



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101248392 B

(45) 授权公告日 2012. 12. 19

(21) 申请号 200680026579. 2

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

(22) 申请日 2006. 06. 02

11105

代理人 邱军

(30) 优先权数据

60/686, 849 2005. 06. 02 US

60/714, 975 2005. 09. 08 US

(51) Int. Cl.

G03F 7/20 (2006. 01)

G02B 7/00 (2006. 01)

H01L 21/00 (2006. 01)

G03F 9/00 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 01. 21

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2006/005263 2006. 06. 02

审查员 秦一帆

(87) PCT申请的公布数据

W02006/128713 EN 2006. 12. 07

(73) 专利权人 卡尔蔡司 SMT 有限责任公司

地址 德国上科亨

(72) 发明人 Y-B · P · 克万

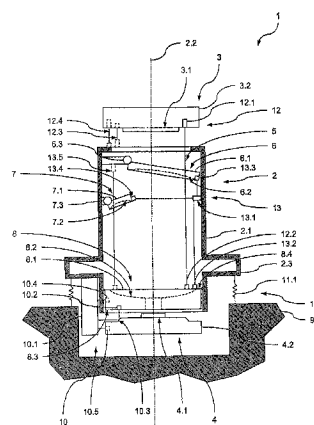
权利要求书 2 页 说明书 26 页 附图 8 页

(54) 发明名称

光学成像装置

(57) 摘要

提供了一种光学成像装置,它包括:具有图案 (3.1) 的掩模单元 (3);包括基板 (4.1) 的基板单元 (4);包括一组光学元件单元 (5) 的光学投影单元 (2),所述光学投影单元 (2) 用来将图案 (3.1) 的图像转印到所述基板 (4.1) 上;成像装置第一部件 (8.1),该成像装置第一部件 (8.1) 为其中一个光学元件单元的部件;成像装置第二部件 (4.2),该成像装置第二部件 (4.2) 与成像装置第一部件 (8.1) 不同并且为掩模单元 (3)、光学投影单元 (2) 和基板单元 (4) 中的一个的部件;以及度量装置 (10)。度量装置 (10) 捕获在成像装置第一部件 (8.1) 和成像装置第二部件 (4.2) 之间的空间关系。度量装置 (10) 包括基准元件 (10.2),该基准元件直接与成像装置第一部件 (8.1) 机械连接。



1. 一种光学成像装置,包括:

用来接收图案的掩模单元;

用来接收基板的基板单元;

包括一组光学元件单元的光学投影单元,所述光学投影单元用来将所述图案的图像转印到所述基板上;

成像装置第一部件,所述成像装置第一部件为其中一个光学元件单元的部件;

成像装置第二部件,所述成像装置第二部件与所述成像装置第一部件不同并且为所述掩模单元、所述光学投影单元和所述基板单元中的一个的部件;以及

度量装置,

所述度量装置包括至少一个基准元件,

所述至少一个基准元件与所述成像装置第一部件直接机械连接,

包括所述成像装置第一部件的所述光学元件单元由所述光学投影单元的一支撑结构来支撑,

所述度量装置在将所述图案的图像转移到所述基板上的过程中,使用所述至少一个基准元件捕获在两个平移自由度上的在所述成像装置第一部件和所述成像装置第二部件之间的空间关系,所述至少一个基准元件用于捕获在所述两个平移自由度的每一个上的所述空间关系。

2. 如权利要求 1 所述的光学成像装置,其中,

所述成像装置第一部件是所述光学元件单元中最靠近所述基板单元的一个的部件,并且

所述成像装置第二部件是所述基板单元的部件。

3. 如权利要求 1 所述的光学成像装置,其中所述成像装置第一部件为所述光学投影单元的最靠近所述掩模单元和所述基板单元中的一个的光学元件单元的部件。

4. 如权利要求 1 所述的光学成像装置,其中所述成像装置第一部件为光学元件。

5. 如权利要求 1 所述的光学成像装置,其中所述成像装置第一部件为反射镜。

6. 如权利要求 1 所述的光学成像装置,其中所述至少一个基准元件包括基准表面,所述基准表面为反射表面和衍射表面中的至少一个。

7. 如权利要求 6 所述的光学成像装置,其中所述基准表面为所述成像装置第一部件的表面。

8. 如权利要求 6 所述的光学成像装置,其中,

所述光学投影单元包括一组光学元件,所述光学元件是所述光学元件单元中的光学元件,且具有在将所述图案的所述图像转印到所述基板上的过程中协作的投影表面;

所述基准表面为以下表面中的一个:建立在其中一个所述投影表面上的基准表面;以及建立在其中一个所述光学元件的除了所述其中一个投影表面之外的表面上的基准表面。

9. 如权利要求 1 所述的光学成像装置,其中,

所述光学投影单元包括一组光学元件,所述光学元件是所述光学元件单元中的光学元件,且具有在将所述图案的所述图像转印到所述基板上的过程中协作的投影表面;

所述成像装置第一部件为反射镜,所述反射镜包括后部和具有反射前表面的前部,所述反射前表面为其中一个所述投影表面;

所述至少一个基准元件的至少一部分与所述后部连接。

10. 如权利要求 9 所述的光学成像装置, 其中,

所述后部包括与所述前表面相对的后表面;

所述至少一个基准元件包括基准表面, 所述基准表面为反射表面和衍射表面中的至少一个;

所述后表面的至少一部分形成所述基准表面的至少一部分。

11. 如权利要求 1 所述的光学成像装置, 其中,

所述光学投影单元只包括具有在将所述图案的所述图像转印到所述基板上的过程中协作的反射投影表面的反射光学元件;

所述成像装置第一部件为所述反射光学元件中的一个。

12. 如权利要求 1 所述的光学成像装置, 其中所述成像装置第二部件为光学元件。

13. 如权利要求 1 所述的光学成像装置, 其中,

所述光学投影单元包括支持所述光学元件单元的一个分组的第一支撑结构, 所述分组不包括所述成像装置第一部件,

所述成像装置第一部件通过隔振装置支撑,

所述隔振装置具有第一端部和第二端部, 所述第一端部直接接触所述第一支撑结构, 所述第二端部直接接触成像装置第一部件。

14. 如权利要求 13 所述的光学成像装置, 其中所述隔振装置具有在 0.01Hz 和 10Hz 之间的谐振频率。

15. 如权利要求 1 所述的光学成像装置, 其中,

所述光学投影单元包括支撑所述光学元件单元的一个分组的支撑结构, 所述支撑结构为所述光学投影单元的外壳,

设有隔振装置, 所述隔振装置具有第一端部和第二端部,

所述隔振装置的所述第一端部直接接触所述支撑结构,

所述隔振装置的所述第二端部直接接触基础结构。

16. 如权利要求 1 所述的光学成像装置, 其中,

设有控制单元;

所述控制单元与所述度量装置连接, 以接收所述成像装置第一部件和所述成像装置第二部件之间的所述空间关系;

所述控制单元在将所述图案的图像转印到所述基板上的过程中根据从所述度量装置接收的所述空间关系控制所述光学成像装置的至少一个部件的位置。

17. 如权利要求 1 所述的光学成像装置, 其中所述掩模单元和所述光学投影单元能够使用远紫外范围内的光。

18. 如权利要求 1 所述的光学成像装置, 其中,

所述光学投影单元包括支持所述光学元件单元的一个分组的第一支撑结构, 所述分组不包括所述成像装置第一部件,

所述成像装置第一部件通过隔振装置和第二支撑结构支撑,

所述隔振装置具有第一端部和第二端部, 所述第一端部直接接触所述第二支撑结构, 所述第二端部直接接触成像装置第一部件, 所述第二支撑结构与所述第一支撑结构不同。

光学成像装置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本发明根据 35 U. S. C. 119(e) (1) 要求了于 2005 年 6 月 2 日提交的美国临时专利申请 No. 60/686849 以及于 2005 年 9 月 8 日提交的美国临时专利申请 No. 60/714975 的优先权, 这些专利申请的全部内容通过引用结合于此。

技术领域

[0003] 本发明涉及在曝光过程中所使用的光学成像装置, 尤其涉及微平版印刷系统的光学成像装置。本发明还涉及一种捕获在光学成像装置的各个部件之间的空间关系的方法。本发明还涉及将图案的图像转印到基板上的方法。此外, 本发明涉及支撑光学投影单元的部件的方法。本发明可以用在用于制造微电子器件尤其是半导体器件的光学平版印刷过程中, 或者用在制造在这种光学平版印刷过程期间所使用的例如掩模或分划板的装置的制造过程中。

背景技术

[0004] 通常, 在制造微电子装置例如半导体装置的过程中所使用的光学系统在光学系统的光路中包括多个具有多个光学元件 (例如透镜和反射镜等) 的光学元件单元。那些光学元件在曝光过程中通常进行协作以将形成在掩模、划线板等上的图案的图像转印到基板 (例如薄片) 上。所述光学元件通常组合成一个或多个功能不同的光学元件组中。这些不同的光学元件组可由不同的光学曝光单元保持。尤其在主折射系统中, 这些光学曝光单元往往由保持着一个或多个光学元件的一堆光学元件模块构成。这些光学元件模块通常包括支撑一个或多个光学元件支架的外部大体上为环形的支撑装置, 所述光学元件支架每一个都保持着光学元件。

[0005] 至少包括主折射光学元件例如透镜的光学元件组大部分具有通常被称为光轴的光学元件的直公共对称轴。而且, 保持着这些光学元件组的光学曝光单元通常具有基本上细长的管状设计, 由此它们通常被称为镜筒。

[0006] 由于半导体器件不断微型化, 所以一直需要提高用于制造那些半导体器件的光学系统的分辨率。提高分辨率的这种需求显然推动了对增大数值孔径并且提高光学系统的成像精度的需求。

[0007] 实现分辨率提高的一种方法在于降低在曝光过程中所使用的光的波长。近年来, 已经采取措施以使用在远紫外 (EUV) 范围中其波长低至 13nm 甚至更低的光。在该 EUV 范围内, 不可能再使用公共折射光学元件。这是由于以下事实造成的, 即在该 EUV 范围中一般用于折射光学元件的材料显示出对于获得高品质曝光结果而言太高的光吸收度。因此, 在 EUV 范围中, 包括反射元件例如反射镜等的反射系统在曝光过程中用来将形成在掩模上的图案的图像转印到基板 (例如薄片) 上。

[0008] 过渡到使用在 EUV 范围内的高数值孔径 (例如 $NA > 0.5$) 反射系统导致在光学成像装置的设计方面出现相当大的挑战。

[0009] 除此之外,上面情况尤其导致在参予曝光过程的部件之间的相对位置方面存在非常严格的要求。另外,为了可靠地获得高品质半导体器件,不仅需要具有提供具有高精度成像精度的光学系统。而且还需要在整个曝光过程中以及在该系统的使用寿命期间保持这种高精度。因此,例如在曝光过程中相互协作的光学成像装置的部件例如掩模、光学元件和薄片必须按照规定的方式受到支撑以便在所述光学成像装置的各部件之间保持预定的空间关系,并且提供高品质曝光过程。

