

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102027417 B

(45) 授权公告日 2013.02.13

(21) 申请号 200980117084.4

代理人 李辉 应志超

(22) 申请日 2009.05.13

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

G03F 7/20 (2006.01)

61/071,695 2008.05.13 US

12/463,562 2009.05.11 US

(56) 对比文件

US 2002/0041380 A1, 2002.04.11,

CN 1932650 A, 2007.03.21,

US 2002/0109823 A1, 2002.08.15,

US 2008/0094593 A1, 2008.04.24,

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010.11.12

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2009/059239 2009.05.13

审查员 杜叔亚

(87) PCT申请的公布数据

W02009/139498 EN 2009.11.19

(73) 专利权人 株式会社尼康

地址 日本国东京都千代田区有乐町一丁目
12番1号

(72) 发明人 金谷有步

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

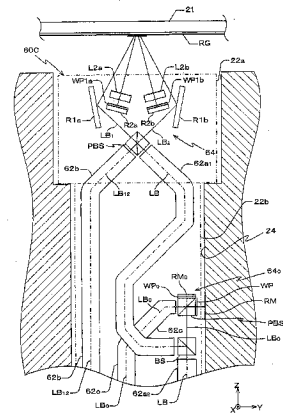
权利要求书 3 页 说明书 16 页 附图 6 页

(54) 发明名称

可移动体系统、可移动体驱动方法、图案形成设备、图案形成方法、曝光设备、曝光方法以及器件制造方法

(57) 摘要

在晶片工作台上设置构成编码器系统的多个头,并且,基于与刻度板(21)(衍射光栅(RG))相对的头(60C)的输出来测量晶片工作台在XY平面内的位置信息。并且,此处通过设置在各个头内的测量系统(640)来测量各个头(例如头(60C))与晶片工作台的相对位置(包括相对姿态和旋转)。因此,通过基于所测量的相对位置的信息来校正位置信息,即使在头的位置(姿态、旋转)随晶片工作台的移动而变化的情况下,仍然也可以对晶片工作台的位置信息进行高精度测量。



1. 一种可移动体系统,该可移动体系统包括:

可移动体,其基本上沿预定平面移动;

测量装置,其具有设置在所述可移动体的表面上的多个编码器头,并且,基于面对位于该可移动体之外、与所述预定平面平行设置的光栅部的至少一个编码器头的输出,来测量该可移动体的位置信息;以及

驱动装置,其基于所述测量装置所测量的位置信息,以及该位置信息的测量中所使用的编码器头同所述可移动体之间的相对位置的信息,来驱动该可移动体。

2. 根据权利要求1所述的可移动体系统,该可移动体系统还包括:

测量系统,其测量所述多个编码器头中的各个同所述可移动体之间至少在所述预定平面内的相对位置,由此

所述驱动装置使用该测量系统所测量的、用于测量所述位置信息的编码器头同所述可移动体之间的相对位置的信息,作为该位置信息的测量中所使用的编码器头同所述可移动体之间的相对位置的信息。

3. 根据权利要求2所述的可移动体系统,其中:

所述多个编码器头中的各个具有用于测量所述多个编码器头中的各个同所述可移动体之间在所述预定平面内的相对位置的传感器的至少部分,并且

所述测量系统包括多个该传感器,其中所述多个编码器头分别具有所述多个该传感器的至少部分。

4. 根据权利要求3所述的可移动体系统,其中:

所述传感器是以非接触方式来测量所述相对位置的非接触式传感器。

5. 根据权利要求4所述的可移动体系统,其中:

所述非接触式传感器是光学传感器。

6. 根据权利要求2所述的可移动体系统,其中:

所述测量系统包括多个加速度传感器,该多个加速度传感器分别测量所述多个编码器头至少在所述预定平面内的加速度,并且,该测量系统基于该加速度传感器的测量值来计算所述多个编码器头中的各个同所述可移动体之间的相对位置。

7. 根据权利要求1所述的可移动体系统,其中:

所述可移动体由按照平面图具有方形形状的组件制成,并且,所述编码器头设置在所述可移动体的四个角中的各个角。

8. 根据权利要求1至7中的任意一项所述的可移动体系统,其中:

所述光栅部包括覆盖了所述可移动体的移动范围的一维光栅和二维光栅中的一方。

9. 根据权利要求1所述的可移动体系统,其中:

所述多个编码器头中的各个同所述可移动体之间的相对位置的所述信息是预先获取的;并且

所述驱动装置使用预先获取的、用于测量所述位置信息的编码器头同所述可移动体之间的相对位置的信息,作为该位置信息的测量中所使用的编码器头同所述可移动体之间的相对位置的信息。

10. 一种在物体上形成图案的图案形成设备,该设备包括:

根据权利要求1至9中的任意一项所述的可移动体系统,其中,所述物体安装在所述可

移动体上 ; 以及

构图装置, 其在安装于所述可移动体上的物体上生成图案。

11. 根据权利要求 10 所述的图案形成设备, 其中 :

所述物体具有敏感层, 并且, 所述构图装置通过照射能量束对该敏感层进行曝光来在该物体上生成图案。

12. 一种通过照射能量束来在物体上形成图案的曝光设备, 该曝光设备包括 :

构图装置, 其向所述物体上照射能量束 ; 以及

根据权利要求 1 至 9 中的任意一项所述的可移动体系统, 其中, 所述物体安装在所述可移动体上 ; 其中

安装有所述物体的所述可移动体被驱动, 以实现所述能量束与该物体的相对移动。

13. 一种器件制造方法, 该方法包括以下步骤 :

使用根据权利要求 12 所述的曝光设备来对物体进行曝光 ; 以及

对曝光后的物体进行显影。

14. 一种可移动体驱动方法, 该方法包括 :

测量过程, 其中, 在基本上沿预定平面移动的可移动体的表面上设置的多个编码器头中, 基于面对位于该可移动体之外、与该预定平面平行设置的光栅部的至少一个编码器头的输出, 来测量该可移动体的位置信息 ; 以及

驱动过程, 其中, 基于所测量的位置信息, 以及在该位置信息的测量中所使用的编码器头同所述可移动体之间的相对位置的信息, 来驱动该可移动体。

15. 根据权利要求 14 所述的可移动体驱动方法, 该方法还包括 :

相对位置测量过程, 其中, 测量所述多个编码器头中的各个同所述可移动体之间至少在所述预定平面内的相对位置, 由此

在所述驱动过程中, 使用在该相对位置测量过程中所测量的、用于测量所述位置信息的编码器头同所述可移动体之间的相对位置的信息, 作为该位置信息的测量中所使用的编码器头同所述可移动体之间的相对位置的信息。

16. 根据权利要求 15 所述的可移动体驱动方法, 其中 :

在所述相对位置测量过程中, 分别测量所述多个编码器头至少在所述预定平面内的加速度, 并且, 基于该加速度的测量值来计算所述多个编码器头中的各个同所述可移动体之间的相对位置。

17. 根据权利要求 14 所述的可移动体驱动方法, 该方法还包括 :

获取过程, 其中, 在所述测量过程之前, 预先获取所述多个编码器头中的各个同所述可移动体之间的相对位置 ; 其中

在所述驱动过程中, 使用用于测量在所述获取过程中获取的位置信息的编码器头同所述可移动体之间的相对位置的信息, 作为该位置信息的测量中所使用的编码器头同所述可移动体之间的相对位置的信息。

18. 一种在物体上形成图案的图案形成方法, 该方法包括 :

驱动过程, 其中, 使用权利要求 14 至 17 中的任意一项所述的可移动体驱动方法, 沿预定平面驱动保持住所述物体的可移动体, 以形成所述图案。

19. 根据权利要求 18 所述的图案形成方法, 其中 :

所述物体具有敏感层,并且,通过向该敏感层上照射能量束来形成所述图案。

20. 一种通过照射能量束来在物体上形成图案的曝光方法,该方法包括:

驱动过程,其中,使用权利要求 14 至 17 中的任意一项所述的可移动体驱动方法来驱动保持住所述物体的可移动体,以形成所述图案。

21. 一种器件制造方法,该方法包括:

曝光过程,其中,使用根据权利要求 20 所述的曝光方法来对物体进行曝光;以及

显影过程,其中,对曝光后的物体进行显影。

可移动体系统、可移动体驱动方法、图案形成设备、图案形成方法、曝光设备、曝光方法以及器件制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及可移动体系统、可移动体驱动方法、图案形成设备、图案形成方法、曝光设备、曝光方法和器件制造方法,并且,具体地说,涉及:包括基本上沿预定平面移动的可移动体的可移动体系统、驱动该可移动体的可移动体驱动方法、配备有该可移动体系统的图案形成设备、使用该可移动体驱动方法的图案形成方法、配备有该可移动体系统的曝光设备、使用该可移动体驱动方法的曝光方法以及使用该曝光设备或使用该曝光方法的器件制造方法。

背景技术

[0002] 通常,在用于制造诸如半导体器件(诸如集成电路)和液晶显示器的电子器件(微型器件)的光刻工艺中,主要使用的曝光设备诸如是通过步进重复(step-and-repeat)方法的投影曝光设备(所谓“步进器”),或通过步进扫描方法的投影曝光设备(所谓“扫描步进器”(也称为扫描仪))。

[0003] 未来,半导体器件的集成度将更高,并且,随之可以确定的是,在晶片上形成的电路图案将更精细,并且,在用于半导体器件的大规模生产设备的曝光设备中需要进一步提高对晶片的位置检测精度等。

[0004] 例如,在美国专利申请公开 No. 2006/0227309 中,公开了一种曝光设备,其采用安装在衬底台上的编码器型传感器(编码器头)。然而,在将编码器头安装在衬底台上的情况下,衬底台的移动(针对衬底台所附加的加速)将会改变编码器头相对于衬底台的设置位置和/或设置姿态,并且,存在着对使用这种编码器头的衬底台的位置测量精度劣化的风险。

发明内容

[0005] 本发明考虑了上述情形,并且根据本发明的第一方面,提供了一种可移动体系统,该可移动体系统包括:可移动体,其基本上沿预定平面移动;测量装置,其具有设置在所述可移动体的表面上的多个编码器头,并且,基于面对位于该可移动体之外、与所述预定平面平行设置的光栅部的至少一个编码器头的输出,来测量该可移动体的位置信息;以及驱动装置,其基于所述测量装置所测量的位置信息并基于在该位置信息的测量中所使用的编码器头同所述可移动体之间的相对位置的信息,来驱动该可移动体。

[0006] 根据该系统,基于所述测量装置所测量的所述可移动体在所述预定平面内的位置信息并基于在该位置信息测量中所使用的、面对与所述预定平面平行设置的光栅部的至少一个编码器头同所述可移动体之间的相对位置的信息,来驱动所述可移动体。因此,根据可移动体的驱动,即使编码器头相对于可移动体移动,但是对于可移动体,仍然可以对可移动体的位置信息进行高精度测量,或者进而对可移动体进行高精度驱动控制。

[0007] 根据本发明的第二方面,提供了一种在物体上形成图案的图案形成设备,该设备

包括：根据本发明的可移动体设备，其中，所述物体安装在所述可移动体上；以及构图装置，其在安装于所述可移动体上的物体上生成图案。

[0008] 根据该设备，可以高精度地在物体上形成图案。

[0009] 根据本发明的第三方面，提供了一种通过照射能量束来在物体上形成图案的曝光设备，该曝光设备包括：构图装置，其向所述物体上照射能量束；根据本发明的可移动体系统，其中，所述物体安装在所述可移动体上；以及安装有所述物体的可移动体被驱动，以实现所述能量束与该物体的相对移动。

