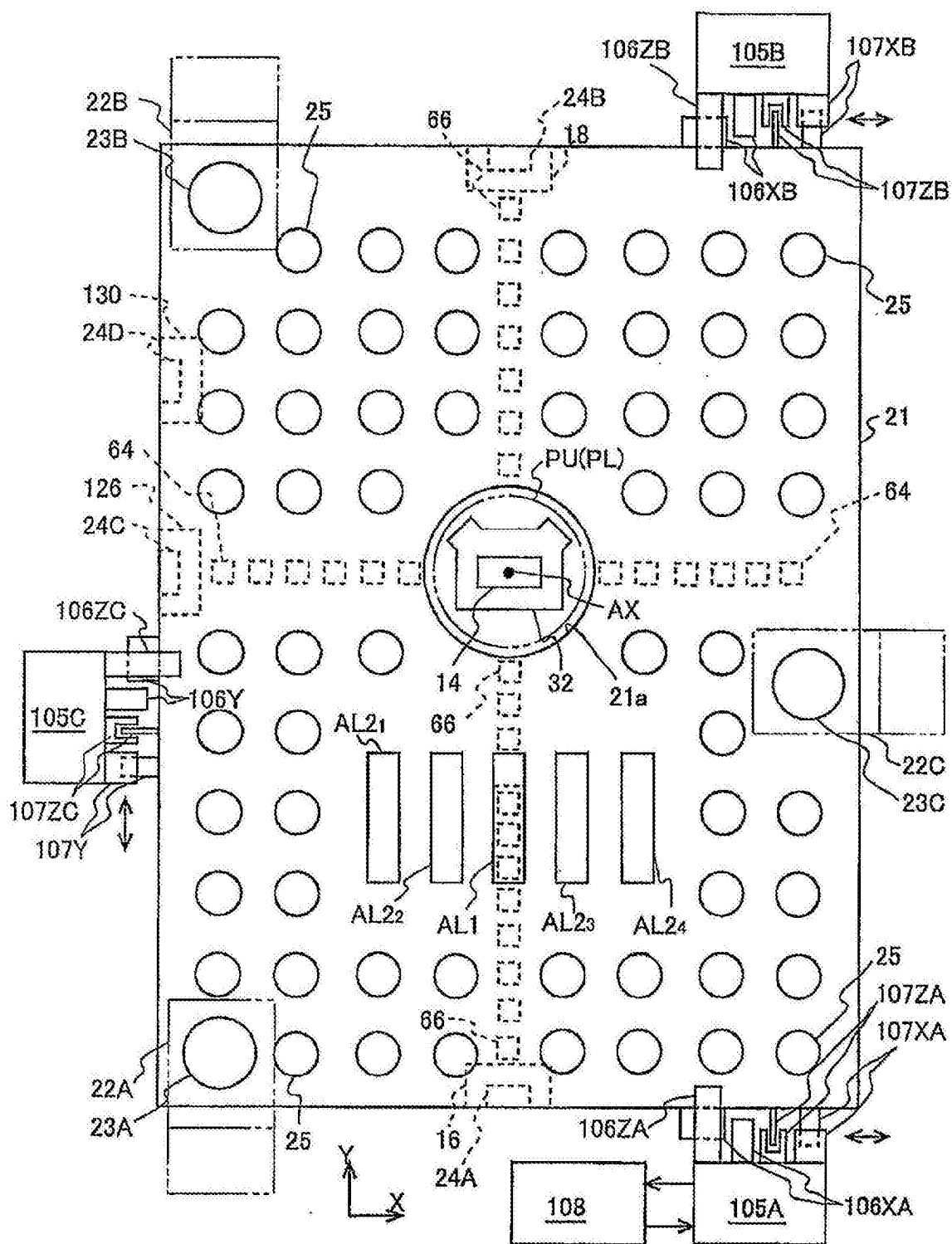


图3

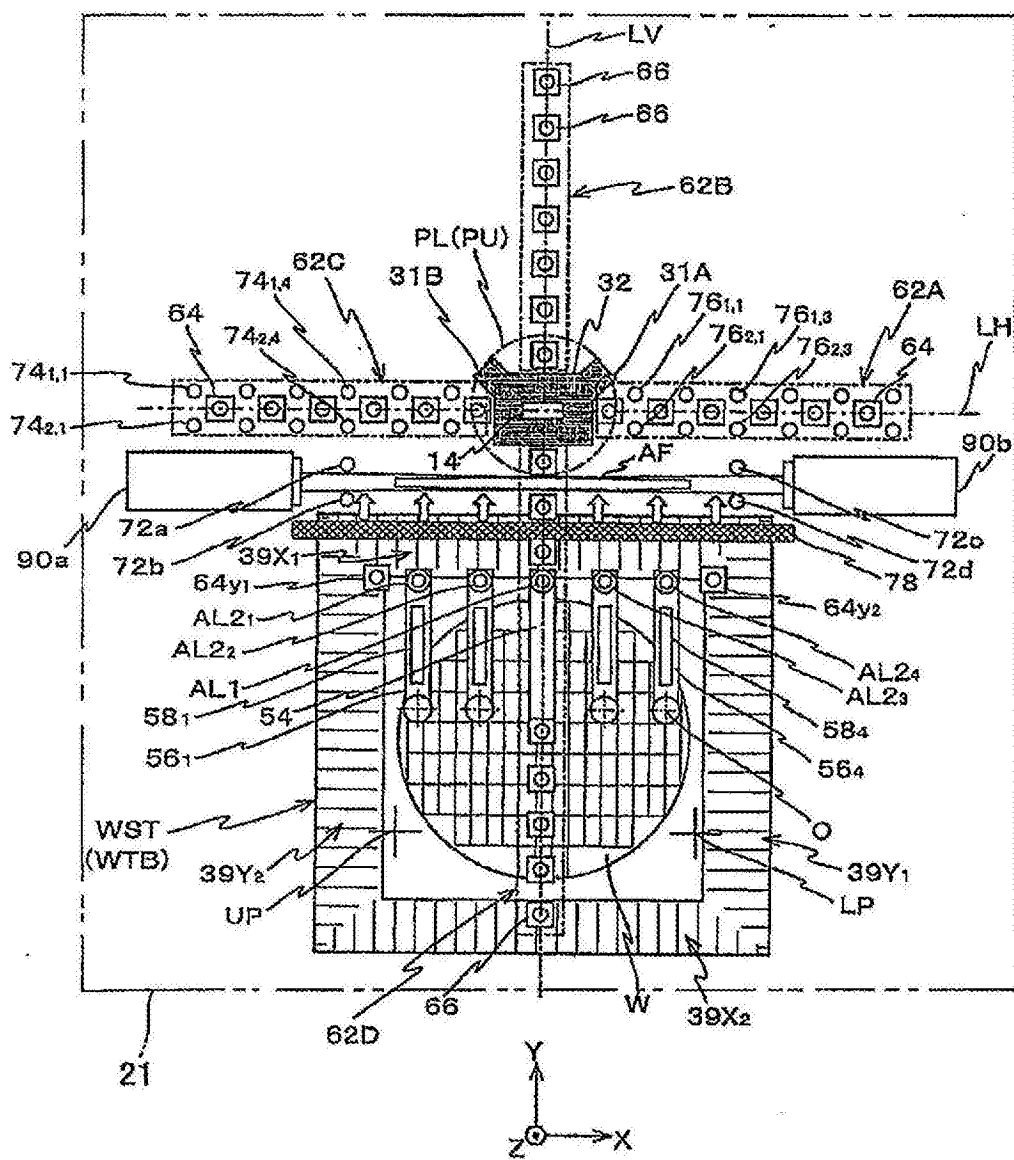


图4

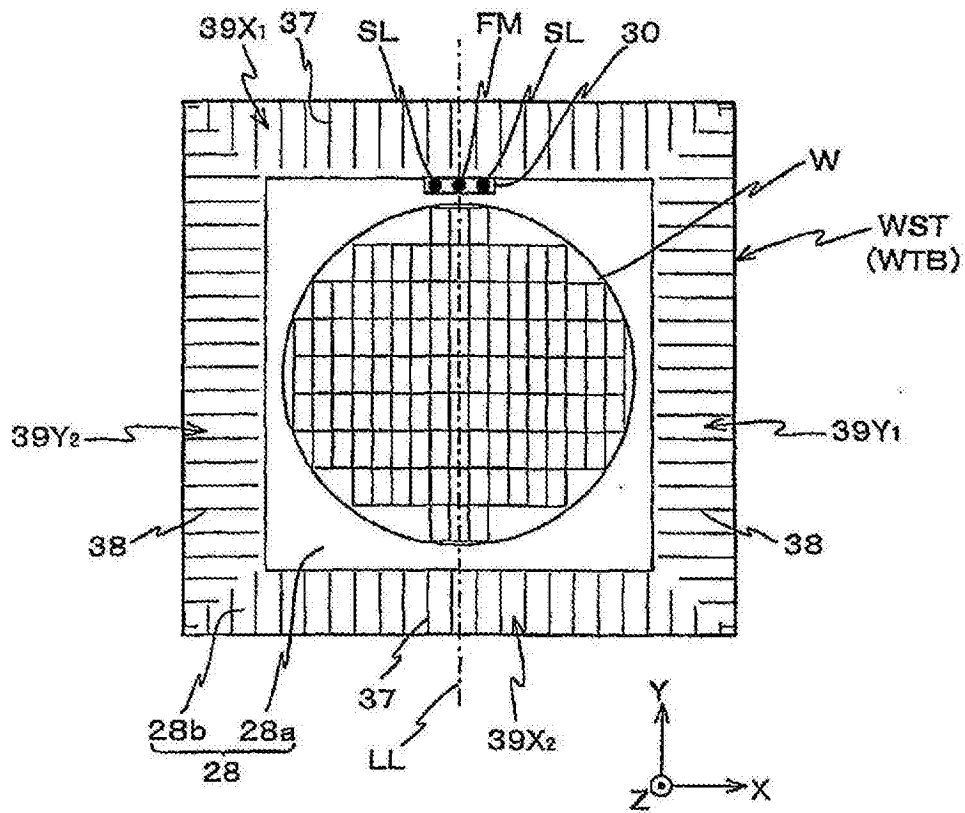