[0010] 为了即使在受到由支撑着该装置的基础结构(groundstructure)引起的振动影响下以及在受到热引起的位置变化的影响下也能在整个曝光过程中在光学成像装置的各个部件之间保持预定的空间关系,必须至少间隔地捕获在光学成像装置的某些部件之间的空间关系,并且根据捕获过程的结果调节光学成像装置的至少一个部件的位置。

[0011] 为了解决这些问题,在一般的主折射系统中,捕获上述空间关系所需的光学元件和度量器件基本上刚性地安装在所谓的度量框架上。这种度量框架通常是大体上板状的笨重主体。该度量框架通过隔振装置安装在基础结构上以降低基础结构的通常在大约 30Hz 范围内的振动的的影响。另外,需要相当大的努力以避免热引起的度量框架的变形。度量框架必须由热膨胀系数非常低的通常比较昂贵的材料制成,或者必须提供昂贵的温度稳定系统。因此,在任何情况下,度量框架都非常复杂,因此是该系统的贵重部分。

[0012] 在使用 EUV 范围内的光的情况下出现的另一个问题在于,对于具有高数值孔径的系统而言至少最靠近薄片的反射镜通常具有相当大的尺寸,超过在一般折射系统所使用的末端光学元件的尺寸。这对于提供在薄片和由这些光学元件形成的光学投影系统之间的位置调节的薄片工作台校平系统的度量衡造成特殊问题。

[0013] 在一般的折射系统中,通常使用安装在度量框架上的度量装置的测量结果并且从靠近投影系统的末端折射光学元件的外周的位置将一束光倾斜地投射到薄片上来校平薄片,即调节薄片沿着光学投影系统的光轴(通常是垂直的,并且因此通常被称为 z 轴)的位置。测量光束倾斜地从薄片表面反射出,并且在也是靠近末端折射光学元件的外周的位置处照射到度量装置的接收元件上。根据测量光束照射接收元件的位置,可以确定薄片相对于度量装置的位置。

[0014] 在具有直径相对适中的末端折射光学元件的普通折射系统中,可以实现可靠的高精度测量结果。但是,由于最靠近薄片的反射镜的尺寸较大并且在所述反射镜和薄片之间的距离较小,所以在如上所述的高数值孔径 EUV 系统中,在测量光束和薄片之间的角度变得太小以致于不能获得可靠的高精度测量结果。

[0015] 其内容在这里被引用作为参考的 EP1182509A2(Kwan 提出的)披露了一种成像系统,其中采用部分安装在投影系统的外壳中并且部分安装在承载着掩模的掩模台上的掩模度量装置的测量结果来使掩模相对于光学投影系统定位。这里,掩模台承载着度量装置的基准元件,即,用于编码器测量的干涉测量或 2D 衍射光栅测量的反射器。虽然该方案无需将度量装置的各个部件安装在度量框架上,但是它仍然存在这样的缺点,即该度量装置的各个组成部分安装在光学投影系统的外壳上。由于外壳会受到热引起的膨胀作用的影响从而改变容纳在其中的光学元件的位置,所以需要在使掩模台定位时考虑这些作用,从而进一步给该系统增加了复杂性,因此使之更加昂贵。

发明内容

[0016] 因此,本发明的一个目的在于至少在一定程度上克服上述缺点,并且为在曝光过程中所使用的光学成像装置提供良好且长期可靠的成像性能。

[0017] 本发明的另一个目的在于在至少保持在曝光过程中所使用的光学成像装置的成像精度的同时降低制造光学成像装置所需的劳动。

[0018] 这些目的是根据本发明实现的,本发明基于这样的教导,即如果一方面将用来捕获在光学成像装置的各个部件之间的空间关系的度量系统的至少一部分尤其是度量系统的一个或多个基准元件集成在用来将图案的图像转印到基板上的光学投影组件的部件上或者与之直接机械连接,并且另一方面将光学投影组件的某些部件布置成接收至少一部分度量系统尤其是该度量系统的一个或多个基准元件,则可以实现降低制造光学成像装置所需的劳动同时至少保持光学成像装置的成像精度。

[0019] 至少一部分度量系统与光学投影组件的部件集成或直接连接能够降低制造度量框架的劳动,甚至完全去掉该度量框架。另外,已经发现,光学投影组件的某些组成部件可以非常适于该度量系统的至少一部分的集成或直接连接。具体地说,已经发现,光学投影组件的某些组成部件可以非常适于该度量系统的一个或多个基准元件的集成或直接连接。

[0020] 因此,根据本发明的第一方面,提供了一种光学成像装置,该装置包括:具有图案的掩模单元;包括基板的基板单元;包括一组光学元件单元的光学投影单元,所述光学投影单元用来将图案的图像转印到所述基板上;成像装置第一部件,该成像装置第一部件为其中一个光学元件单元的部件;成像装置第二部件,该成像装置第二部件与成像装置第一部件不同并且为掩模单元、光学投影单元和基板单元中的一个的部件;以及度量装置。度量装置捕获在成像装置第一部件和成像装置第二部件之间的空间关系。度量装置包括基准元件,该基准元件直接与成像装置第一部件机械连接。

[0021] 根据本发明的第二方面,提供了一种光学成像装置,该装置包括:具有图案的掩模单元;包括基板的基板单元;包括一组光学元件单元的光学投影单元;和支撑结构。那组光学元件单元用来将图案的图像转印到基板上。那组光学元件单元包括光学元件单元的第一分组以及与第一分组分开的第一光学元件单元。支撑结构支撑在基础结构上并且支撑着第一分组。第一光学元件单元通过隔振装置与支撑结构和基础结构中的一个连接。

[0022] 根据本发明的第三方面,提供了一种光学成像装置,它包括:具有图案的掩模单元;包括基板的基板单元;包括一组光学元件单元的光学投影单元;和支撑结构。那组光学元件单元用来将图案的图像转印到基板上。所述光学投影单元包括至少支撑着所述光学元件单元的第一分组的外壳单元。外壳单元按照隔振方式直接支撑在基础结构上。

[0023] 根据本发明的第四方面,提供了一种捕获在光学成像装置的第一部件和第二部件之间的空间关系的方法。该方法包括提供了一种光学成像装置,该装置包括:具有图案的掩模单元;包括基板的基板单元;包括一组光学元件单元的光学投影单元,所述光学投影单元用来将图案的图像转印到所述基板上;成像装置第一部件,该成像装置第一部件为其中一个光学元件单元的部件;成像装置第二部件,该成像装置第二部件与成像装置第一部件不同并且为掩模单元、光学投影单元和基板单元中的一个的部件。该方法还包括:提供一基准元件,该基准元件直接与成像装置第一部件机械连接;并且使用基准元件捕获在成像装置第一部件和成像装置第二部件之间的空间关系。

[0024] 根据本发明的第五方面,提供了一种将图案的图像转印到基板上的方法。该方法包括:转印步骤,其中使用光学成像装置将图案的图像转印到基板上;在转印步骤的捕获步骤中,使用根据本发明第三方面的方法捕获在光学成像装置的第一部件和第二部件之间的空间关系;在转印步骤的控制步骤中,根据在捕获步骤中捕获的第一部件和第二部件之间的空间关系来控制光学成像装置的至少一个部件的位置。

[0025] 根据本发明的第六方面,提供了一种支撑光学投影单元的各个部件的方法。该方法包括:提供一组光学元件单元,这组光学元件单元用来将图案的图像转印到基板上;提供支撑光学元件单元第一分组的外壳单元,按照隔振方式将外壳直接支撑在基础结构上。

[0026] 根据本发明的第七方面,提供了一种支撑光学投影单元的各个部件的方法。该方法包括:提供一组光学元件单元,这组光学元件单元用来将图案的图像转印到基板上;通过第一支撑单元支撑着光学元件单元第一分组,将第一光学元件单元与第一分组分开支撑,第一光学元件单元按照隔振的方式受到支撑。

[0027] 根据本发明的第八方面,提供了一种光学成像装置,它包括:具有图案的掩模单元;包括基板的基板单元;包括一组光学元件单元的光学投影单元,所述光学投影单元用来将图案的图像转印到基板上;成像装置第一部件,该成像装置第一部件为其中一个光学元件单元的部件;成像装置第二部件,该成像装置第二部件与成像装置第一部件不同并且为掩模单元、光学投影单元和基板单元中的一个的部件;以及度量装置。度量装置捕获在成像装置第一部件和成像装置第二部件之间的空间关系。度量装置的至少一个度量部件结合到所述成像装置第一部件中。

[0028] 根据本发明的第九方面,提供了一种光学成像装置,它包括:用来接收图案的掩模单元;用来接收基板的基板单元;包括一组光学元件单元的光学投影单元,所述光学投影单元将图案的图像转印到基板上的光学投影单元;成像装置第一部件,该成像装置第一部件为光学投影单元的部件;成像装置第二部件,该成像装置第二部件为掩模单元和基板单元中的一个的部件;以及包括编码器装置的度量装置。度量装置使用所述编码器装置捕获在成像装置第一部件和成像装置第二部件之间的空间关系。编码器装置包括发射器、编码器元件和接收器。发射器通过编码器元件将光束发射到接收器上。编码器元件与成像装置第一部件直接机械连接。

[0029] 根据本发明的第十方面,提供了一种捕获在光学成像装置的第一部件和第二部件之间的空间关系的方法。该方法包括提供光学成像装置,该装置包括:用来接收图案的掩模单元;用来接收基板的基板单元;包括一组光学元件单元的光学投影单元,所述光学投影单元用来将图案图像转印到所述基板上;成像装置第一部件,该成像装置第一部件为光学投影单元的部件;成像装置第二部件,该成像装置第二部件为掩模单元和基板单元中的一个的部件。该方法还包括:提供编码器装置,它包括直接与成像装置第一部件机械连接的编码器元件;捕获步骤,其中使用所述编码器装置捕获在成像装置第一部件和成像装置第二部件之间的空间关系,所述捕获空间关系的步骤包括通过编码器元件接收并且评估朝着编码器元件发射的至少一部分光束。

[0030] 根据本发明的第十一方面,提供了一种将图案的图像转印到基板上的方法,该方法包括:转印步骤,其中使用光学成像装置将图案的图像转印到基板上;在转印步骤的捕获步骤中,使用根据本发明的方法捕获在光学成像装置的第一部件和第二部件之间的空间

关系；在转印步骤的控制步骤中，根据在捕获步骤中捕获的在第一部件和第二部件之间的空间关系来控制光学成像装置的至少一个部件的位置。

[0031] 根据本发明的第十二方面，提供了一种光学成像装置，该装置包括：用来接收图案的掩模单元；用来接收至少一个目标器件的目标单元；包括一组光学元件单元的光学投影单元，所述光学投影单元用来将图案的图像转印到所述至少一个目标器件上；成像装置第一部件，该成像装置第一部件为其中一个光学元件单元的部件；成像装置第二部件，该成像装置第二部件与成像装置第一部件不同并且为掩模单元、光学投影单元和目标单元中的一个的部件；以及度量装置。该度量装置捕获在成像装置第一部件和成像装置第二部件之间的空间关系。度量装置包括基准元件，该基准元件直接与成像装置第一部件机械连接。