[0010] 根据该设备，通过扫描曝光可以高精度地在所述物体上形成图案。

[0011] 根据本发明的第四方面，提供了一种器件制造方法，该方法包括以下步骤：使用本发明的曝光设备来对物体进行曝光；以及对曝光后的物体进行显影。

[0012] 根据本发明的第五方面，提供了一种可移动体驱动方法，该方法包括：测量过程，其中，在基本上沿预定平面移动的可移动体的表面上设置的多个编码器头中，基于面对位于该可移动体之外、与该预定平面平行设置的光栅部的至少一个编码器头的输出，来测量该可移动体的位置信息；以及驱动过程，其中，基于所测量的位置信息并基于在该位置信息测量中所使用的编码器头同所述可移动体之间的相对位置的信息，来驱动该可移动体。

[0013] 根据该方法，在所述驱动过程中，基于所述测量过程中所测量的所述可移动体在所述预定平面内的位置信息并基于在该位置信息测量中所使用的、面对与所述预定平面平行设置的光栅部的至少一个编码器头同所述可移动体之间的相对位置的信息，来驱动所述可移动体。因此，根据可移动体的驱动，即使编码器头相对于可移动体移动，但是对于可移动体，仍然可以对可移动体的位置信息进行高精度测量，或者进而对可移动体进行高精度驱动控制。

[0014] 根据本发明的第六方面，提供了一种在物体上形成图案的图案形成方法，该方法包括：驱动过程，其中，使用本发明的可移动体驱动方法，沿预定平面来驱动保持住所述物体的可移动体，以形成所述图案。

[0015] 根据该设备，可以高精度地在物体上形成图案。

[0016] 根据本发明的第七方面，提供了一种通过照射能量束来在物体上形成图案的曝光方法，该方法包括：驱动过程，其中，使用本发明的可移动体驱动方法来驱动保持住所述物体的可移动体，以形成图案。

[0017] 根据该方法，通过使用照射能量束来对物体进行曝光，可以高精度地在物体上形成图案。

[0018] 根据本发明的第八方面，提供了一种器件制造方法，该方法包括：曝光过程，其中，使用本发明的曝光方法来对物体进行曝光；以及显影过程，其中，对曝光后的物体进行显影。

附图说明

[0019] 图 1 是示意性示出一个实施方式的曝光设备的配置的图。

[0020] 图 2 是解释编码器头和干涉仪的设置图。

[0021] 图 3 是图 1 中的晶片台的一部分断裂的放大图。

[0022] 图 4 是图 3 中的圆圈 C 的部分被放大的图。

[0023] 图 5 是用于解释头内配置的图。

[0024] 图 6 是示出图 1 中的曝光设备中与台控制相关的控制系统的主要配置的框图。

具体实施方式

[0025] 下面参照图 1 至图 6 描述本发明的实施方式。

[0026] 图 1 示出本实施方式中的曝光设备 100 的示意性配置。曝光设备 100 是使用步进扫描方法的投影曝光设备,即,所谓的扫描仪。如稍后描述,在该实施方式中设置投影光学系统 PL,并且在下面的描述中,将平行于投影光学系统 PL 的光轴 AX 的方向称为 Z 轴方向,将位于与 Z 轴方向正交的平面内的、对掩模板和晶片进行相对扫描的方向称为 Y 轴方向,将与 Z 轴和 Y 轴正交的方向称为 X 轴方向,并且,分别将绕 X 轴、Y 轴和 Z 轴的旋转(倾斜)方向称为 θ_x 、 θ_y 和 θ_z 方向。

[0027] 曝光设备 100 配备有:照射系统 10、支撑掩模板 R 的掩模板台 RST、投影单元 PU、包括晶片台 WST(其上安装晶片 W)的晶片台装置 50、用于这些部件的控制系统等。

[0028] 例如,如美国专利申请公开 No. 2003/0025890 等中所公开,照射系统 10 包括光源、包括光学积分器等的照度均匀光学系统以及具有掩模板遮帘等的照射光学系统等(均未示出)。照射系统 10 通过使用基本上均匀照度的照射光(曝光用光)IL,来照射使用掩模板遮帘(掩膜系统)而设置在掩模板 R 上的狭缝形照射区域 IAR。在这种情况下,例如,ArF 准直器激光束(波长 193nm)用作照射光 IL。

[0029] 在掩模板台 RST 上,例如通过真空吸附来固定掩模板 R,在该掩模板的图案表面(图 1 的下表面)上形成有电路图案等。例如,通过包括线性电动机等的掩模板台驱动部 11(在图 1 中未示出,参照图 6),在 XY 平面内精细地驱动掩模板台 RST,并且还可以按照预定扫描速度在扫描方向(在这种情况下,为 Y 轴方向,图 1 中纸面的水平方向)驱动掩模板台 RST。

[0030] 例如,如图 1 所示,以约 0.25nm 的分辨率,通过掩模板激光干涉仪(此后,称为“掩模板干涉仪”)16 来连续检测 XY 平面(运动平面)中掩模板台 RST 的位置信息(包括 θ_z 方向上的位置信息(此后,也称为 θ_z 旋转量)),该掩模板激光干涉仪在可移动镜 15(该镜子实际上设置为具有正交于 Y 轴方向的反射面的 Y 可移动镜子(或者复归反射镜)和具有正交于 X 轴方向的反射面的 X 可移动镜子)上照射测量束。顺便提及,例如美国专利申请公开 No. 2007/0288121 等中公开的编码器系统可以代替掩模板干涉仪 16 或者与之结合使用,以测量掩模板 R 在至少三个自由度方向上的位置信息。

[0031] 投影单元 PU 设置在图 1 的掩模板台 RST 的下方(-Z 侧),并且通过配置实体(未示出)的一部分的主框架(度量框架)进行支撑。投影单元 PU 具有镜筒 40 以及由镜筒 40 支撑的多个光学元件组成的投影光学系统 PL。例如,可以使用由沿平行于 Z 轴方向的光轴 AX 设置的多个透镜(透镜元件)组成的屈光系统,作为投影光学系统 PL。投影光学系统 PL 例如是具有预定投影放大倍率(例如四分之一倍、五分之一倍或者八分之一倍)的双面远心屈光系统。因此,当来自照射系统 10 的照射光 IL 照射照射区域 IAR 时,经过掩模板 R(设置为使得其图案表面基本上与投影光学系统 PL 的第一平面(物体平面)齐平)的照射光 IL 经由投影光学系统 PL,在晶片 W(其表面覆盖有抗蚀剂(感应剂)且设置在投影光学系统 PL 的第二平面(图像平面)一侧)的照射区域 IAR 共轭的区域(曝光区域)IA 中,形成

了在照射区域 IAR 中所形成的掩模板 R 的电路图案的缩小图像（电路图案的一部分的缩小图像）。接着，通过掩模板台 RST 和晶片台 WST 的同步驱动，在晶片 W 相对于曝光区域（照射光 IL）在扫描方向（Y 轴方向）上相对移动的同时，掩模板 R 在扫描方向（Y 轴方向）相对于照射区域 IAR（照射光 IL）相对移动，因而执行晶片 W 上命中区域（shot area）（分隔区域）的扫描曝光，并且掩模板 R 的图案转印到该命中区域。也就是说，在本实施方式中，根据照射系统 10 和投影光学系统 PL 在晶片 W 上生成图案，然后通过使用照射光 IL 对晶片 W 上的敏感层（抗蚀剂层）曝光，在晶片 W 上形成图案。

[0032] 顺便提及，主框架可以是常用的门型框架以及例如是在美国专利申请公开 No. 2008/0068568 等中公开的悬挂支撑式框架中的一种。

[0033] 在镜筒 40 的 -Z 侧的外围，例如，在基本上与镜筒 40 的下端的表面基本齐平的高度，平行于 XY 平面来设置刻度板 21。在本实施方式中，刻度板 21 由矩形板组成，其中该矩形板具有其中插入镜筒 40 的 -Z 端的圆形开孔，以及其中插入对准系统的 -Z 端的圆形开孔，圆形开孔在板的一部分中形成并且由机体（未示出）悬挂支撑（未示出）。在本实施方式中，刻度板 21 通过支撑投影单元 PU 的主框架（未示出）（度量框架）悬挂支撑。在刻度板 21 的下表面（-Z 一侧的表面）上，形成作为二维光栅的反射型二维光栅 RG（参照图 4 和图 5），其由周期方向是例如 Y 轴方向（具有 $1\mu\text{m}$ 的预定节距）的光栅以及周期方向是例如 X 轴方向（具有 $1\mu\text{m}$ 的预定节距）的光栅组成。这种衍射光栅 RG 覆盖晶片台 WST 的移动范围。

[0034] 晶片台装置 50 配备有：由地板表面上的多个（例如 3 到 4 个）隔振机制（在图中省略）几乎水平支撑的基座 12、设置在基座 12 上的晶片台 WST、晶片台驱动系统 27（图 1 中仅仅示出该系统的一部分，参照图 6）以及测量晶片台 WST（晶片工作台 WTB）的位置信息的测量系统。测量系统配备有如图 6 所示的编码器系统 70、晶片激光干涉仪系统 18 等。顺便提及，在说明书中将在稍后进一步描述编码器系统 70 和晶片激光干涉仪系统 18。

[0035] 基座 12 由具有扁平形式的组件制成，并且上表面的平坦度极高且在晶片台 WST 移动时用作导引表面。在基座 12 内，设置线圈单元，其包括以 XY 二维方向用作行方向和列方向的矩阵形式设置的多个线圈 14a。

[0036] 如图 1 所示，晶片台 WST 具有台主体部 91 以及晶片工作台 WTB，晶片工作台 WTB 设置在台主体部 91 上，并且通过 Z 倾斜驱动机制（未示出）相对于台主体部 91 以非接触方式支撑。在这种情况下，通过在三点调节诸如电磁力的向上力（排斥力）和包括自重的向下力（重力）的平衡，通过 Z 倾斜驱动机制以非接触方式支撑晶片台 WST，并且还在 Z 轴方向、 θ_x 方向和 θ_y 方向这三个自由度方向上精细地驱动晶片台 WST。在台主体部 91 的底部设置滑块部 91a。滑块部 91a 具有由 XY 平面内二维设置的多个磁体组成的磁性单元、容纳该磁性单元的外壳以及设置在外壳的底面外围的多个空气轴承。磁性单元与前述线圈单元一起构成为使用洛伦兹电磁力驱动的平面电动机 30，例如，如美国专利 No. 5, 196, 745 所述。顺便提及，对于平面电动机 30，驱动方法不限于使用洛伦兹力电磁力的方法，还可以使用变化磁阻驱动系统的平面电动机。

[0037] 晶片台 WST 在基座 12 上方通过诸如几微米的预定间隙由上述多个空气轴承悬浮支撑，并且在 X 方向、Y 方向和 θ_z 方向通过平面电动机 30 进行驱动。因此，晶片工作台 WTB（晶片 W）可在 6 个自由度方向上相对于基座 12 而移动。顺便提及，晶片台 WST 可以通