图5A

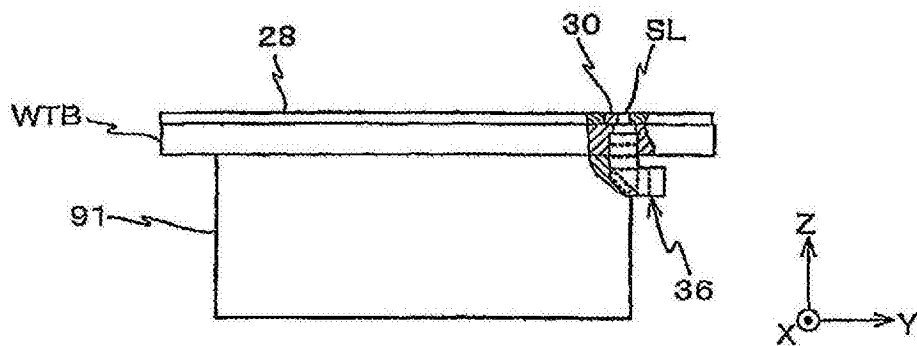


图5B

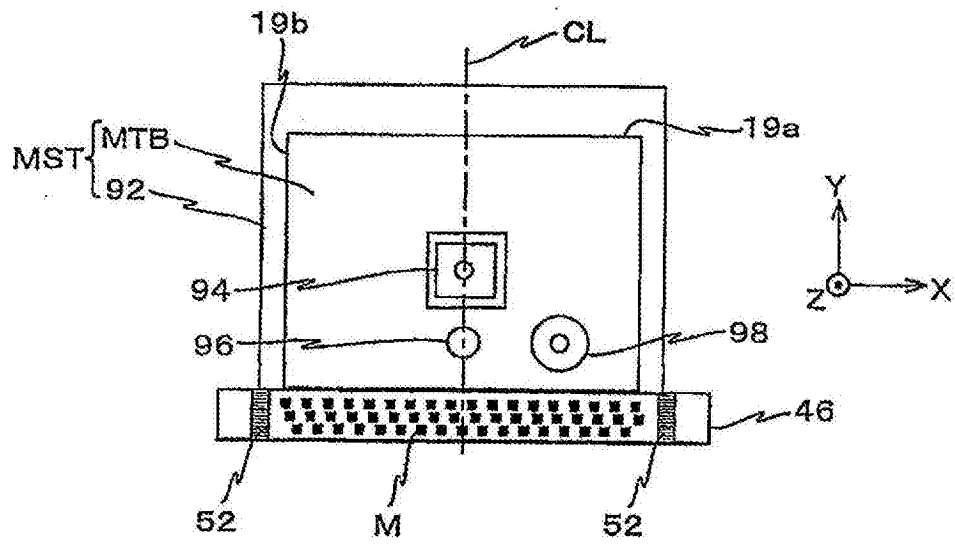


图6A