[0032] 根据本发明的第十三方面，提供了一种捕获在光学成像装置的第一部件和第二部件之间的空间关系的方法。该方法包括提供光学成像装置，它包括：具有图案的掩模单元；包括目标器件的目标单元；包括一组光学元件单元的光学投影单元，所述光学投影单元用来将图案的图像转印到所述目标器件上；成像装置第一部件，该成像装置第一部件为其中一个光学元件单元的部件；成像装置第二部件，该成像装置第二部件与成像装置第一部件不同并且为掩模单元、光学投影单元和目标单元中的一个的部件；提供基准元件，该基准元件直接与成像装置第一部件机械连接。该方法还包括使用所述基准元件捕获在成像装置第一部件和成像装置第二部件之间的空间关系。

[0033] 根据本发明的第十四方面，提供了一种光学成像装置，该装置包括：用来接收图案的掩模单元；用来接收至少一个目标器件的目标单元；包括一组光学元件单元的光学投影单元，所述光学投影单元用来使用 EUV 范围内的光将图案的图像转印到至少一个目标器件上。所述目标单元包括用来接收形成第一目标器件的基板的基板单元和用来接收形成第二目标器件的图像传感器器件的图像传感器单元。目标单元用来将基板单元和图像传感器单元选择性地安放到相对于光学投影单元的曝光位置中。在将基板单元安放在曝光位置中时，将图案的图像投射到接收在基板单元内的基板上。在将图像传感器单元安放在曝光位置中时，将图案图像投射到接收在图像传感器单元内的图像传感器器件上。

[0034] 根据本发明的第十五方面，提供了一种将图案的图像转印到多个目标器件上的方法。该方法包括将形成第一目标器件的基板和形成第二目标器件的图像传感器器件选择性地安放到相对于光学投影单元的曝光位置中。在第一转印步骤中，在基板处于曝光位置中时，使用光学成像装置并且使用 EUV 范围内的光将图案的图像转印到基板上。在第二转印步骤中，在图像传感器器件处于曝光位置中时，使用光学成像装置并且使用 EUV 范围内的光将图案的图像转印到图像传感器器件上。

[0035] 从参照附图给出的优选实施方式的以下说明以及从属权利要求中将清楚了解本发明的其它方面和实施方式。所披露的这些特征的所有组合不论是否在权利要求中清楚描述都落入在本发明的范围内。

附图说明

[0036] 图 1 为根据本发明的光学成像装置的优选实施方式的示意图，采用该装置执行根据本发明的方法的优选实施方式；

[0037] 图 2 为可以用图 1 的光学成像装置执行的根据本发明的用于将图案的图像转印到

基板上的方法的优选实施方式的方框图；

[0038] 图 3 为根据本发明的光学成像装置的另一个优选实施方式的示意图,采用该装置来执行根据本发明的方法的优选实施方式；

[0039] 图 4 为根据本发明的光学成像装置的又一个优选实施方式的示意图,采用该装置来执行根据本发明的方法的优选实施方式；

[0040] 图 5 为根据本发明的光学成像装置的再一个优选实施方式的示意图,采用该装置来执行根据本发明的方法的优选实施方式；

[0041] 图 6 为根据本发明的光学成像装置的另一个优选实施方式的示意图,采用该装置来执行根据本发明的方法的优选实施方式；

[0042] 图 7 为根据本发明的光学成像装置的又一个优选实施方式的示意图,采用该装置来执行根据本发明的方法的优选实施方式；

[0043] 图 8 为根据本发明的光学成像装置的再一个优选实施方式的示意图,采的优选实施方式；

[0044] 图 9A 为在图 8 的平面 IX-IX 上的示意图,其中基板单元处于第一位置；

[0045] 图 9B 为在图 8 的平面 IX-IX 上的示意图,其中基板单元处于第二位置；

[0046] 图 9C 为在图 8 的平面 IX-IX 上的示意图,其中基板单元处于第三位置。

具体实施方式

[0047] 第一实施方式

[0048] 下面将参照图 1 和 2 对根据本发明的光学成像装置 1 的第一优选实施方式进行说明,该装置可以执行根据本发明的方法的优选实施方式。

[0049] 图 1 为以在波长为 13nm 的 EUV 范围内工作的光学曝光装置 1 形式的光学成像装置的示意性且不按比例绘制的视图。光学曝光装置 1 包括光学投影单元 2,用来将形成在掩模单元 3 的掩模 3.1 上的图案的图像转印到基板单元 4 的基板 4.1 上。为此,光学曝光装置 1 包括照射系统(未示出),用来照射反射掩模 3。光学曝光单元 3 接收从掩模 3.1 反射的光,并且将形成在掩模 3.1 上的图案的图像投射到基板 4.1 例如薄片等上。

[0050] 为此,光学投影单元 2 保持着光学元件单元的光学元件单元组 5。该光学元件单元组 5 保持在光学投影单元 2 的外壳 2.1(通常也被称为投影光学元件盒(POB)2.1)内。光学元件单元组 5 包括以反射镜形式的许多光学元件,其中只是显示出反射镜 6.1、7.1、8.1。这些光学元件 6.1、7.1、8.1 相对于彼此以高达六个自由度沿着光学投影单元 2 的轴线 2.2 设置。

[0051] 光学投影单元 2 容纳着在掩模 3.1 和基板 4.1 之间的部分光路。其光学元件 6.1、7.1、8.1 的投射表面 6.2、7.2、8.2 协作以将形成在掩模 4 上的图案的图像转印到位于光路末端处的基板 5 上。

[0052] 掩模 3.1 接收在掩模单元 3 的掩模台 3.2 上,掩模台 3.2 由合适的支撑结构(未示出)支撑在基础结构 9 上。同样,基板 4.1 接收在基板单元 4 的基板台 4.2 上,该基板台 4.2 同样由合适的支撑结构(未示出)支撑在基础结构 9 上。

[0053] 通常将形成在掩模 3.1 上的图案的图像的尺寸减小,并且将其转印到基板 4.1 的几个目标区域上。根据光学曝光装置 1 的设计可以按照两种不同的方式将形成在掩模 3.1

上的图案的图像转印到基板 4.1 上的相应目标区域上。如果光学曝光装置 1 设计成所谓的薄片步进式投影曝光装置,则通过照射形成在掩模 3.1 上的整个图案在一个步骤中将整个图案图像转印到基板 4.1 上的相应目标区域上。如果光学曝光装置 1 设计成所谓的步进扫描曝光装置,则通过在投影光束下逐渐扫描掩模台 3.2 以及因此扫描形成在掩模 3.1 上的图案同时使基板台 4.2 以及因此使基板 4.1 进行相应的扫描运动,而将图案的图像转印到基板 4.1 上的相应目标区域上。

[0054] 在两种情况中,必须将光学元件单元组 5 的光学元件即反射镜 6.1、7.1、8.1 相对于彼此并且相对于掩模 3.1 以及相对于基板 4.1 的相对位置保持在预定的极限内以获得高质量成像结果。

[0055] 在光学曝光装置 1 的操作期间,反射镜 6.1、7.1、8.1 相对于彼此以及相对于掩模 3.1 和基板 4.1 的相对位置由于引入到该系统中的内在以及外在干扰而发生变化。这些干扰可以是机械干扰,例如以由于在系统本身内产生出以及通过系统周围结构例如基础结构 9 引入的力而导致的振动。它们也可以是热引起的干扰例如由于系统各个组成部分的热膨胀导致的位置变化。

[0056] 为了保持反射镜 6.1、7.1、8.1 相对于彼此以及相对于掩模 3.1 和基板 4.1 的相对位置的上述预定极限,可以分别通过促动器单元 6.3 和 7.3 将反射镜 6.1 和 7.1 主动设置在适当位置中。同样,可以通过相应的支撑结构(在图 1 中未示出)将掩模台 3.2 和基板台 4.2 主动设置在适当位置中。

[0057] 根据用来捕获光学曝光装置 1 的某些部件之间的空间关系的多个度量装置的测量结果来进行这些组成部分的主动定位。

[0058] 自由度(DOF)为六的第一度量装置 10 捕获在光学曝光装置 1 的成像装置第一部件和光学曝光装置 1 的与所述成像装置第一部件不同的成像装置第二部件之间的空间关系。

[0059] 成像装置第一部件为以最靠近基板 4.1 的第一反射镜 8.1 形式的第一光学元件。因此,成像装置第一部件为光学元件单元 8 的部件。成像装置第二部件为基板台 4.2,即基板单元 4 的部件。由于例如由于紧接着在曝光过程之前进行的测量操作而获知了在基板台 4.2 和基板 4.1 之间的空间关系,所以第一度量装置 10 也能够捕获在作为基板单元 4 的部件的基板 4.1 和第一反射镜 8.1 之间的空间关系。

[0060] 度量装置 10 和在这里所述的所有其它度量装置在下面通过使用在附图中由虚线表示的度量光束按照非接触方式协作。但是,应当理解的是,在本发明的其它实施方式中,同样可以采用任意合适的接触式度量装置。具体地说,可以根据精度要求来选择工作原理。作为非接触工作原理,例如可以采用干涉测量基于编码器的电容式和感应式工作原理等。作为接触式工作原理,例如可以采用磁致伸缩或电致伸缩工作原理等。

[0061] 第一度量装置 10 至少包括与外壳 2.1 连接的第一发射器和接收器单元 10.1。度量装置 10 还包括直接与第一反射镜 8.1 即成像装置第一部件机械连接的第一基准元件 10.2。

[0062] 在本发明中,术语“直接机械连接”应该理解为在它们之间具有(如果有的话)短距离的两个组成部分之间的直接连接,从而能够通过测量一个部分的位置来确定另一个部分的位置。具体地说,在没有插入其它部分的情况下,该术语可意味着例如由于热或振动作用而导致在位置确定中出现不确定性。

[0063] 第一基准元件 10.2 连接在第一反射镜 8.1 的与第一反射镜 8.1 的第一反射表面 8.2 相对的背面 8.3 上。根据第一度量装置 10 的工作原理,第一基准元件在采用干涉测量原理时可以为反射元件(例如反射表面或者形成有多个反射表面的元件例如所谓的三面直角棱镜等),或者在采用编码器原理时可以为衍射元件(例如光栅)。在图 1 所示的实施方式中,基准元件 10.2 由第一反射镜 8.1 的背面 8.3 形成。为此,根据第一度量装置 10 的工作原理,至少在基准元件 10.2 的区域中的第一反射镜的背面 8.3 可以作为反射表面,或者可以显示为光栅,例如直接曝光到背面 8.3 上的光栅。

[0064] 但是,应当理解的是,在本发明的其它实施方式中,第一基准元件也可以为与第一反射镜分开并且与之直接机械连接的元件。例如,它可以为在通过刚性连接、摩擦连接、粘接连接或其任意组合与第一反射镜直接连接的单独部分上的反射表面或光栅等。例如,可以用螺钉、夹子、粘接剂或其它方式将它固定连接在第一反射镜上。