过平面电动机 30 在 6 个自由度方向上驱动。

[0038] 在本实施方式中,主控制器 20 对提供给构成线圈单元的各个线圈 14a 的电流幅度和方向进行控制。将图 6 中的晶片台驱动系统 76 配置为包括前述平面电动机 30 和 Z 倾斜驱动机制。顺便提及,平面电动机 30 不限于使用动磁方法的电动机,而是可以是使用动线圈方法的电动机。或者,可以使用磁悬浮类型的平面电动机作为平面电动机 30。在这种情况下,不必设置前述空气轴承。而且,晶片工作台 WTB 可以在 X 轴方向、Y 轴方向和 Z 轴方向中的至少一个方向上精细移动。更具体而言,晶片台 WST 可以通过粗略 / 精细移动台而配置。

[0039] 在晶片工作台 WTB 上,晶片 W 经由晶片保持器(未示出)安装,并且通过诸如真空吸附(或静电吸附)的吸附机制(未示出)固定。在晶片工作台 WTB 的 +Y 侧表面(+Y 侧面)和 -X 侧表面(-X 侧面)上分别应用镜面抛光,并且如图 2 所示,形成在稍后描述的晶片激光干涉仪系统中使用的反射面 17a 和 17b。

[0040] 编码器系统 70 测量 XY 平面内晶片台 WST 的位置信息(包括关于 θ_z 旋转量的信息)。现在,将详细描述编码器系统 70 的配置等。

[0041] 在晶片工作台 WTB 上,如图 2 的平面图所示,编码器头(此后,如有需要,简称为头)60A、60B、60C 和 60D 分别设置在四个角。这些头 60A 至 60D 分别容纳在晶片工作台 WTB 中形成的 Z 轴方向上的通孔 24 中,如图 3 所示,选择头 60C 作为代表。

[0042] 位于晶片工作台 WTB 的对角线之一上的一对头 60A 和 60C 是测量方向为 Y 轴方向的头。而且,位于晶片工作台 WTB 的上表面的另一对角线上的一对头 60B 和 60D 是测量方向为 X 轴方向的头。对于头 60A 至 60D 中的各个,使用具有类似于美国专利 No. 7, 238, 931、国际公开 No. 2007/083758 等中公开的(编码器)的配置。然而,在本实施方式中,光源和光电检测器设置在各个头之部,并且仅光学系统设置在各个头的内部。并且,光源、光电检测器以及光学系统经由本说明书中稍后描述的光纤光学连接。

[0043] 头 60A 和 60C 分别构成 Y 线性编码器(此后适当地缩写为“Y 编码器”或“编码器”)70A 和 70C(参照图 6),该编码器 70A 和 70C 通过向刻度板 21 上照射测量束(测量光)并且从在刻度板 21 的表面(下表面)上形成的、周期方向是 Y 轴方向的光栅接收衍射束,来测量晶片台 WST 在 Y 轴方向上的位置。而且,头 60B 和 60D 分别构成 X 线性编码器(此后适当地缩写为“编码器”)70B 和 70D(参照图 6),该编码器 70B 和 70D 通过向刻度板 21 上照射测量束(测量光)并且从在刻度板 21 的表面上形成的、周期方向是 X 轴方向的光栅接收衍射束,来测量晶片台 WST 在 X 轴方向上的位置。

[0044] 在本实施方式中,如图 4(图 3 的圆形 C 部分放大的图)所示,头 60C 具有外壳 22,外壳 22 具有两个部分:光学系统外壳部 22a,其具有高度小于深度和宽度的方柱形状;以及圆柱形光纤外壳部 22b,其具有在光学系统外壳部 22a 下方沿 Y 轴方向延伸而设置的、预定长度的圆柱形状。光学系统外壳部 22a 的一部分延伸出来,完全环绕光纤外壳部 22b 的外侧圆周。如图 4 所示,根据外壳 22 的形状形成前述通孔 24。并且,外壳 22 附接到晶片工作台 WTB,以处于上述延伸部的下表面接触通孔 24 的台阶部的状态。在这种情况下,为了使得外壳 22 容易插入到通孔 24 中,外壳 22 和通孔 24 的尺寸设置为以下这种程度:在通孔 24 的内壁面与外壳 22 的外围面之间形成预定间隔。

[0045] 光纤 62a、62b、62c 的一端分别连接到外壳 22。将光纤 62a、62b 和 62c 保持在光纤

外壳部 22b 的下端,或者更具体而言,通过设置在台主体部 91 的上端部的光纤支撑部 28 而将上述光纤保持在晶片工作台 WTB 的下表面附近,使得即使晶片台 WST 相对于台主体部 91 而被精细驱动时,上述光纤也仍然不受挤压。

[0046] 光纤 62a 是光发送光纤,并且,该光纤的另一端光学地连接到设置在台主体部 91 中的光源(未示出),例如连接到半导体激光器。而且,光纤 62a 和 62c 是光接收光纤,并且,它们的另一端光学连接到设置在台主体部 91 中的第一光电检测系统和第二光电检测系统(未示出)。第一光电检测系统和第二光电检测系统均包括偏振器(分析器)和光电检测器(诸如光电倍增管等)。顺便提及,稍后在本说明书中将描述光纤 62a、62b 和 62c 的外壳 22 中的配置。

[0047] 现在将基于图 5 描述设置在头 60C 的外壳 22 中的光学系统的配置。

[0048] 如图 5 所示,在光学系统外壳部 22a 内,例如,安放主光学系统 64 和辅光学系统 640(稍后描述其细节),其中,主光学系统 64 包含偏振束分束器 PBS(其分离平面平行于 XZ 平面)、一对反射镜 R1a 和 R1b、透镜 L2a 和 L2b、四分之一波长板(此后称为 $\lambda/4$ 板)WP1a 和 WP1b、反射镜 R2a 和 R2b 等,上述部件经由支撑件(未示出)等以预定位置关系固定到外壳 22。

[0049] 如图 5 所示,光纤 62a 在外壳 22 内分隔为第一部 62a₁ 和第二部 62a₂,并且,第一部 62a₁ 和第二部 62a₂ 经由波束分束器 BS 光学连接。波束分束器 BS 经由支撑件(未示出)固定到外壳 22,以处于入射面面对光纤 62a 的第二部 62a₂ 的一端上的一侧的端面、并且出射面面对光纤 62a 的第一部 62a₁ 的另一端上的一侧的端面的状态。

[0050] 光纤 62 的第一部 62a₁ 的一端上一侧的端面设置为面对光学系统 64 的偏振束分束器 PBS 的入射面,并且,光纤 62b 一端上一侧的端面设置为面对偏振束分束器 PBS 的出射面。

[0051] 在头 60C(Y 编码器 70C)中,激光束 LB 从设置在台主体部 91 中的光源(未示出)发射,经由光纤 62a(或更精确地,第二部 62a₂、波束分束器 BS 和第一部 61a₁)入射到偏振束分束器 PBS,并且通过偏振而分束成两个测量束 LB₁ 和 LB₂。通过波束分束器 PBS 透射的测量束 LB₁ 经由反射镜 R1a 到达刻度板 21,并且波束分束器 PBS 反射的测量束 LB₂ 经由反射镜 R1b 达到刻度板 21。顺便提及,在这种情况下“通过偏振分束”意味着将入射束分束成 P 偏振成分和 S 偏振成分。

[0052] 由于测量束 LB₁ 和 LB₂ 的照射,从衍射光栅 RG 生成的预定阶衍射束,例如一阶衍射波束经由透镜 L2a 和 L2b 通过 $\lambda/4$ 板 WP1a 和 WP1b 而转换成圆偏振光,通过反射镜 R2a 和 R2b 反射,然后,这些波束再次经过 $\lambda/4$ 板 WP1a 和 WP1b,并且通过相反方向上的相同光学路径回溯回到波束分束器 PBS。

[0053] 到达波束分束器 PBS 的两个波束的偏振方向上的各个相对于原始方向旋转了 90 度。因此,首先经过偏振束分束器 PBS 的测量束 LB₁ 的一阶衍射波束从偏振束分束器 PBS 反射。偏振束分束器 PBS 首先反射的测量束 LB₂ 的一阶衍射波束经过偏振束分束器 PBS。并且,对各个测量束 LB₁ 和 LB₂ 的一阶衍射波束共轴合成,并且将其作为合成束 LB₁₂ 入射到光纤 62b。合成束 LB₁₂ 经由光纤 62b 发送到设置在台主体部 91 中的第一光电检测系统(未示出)。

[0054] 在第一光电检测系统(未示出)内,合成为合成束 LB₁₂ 的波束 LB₁ 和 LB₂ 的一阶衍

射波束的偏振方向例如通过分析器设置,并且这些波束彼此交叠,从而形成干涉光,光电检测器检测该干涉光,并且根据该干涉光的强度将其转换成电信号。在这种情况下,由于晶片台 WST 在测量方向(在这种情况下,为 Y 轴方向)上的移动,所以,通过头 60C 和刻度板 21 的相对移动,两个波束之间的相位差发生变化,这改变了干涉光的强度。该光电检测系统(未示出)检测出干涉光强度的这种变化,并且,将对应于此强度变化的位置信息作为 Y 编码器 70C 的主测量值输出到主控制器 20(参照图 6)。

[0055] 从上面的描述明显看出,在 Y 编码器 70C(编码器头 60C)中,因为波束 LB_1 和 LB_2 在空气中的光学路径长度极短,所以几乎可以忽略空气波动的影响。

[0056] 其它头 60A、60B 和 60D(编码器 70A、70B 和 70D)等类似于头 60C(编码器 70C)而配置。

[0057] 如前所述,在将头安装在晶片工作台 WTB 上的情况下,由于晶片工作台 WTB 的移动(施加到晶片工作台 WTB 的加速)等,所以,头的位置从设计位置偏移或者姿态从基准姿态变化的概率较高,并且头的位置的这种变化(包括姿态)是导致对晶片工作台 WTB(晶片台 WST)的位置测量的误差的原因。因此,在本实施方式中,设置之前描述的辅光学系统 640,以在各个头 60A 至 60D 中测量该头相对于晶片工作台 WTB 的位置和姿态的变化。

[0058] 现在代表性地选择图 5 中示出的头 60C 的外壳 22 内的辅光学系统 640,并且将描述辅光学系统的配置等。

[0059] 在外壳 22 的光纤外壳部 22b 内,安装辅光学系统 640,其包含偏振束分束器 PBS_0 (其分离平面与 XY 平面及 XZ 平面形成 45 度角)、 $\lambda/4$ 板 WP 和 WP_0 、基准镜 RM_0 等,以上部件经由支撑件(未示出)以预定位置关系固定到外壳 22。

[0060] 通过之前描述的波束分束器 BS,经由光纤 62a 的第二部 62a₂ 引导的激光束 LB 分叉为测量束 LB_0 和主光学系统 64 中的入射束。测量束 LB_0 入射到辅光学系统 640 的偏振束分束器 PBS_0 ,并且通过偏振而分束成测量束和基准束。测量束由偏振束分束器 PBS_0 反射,并且沿平行于 Y 轴的光学路径前进,然后经过 $\lambda/4$ 板 WP,并且经由设置在光纤外壳部 22b(外壳 22)中的开孔部(或者光透射部)入射到晶片工作台 WTB 的通孔 24 的 +Y 侧的内壁面上。

[0061] 针对晶片工作台 WTB 的通孔 24 的 +Y 侧的内壁面进行镜面抛光,并且形成垂直于 Y 轴的反射面 RM。因此,测量束由反射面 RM 反射,并且沿原始光学路径返回到偏振束分束器 PBS_0 。在这种情况下,通过两次经过 $\lambda/4$ 板 WP,测量束的偏振方向从原始方向旋转 90 度。因此,测量束经过偏振束分束器 PBS_0 。