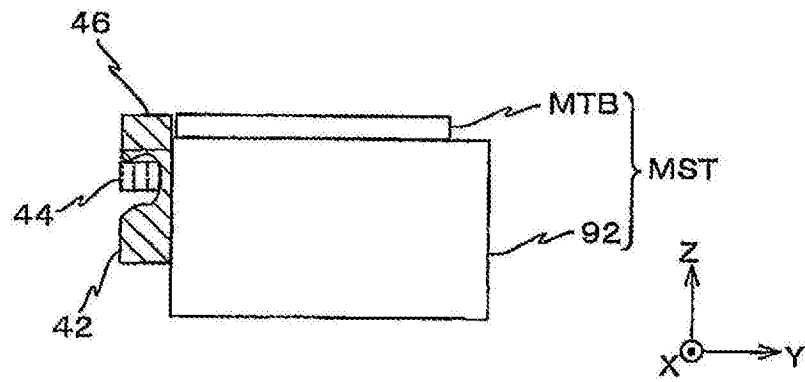


图6B

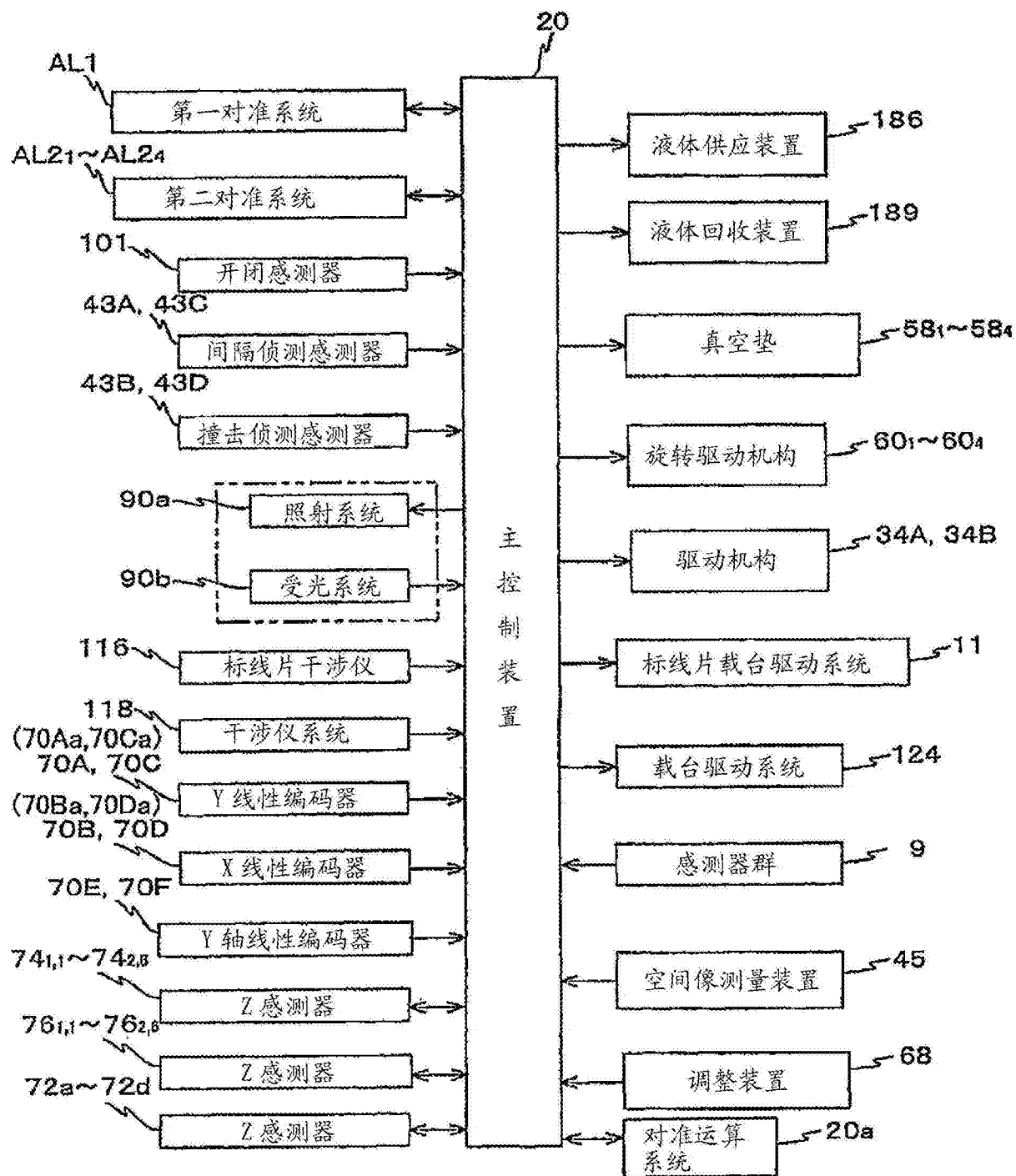


图7

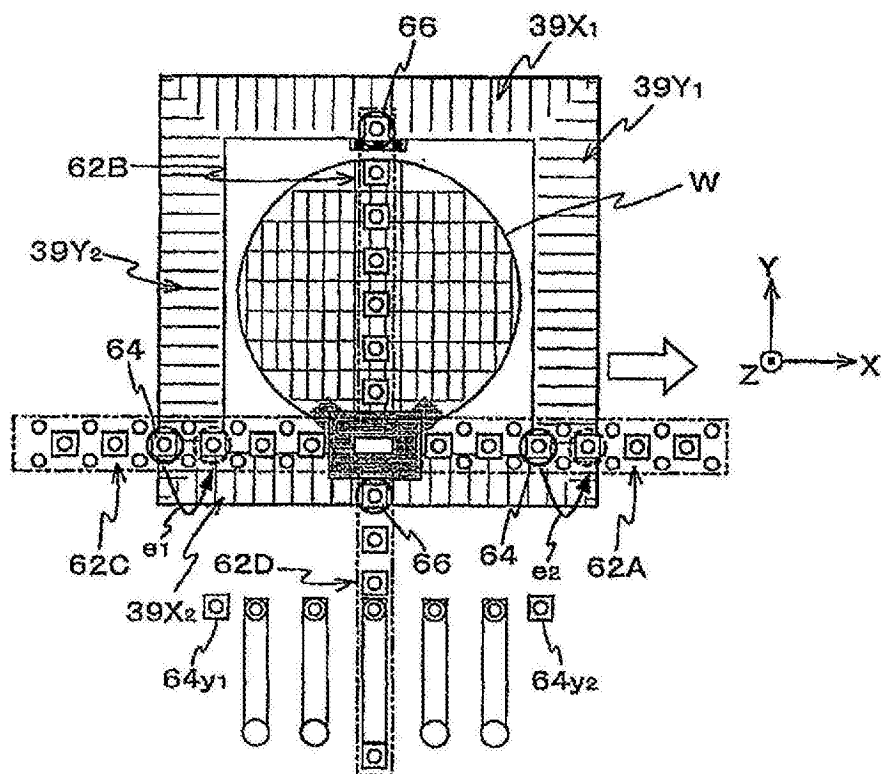


图8A