[0065] 第一反射镜 8.1 根据光学投影单元 2 的光学系统的光学设计通常具有大约为 200-800mm 的直径,同时基板 4.1 通常具有大约 50-450mm 的直径。因此,在最极端的情况中,第一反射镜 8.1 其直径为基板直径的 16 倍,从而导致如上所述的情况,其中一开始所提到的普通校平系统不再能够使用。

[0066] 本发明通过将第一基准连接更准确地说结合在最接近基板 4.1 的第一反射镜 8.1 内并且通过将第一度量装置 10 的测量光束从在与轴线 2.2 基本上垂直的平面中即在这里在基本上水平平面中的横向位置投射到第一度量装置 10 的反射器表面 10.3 上来克服这个问题。反射器表面 10.3 将测量光束引导到第一基准元件 10.2 上。反射器表面 10.3 形成在基板台 4.2 的表面上,该表面在基板台 4.2 正确对准的情况下相对于轴线 2.2 倾斜 45 度。采用这种布置,与在第一反射镜 8.1 和基板 4.1 之间的直径相关性无关,可以对在第一反射镜 8.1 和基板台 4.2(并且因此基板 4.1)之间沿着轴线 2.2 的距离进行可靠的测量。

[0067] 应当理解的是,可以使用投射到反射器表面 10.3 上的一条或多条测量光束来在所有六个自由度中对在第一反射镜 8.1 和基板台 4.2 之间的相对位置进行测量。在该情况中,例如可以结合使用干涉测量和编码器测量原理,从而导致在第一反射镜 8.1 的背面 8.3 上出现反射表面和光栅的组合。但是,应当理解的是,在本发明的其它实施方式中,位于除了第一反射镜的背面 8.3 之外的其它位置处的其它基准元件可以用在第一度量装置中,如在图 1 中由虚线轮廓 10.4 和 10.5 表示的一样。

[0068] 部分第一度量装置 10 与第一反射镜 8.1 的连接更准确地说结合导致构建空间增大,这反过来允许将第一度量装置 10 的剩余部分尤其是第一发射器和接收器单元 10.1 直接连接在外壳 2.1 上,而不用插入大型笨重结构例如度量框架等。

[0069] 因此,省去了在普通系统中所使用的度量框架,并且光学投影单元 2 的外壳 2.1 结合了这种度量框架的功能,而且通过隔振装置 11 按照隔振的方式直接连接在基础结构 9 上。隔振装置 11 在其上部第一端部处直接接触位于外壳 2.1 的凸缘部分 2.3,并且在其下部第二端部处直接接触基础结构 9。

[0070] 隔振装置 11 由在外壳 2.1 的圆周处均匀分布的多个隔振单元 11.1 形成。通过基础结构 9 引入到光学投影单元 2 中的外部机械干扰频率通常为 30Hz 至 1Hz。因此,根据所期望的机械干扰频率,隔振单元 11.1 可以为在低于所期望的机械干扰频率至少 10 倍(factor10)的谐振频率下给外壳 2.1 提供支撑的任意合适类型。

[0071] 通常,隔振单元 11.1 的谐振频率将在 0.01 至 10Hz 之间选择。优选的是,由隔振单元 11.1 提供的支撑的谐振频率大约为 0.1Hz 或更低。这种隔振单元 11.1 可以由具有横向漂移控制的公知所谓的磁性重力补偿器提供,如在 WO 2005/028601A2 (Mühlbeyer 等人) 所披露的一样,该文献的内容在这里被引用作为参考,所述横向漂移控制也可以根据电磁原理(例如采用音圈电机)来操作,并且还可以在大约相同数量级即优选大约为 0.1Hz 或更低的谐振频率下进行漂移控制。

[0072] 但是,应当理解的是,在本发明的其它实施方式的情况下,针对隔振单元可以选择其它工作原理,例如具有弹簧装置的纯机械工作原理或者具有适当较低的谐振频率的气动装置。

[0073] 根据本发明可以实现省去普通度量装置,这相对于现有光学投影系统提供了许多优点。

[0074] 一个优点在于,省却普通度量框架在基板附近释放出相当大的构建空间。这有利于投影光学元件的设计和尺寸设定。另一个优点在于,光学投影单元自身的外壳 2.1 在热稳定性方面已经非常稳定了,以便降低在容纳在其中的光学元件之间的热漂移作用。因此,外壳 2.1 尤其适用于结合第一度量装置的一部分,并且消除了为实现度量框架的热稳定性通常所需的大量劳动。这显著降低了光学投影装置 1 的整体费用。

[0075] 第一反射镜 8.1 用作整个系统中的中央基准。因此,设有第二度量装置 12,用来捕获在第一反射镜 8.1 和掩模台 3.2 之间的空间关系,以便使用在掩模台 3.2 相对于光学投影系统的位置调节中的结果。

[0076] 第二度量装置 12 包括与掩模台 3.2 连接的第二发射器和接收器单元 12.1 以及与第一反射镜 8.1 的前侧表面 8.4 直接机械连接的第二基准元件 12.2。此外,第二度量装置 12 可以在六个自由度 (DOF) 中捕获在作为光学曝光装置 1 的成像装置第一部件的第一反射镜 8.1 和作为光学曝光装置 1 的成像装置第二部件的掩模台 3.2 之间的空间关系。

[0077] 第二基准元件 12.2 与第一反射镜 8.1 的前侧表面 8.3 连接,它也形成第一反射镜 8.1 的第一反射表面 8.2。根据第二度量装置 12 的工作原理,第二基准元件在采用干涉测量原理时为反射元件(例如反射表面或提供有多个反射表面的元件例如所谓的三面直角棱镜等),或者在采用编码器原理时可以为衍射元件(例如光栅)。

[0078] 在图 1 中所示的实施方式中,第一反射镜 8.1 的前侧表面 8.4 根据第二度量装置 12 的工作原理至少在第二基准元件 12.2 的区域中可以用作反射表面,或者可以表现为光栅,例如直接暴光到前侧表面 8.4 上的光栅。

[0079] 但是,应当理解的是,在本发明的其它实施方式中,第二基准元件也可以是与第一反射镜分开并且与之直接机械连接的元件。例如,它可以是在通过刚性连接、摩擦连接或其任意组合直接连接在第一反射镜上的单独部分上的反射表面或光栅等。例如,可以用螺钉、夹子、粘接剂或其它方式将它固定连接在第一反射镜上。

[0080] 另外,应当理解的是,在本发明其它实施方式中,如从 EP1182509A2 中所知的一样并且如在图 1 中由虚线轮廓 12.3 所示的一样,第二度量装置 12 可以由普通度量装置代替。

[0081] 另外,第二度量装置 12 可以由如在图 1 中由虚线轮廓 12.4 所示一样的度量装置代替。采用这种第二度量装置,将发射器和接收器单元连接在掩模台 3.2 上,并且将第二基准元件直接机械连接在外壳 2.1 上。

[0082] 最后,提供第三度量装置 13,用来捕获在第一反射镜 8.1 与其它反射镜 6.1 和 7.1 之间的空间关系,以便使用在其它反射镜 6.1 和 7.1 相对于第一反射镜 8.1 的位置调节的结果。

[0083] 第三度量装置 13 包括与外壳 2.1 连接的第三发射器和接收器单元 13.1 以及分别与反射镜 8.1、6.1 和 7.1 的表面直接机械连接的第三基准元件 13.2、13.3、13.4。此外,第三度量装置 13 可以在六个自由度 (DOF) 中捕获在作为光学曝光装置 1 的成像装置第一部件的第一反射镜 8.1 和作为光学曝光装置 1 的成像装置第二部件的相应反射镜 6.1 和 7.1 之间的空间关系。

[0084] 第三基准元件 13.2、13.3、13.4 根据第三度量装置 13 的工作原理在采用干涉测量原理时为反射元件 (例如的反射表面或提供有多个反射表面的元件例如所谓的三面直角棱镜等),或者在采用编码器原理时可以为衍射元件 (例如光栅)。在图 1 中所示的实施方式中,形成第三基准元件的反射镜 8.1、6.1 和 7.1 的相应表面根据第三度量装置 13 的工作原理至少在相应第三基准元件 13.2、13.3、13.4 的区域中可以用作反射表面或者可以表现为光栅例如 2D 光栅。

[0085] 但是,应当理解的是,在本发明的其它实施方式中,相应的第三基准元件也可以为与相应反射镜分开并且与之直接机械连接的元件。例如,它可以是在通过刚性连接、摩擦连接或其任意组合直接连接在第一反射镜上的单独部分上的反射表面或光栅等。例如,可以用螺钉、夹子、粘接剂或其它方式将它固定连接在第一反射镜上。

[0086] 另外,应当理解的是,相应度量装置的相应测量光束不必具有如图 1 所示的笔直光路。而是,根据光学系统的设计,可以设置适当的光束控制光学元件来按照规定的方式在曲折光路上引导相应的测量光束。

[0087] 另外,应当理解的是,在本发明的其它实施方式中,第三度量装置 13 可以由如在图 1 中由虚线轮廓 13.5 所示的单独度量装置代替,用来单独捕获在第一反射镜和相应其它反射镜之间的空间关系。

[0088] 采用如上所述的第一实施方式,第一至第三基准元件 10.2、12.2、13.2、13.3、13.4 已经直接设在相应的光学元件即反射镜 6.1、7.1、8.1 上。但是,应当理解的是,在本发明的其它实施方式中,相应的基准元件也可以与相应光学元件的其它部件连接,从而允许正确评估相应光学元件的空间位置。例如,相应的基准元件也可以与光学元件安装件连接,该安装件保持着相应的光学元件并且与相应的光学元件一起移动。

[0089] 上述度量系统 10、12、13 可以被构造成使它们测量在反射镜 8.1、基板台 4.1、掩模台 3.1 以及反射镜 6.1 和 7.1 之间的直接空间关系。可替代地,也可以通过测量所述单独元件相对于稳定基准结构 (例如结构 2.1) 的位置来间接进行空间测量,从中可以通过矢量加法来确定在所述元件中的任意两个之间的直接空间关系。

[0090] 采用图 1 的光学曝光装置 1,如在下面参照图 1 和 2 所述的一样可以执行根据本发明的将图案的图像转印到基板上的方法的优选实施方式。

[0091] 在该方法的转印步骤 14 中,使用光学成像装置 1 的光学投影单元 2 将形成在掩模 3.1 上的图案的图像转印到基板 4.1 上。

[0092] 为此,在所述转印步骤 14 的捕获步骤 14.1 中,采用根据本发明的用于捕获在光学成像装置 1 的第一部件和第二部件之间的空间关系的方法的优选实施方式来捕获在作为

光学成像装置 1 的第一部件的第一反射镜 8.1 与每个都形成光学成像装置 1 的第二部件的基板台 4.2、掩模台 3.2 和其它反射镜 6.1 和 7.1 之间的空间关系。