[0062] 同时,基准束经过偏振束分束器 PBS_0 ,并且沿平行于 Z 轴的光学路径方向前进,经过 $\lambda/4$ 板 WP_0 ,并且入射到参考镜 RM_0 上,然后被反射。反射的基准测量束沿原始光学路径返回,再次经过 $\lambda/4$ 板 WP_0 ,并且返回到偏振束分束器 PBS_0 。此处,通过使得基准束两次经过 $\lambda/4$ 板 WP_0 ,偏振方向从原始方向旋转 90 度。因此,基准束被偏振束分束器 PBS_0 反射。

[0063] 将经过偏振束分束器 PBS_0 的测量束与由偏振束分束器 PBS_0 反射的基准束进行共轴合成,并且将其作为合成束 LB_0 入射到光纤 62c。合成束 LB_0 经由光纤 62c 发送到设置在台主体部 91 中的第二光电检测系统(未示出)。

[0064] 在第二光电检测系统(未示出)内,合成为合成束 LB_0 的测量束和基准束的偏振方向例如通过分析器设置,并且这些波束彼此交叠,从而形成干涉光,光电检测器检测该干涉光,并且根据该干涉光的强度将其转换成电信号。在这种情况下,例如,当头 60C 的设置位

置随着晶片工作台 WTB 的运动而在 Y 轴方向上偏移时,头 60C 内的辅光学系统 640 和参考面 RM 之间的相对距离发生改变。因为这改变了测量束的光学路径长度,从而改变了测量束和基准束之间的光学路径长度的差异(光学路径差异),所以,干涉光的强度也改变。光电检测系统检测出干涉光强度的变化,并且,将头 60C 和反射面 RM 在 Y 轴方向上的相对位置(或者更具体而言,与晶片工作台 WTB 的相对位置 dY 相关的信息)作为 Y 编码器 70C(头 60C)的辅助测量值,输出到主控制器 20。

[0065] 顺便提及,可以设置第二辅光学系统 64_0 以及类似于辅光学系统 64_0 的附加辅光学系统,并且,该附加辅光学系统可以在辅助光线系统 64_0 的 +Z 侧隔开预定距离。例如,可将光纤 62a 的第一部分成两个部分,并且在所划分的两个部分的端面之间,以类似于波束分束器 BS 的方式来设置另一波束分束器,并且,朝着主光学系统 64 前进的一部分激光束 LB 可以分叉并且被该波束分束器取出,使得该波束用作相对于附加辅光学系统的入射束。当然,如上所述,附加辅光学系统的测量束和基准束的合成束经由上述光纤发送到另一光电检测系统(第三光电检测系统)。在这种情况下,除了获得头 60C 和晶片工作台 WTB 在 Y 轴方向上的相对位置 dY (作为辅光学系统 64_0 和附加辅光学系统的辅助测量值的平均值),主控制器 20 还可以基于这两个辅助测量值之间的差异来获得头 60C 和晶片工作台 WTB 在 θ_x 方向上的相对姿态(倾斜) $d\theta_x$ 。在下面的描述中,设置上述两个辅光学系统。

[0066] 如上所述,作为 Y 编码器 70C(头 60C)的输出,可以获得头 60C 在 Y 轴方向上相对于刻度板 21 的位置信息 Y (主测量值)以及头 60C 在 Y 轴方向上相对于在不同 Z 位置的晶片工作台 WTB 的相对位置 dY (两个辅助测量值)。因此,如前所述,主控制器 20 使用这两个辅助测量值来计算头 60C 在 Y 轴方向上相对于晶片工作台 WTB 的相对位置 dY 和在 θ_x 方向上的相对姿态 $d\theta_x$,使用相对位置 dY 和相对姿态 $d\theta_x$ 的计算结果来获得用于位置信息 Y 的校正量 $\Delta Y(dY, \theta_x)$,并且,通过向位置信息 Y 的测量值添加校正量 $\Delta Y(dY, \theta_x)$ 来将位置信息 Y 校正为 $Y + \Delta Y(dY, \theta_x)$ 。顺便提及,由这两个辅助测量来计算头 60C 在 Y 轴方向上相对于晶片工作台 WTB 的相对位置 dY 和在 θ_x 方向上的相对姿态 $d\theta_x$ 的工作电路可以设置为 Y 编码器 70C 的一部分。

[0067] 顺便提及,可以由使用刻度板 21 的上表面作为基准的头 60C 的位置和姿态,来按照几何方式获得校正量 $\Delta Y(dY, \theta_x)$ 。或者,主控制器 20 可以基于来自操作员的指令,按照实验性方式以下面的方式获得校正量 $\Delta Y(dY, \theta_x)$ 。更具体而言,主控制器 20 例如在 Y 轴方向上驱动晶片工作台 WTB 的同时,通过使用将在稍后描述的编码器系统 70 和晶片干涉仪系统 18(参照图 6),主控制器 20 针对多个预定采样点来在 Y 轴方向和 θ_x 方向上执行对晶片工作台 WTB 的位置的同步测量。接下来,主控制器 20 获得对 Y 编码器 70C(头 60C)的测量值与对 Y 编码器 70C(头 60C)的测量值的预测值(该预测值是根据晶片干涉仪系统 18 针对多个采样点中的各个的测量结果而预测的)之间的差异。并且,主控制器 200 获得显示出这种差异的、与头 60C 的相对位置 dY 和相对姿态 $d\theta_x$ 有关的函数,并且该函数就是校正量 $\Delta Y(dY, \theta_x)$ 。

[0068] 和头 60C(编码器 70C)一样,也在其它头 60A、60B 和 60D(编码器 70A、70B 和 70D)中的各个中设置两个辅光学系统。然而,主控制器 20 基于头 60B 和 60D(编码器 70B 和 70D)的测量值,来计算头 60B 和 60D 在 X 轴方向上的相对位置 dX 以及在晶片工作台 WTB 的 θ_y 方向上的相对姿态 $d\theta_y$ 。并且,对于这些头,主控制器 20 通过使用相对位置 dX 和相对姿态

$d\theta_y$ 的计算结果来获得 X 轴方向上针对位置信息 X 的校正量 $\Delta X(dX, \theta_y)$, 并且, 通过向位置信息 X 的测量值添加校正量 $\Delta X(dX, \theta_y)$ 来将位置信息 X 校正为 $X + \Delta X(dX, \theta_y)$ 。顺便提及, 同样在这种情况下, 由这两个辅助测量来计算各个头在测量方向上相对于晶片工作台 WTB 的相对位置和在测量方向的倾斜方向上的相对姿态的工作电路可以设置为各个编码器的一部分。

[0069] 将编码器系统 70 的各个头 (60A 至 60D) 的测量值和辅助测量值提供到主控制器 20。如上所述, 主控制器 20 基于各个头的辅助测量值来执行预定操作, 获得用于位置信息 (例如, 用于头 60C 的位置信息 Y) 的校正量, 并且, 通过向位置信息的测量值添加校正量而校正该位置信息。然后, 主控制器 20 通过使用由面对刻度板 21 的下表面 (其上形成衍射光栅 RG) 的至少三个头 (更具体而言, 输出有效测量值的至少三个头) 校正后的测量值, 来测量 XY 平面内晶片工作台 WTB (晶片台 WST) 的位置信息 (包括 θ_z 旋转量的信息)。

[0070] 而且, 在本实施方式的曝光设备 100 中, 可以使用独立于编码器系统 70 的晶片激光干涉仪系统 (此后称为“晶片干涉仪系统”) 18 (参照图 6), 来测量晶片台 WST 的位置。

[0071] 如图 2 所示, 晶片干涉仪系统 18 配备有 Y 干涉仪 18Y 及 X 干涉仪, Y 干涉仪 18Y 在晶片工作台 WTB 的反射面 17a 上在 Y 轴方向上照射多个测量束, X 干涉仪在反射面 17b 上与 X 轴方向平行地照射一个或更多个测量束, 并且 X 干涉仪包括多个 X 干涉仪, 在本实施方式中, X 干涉仪包括两个 X 干涉仪 $18X_1$ 和 $18X_2$ 。

[0072] Y 干涉仪 18Y 在 Y 轴方向上的基本测量轴是在 Y 轴方向上经过投影光学系统 PL 的光轴 AX 以及稍后描述的对准系统 ALG 的检测中心的直线。Y 干涉仪 18Y 测量晶片工作台 WTB 在 Y 轴方向以及 θ_z 方向 (以及 θ_x 方向) 上的位置信息。

[0073] 而且, X 干涉仪 $18X_1$ 在 X 轴方向上的基本测量轴是在 X 轴方向上经过投影光学系统 PL 的光轴 AX 的直线。X 干涉仪 $18X_1$ 测量晶片工作台 WTB 在 X 轴方向以及 θ_z 方向 (以及 θ_y 方向) 上的位置信息。

[0074] 而且, X 干涉仪 $18X_2$ 的基本测量轴是在 X 轴方向上经过对准系统 ALG 的检测中心的直线。X 干涉仪 $18X_2$ 测量晶片工作台 WTB 在 X 轴方向 (以及 θ_y 方向) 上的位置信息。

[0075] 顺便提及, 不是采用反射面 17a 和 17b, 例如可以将由平面镜组成的可移动镜附接到晶片工作台 WTB 的端部。而且, 可以在晶片工作台 WTB 上设置与 XY 平面成 45 度角度倾斜的反射面, 并且可以经由反射面来测量晶片工作台 WTB 在 Z 轴方向上的位置。

[0076] 干涉仪系统 18 的各个干涉仪的测量值提供到主控制器 20。然而, 在本实施方式中, 主要通过上述编码器系统 70 来测量晶片台 WST (晶片工作台 WTB) 在 XY 平面内的位置信息 (包括 θ_z 旋转量的信息), 并且, 诸如在对编码器系统 70 的测量值的长期波动 (例如, 由于刻度的时间变形等) 进行校正 (校准) 的情况或者在编码器系统中输出异常时作为备用的情况下, 补充地使用干涉仪 18Y、 $18X_1$ 和 $18X_2$ 的测量值。

[0077] 如图 1 和图 2 所示, 对准系统 ALG 是在投影光学系统 PL 的 -Y 侧相距预定距离而设置的离轴方法的对准系统。在本实施方式中, 使用 FIA (Field Image Alignment: 场像对准) 系统作为对准系统 ALG, 该 FIA 系统是通过图像处理方法的一类对准传感器, 该图像处理方法通过使用诸如卤素灯的宽带 (宽带波长范围) 光照射标记并且对标记图像执行图像处理来测量标记位置。来自对准系统 ALG 的成像信号经由对准信号处理系统 (未示出) 提供到主控制器 20 (参照图 6)。

[0078] 顺便提及,对准系统 ALG 不限于 FIA 系统,并且,向标记照射相干检测光且检测从标记生成的散射光或衍射光或者使得从标记生成的两个衍射光(例如,相同阶的衍射光或者在相同方向上衍射的衍射光)干涉且检测干涉光的对准传感器自然地可以单独使用或者在需要时组合使用。可以采用例如像美国专利申请公开 No. 2008/0088843 中公开的、具有多个检测区域的对准系统,作为对准系统 ALG。