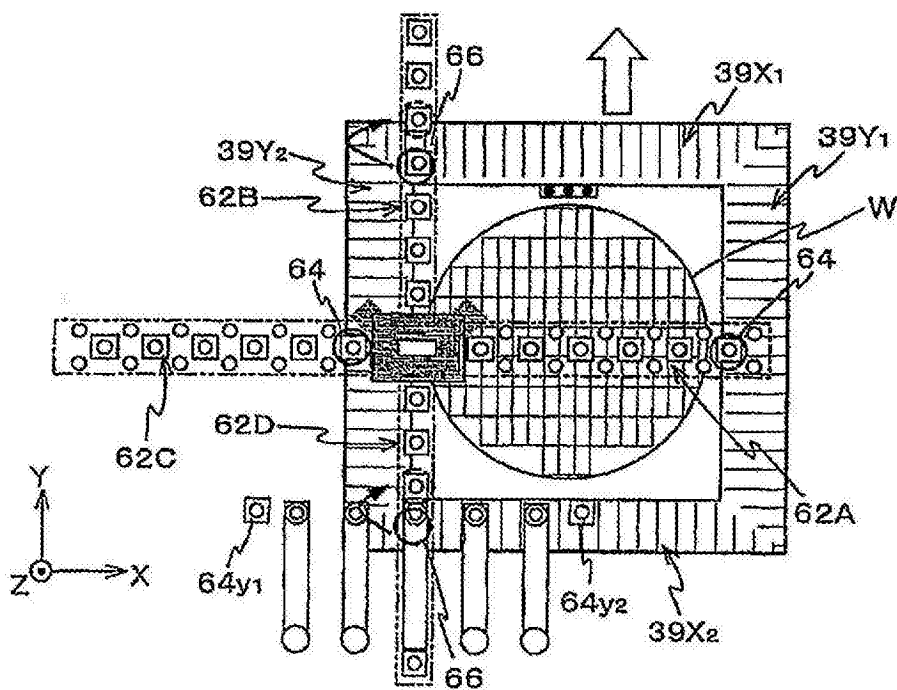


图8B

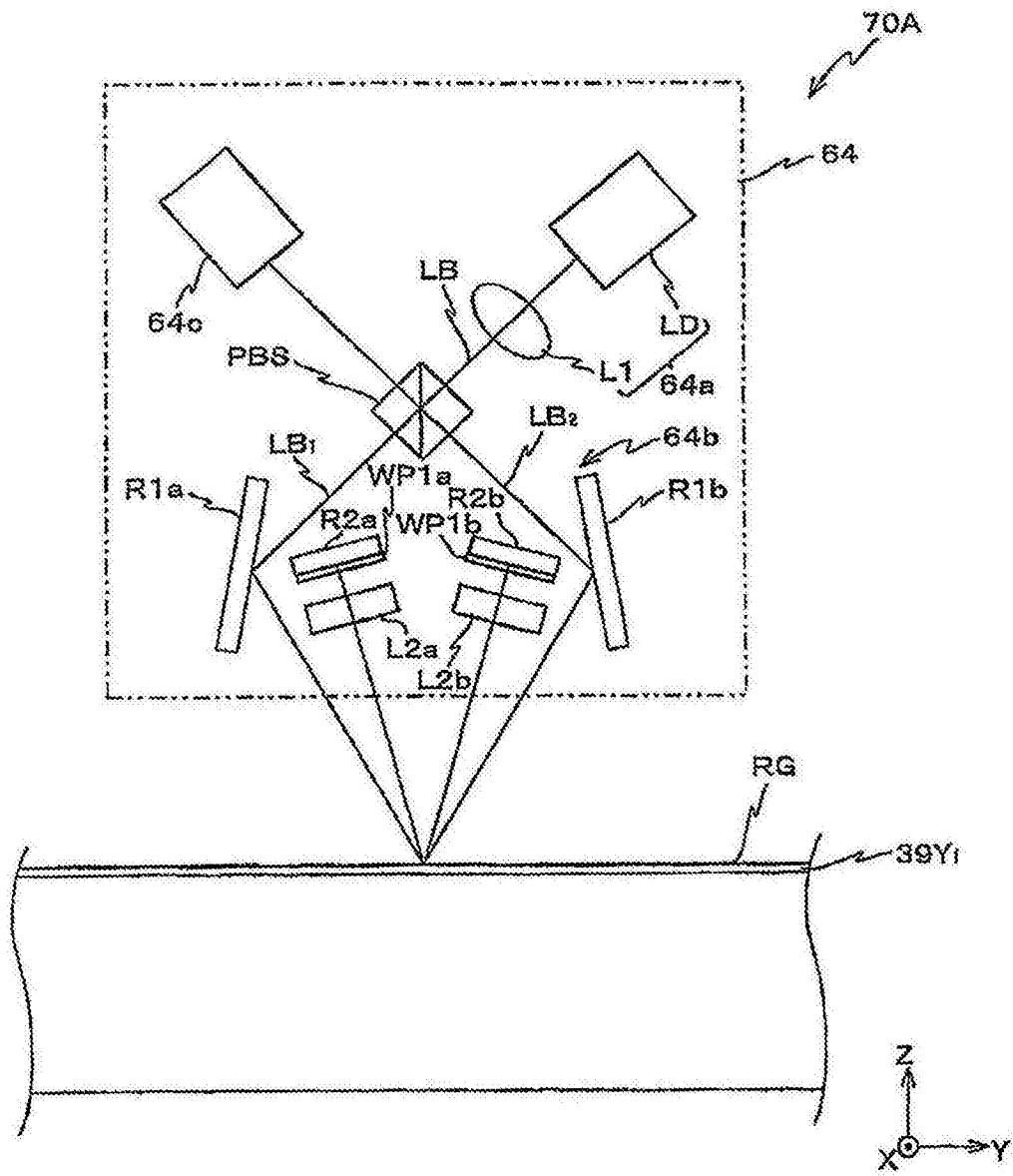


图9A

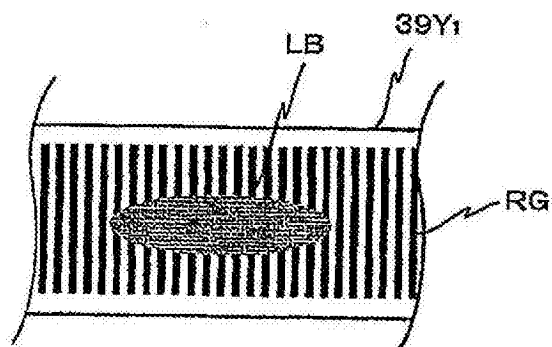