[0093] 在转印步骤的控制步骤 14.2 中,可以根据在前面捕获步骤 14.1 中捕获的空间关系来控制基板台 4.2、掩模台 3.2 和其它反射镜 6.1 和 7.1 相对于第一反射镜 8.1 的位置。在曝光步骤 14.3 中,紧接着在控制步骤 14.2 之后或者最后与之同步,使用光学成像装置 1 将形成在掩模 3.1 上的图案的图像曝光到基板 4.1 上。

[0094] 在捕获步骤 14.1 的步骤 14.4 中,将具有掩模 3.1 的掩模单元 3 和具有基板 4.1 的基板单元 4 设置和定位在空间中。应当理解的是,在实际位置捕获之前的晚些时刻或者在曝光步骤 14.3 之前的甚至更晚的时刻,也可以将掩模 3.1 和基板 4.1 插入到掩模单元 3 和基板单元 4 中。

[0095] 在捕获步骤 14.1 的步骤 14.5 中,光学投影单元 2 的部件根据本发明支撑光学投影单元的部件的方法的优选实施方式设置并且支撑。为此,在步骤 14.6 中,将光学投影单元 2 的光学元件单元 6、7、8 设置在光学投影单元 2 的外壳 2.1 内。在步骤 14.7 中,具有光学元件单元 6、7、8 的外壳 2.1 按照隔振方式支撑在基础结构 9 上以提供如上面在图 1 的内容中所述的结构。

[0096] 在捕获步骤 14.1 的步骤 14.8 中,第一至第三度量装置 10、12、13 设置成提供如在上面在图 1 的内容中所述的结构。应当理解的是,第一至第三基准元件 10.2、12.2、13.2、13.3、13.4 已经在更早的时刻与其上形成它们的相应反射镜 6.1、7.1、8.1 一起设置。但是,在本发明的其它实施方式中,第一至第三基准元件可以在实际位置捕获之前的晚些时刻与第一至第三度量装置的其它部件一起设置。

[0097] 然后在捕获步骤 14.1 的步骤 14.9 中,捕获在作为光学成像装置 1 的第一部件的第一反射镜 8.1 和每个都形成光学成像装置 1 的第二部件的基板台 4.2、掩模台 3.2 和其它反射镜 6.1 和 7.1 之间的实际空间关系。

[0098] 应当理解的是,在整个曝光过程中可以连续捕获在作为光学成像装置 1 的第一部件的第一反射镜 8.1 和每个都形成光学成像装置 1 的第二部件的基板台 4.2、掩模台 3.2 和其它反射镜 6.1 和 7.1 之间的实际空间关系。然后在步骤 14.9 中,提取和使用该连续捕获过程的最新结果。

[0099] 如上所述,在控制步骤 14.2 中,然后根据在前面捕获的该空间关系控制基板台 4.2、掩模台 3.2 和其它反射镜 6.1 和 7.1 相对于第一反射镜 8.1 的位置,然后在曝光步骤 14.3 中,将形成在掩模 3.1 上的图案的图像曝光到基板 4.1 上。

[0100] 第二实施方式

[0101] 在下面将参照图 3 对可以执行根据本发明的方法的优选实施方式的根据本发明的光学成像装置 101 的第二优选实施方式进行说明。

[0102] 图 3 为按照以 13nm 的波长在 EUV 范围内工作的光学曝光装置 101 的形式的光学成像装置的示意性并且不是按比例绘制的示意图。该光学曝光装置 101 包括用来将形成在掩模单元 103 的掩模 103.1 上的图案的图像转印到基板单元 104 的基板 104.1 上的光学投影单元 102。为此,光学曝光装置 101 包括未示出的照明系统,用来照明反射掩模 103。光学曝光单元 103 接收从掩模 103.1 反射的光,并且将形成在掩模 103.1 上的图案的图像投射到基板 104.1 例如薄片等上。

[0103] 图 3 的实施方式在其设计和功能方面在很大程度上与图 1 的实施方式对应。具体地说,在图 3 中,已经给类似或相同部分赋予增加 100 的相同参考标号。因此,这里主要参照上面给出的说明,并且首先将只对差别进行说明。

[0104] 相对于第一实施方式的主要差别在于,最靠近基板 104.1 的第一反射镜 108.1 没有位于光学投影单元 102 的外壳 102.1 内,所述外壳通常也被称为投影光学盒 (POB) 102.1。相反,第一反射镜 108.1 通过以大约 300Hz 的谐振频率为第一反射镜 108.1 提供支撑的基本上刚性的安装装置 115 悬挂在外壳 102.1 的下部上。

[0105] 除了省去普通度量框架之外,该实施方式的优点在于,由于第一反射镜 108.1 基本上刚性悬挂在外壳 102.1 外面,所以在第一反射镜 108.1 的区域中可获得构建空间,因为在第一反射镜 108.1 的周围没有任何外壳元件。因此,安装在外壳 102.1 上的第一度量装置 110 的部件可以更靠近第一反射镜 108.1 设置,从而改善了这些部件的动态性能。

[0106] 应当理解的是,同样在该实施方式中,根据本发明的这些方法如上面参照图 2 所述一样同样可以执行。因此,在这方面,这里只是参照上面的说明。

[0107] 第三实施方式

[0108] 在下面将参照图 4 对可以执行根据本发明的方法的优选实施方式的根据本发明的光学成像装置 201 的第三优选实施方式进行说明。

[0109] 图 4 的实施方式在其设计和功能方面在很大程度上与图 1 的实施方式对应。具体地说,在图 4 中,已经给类似或相同部分赋予增加 200 的相同参考标号。因此,这里主要参照上面给出的说明,并且首先将只对差别进行说明。

[0110] 图 4 为按照以 13nm 的波长在 EUV 范围内工作的光学曝光装置 201 的形式的成像装置的示意性并且不是按比例绘制的示意图。该光学曝光装置 201 包括用来将形成在掩模单元 203 的掩模 203.1 上的图案的图像转印到基板单元 204 的基板 204.1 上的光学投影单元 202。为此,光学曝光装置 201 包括未示出的照明系统,用来照明反射掩模 203。光学曝光单元 203 接收从掩模 203.1 反射的光,并且将形成在掩模 203.1 上的图案的图像投射到基板 204.1 例如薄片等上。

[0111] 为此,光学投影单元 202 保持着光学元件单元的光学元件单元组 205。光学元件单元组 205 包括许多以反射镜形式的光学元件,其中只是显示出反射镜 206.1、207.1、208.1。这些光学元件 208 沿着光学投影单元 202 的轴线 202.2 相对于彼此设置。光学元件 206.1、207.1、208.1 的投射表面 206.2、207.2、208.2 协作以将形成掩模 204 上的图案的图像转印到基板 205 上。

[0112] 为了保持反射镜 206.1、207.1、208.1 相对于彼此以及相对于掩模 203.1 和基板 204.1 的相对位置的预定极限,可以分别通过促动器单元 206.3 和 207.3 将反射镜 206.1 和 207.1 主动设置在空间 (6DOF) 中。同样,可以通过相应的支撑结构 (在图 4 中未示出) 将掩模台 203.2 和基板台 204.2 主动设置在空间 (6DOF) 中。根据用来捕获 (在 6DOF 中) 在光学曝光装置 201 的这些部件之间的空间关系的第一至第三度量装置 210、212 和 213 的测量结构来进行这些部分的主动定位。

[0113] 相对于第一实施方式的其中一个差异在于,最靠近基板 204.1 的第一反射镜 208.1 没有位于光学投影单元 202 的外壳 202.1 内。相反,通过以大约 300Hz 或更高的谐振频率给第一反射镜 208.1 提供支撑的基本上刚性的装置 215 将第一反射镜 208.1 悬挂在外

壳 202.1 的下部上。

[0114] 如已经在该第二实施方式的内容中所述一样,除了省去普通度量框架之外,该实施方式的优点在于,由于第一反射镜 208.1 基本上刚性悬挂在外壳 202.1 外面,所以在第一反射镜 208.1 的区域中可获得构建空间,因为在第一反射镜 208.1 的周围没有任何外壳元件。因此,安装在外壳 202.1 上的第一度量装置 210 的部件可以更靠近第一反射镜 208.1 设置,从而改善了这些部件的动态性能。

[0115] 相对于第一实施方式的另一个差别在于,光学元件单元组 205 的其它反射镜 206.1 和 207.1 容纳在外壳 202.1 内,但是由在这里也被称为加强框架 216 的支撑结构 216 单独支撑。支撑结构 216 直接支撑在基础机构 209 上。

[0116] 第三实施方式在该系统的动态性能方面具有优点。一个优点在于,外壳 202.1 只是动态连接在被动而不是主动的部分例如第一反射镜 208.1 上。因此,外壳 202.1 没有由于在反射镜 206.1 和 207.1 上的位置调节作用等造成的动态内在负载或干扰。因此,承载着第一、第二和第三度量装置 210、212 和 213 的各个部分的在这里也被称为传感器框架的外壳 202.1 没有由于分别在反射镜 206.1 和 207.1 上的这些位置调节作用而导致的高频干扰,由此形成改进的测量结果并且需要较少的努力来实现这样的结果。

[0117] 应当理解的是,必须通过由反射镜单元 206 和 207 的促动器单元 206.3 和 207.3 进行相应的反作用位置调节来应对引入到加强框架 216 中的机械干扰。但是,为了降低引入到加强框架 216 中的这些机械干扰,加强框架 216 自身可以由相应的隔振装置支撑在基础结构 209 上。这种隔振装置可以按照与选择用于将传感器框架 202.1 直接支撑在基础结构 209 上的其中一个隔振装置 211 相当的谐振频率支撑加强框架 216。加强框架 216 的隔振装置的谐振频率可以选择为大约 30Hz 或更小。

[0118] 与第一和第二实施方式一样,第一反射镜 208.1 用作在整个系统中的中央基准。因此,在与第一和第二实施方式相同的设计中,它结合有第一至第三度量装置 210、212 和 213 的第一至第三基准 210.3、212.3 和 213.3。

[0119] 应当理解的是,同样在该实施方式中,根据本发明的这些方法如上面参照图 2 所述一样同样可以执行。因此,在这方面,这里只是参照上面的说明。

[0120] 第四实施方式

[0121] 在下面将参照图 5 可以执行根据本发明的方法的优选实施方式的根据本发明的光学成像装置 301 的第四优选实施方式进行说明。

[0122] 图 5 的实施方式在其主要设计和功能方面在很大程度上与图 1 的实施方式对应。具体地说,在图 5 中,已经给类似或相同部分赋予增加 300 的相同参考标号。因此,这里主要参照上面给出的说明,并且首先将只对差别进行说明。

[0123] 图 5 为按照以 13nm 的波长在 EUV 范围内工作的光学曝光装置 301 的形式的成像装置的示意性并且不是按比例绘制的示意图。该光学曝光装置 301 包括用来将形成在掩模单元 303 的掩模 303.1 上的图案的图像转印到基板单元 304 的基板 304.1 上的光学投影单元 302。为此,光学曝光装置 301 包括未示出的照明系统,用来照明反射掩模 303。光学曝光单元 303 接收从掩模 303.1 反射的光,并且将形成在掩模 303.1 上的图案的图像投射到基板 304.1 例如薄片等上。