[0079] 此外,在本发明的曝光设备 100 中,在投影单元 PU 的附近设置多点焦点位置检测系统(此后简称为多点 AF 系统)AF(在图 1 中未示出,参照图 6),该多点焦点位置检测系统具有与美国专利 No. 5, 448, 332 等中公开的类似配置的斜入射方法。多点 AF 系统 AF 的检测信号经由 AF 信号处理系统(未示出)提供到主控制器 20(参照图 6)。主控制器 20 基于多点 AF 系统 AF 的检测信号,来检测出各个检测点处晶片 W 表面在 Z 轴方向上的位置信息,并且,基于检测结果来在扫描曝光过程中对晶片 W 执行所谓的聚焦调平控制(focus leveling control)。顺便提及,多点 AF 系统可以设置在对准系统 ALG 附近,并且可以在晶片对准时预先获得晶片表面的表面位置信息(不均匀信息),并且,在曝光时,可使用该表面位置信息和检测晶片工作台上表面在 Z 轴方向上的位置的不同传感器(例如,编码器、干涉仪等)的测量值,来对晶片 W 执行所谓的聚焦调平控制。

[0080] 而且,在曝光设备 100 中,在掩模板 R 上方,设置了使用 TTR(ThroughThe Reticle: 通过掩模板)方法的一对掩模板对准检测系统 13A 和 13B(在图 1 中未示出,参照图 6),该掩模板对准检测系统 13A 和 13B 使用曝光波长的光。掩模板对准检测系统 13A 和 13B 的检测信号经由对准信号处理系统(未示出)提供到主控制器 20。

[0081] 图 6 是示出与曝光设备 100 中的台控制相关的部分省略的控制系统的框图。该控制系统主要由主控制器 20 构成。主控制器 20 包括由 CPU(中央处理单元)、ROM(只读存储器)、RAM(随机存取存储器)等组成的所谓微处理器(或工作站),并且对于整个设备具有总体控制。

[0082] 在以上述方法配置的曝光设备 100 中,在制造器件过程中,在类似于使用掩模板对准检测系统 13A 和 13B、如上所述的晶片工作台 WTB 上的基准板(未示出)等的典型扫描步进器的过程(例如美国专利 No. 5, 646, 413 等中公开的过程)中,执行对准系统 ALG 的掩模板对准和基线对准,并且在该时间附近,执行晶片对准(例如美国专利 No. 4, 780, 617 等中公开的增强型全局对准(EGA:Enhanced Global Alignment))。

[0083] 然后,主控制器 20 基于基线的测量结果和晶片对准的结果通过步进扫描方法来执行曝光操作,并且掩模板 R 的图案转印到晶片 W 的多个命中区域中的各个。通过交替地重复扫描曝光操作以及移动(步进)操作来执行曝光操作,该扫描曝光操作中执行上述掩模板台 RST 和晶片台 WST 的同步移动,并且该移动操作在各次命中之间将晶片台 WST 移动到加速起始位置、以对命中区域进行曝光。

[0084] 在本实施方式的曝光设备 100 中,在上述一系列操作中,在构成编码器系统 70 的多个编码器头 60A 至 60D 中,在主控制器 20 对面对刻度板 21 的下表面(在上述过程中在刻度板 21 的下表面上形成了衍射光栅 RG)的至少三个头(更具体而言,输出有效测量值的至少三个头)的测量值进行校正时,基于校正后的测量值,在 XY 平面内驱动晶片工作台 WTB。

[0085] 如上所述,根据本实施方式的曝光设备 100,主控制器 20 基于经由编码器系统 70 测量的、晶片工作台 WTB(晶片台 WST)在 XY 平面内的位置信息(包括 θ_z 旋转量的信息)

并基于面对刻度板 21 (衍射光栅 RG) 的至少三个编码器头 (编码器头 60A 至 60D 中的至少三个) 中的各个与测量位置信息时使用的晶片工作台 WTB 之间的相对位置的信息, 来驱动晶片工作台 WTB (晶片台 WST)。因此, 即使在随着晶片工作台 WTB (晶片台 WST) 的驱动, 编码器头相对于晶片工作台 WTB 移动的情况下, 但是, 对晶片工作台 WTB (晶片台 WST) 的位置信息的高精度测量、或者据此对晶片工作台 WTB (晶片台 WST) 的高精度驱动控制仍然是可能的。

[0086] 而且, 根据本实施方式的曝光设备 100, 因为主控制器 20 在扫描方向上以高精度与掩模板 R (掩模板台 RST) 同步地驱动晶片台 WST (晶片工作台 WTB), 所以, 在基于扫描曝光时编码器头中的各个与晶片工作台 WTB 之间的相对位置的信息来对面对刻度台 21 的至少三个编码器头的测量值进行校正的同时, 将掩模板 R 的图案高精度地转印到晶片 W, 而不受在扫描曝光前后晶片台 WST 的加速 / 减速的影响。

[0087] 顺便提及, 在上述实施方式中, 假设头 60A 和 60C (编码器 70A 和 70C) 仅对于在 Y 轴方向 (其作为测量方向) 上与晶片工作台 WTB 的相对位置 dY 以及对于在测量方向的倾斜方向 (θ_x 方向) 上晶片工作台 WTB 的相对姿态 (倾斜) $d\theta_x$ 具有敏感性。然而, 在头 60A 和 60C (编码器 70A 和 70C) 也对于在 X 轴方向上与晶片工作台 WTB 的相对位置 dX 以及在 θ_y 方向上与晶片工作台 WTB 的相对姿态 $d\theta_y$ 具有敏感性的情况下, 优选地, 进一步设置辅光学系统以测量相对位置 dX 和相对姿态 $d\theta_y$ 。在这种情况下, 主控制器 20 使用相对位置 dX 和 dY 和相对姿态 $d\theta_x$ 和 $d\theta_y$ 的测量值, 来获得用于 Y 轴方向上的位置信息 Y 的校正量 $\Delta Y(dX, dY, d\theta_x \text{ 和 } d\theta_y)$, 并且通过添加该校正量来对位置信息 Y 的测量值进行校正。

[0088] 类似地, 在头 60B 和 60D (编码器 70B 和 70D) 还对于 Y 轴方向上与晶片工作台 WTB 的相对位置 dY 以及对于 θ_x 方向上与晶片工作台 WTB 的相对姿态 $d\theta_x$ 具有敏感性的情况下, 优选地, 进一步设置辅光学系统以测量相对位置 dY 和相对姿态 $d\theta_x$ 。在这种情况下, 主控制器 20 使用相对位置 dX 和 dY 和相对姿态 $d\theta_x$ 和 $d\theta_y$ 的测量值, 来获得用于 X 轴方向上的位置信息 X 的校正量 $\Delta X(dX, dY, d\theta_x \text{ 和 } d\theta_y)$, 并且通过添加该校正量来对位置信息 X 的测量值进行校正。顺便提及, 可以类似地以前述方式获得校正量。

[0089] 顺便提及, 在上述实施方式中, 虽然描述了测量方向仅为一个方向 (X 轴方向或 Y 轴方向) 的一维编码器用于头 60A 到 60D (编码器 70A 到 70D) 中的各个的示例, 但是, 还可以使用测量方向是 X 轴方向和 Y 轴方向的二维头 (编码器), 而不使用这些头。在这种情况下, 获取校正量 $\Delta X(dX, dY, d\theta_x, d\theta_y)$ 和 $\Delta Y(dX, dY, d\theta_x, d\theta_y)$ 的处理将变得关键。具体而言, 在各个头的光纤外壳部 22b 中, 设置具有类似于辅光学系统 640 的配置的至少 4 个辅光学系统。更具体而言, 在 Z 轴方向上彼此间隔地设置具有平行于 Y 轴的测量轴的两个辅光学系统, 并且在 Z 轴方向上彼此间隔地设置具有平行于 X 轴的测量轴的两个辅光学系统。而且, 基于各个辅光学系统输出的辅助测量值, 主控制器 20 计算各个头相对于晶片工作台 WTB 在 X 轴方向和 Y 轴方向上的相对位置 dX 和 dY 以及在 θ_x 和 θ_y 方向上的相对姿态 $d\theta_x$ 和 $d\theta_y$, 并且基于这些计算结果, 来获得用于位置信息 X 和位置信息 Y 的校正量 $\Delta X(dX, dY, d\theta_x, d\theta_y)$ 和 $\Delta Y(dX, dY, d\theta_x, d\theta_y)$, 并且添加该校正量, 从而对位置信息 X 和位置信息 Y 的测量值进行校正。顺便提及, 可以类似地以前述方式获得校正量。

[0090] 而且, 当头 60A 至 60D (编码器 70A 至 70D) 也对于与晶片工作台 WTB 的相对位置 dZ 和 / 或相对姿态 (旋转) $d\theta_z$ 具有敏感性时, 进一步设置辅光学系统以测量相对位置 dZ

和 / 或相对姿态 $d\theta_z$ 。然后,主控制器 20 使用相对位置 dX 和 dY 、相对姿态 $d\theta_x$ 和 $d\theta_y$ 、相对位置 dZ 和 / 或相对姿态 $d\theta_z$ 的测量值(计算结果)来获得校正量,并且通过添加该校正量来对与各个头的测量位置相关的位置信息的测量值进行校正。顺便提及,可以类似地以前述方式获得校正量。

[0091] 顺便提及,在上述实施方式中,描述了光学(非接触)位移传感器(辅光学系统 640)用于测量头 60A 至 60D 中的各个与晶片工作台 WTB 的相对位置(包括相对姿态)作为示例的情况。然而,还可以使用加速度传感器,来代替位移传感器。在这种情况下,从各个头输出晶片工作台 WTB 在测量方向上的位置信息的测量值以及添加到该头的加速度信息的测量值。将这些测量值发送到主控制器 20。主控制器 20 对加速度信息的测量值进行数值处理,并且将该信息转换成该头针对晶片工作台 WTB 的相对位置的信息。如前所述,主控制器 20 可以使用通过转换获得的相对位置,来对晶片工作台 WTB 的位置信息进行校正。

[0092] 而且,位移传感器可以是具有设置刻度的头的编码器,或者是接触型传感器以及非接触型传感器。

[0093] 而且,在上述实施方式中,虽然描述了在扫描曝光等时使用位移传感器来测量各个头 60A 至 60D 针对晶片工作台 WTB 的相对位置(相对姿态)并且获得校正信息、以基于测量结果来对晶片工作台 WTB 的位置信息进行校正的情况,但是除此之外,可以预先执行试验曝光(测试曝光),并且基于该结果来获得校正信息。

[0094] 而且,在使用加速度信息的情况下,测量系统不限于加速度传感器,并且例如,可从干涉仪的测量信息获得加速度信息,或者不必设置获得加速度信息的测量系统,并且可以从推导信息(thrust information)获取头的位移信息以移动晶片工作台 WTB(晶片台 WST)。虽然测量误差不仅由晶片工作台 WTB(晶片台 WST)的移动生成,而且还由晶片工作台 WTB 或头的热变形生成,但是在上述实施方式中,也相应地校正了测量误差。

[0095] 在晶片工作台(精细移动台)上设置编码器头的情况下,由于晶片工作台和编码器头的倾斜(θ_x 方向和 θ_y 方向上的旋转)所导致的测量误差最初由编码器系统计算;因此,在使用位移传感器来计算 θ_x 方向和 θ_y 方向上的 $d\theta_x$ 和 $d\theta_y$ 中的相对姿态以及各个头在X轴方向和Y轴方向上相对于晶片台WST的相对位置 dX 和 dY 、并且基于计算结果使用计算的校正量来对位置信息X和Y的测量值进行校正的情况下,不应对由于倾斜所导致的测量误差进行重复校正。