图9B

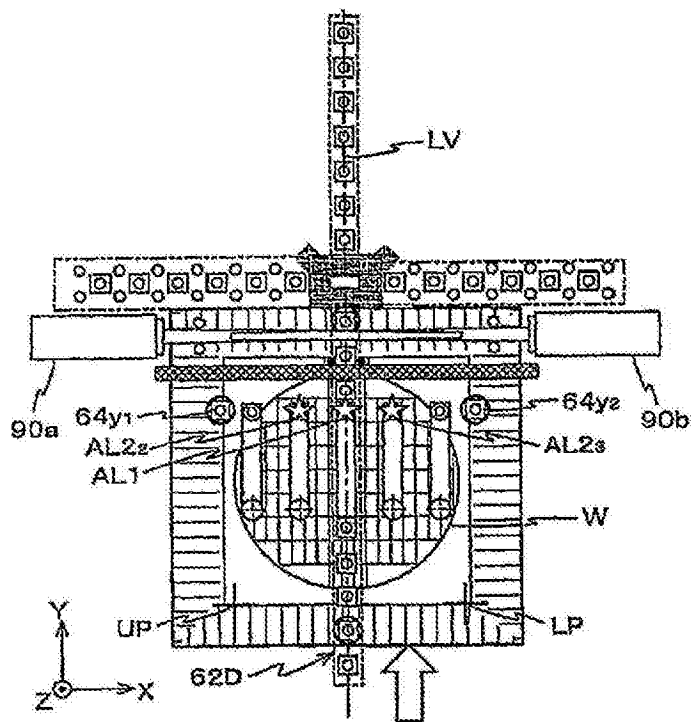


图10A

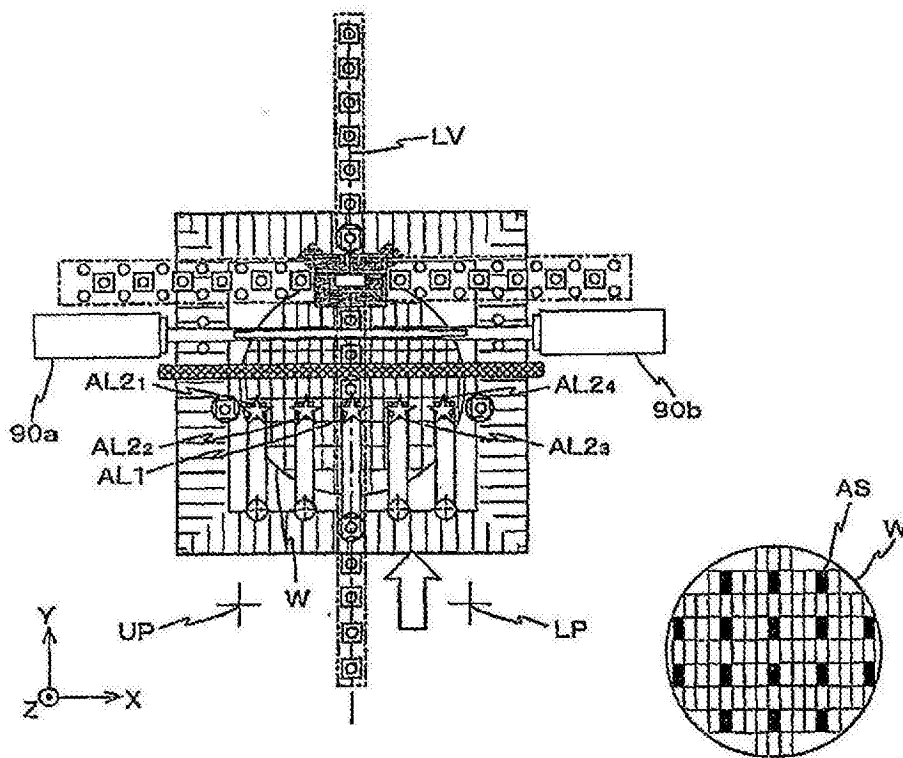


图 10B