[0124] 为此,光学投影单元 302 保持着光学元件单元的光学元件单元组 305。光学元件单

元组 305 包括许多以反射镜形式的光学元件,其中只是显示出反射镜 306. 1、307. 1、308. 1。这些光学元件 308 沿着光学投影单元 302 的轴线 302. 2 相对于彼此设置。光学元件 306. 1、307. 1、308. 1 的投射表面 306. 2、307. 2、308. 2 协作以将形成掩模 304 上的图案的图像转印到基板 305 上。

[0125] 光学元件单元组 305 包括第一分组 305. 1 和第二分组 305. 2。第一分组 305. 1 保持在通常被称为投影光学元件盒 (POB) 302. 1 的光学元件单元 302 的外壳 302. 1 内。这些反射镜 306. 1、307. 1 形成部分第一分组 305. 1,同时反射镜 308. 1 形成部分第二分组 305. 2。

[0126] 为了保持反射镜 306. 1、307. 1、308. 1 相对于彼此以及相对于掩模 303. 1 和基板 304. 1 的相对位置的预定极限,可以分别通过促动器单元 306. 3 和 307. 3 将反射镜 306. 1 和 307. 1 主动设置在空间 (6DOF) 中。同样,可以通过相应的支撑结构 (在图 5 中未示出) 将掩模台 303. 2 和基板台 304. 2 主动设置在空间 (6DOF) 中。根据用来捕获 (在 6DOF 中) 在光学曝光装置 301 的这些部件之间的空间关系的第一至第三度量装置 310、312 和 313 的测量结构来进行这些部分的主动定位。

[0127] 相对于第一实施方式的其中一个差异在于,第一度量装置 310 包括两个与基板台 304. 2 连接的第一发射器和接收器单元 310. 3 和 310. 6。第一度量装置 310 还包括两个第一基准元件 310. 2 和 310. 7,它们直接与第一反射镜 308. 1 机械连接,即与成像装置第一部件直接机械连接。

[0128] 第一基准元件 310. 2、310. 7 中的每一个与第一反射镜 308. 1 的与第一反射镜 308. 1 的第一反射表面 308. 2 相对的背面 308. 3 连接。根据第一度量装置 310 的工作原理,第一基准元件在采用干涉测量原理时可以为反射元件 (例如反射表面或提供多个反射表面的元件例如所谓的三面直角棱镜等),或者在采用编码器原理时可以为衍射元件 (例如光栅)。在图 5 中所示的实施方式中,基准元件 310. 2 由第一反射镜 308. 1 的背面 308. 3 形成。为此,根据第一度量装置 310 的工作原理,第一反射镜的背面 308. 3 至少在基准元件 310. 2 的区域中可以用作反射表面或者可以表现为光栅,例如直接曝光到背面 308. 3 上的光栅。

[0129] 但是,在本发明的其它实施方式中,第一基准元件中的一个或每一个也可以是与第一反射镜分开并且与之直接机械连接的元件。例如,它可以为在通过刚性连接、摩擦连接、粘接连接或其任意组合直接连接在第一反射镜上的单独部分上的反射表面或光栅等。例如,可以用螺钉、夹子、粘接剂或其它方式将它固定连接在第一反射镜上。

[0130] 应当理解的是,可以使用由第一发射器和接收器单元 310. 1 和 310. 6 中的每一个提供的一条或多条测量光束在所有六个自由度中对第一反射镜 308. 1 和基板台 304. 2 之间的相对位置进行测量。例如,在该情况中,可以结合干涉测量和编码器原理,从而导致在第一反射镜 308. 1 的背面 308. 3 上出现反射表面和光栅的组合。但是,应当理解的是,在本发明的其它实施方式中,在第一度量装置中可以使用位于除了第一反射镜的背面 308. 3 之外的其它位置处的其它基准元件。

[0131] 相对于第一实施方式的另一个差别在于,最靠近基板 304. 1 的第一反射镜 308. 1 没有位于光学投影单元 302 的外壳 302. 1 内。相反,形成第二分组 305. 2 的第一反射镜通过第二隔振装置 317 按照隔振方式悬挂在外壳 302. 1 的下部上。第二隔振装置 317 在其上部第一端部处直接接触着外壳 302. 1。第二隔振装置 317 在其下部第二端部处直接接触着

第一反射镜 308.1。

[0132] 相应的第一和第二隔振装置 311 和 317 由分别均匀分布在外壳 302.1 和第一反射镜 308.1 的周围处的多个第一和第二隔振单元 311.1 和 317.1 形成。通过基础结构 309 引入到光学投影单元 302 中的外部机械干扰通常在 30Hz-1Hz 的范围内。因此,根据所期望的机械干扰频率,第一和第二隔振单元 311.1 和 317.1 可以为任意合适类型,用来分别在至少低于所期望的机械干扰频率 10 倍的谐振频率下给外壳 302.1 和第一反射镜 308.1 提供支撑。

[0133] 通常,第一和第二隔振单元 311.1 和 317.1 的谐振频率将在 0.01-10Hz 之间选择。优选的是,由第一和第二隔振单元 31.1 和 317.1 提供的支撑的谐振频率大约为 0.1Hz 或更小。这种隔振单元 311.1 和 317.1 分别可以由具有横向漂移控制的公知所谓的磁性重力补偿器提供,所述横向漂移控制也可以根据电磁原理(例如采用音圈电机)来操作,并且还可以在大约相同数量级即优选大约为 0.1Hz 或更低的谐振频率下进行漂移控制。

[0134] 但是,应当理解的是,在本发明的其它实施方式的情况下,针对隔振单元可以选择其它工作原理,例如具有弹簧装置的纯机械工作原理或者具有适当较低的谐振频率的气动装置。

[0135] 如在第二实施方式所述一样,除了省去普通度量框架之外,该实施方式其优点还在于,由于第一反射镜 308.1 基本上刚性悬挂在外壳 302.1 外面,所以构建空间在第一反射镜 308.1 的区域中变得可用,因为在第一反射镜 308.1 的周围没有任何外壳元件。

[0136] 该实施方式的另一个优点是,由于第一反射镜 308.1 的单独隔振支撑而获得的。第一反射镜 308.1 根据光学投影单元 302 的光学系统的光学设计通常具有大约为 200 至 800mm 的直径。在第一反射镜 308.1 构成为由合适材料例如微晶玻璃 Zerodur 等形成的实体的情况下,第一反射镜 308.1 具有相当大的质量,这通常高达 60kg 甚至更重。第一反射镜 308.1 的材料例如 Zerodur 等可以具有较低的热膨胀系数 (CTE),因此受热稳定。

[0137] 如所述一样,第一反射镜 308.1 具有较大质量,可以由耐热材料制成,不会主动促动(如将在下面详细所述一样),可以只是结合或保持其中所使用的度量装置的被动部件。因此,第一反射镜 308.1 自身在热方面以及动态上是该系统的非常稳定的部件。采用单独隔振悬挂,第一反射镜 308.1 从由外壳 302.1 保持的那部分光学投影单元 302 动态断开,因此相对于外部干扰也是稳定的。因此,它优选适合用作根据本发明该实施方式给出的整个系统中的中央基准。在动态上,第一反射镜 308.1 通过两个隔振系统 311.1 和 317.1 按照级联的方式与基础结构串联连接,这种布置尤其相对于基础干扰提供了额外的隔离性能。

[0138] 根据将第一反射镜 308.1 设置作为在整个系统中的中央基准的这个概念,在与第一和第二实施方式相同的设计中,第一反射镜 308.1 分别保持并且接合着第一至第三度量装置 310、312 和 313 的第一至第三基准 310.3、312.3 和 313.3。

[0139] 还有,应当理解的是,同样在该实施方式中,根据本发明的这些方法如上面参照图 2 所述一样同样可以执行。因此,在这方面,这里只是参照上面的说明。

[0140] 此外,应当理解,根据本发明的其他实施方式,光学元件单元的第二分组 305.2 可以包括于第一光学元件(这里是第一反射镜 308.1)经由第二隔振装置 317 一起保持的其他光学元件单元。为此,该第二分组可以由第二壳体结构等接收,该第二壳体结构等经由第二隔振装置 317 直接支撑在基础结构 309 上。

[0141] 第五实施方式

[0142] 在下面将参照图 6 可以执行根据本发明的方法的优选实施方式的根据本发明的光学成像装置 401 的第五优选实施方式进行说明。

[0143] 图 6 的实施方式在其主要设计和功能方面在很大程度上与图 1 的实施方式对应。具体地说,在图 6 中,已经给类似或相同部分赋予增加 400 的相同参考标号。

[0144] 图 6 为按照以 13nm 的波长在 EUV 范围内工作的光学曝光装置 401 的形式的成像装置的示意性并且不是按比例绘制的示意图。该光学曝光装置 401 包括用来将形成在掩模单元 403 的掩模 403.1 上的图案的图像转印到基板单元 404 的基板 404.1 上的光学投影单元 402。为此,光学曝光装置 401 包括未示出的照明系统,用来照明反射掩模 403.1。光学曝光单元 403 接收从掩模 403.1 反射的光,并且将形成在掩模 403.1 上的图案的图像投射到基板 304.1 例如薄片等上。

[0145] 为此,光学投影单元 402 保持着光学元件单元的光学元件单元组 405。光学元件单元组 405 包括第一分组 405.1 和第二分组 405.2。第一分组 405.1 保持在通常被称为投影光学元件盒 (POB) 402.1 的光学元件单元 402 的外壳 402.1 内。

[0146] 光学元件单元组 405 包括许多以反射镜形式的光学元件,其中只是显示出反射镜 406.1、407.1、408.1。这些光学元件 408 沿着光学投影单元 402 的轴线 402.2 相对于彼此设置。这些反射镜 406.1、407.1 形成部分第一分组 405.1,同时反射镜 408.1 形成部分第二分组 405.2。

[0147] 光学投影单元 402 接收了在掩模 403.1 和基板 404.1 之间的部分光路。光学元件 406.1、407.1、408.1 的投射表面 406.2、407.2、408.2 协作以将形成掩模 404 上的图案的图像转印到位于光路末端处的基板 405 上。

[0148] 掩模 403.1 容纳在掩模单元 403 的掩模台 403.2 上,掩模台 403.2 由未示出的合适支撑结构支撑在基础结构 409 上。同样,基板 404.1 容纳在基板单元 404 的基板台 404.2 上,基板台 404.2 同样由未示出的合适支撑结构支撑在基础结构 409 上。

[0149] 通常减小形成在掩模 403.1 上的图案图像的尺寸,并且将它转印到基板 404.1 的几个目标区域上。形成在掩模 403.1 上的图案图像可以根据光学曝光装置 401 的设计按照两种不同的方式转印到基板 404.1 上的相应目标区域上。如果光学曝光装置 401 设计成所谓的薄片步进式投影装置,则通过照射形成在掩模 403.1 上的整个图案在一个单步骤中将图案的整个图像转印到相应的目标区域上。如果光学曝光装置 401 设计成所谓的步进扫描装置,则通过在投影光束下步进地扫描掩模台 403.2 并且因此扫描形成在掩模 403.1 上的图案同时使基板台 404.2 以及因此基板 404.1 进行相应的扫描运动,从而将图案的图像转印到基板 404.1 上的相应目标区域上。