[0096] 顺便提及,在上述实施方式中,描述了曝光设备配备有单个晶片台的情况,然而,本发明不限于此,并且本发明还可应用于例如美国专利 No. 6, 590, 634、美国专利 No. 5, 969, 441、美国专利 No. 6, 208, 407 等所述的配备有多个晶片台的多台型曝光设备。而且,本发明还可应用于例如国际专利公开 No. 2005/074014 所述的、配备有包括不同于晶片工作台的测量件(例如,参考标记和 / 或传感器等)的测量台的曝光设备。更具体而言,在配备有测量台的曝光设备、并且使用编码器来测量该测量台的位置信息的情况下,可以按照如上所述的方式来校正编码器的测量误差。

[0097] 而且,在配备有多个台的多台型曝光设备中,例如,在配备有两个晶片台的曝光设备中,本发明还可类似地用于在对晶片与测量台的测量位置信息(包括标记信息、表面位置信息等)进行测量的情况下对测量了晶片台在测量台内的位置的编码器的测量误差进行校正。在这种情况下,可以根据编码器的位移信息来校正编码器的测量信息,或者可以校

正标记位置的测量信息。而且,当测量表面位置信息时,在保存结果的同时将该结果与 XY 坐标相关联,并且校正对应的 XY 坐标。

[0098] 而且,在上述实施方式中,虽然描述了编码器系统 70 配备有一对 X 头和一对 Y 头,但是本发明不限于此。更具体而言,不需要规定编码器头的数量,但是,为了测量 XY 平面内晶片台 WST 的位置信息(包括 θ_z 旋转量的信息),编码器应具有全部三个头,包括至少一个 X 头和至少一个 Y 头。而且,在采用二维头代替一维头的情况下,如果存在至少两个二维头,则可以测量出晶片台 WST 在 XY 平面内的位置信息(包括 θ_z 旋转量的信息)。

[0099] 顺便提及,上述实施方式中的晶片台上的编码器(头)的设置仅是示例,并且本发明不限于此。例如,编码器和备用编码器可以沿台中心的径向设置在晶片台的四个角上。

[0100] 而且,在诸如晶片工作台 WTB(晶片台 WST)的可移动体的表面上设置编码器头的情况下,可将头的主要部分设置在可移动体的内部,而仅将光接收部设置在表面上。

[0101] 而且,在上述实施方式中,可以一起使用能够测量 Z 轴方向上的位置信息的传感器(或头),或者可以组合使用能够测量 X 轴方向和 Y 轴方向上的位置信息的传感器(或头)、或者测量方向是 X 轴方向的传感器(X 传感器)以及测量方向是 Y 轴方向的传感器(Y 传感器)。而且,除了主传感器,还可以提供备用传感器,用于在主传感器的输出异常时进行备用,并且在设置多组主传感器和备用传感器的情况下,每一组可以同时使用精细移动台的光栅。

[0102] 而且,在上述实施方式中,虽然编码器可以在 X 轴方向和 Y 轴方向中的至少一个方向上测量位置信息,但是此外,编码器例如可以是仅在 Z 轴方向上执行测量的编码器。

[0103] 而且,在上述实施方式中,虽然描述了在刻度板 21 的下表面上形成二维衍射光栅的情况,但是此外,可以在刻度板 21 的下表面上按照组合方式形成周期方向是 X 轴方向的 X 轴光栅以及周期方向是 Y 轴方向的 Y 光栅,只要这些光栅的位移对应于晶片台的移动路径(各个头的移动路径)即可。而且,可以通过组合多个刻度板来设置刻度板 21。或者,按照以下方式来设置刻度,使得至少在曝光操作和对准操作中使用编码器的测量是可能的。

[0104] 而且,例如,在投影光学系统和对准系统彼此间隔设置的曝光设备中,可以在投影光学系统附近(周围)和对准系统附近(周围)设置不同的刻度板。在这种情况下,当执行对晶片 W 的曝光操作时,使用设置在投影光学系统附近的刻度板,通过编码器系统来测量晶片台的位置,并且,在晶片对准等时,使用设置在对准系统附近的刻度板,通过编码器系统来测量晶片台的位置。

[0105] 而且,在上述实施方式中,虽然描述了除了编码器系统之外还设置晶片干涉仪系统的情况,但是并不是必须设置晶片干涉仪系统。

[0106] 而且,在上述实施方式中,虽然描述了在头 60A 至 60D 之外(台主体部 91)设置光源和光电检测系统(包括光电检测器)的情况,并且从光源入射到编码器头的光(测量束)以及从编码器头返回到光检测器的光在光源、光电检测系统、以及使用光纤 62a 至 60c 的各个头 60A 至 60d 之间引导,但是本发明不限于此。例如,在编码器头内存在诸如半导体激光器的光源的情况下,各个编码器头和光电检测系统(包括光电检测器)仅需要通过光纤而彼此光学连接。或者,编码器头可以具有位于编码器头内的光电检测系统(包括光电检测器)。在这种情况下,当将光源设置在各个头之外时,按照类似于上述实施方式的方式,可以在光源与该头之间执行测量束从光源经由光纤的光发射。

[0107] 而且,在上述实施方式中,不是使用前述各个光纤,而是也可使用诸如延迟光学系统等的其它光发射光学系统。而且,在上述实施方式中,虽然描述了在台主体部 91 上设置光源和光电检测系统(包括光电检测器)(其经由各个头 60A 到 60D 以及光纤彼此光学连接)的情况,但是,并不是必须将诸如光源和光电检测系统(包括光电检测器)的全部部件都设置在台主体部 91 上。

[0108] 而且,为了提高晶片工作台 WTB(精细移动台)的定位精度,可以在台主体部 91(粗略移动台)和晶片工作台 WTB(精细移动台)(此后简称为粗略/精细移动台)之间执行激光束等的空气传播,或者可以采用以下这种配置:在台主体部 91(粗略移动台)中设置头,从而使用该头来测量台主体部 91(粗略移动台)的位置,并且使用另一传感器来测量粗略/精细移动台的相对位移。

[0109] 顺便提及,在上述实施方式中,描述了本发明应用于扫描步进器的情况;然而,本发明不限于此,并且还可应用于诸如步进器的静态曝光设备。即使在步进器的情况下,但是,通过使用编码器来测量安装了需要曝光的物体的台的位置,也可以基本上消除空气波动所导致的位置测量误差,这与使用干涉仪来测量该台的位置不同,并且可以基于编码器的测量值来高精度地定位台,这进而使得可以高精度地在物体上转印掩模板图案。而且,本发明还可应用于通过合成命中区域和命中区域的步进拼接方法(step-and-stitch)的缩小投影曝光设备。

[0110] 而且,上述实施方式中曝光设备中的投影光学系统的放大倍率不仅仅是缩小系统,而且可以是等大系统或放大系统,并且投影光学系统 PL 不仅仅是屈光系统,还可以是反射系统或折反射系统,并且另外,投影图像可以是倒立图像或正立图像。

[0111] 而且,照射光 IL 不限于 ArF 准直器激光光束(波长 193nm),还可以是诸如 KrF 准直器激光光束(波长 248nm)的紫外光、或者诸如 F₂ 激光束(波长 157nm)的真空紫外光。例如,如美国专利 No. 7, 023, 610 所公开,和真空紫外光一样,还可以使用通过放大 DFB 半导体激光器或光纤激光器发射的红外或可见范围内的单波长激光束且通过使用非线性光学晶体将该波长转换成紫外光而获得的谐波,该光纤放大器例如掺杂铟(或者铟和钪二者)。

[0112] 而且,在上述实施方式中,曝光设备的照射光 IL 不限于波长等于或大于 100nm 的光,并且毋庸置疑,可以使用波长小于 100nm 的光。例如,本发明可以应用于使用软 x 射线范围(例如波长从 5nm 至 15nm)内的 EUV(远紫外)光的 EUV 曝光设备。另外,本发明还可应用于使用诸如电子束或离子束的带电粒子束的曝光设备。而且,本发明可应用于例如在美国专利公开 No. 2005/0259234 等中公开的、在投影光学系统和晶片之间具有填充液体的液浸型曝光设备。在液浸曝光设备的情况下,不仅在曝光过程中,而且在其它操作中(诸如,在参考标记检测或者使用晶片台上的传感器(诸如不均匀照度测量传感器、虚像测量传感器、照度测量传感器、偏振传感器、波前测量传感器等)的测量中),用于晶片台的位置测量的头可以从与液体接触的头切换为其它头。然而,晶片台需要具有至少一个测量件(诸如传感器),并且,必须在晶片台上形成液浸区域。可以基于从液体检测传感器的输出、编码器等等的输出等而对与液体接触的头进行检测的结果,来执行头的切换,或者可以将曝光序列中明显与液体接触的头预先简单变换为其它头,而不执行任何液体检测。

[0113] 而且,在上述实施方式中,使用透射型标记(掩模板),该透射型标记(掩模板)是形成有预定光屏蔽图案(或相位图案或光抑制图案)的透射型衬底。然而,例如,如美国专

利 No. 6, 778, 257 中所公开, 可以使用非发射型图像显示器 (空间光调制器) 类型的电子掩膜 (也称为可变形掩膜、有源掩膜或图像产生器, 并且例如包括 DMD (数字微镜器件)) 来代替这种掩模板, 该电子掩膜上根据需要曝光的图案的电子数据而形成光透射图案、反射图案或发射图案。在使用这种可变形掩膜的情况下, 因为相对于可变形掩膜扫描安装了晶片、玻璃板等的台, 所以, 可以通过使用编码器测量该台的位置来获得与上述实施方式等同的效果。

[0114] 而且, 例如, 如国际专利 No. 2001/035168 中所公开, 本发明还可应用于通过在晶片 W 上形成干涉条纹而在晶片 W 上形成条纹图案 (line-and-space) 的曝光系统 (光刻系统)。

[0115] 此外, 例如, 如美国专利 No. 6, 611, 316 所述, 本发明还可应用于经由投影光学系统来合成两个掩模板图案并且通过一次扫描曝光几乎同时地执行对一个命中区域的两次曝光的曝光设备。

[0116] 而且, 在物体上形成图案的设备并不限于上述曝光设备 (光刻设备), 并且例如, 本发明还可应用于通过喷墨方法在物体上形成图案的设备。

[0117] 顺便提及, 上述实施方式和修改例中需要形成图案的物体 (承受能量束照射的曝光后的物体) 不限于晶片, 而可以是很多其它物体, 诸如玻璃板、陶瓷衬底、薄膜件或者掩膜胚。

[0118] 曝光设备的用途并不仅仅限于制造半导体器件的曝光设备, 本发明可以广泛地应用于例如用于将液晶显示器图案转印到矩形玻璃板的曝光设备以及用于生产有机 EL、薄膜磁头、成像设备 (诸如 CCD)、微机械、DNA 芯片等的曝光设备。而且, 本发明不仅可应用于制造诸如半导体器件的曝光设备, 而且还可应用于将电路图案转印到玻璃板或硅晶片以生成在光曝光设备、EUV 曝光设备、X 射线曝光设备、电子束曝光设备等中使用的掩膜或掩模板的曝光设备。

[0119] 顺便提及, 本发明的可移动体系统不仅可应用于曝光设备, 还可以广泛地应用于其它衬底处理设备 (诸如激光器维修设备、衬底检查设备等), 或者应用于配备有样品的位置设置设备的可移动台的设备或者其它精密机械中的引线接合设备。