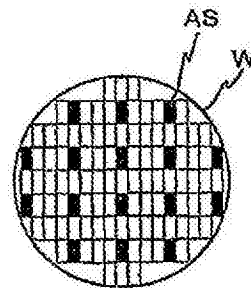


图 10C

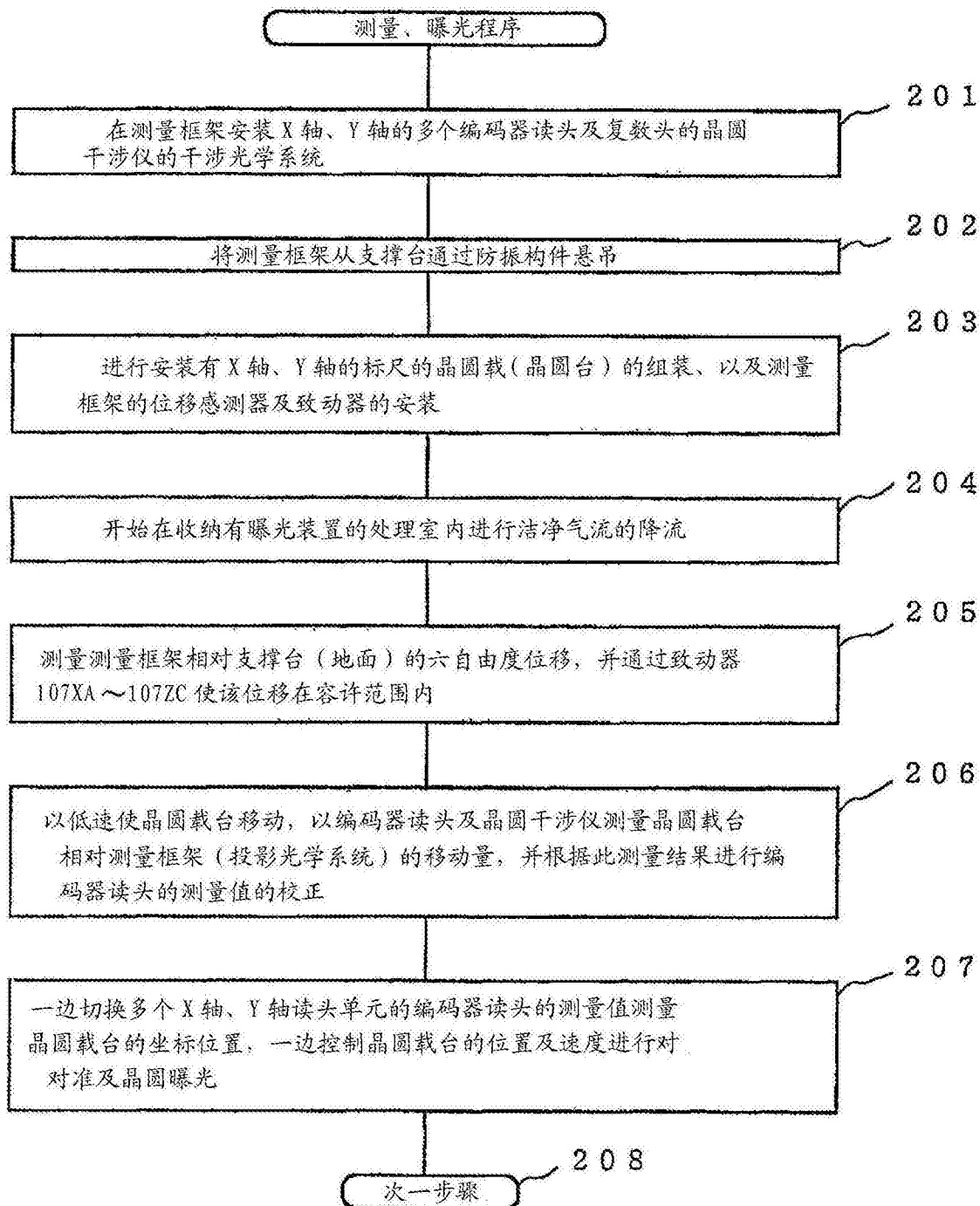


图11

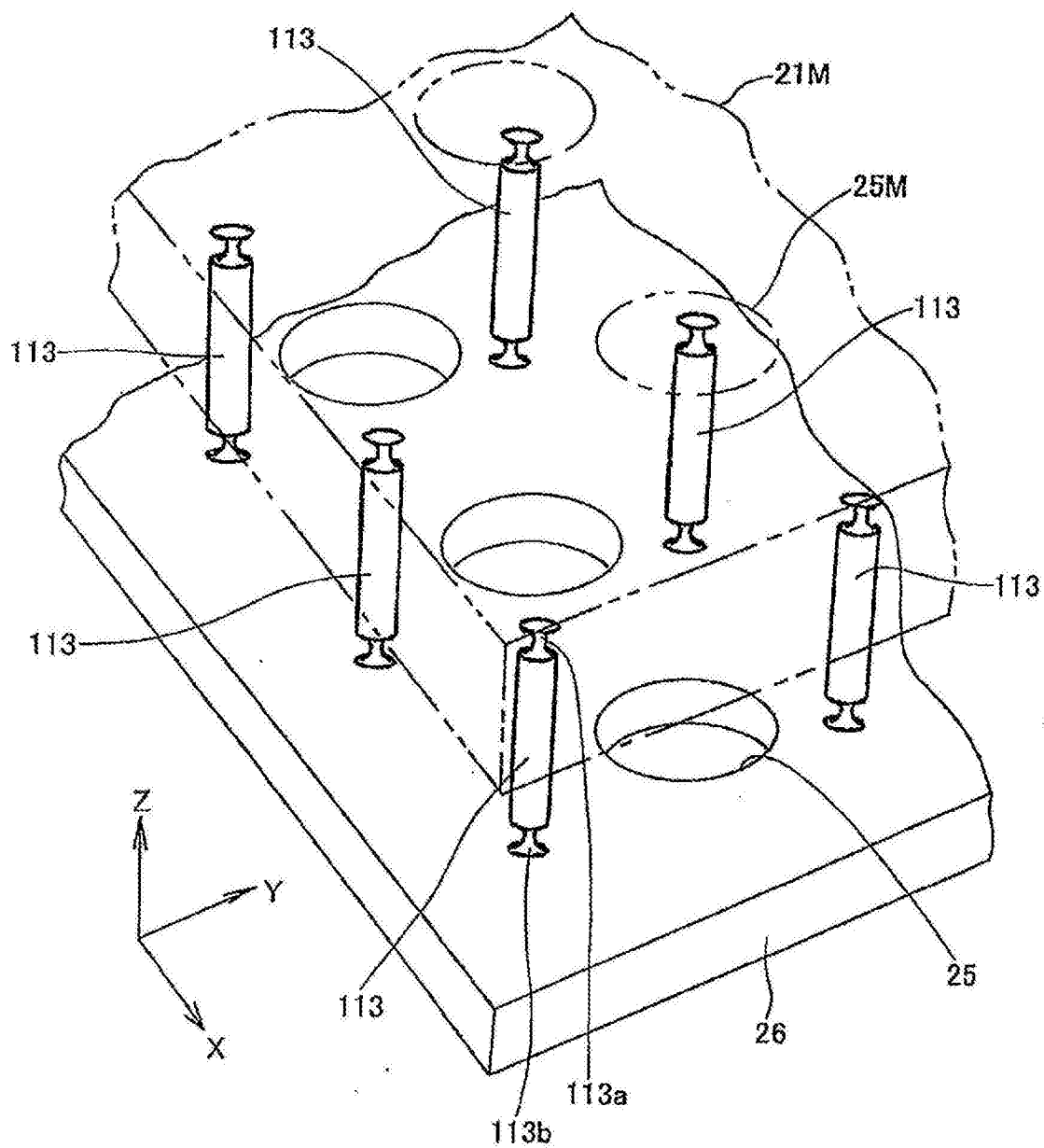