[0150] 在两种情况中,必须将光学元件单元组 405 的光学元件即反射镜 406.1、407.1、408.1 相对于彼此以及相对于掩模 403.1 和相对于基板 404.1 的相对位置保持在预定极限范围内,以获得高质量成像结果。

[0151] 在光学曝光装置 401 的操作期间,反射镜 406.1、407.1、408.1 相对于彼此以及相对于掩模 403.1 和相对于基板 404.1 的相对位置由于引入到该系统中的内在以及外在干扰而发生变化。这些干扰可以是机械干扰,例如以由于在系统本身内产生出以及通过系统周围结构例如基础结构 409 引入的力而导致的振动。它们也可以是热引起的干扰例如由于系

统各个组成部分的热膨胀导致的位置变化。

[0152] 为了保持反射镜 406.1、407.1、408.1 相对于彼此以及相对于掩模 403.1 和基板 404.1 的相对位置的上述预定极限,可以分别通过促动器 406.3 和 407.3 将反射镜 406.1 和 407.1 主动设置在适当位置中。同样,可以通过相应的支撑结构(在图 6 中未示出)将掩模台 403.2 和基板台 404.2 主动设置在适当位置中。

[0153] 根据用来捕获在光学曝光装置 401 的某些部件之间的空间关系的多个度量装置的测量结果来进行这些组成部分的主动定位。

[0154] 自由度(DOF)为六的第一度量装置 410 捕获在光学曝光装置 401 的成像装置第一部件和光学曝光装置 401 的与所述成像装置第一部件不同的成像装置第二部件之间的空间关系。

[0155] 成像装置第一部件为以最靠近基板 404.1 的第一反射镜 408.1 形式的第一光学元件。因此,成像装置第一部件为光学元件单元 8 的部件。成像装置第二部件为基板台 404.2,即基板单元 404 的部件。由于例如由于紧接着在曝光过程之前进行的测量操作而得知了在基板台 404.2 和基板 404.1 之间的空间关系,所以第一度量装置 410 也能够捕获在作为基板单元 404 的部件的基板 404.1 和第一反射镜 408.1 之间的空间关系。

[0156] 第一度量装置 410 包括与基板台 404.2 连接的第一发射器和接收器单元 410.1 和 410.6。度量装置 410 还包括直接与第一反射镜 408.1 即成像装置第一部件机械连接的两个第一基准元件 410.2 和 410.7。

[0157] 第一基准元件 410.2、410.7 中的每一个与第一反射镜 408.1 与第一反射镜 408.1 的第一反射表面 408.2 相反的背面 408.3 连接。根据第一度量装置 410 的工作原理,第一基准元件在采用干涉测量原理时可以为反射元件(例如反射表面或者形成有多个反射表面的元件例如所谓的三面直角棱镜等),或者在采用编码器原理时可以为衍射元件(例如光栅)。在图 6 所示的实施方式中,基准元件 410.2 由第一反射镜 408.1 的背面 408.3 形成。为此,根据第一度量装置 410 的工作原理,至少在基准元件 410.2 的区域中的第一反射镜的背面 408.3 可以作为反射表面,或者可以显示出为光栅,例如直接曝光到背面 408.3 上的光栅。

[0158] 但是,应当理解的是,在本发明的其它实施方式中,第一基准元件中的一个或者每个也可以为与第一反射镜分开并且与之直接机械连接的元件。例如,它可以为在通过刚性连接、摩擦连接、粘接连接或其任意组合与第一反射镜直接连接的单独部分上的反射表面或光栅等。例如,可以用螺钉、夹子、粘接剂或其它方式将它固定连接在第一反射镜上。

[0159] 应当理解的是,可以使用由第一发射器和接收器单元 410.1 和 410.6 中的每一个所提供的一条或多条测量光束来在所有六个自由度中对在第一反射镜 408.1 和基板台 404.2 之间的相对位置进行测量。在该情况中,例如可以结合使用干涉测量和编码器测量原理,从而导致在第一反射镜 408.1 的背面 408.3 上出现反射表面和光栅的组合。但是,应当理解的是,采用本发明的其它实施方式,位于除了第一反射镜的背面 408.3 之外的其它位置处的其它基准元件可以用在第一度量装置中。

[0160] 部分第一度量装置 410 与第一反射镜 408.1 的连接更准确地说结合以及第一度量装置 410 的剩余部分尤其是第一发射器和接收器单元 410.1 与公知的 X、Y、Z 基准反射镜和至零传感器(zero sensors)的后向反射器(retro reflectors)一起与基板台 404.2 直接

连接更准确地说结合能够避免在基础结构 409 和外壳 402.1 之间插入大型笨重结构,例如度量框架等。

[0161] 因此,省去了在普通系统中所使用的度量框架,并且保持着光学元件单元的第一分组 405.1 的光学投影单元 402 的外壳 402.1 结合了这种度量框架的功能。外壳 402.1 通过第一隔振装置 411 按照隔振的方式直接连接在基础结构 409 上。该第一隔振装置 411 在其上部第一端部处直接接触位于外壳 402.1 的凸缘部分 402.3 的外壳 402.1,并且在其下部第二端部处直接接触基础结构 409。

[0162] 另外,在该实施方式中,形成光学元件单元的第二分组 405.2 的第一反射镜 408.1 单独受到支撑并且也结合有这种度量装置的功能。第一反射镜 408.1 也是通过第二隔振装置 417 按照隔振方式与基础结构 409 直接连接。该第二隔振装置 417 在其上部第一端部处直接接触基本上刚性安装在基础结构 409 上的支撑结构 418。该第二隔振装置 417 在其下部第二端部处直接接触第一反射镜 408.1。

[0163] 相应的第一和第二隔振装置 411 和 417 分别由在外壳 402.1 和第一反射镜 408.1 的圆周处均匀分布的多个第一和第二隔振单元 411.1 和 417.1 形成。通过基础结构 409 引入到光学投影单元 402 中的外部机械干扰频率通常为 30Hz 至 1Hz。因此,根据所期望的机械干扰频率,第一和第二隔振单元 411.1 和 417.1 可以为任意在低于所期望的机械干扰频率至少 10 倍的谐振频率下分别给外壳 402.1 和第一反射镜 408.1 提供支撑的合适类型。

[0164] 通常,第一和第二隔振单元 411.1 和 417.1 的谐振频率将在 0.01 至 10Hz 之间选择。优选的是,由第一和第二隔振单元 411.1 和 417.1 提供的支撑的谐振频率大约为 0.1Hz 或更低。这种隔振单元 411.1 和 417.1 可以由具有横向漂移控制的公知所谓的磁性重力补偿器提供,所述横向漂移控制也可以根据电磁原理(例如采用音圈电机)来操作,并且还可以在大约相同数量级即优选大约为 0.1Hz 或更低的谐振频率下进行漂移控制。

[0165] 但是,应当理解的是,在本发明的其它实施方式的情况下,针对隔振单元可以选择其它工作原理,例如具有弹簧装置的纯机械工作原理或者具有适当较低的谐振频率的气动装置。

[0166] 根据本发明可以实现的省去普通度量装置在当前所知的光学投影系统上提供了许多优点。

[0167] 一个优点在于,省去普通度量框架在基板附近释放出相当大的构建空间。这有利于投影光学元件的设计和尺寸设定。另一个优点在于,光学投影单元自身的外壳 402.1 在热稳定性方面已经非常稳定了,以便降低在容纳在其中的光学元件之间的热漂移作用。因此,外壳 402.1 尤其适用于第一度量装置的结合部分,并且度量框架的热稳定性通常所需的大量劳动也不必了。这显著降低了光学投影装置 1 的整体费用。

[0168] 该实施方式的另一个优点在于第一反射镜 408.1 的单独隔振支撑。第一反射镜 408.1 根据光学投影单元 402 的光学系统的光学设计通常具有大约为 200 至 800 的直径。在第一反射镜 408.1 构成为由合适材料例如 Zerodur 等形成的实心体的情况下,第一反射镜 408.1 具有相当大的质量,这通常高达 60kg 甚至更重。第一反射镜 408.1 的材料例如 Zerodur 等可以具有较低的热膨胀系数 (CTE),因此受热稳定。

[0169] 一个优点在于,外壳不必承受第一反射镜 408.1 的负载,因此可以具有更不复杂的优化设计。第二个优点在于,在引入到第一反射镜 408.1 中的干扰和引入到外壳 402.1 中

的干扰之间实现了动态分离。第三个优点在于,第一反射镜 408.1 具有较大质量,可以由耐热材料制成,不会主动促动(如将在下面详细所述一样),可以只是结合或保持在其内容中所使用的度量装置的被动部件。因此,第一反射镜 408.1 自身在热方面以及动态上是该系统的非常稳定的部件。采用单独隔振悬挂,第一反射镜 408.1 从由外壳 402.1 保持的那部分光学投影单元 402 动态脱开,因此相对于源自光学投影单元例如源自用于反射镜 306.2 和 307.2 的促动力器的外部干扰也是稳定的。因此,它优选适合用作根据本发明该实施方式给出的整个系统中的中央基准,如下所述。

[0170] 根据将第一反射镜 408.1 设置作为在整个系统中的中央基准的这个概念,在第一度量装置 410 之外,设有第二度量装置 412,用来捕获在第一反射镜 408.1 和掩模台 403.2 之间的空间关系,以便使用在掩模台 403.2 相对于光学投影系统的位置调整中的结果。

[0171] 第二度量装置 412 包括与掩模台 403.2 连接的第二发射器和接收器单元 412.1 以及与第一反射镜 408.1 的前侧表面 408.4 直接机械连接的第二基准元件 412.2。还有,第二度量装置 412 可以在 6 个自由度 (DOF) 中捕获在作为光学曝光装置 401 的成像装置第一部件的第一反射镜 408.1 和作为光学曝光装置 401 的成像装置第二部件的掩模台 403.2 之间的空间关系。

[0172] 第二基准元件 412.2 与第一反射镜 408.1 的前侧表面 408.3 连接,该前侧表面还形成第一反射镜 408.1 的第一反射表面 408.2。根据第二度量装置 412 的工作原理,第二反射元件在采用干涉测量原理时可以为反射元件(例如反射表面或者提供有多个反射表面的元件例如所谓的三面直角棱镜等),或者在采用编码器原理时可以为衍射元件(例如光栅)。

[0173] 在图 6 中所示的实施方式中,第一反射镜 408.1 的前侧表面 408.4 根据第二度量装置 412 的工作原理,至少在第二基准元件 412.2 的区域中可以作为反射表面,或者可以显示出为光栅,例如直接曝光到前侧表面 408.4 上的光栅。

[0174] 但是,应当理解的是,在本发明的其它实施方式中,第二基准元件也可以为与第一反射镜分开并且与之直接机械连接的元件。例如,它可以为在通过刚性连接、摩擦连接、粘接连接或其任意组合与第一反射镜直接连接的单独部分上的反射表面或光栅等。例如,可以用螺钉、夹子、粘接剂或其它方式将它固定连接在第一反射镜上。