[0120] 顺便提及, 至此在说明书中引用的与曝光设备相关的全部公开 (包括国际公开)、美国专利申请公开说明和美国专利说明都通过引证结合于此。

[0121] 顺便提及, 通过以下步骤制造半导体器件: 执行半导体的功能 / 性能设计的步骤; 基于设计步骤制造掩模板的步骤; 由硅材料制造晶片的步骤; 通过上述实施方式的曝光装置将掩膜上形成的图案转印到诸如晶片的物体上的光刻步骤; 对曝光后的晶片进行显影的显影步骤; 通过蚀刻去除具有保留了抗蚀剂的区域之外的其它区域的曝光成分的步骤; 去除当蚀刻完成时不再需要的抗蚀剂的抗蚀剂去除步骤; 器件组装步骤 (包括划片工艺、接合工艺和封装工艺); 以及检测步骤等。在这种情况下, 因为上述实施方式中的曝光设备用在光刻步骤, 所以可以高产量地制造具有高集成度的器件。

[0122] 工业应用性

[0123] 如上所述, 本发明的可移动体系统和可移动体驱动方法适于驱动可移动体。而且, 本发明的图案形成设备和图案形成方法适于在物体上形成图案。而且, 本发明的曝光设备和曝光方法适于通过使用能量束照射物体来在该物体上形成图案。而且, 本发明的器件制