图14

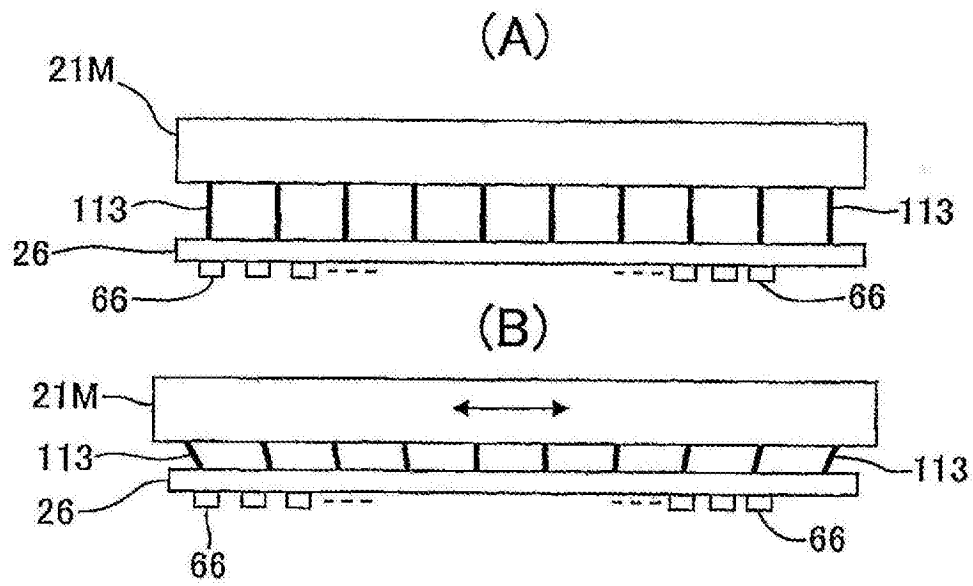


图15

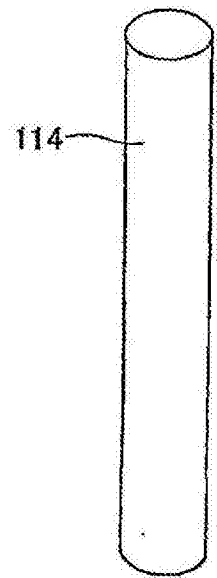


图16A