造方法适于制造诸如半导体器件或液晶显示器的电子器件。

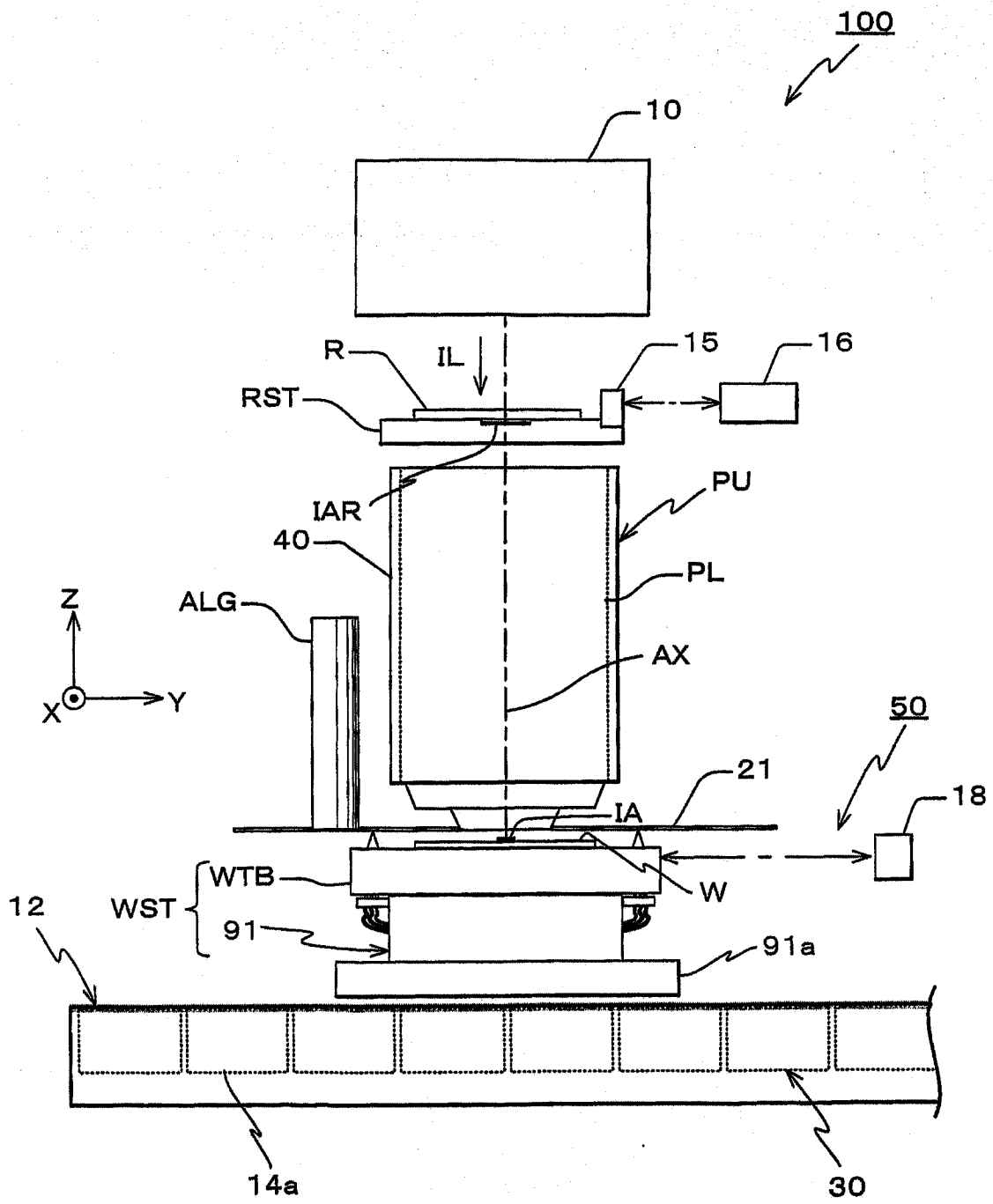


图 1

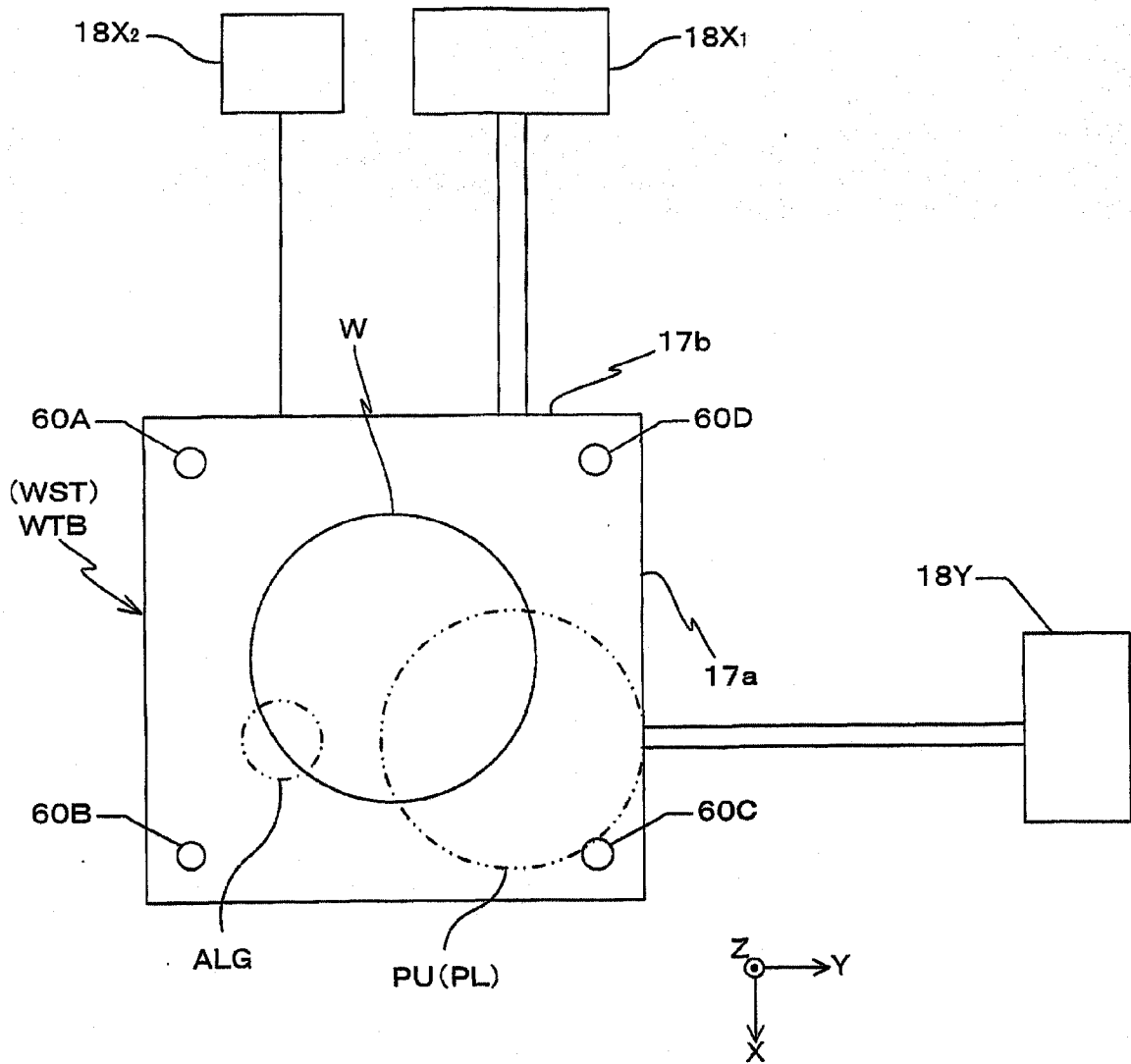


图 2

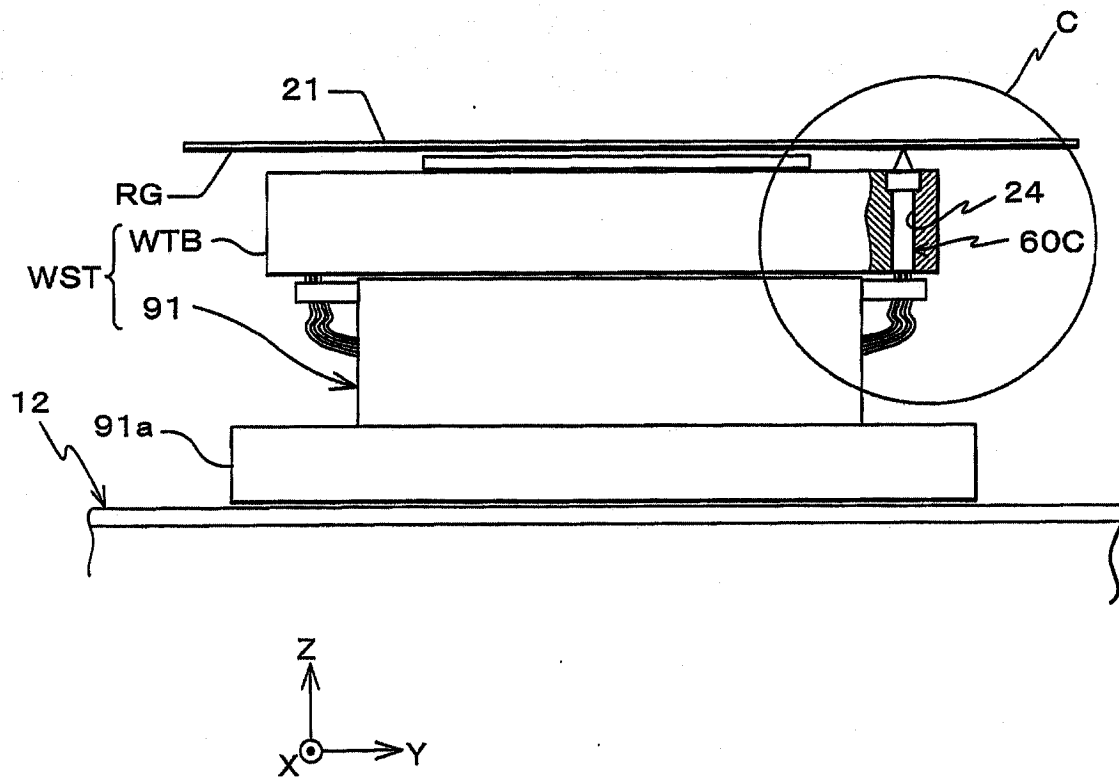


图 3

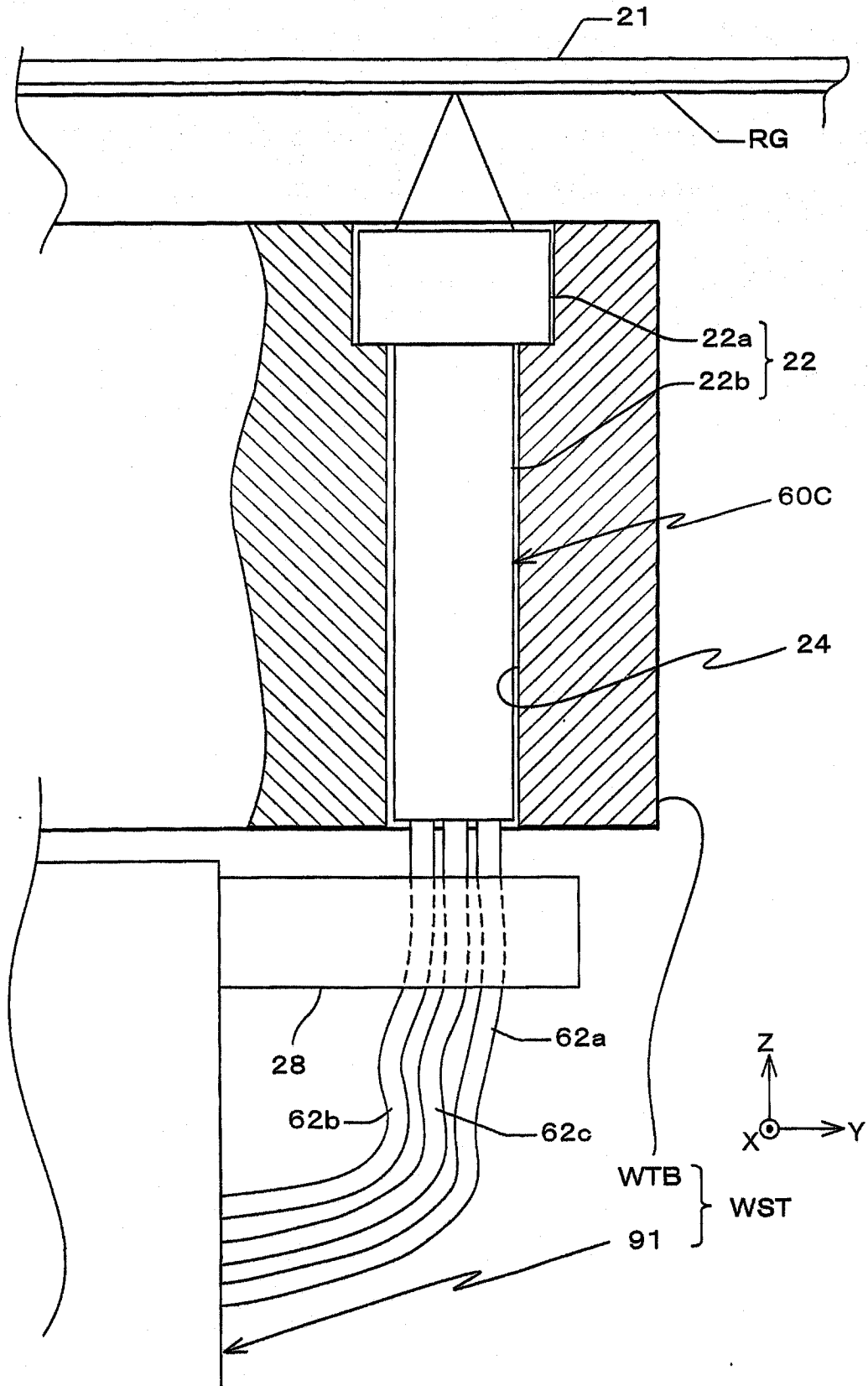


图 4

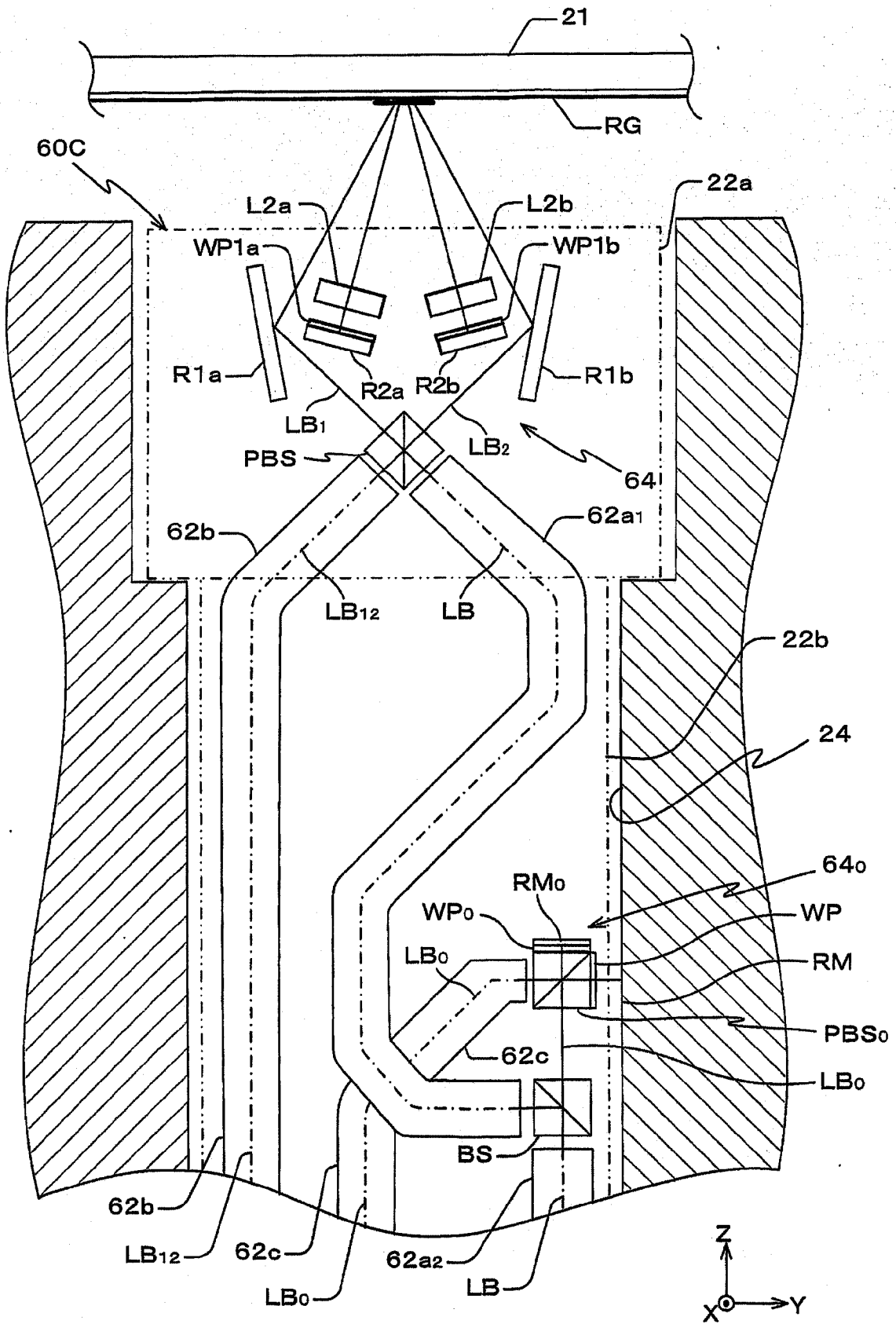


图 5

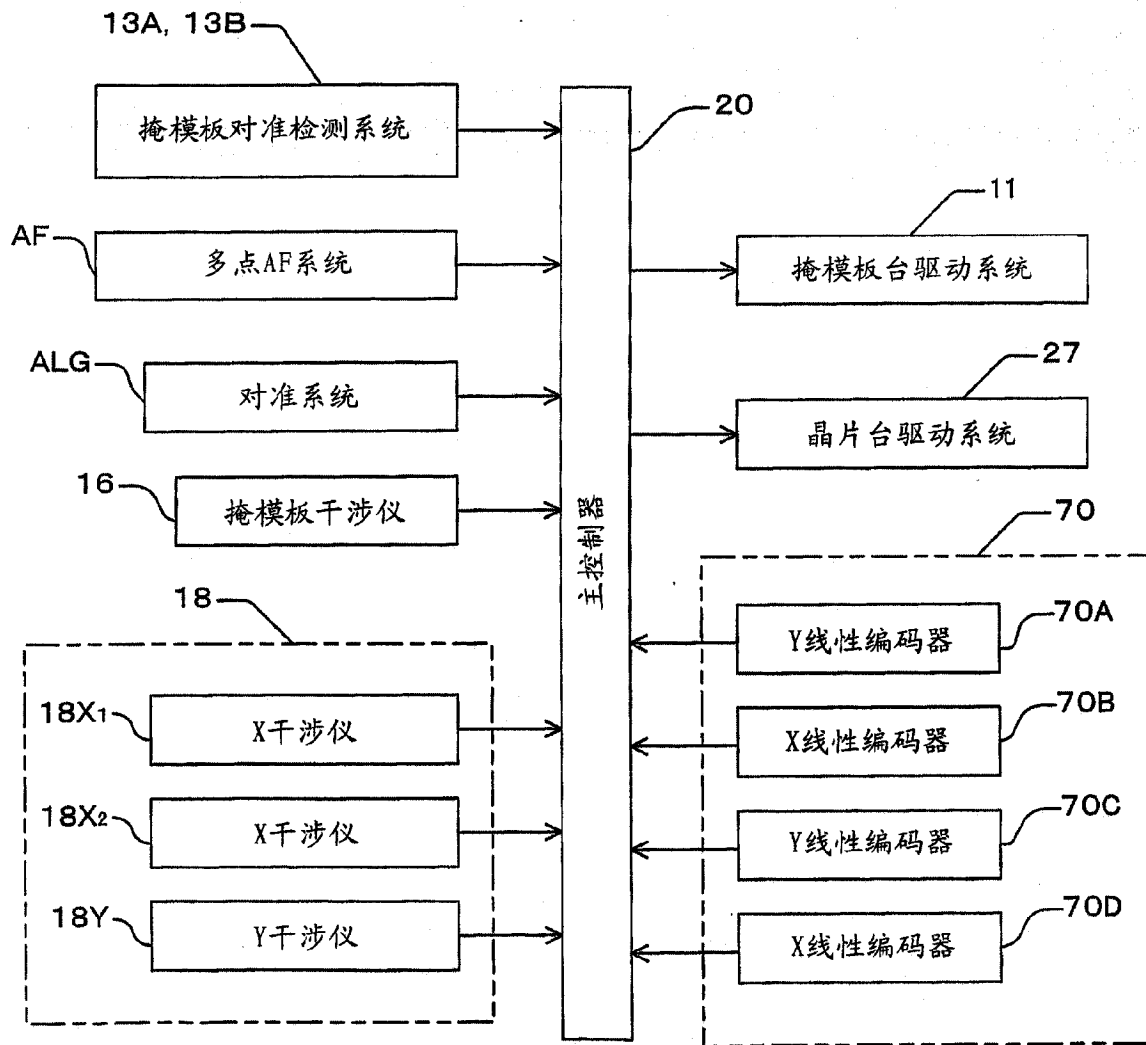


图 6