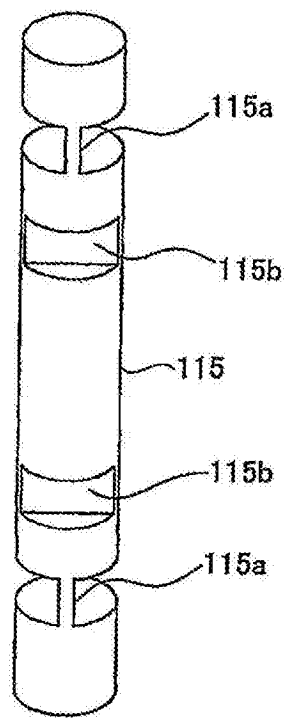


图16B

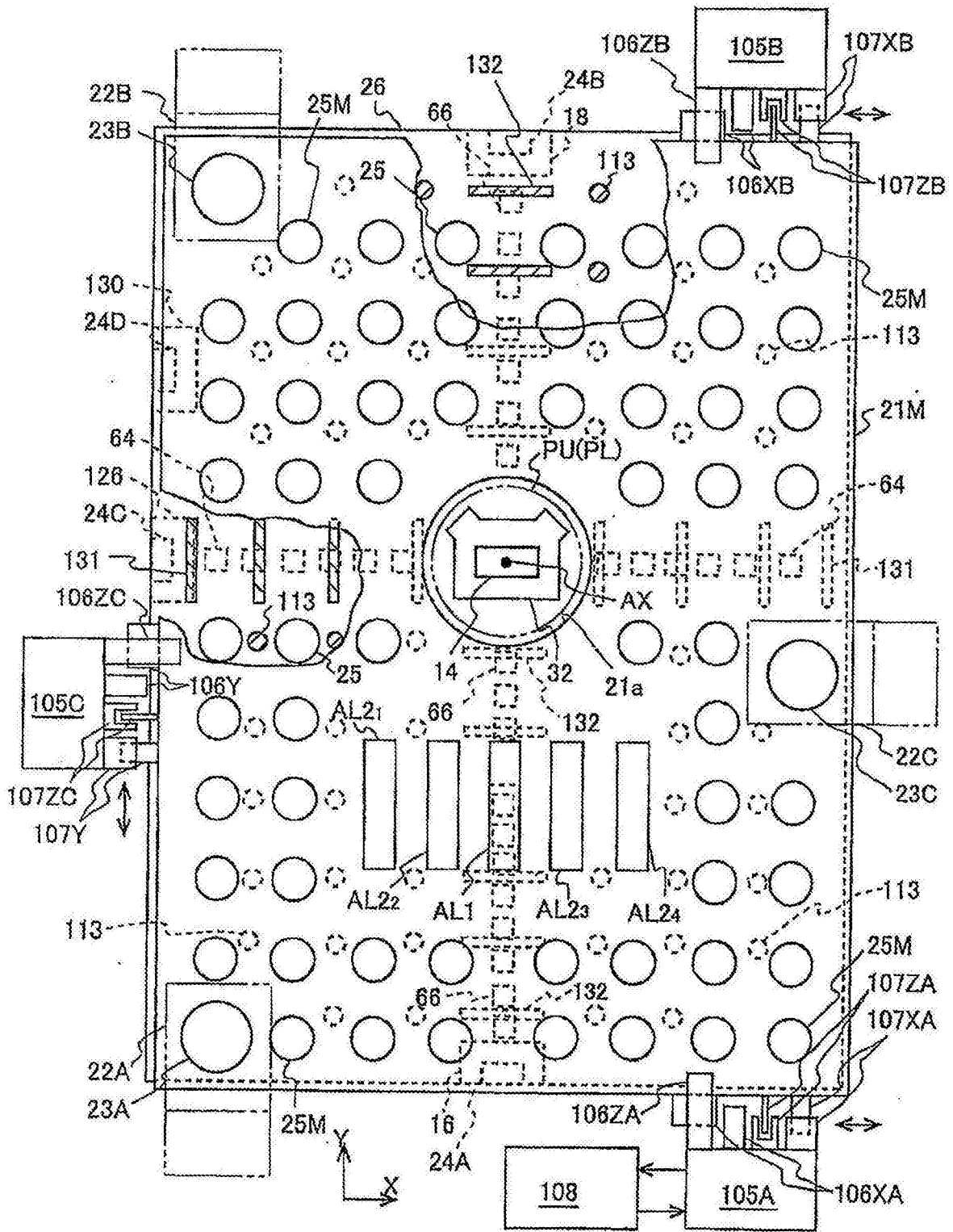


图17

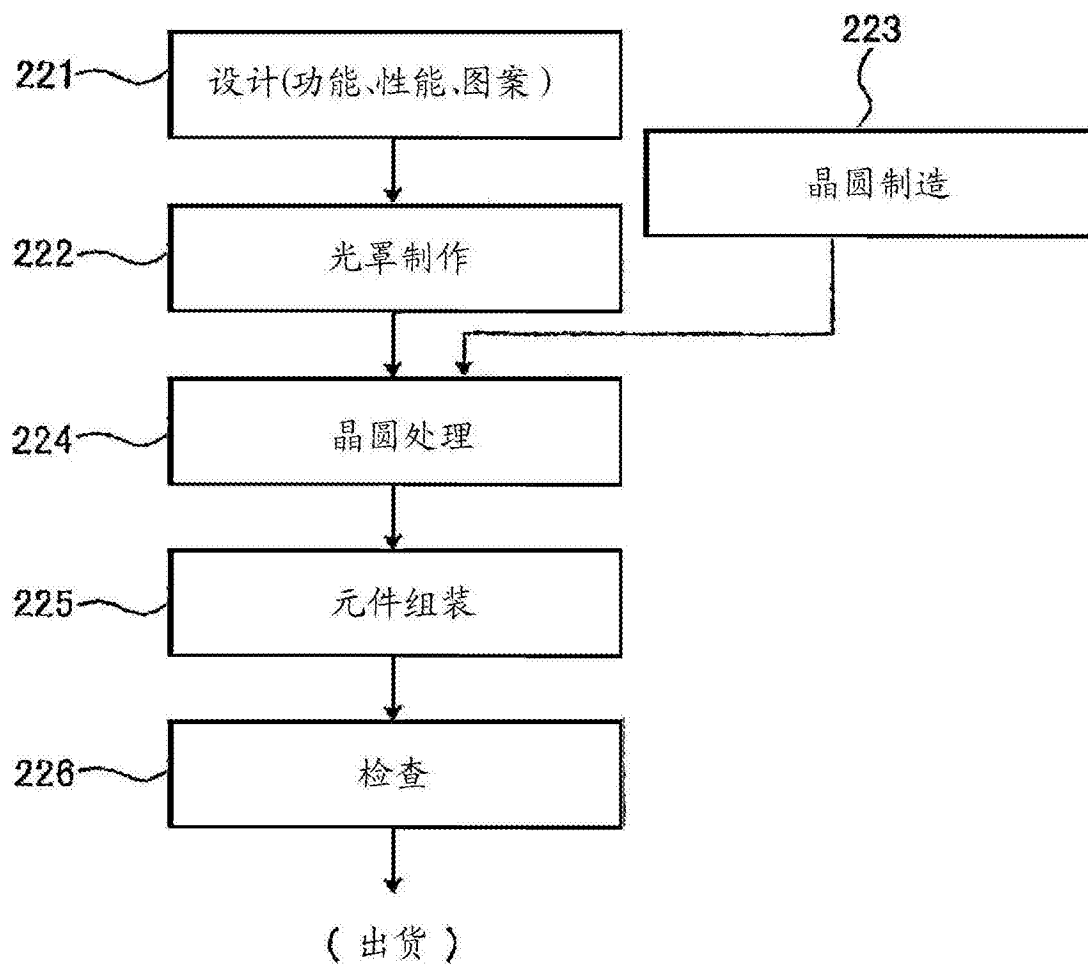


图18