[0175] 另外,应当理解的是,在本发明的其它实施方式中,可以用如从 EP1182509A2 中所知的并且如在图 6 中由虚线轮廓 412.3 所示的普通度量装置来代替第二度量装置 412。另外,可以通过如在图 6 中由虚线轮廓 412.4 所示的度量装置代替第二度量装置 412。采用这种第二度量装置,发射器和接收器单元再次与掩模台 403.2 连接,并且第二基准元件与外壳 402.1 直接机械连接。

[0176] 最后,根据将第一反射镜 408.1 设置作为在整个系统中的中央基准的概念,在第一和第二度量装置 410 和 412 之外,可以设置第三度量装置 413,用来捕获在第一反射镜 408.1 和其它反射镜 406.1 和 407.1 之间的空间关系以便使用在其它反射镜 406.1 和 407.1 相对于第一反射镜 408.1 的位置调节的结果。

[0177] 第三度量装置 413 包括与外壳 402.1 连接的第三发射器和接收器单元 413.1 以及分别与反射镜 408.1、406.1 和 407.1 的表面直接机械连接的第三基准元件 413.2、413.3、413.4。此外,第三度量装置 413 可以在六个自由度 (DOF) 中捕获在作为光学曝光装置 401

的成像装置第一部件的第一反射镜 408.1 和作为光学曝光装置 401 的成像装置第二部件的相应反射镜 406.1 和 407.1 之间的空间关系。

[0178] 第三基准元件 413.2、413.3、413.4 根据第三度量装置 413 的工作原理在采用干涉测量原理时为反射元件（例如提供有多个反射表面的反射表面或元件例如所谓的三面直角棱镜等），或者在采用编码器原理时可以为衍射元件（例如光栅）。在图 6 中所示的实施方式中，形成第三基准元件的反射镜 408.1、406.1 和 407.1 的相应表面根据第三度量装置 413 的工作原理至少在相应第三基准元件 413.2、413.3、413.4 的区域中可以用作反射表面或者可以表现为光栅例如 2D 光栅。

[0179] 但是，应当理解的是，在本发明的其它实施方式中，相应的第三基准元件也可以为与相应反射镜分开并且与之直接机械连接的元件。例如，它可以是在通过刚性连接、摩擦连接或其任意组合直接连接在第一反射镜上的单独部分上的反射表面或光栅等。例如，可以用螺钉、夹子、粘接剂或其它方式将它固定连接在第一反射镜上。

[0180] 另外，应当理解的是，相应度量装置的相应测量光束不必具有如图 6 所示的笔直光路。而是，根据光学系统的设计，可以设置适当的光束控制光学元件来按照规定的方式在曲折光路上引导相应的测量光束。

[0181] 另外，应当理解的是，在本发明的其它实施方式中，第三度量装置 413 可以由如在图 6 中由虚线轮廓 413.5 所示的单独度量装置代替来单独捕获在第一反射镜和相应其它反射镜之间的空间关系，或者由如在图 6 中由虚线轮廓 413.6 所示的单独度量装置代替来捕获在第一反射镜和外壳之间的空间关系。

[0182] 采用如上所述的第一实施方式，第一至第三基准元件 410.2、412.2、413.2、413.3、413.4 已经直接设在相应的光学元件即反射镜 406.1、407.1、408.1 上。但是，应当理解的是，在本发明的其它实施方式中，相应的基准元件也可以与相应光学元件的其它部件连接，从而允许正确评估相应光学元件的空间位置。例如，相应的基准元件也可以与光学元件安装件连接，该安装件保持着相应的光学元件并且与相应的光学元件一起移动。

[0183] 应当理解的是，采用图 6 的光学曝光装置 401，如在上面参照图 2 所述的一样可以执行根据本发明将图案图像转印到基板上的方法的优选实施方式。

[0184] 另外，应当理解的是，根据本发明的其它实施方式，光学元件单元的第二分组 405.2 还可以包括通过隔振装置 417 与第一光学元件这里为第一反射镜 408.1 保持在一起的其它光学元件单元。为此，该第二分组可以由通过第二隔振装置 417 直接支撑在基础结构 409 上的第二外壳结构等接收。

[0185] 第六实施方式

[0186] 在下面将参照图 7 可以执行根据本发明的方法的优选实施方式的根据本发明的光学成像装置 501 的第六优选实施方式进行说明。

[0187] 图 7 的实施方式在其主要设计和功能方面在很大程度上与图 3 的实施方式对应。具体地说，在图 7 中，相对于图 3 中的各个部分，已经给类似或相同部分赋予增加 500 的相同参考标号。图 7 的实施方式与图 3 的实施方式之间的唯一差别在于第一度量装置 510 的设计以及光学元件单元 508 的第一反射镜 508.1 的设计。所有其它部分都是相同的，从而可以参照针对在图 3 中给出的上述描述。

[0188] 图 7 为按照以 13nm 的波长在 EUV 范围内工作的光学曝光装置 501 的形式的光学成

像装置下部的示意性并且不是按比例绘制的示意图。这里,光学投影单元 502 的外壳 502.1 结合有度量框架的功能,并且如上所述一样通过隔振装置 511 按照隔振的方式直接连接在基础结构 509 上。

[0189] 第一度量装置 510 在六个自由度 (DOF) 中捕获在作为光学曝光装置 501 的成像装置第一部件的第一反射镜 508.1 和作为与所述成像装置第一部件不同的光学曝光装置 501 的成像装置第二部件的基板单元 504 之间的空间关系。

[0190] 第一度量装置 510 包括发射器和接收器单元 510.1 和与外壳 502.1 连接的接收器单元 510.8。发射器和接收器单元 510.1 包括形成第一度量装置 510 的度量部件的第一光束控制单元 510.9。第一光束控制单元 510.9 结合在第一反射镜 508.1 内。为此,第一光束控制单元 510.9 保持在由在第一反射镜 508.1 内的第一空腔形成的第一容器 508.5 内。为了不会受到第一反射镜 508.1 的任何运动的影响,第一光束控制单元 510.9 被保持使得不会接触第一反射镜 508.1。

[0191] 接收器单元 510.8 包括形成第一度量装置 510 的另一个度量部件的第二光束控制单元 510.10。第二光束控制单元 510.10 也结合在第一反射镜 508.1 内。为此,第二光束控制单元 510.10 保持在由在第一反射镜 508.1 内的第二空腔形成的第二容器 508.6 内。为了不会受到第一反射镜 508.1 的任何运动的影响,第二光束控制单元 510.10 被保持使得它不会接触第一反射镜 508.1。

[0192] 应当理解的是,用于结合光束控制单元的这些空腔可以通过任意合适的手段来实现。例如,可以将相应的空腔引入到实心反射镜本体中。但是,应当理解的是,在本发明的其它实施方式中,反射镜本身可以形成为其内部至少部分中空的结构,从而它能够容纳光束控制单元。另外,应当理解的是,在本发明的其它实施方式中,代替至少一个光束控制单元,形成第一度量装置的相应度量部件的发射器和 / 或接收器可以在适当的位置处保持并且因此结合在第一反射镜内,而不会接触反射镜。

[0193] 为了按照与已知校平系统类似的方式沿着轴线 502.2 提供用于基板台 504.2 的校平信息,发射器和接收器单元 510.1 发射出第一测量光束 510.11。第一测量光束 510.11 通过第一光束控制单元 510.9 引导穿过第一反射镜 508.1,并且倾斜地投射到基板 504.1 上。然后第二测量光束 510.11 从基板 504.1 的表面反射进入第二光束控制单元 510.10。第二光束控制单元 510.10 将第一测量光束 510.11 引导至在接收器单元 510.8 内的接收器。根据基板台 504.2 沿着轴线 502.2 的位置,第一测量光束 510.11 在一定位置处照射接收器。因此,第一测量光束 510.11 照射接收器的位置提供了有关基板台 504.2 沿着轴线 502.2 相对于外壳 502.1 的位置的信息。

[0194] 第一度量装置 510 还包括两个基准单元 510.12 和 510.13。基准单元 510.12 与基板台 504.2 直接机械连接,从而第一度量装置 510 可以在剩下的自由度中提供在基板台 504.2 和第一度量装置 510 之间的空间关系。基准单元 510.13 与第一反射镜直接机械连接,使得第一度量装置 510 可以在六个自由度中提供在第一反射镜 508.1 和第一度量装置 510 之间的空间关系。因此,第一度量装置 510 在 6 个自由度中可以提供在基板台 504.2 和第一反射镜 508.1 之间的空间关系,然后该空间关系能够用来在如上所述的曝光过程期间使基板台 504.2 以及因此基板 504.1 在空间中定位。

[0195] 第七实施方式

[0196] 在下面将参照图 8 和 9A 至 9C 对可以执行根据本发明的方法的优选实施方式的根据本发明的光学成像装置 601 的第七优选实施方式进行说明。

[0197] 图 8 的实施方式在其主要设计和功能方面在很大程度上与图 1 的实施方式对应。具体地说,在图 8 中,已经给类似或相同部分赋予增加 600 的相同参考标号。图 8 的实施方式与图 1 的实施方式之间的一个差别在于第一度量装置 610 的设计以及光学元件单元 608 的第一反射镜 608.1 的设计。相对于图 1 的实施方式的另一个差别在于,基板单元 604 为部分目标单元 620,该目标单元还包括图像传感器单元 621。所有其它部分都是相同的,从而可以参照针对图 1 中给出的上述描述。

[0198] 图 8 为按照以 13nm 的波长在 EUV 范围内工作的光学曝光装置 601 的形式的成像装置下部的示意性并且不是按比例绘制的示意图,该光学曝光装置 601 具有包括光学元件单元组 605 的光学投影单元 602。

[0199] 目标单元 620 设计成通过在图 8 中未示出的合适装置选择性地将基板单元 604 和图像传感器单元 621 设置到曝光位置中,其中它们接收由光学元件组 605 转印形成在掩模上的图案的图像。在图 8 中,显示出基板单元 604 处于曝光位置中。

[0200] 图像传感器单元 621 包括由图像传感器台 621.2 承载的图像传感器 621.1。图像传感器 621.1 设计用于捕获形成在掩模上的图案的图像并且给在图 8 中未示出的评估单元提供相应的信号,以便评估所捕获的图像的质量。

[0201] 在所示的实施方式中,图像传感器台 621.2 为可以单独控制的部件。但是,应当理解的是,在本发明的其它实施方式中,基板台和图像传感器台可以机械连接以形成一个整体部件。

[0202] 在光学曝光装置 601 的操作期间,光学元件单元组 605 相对于彼此以及相对于掩模和基板 604.1 的相对位置由于如上所述引入到该系统中的内在和外在干扰而会出现变化。

[0203] 与光学曝光装置 601 是作为薄片步进投影装置或作为步进扫描装置操作无关,光学元件单元组 605 的光学元件相对于彼此以及相对于掩模 603.1 和基板 604.1 的相对位置必须保持在预定极限范围内以便获得高质量成像结果。

[0204] 为了保持光学元件单元组 605 的光学元件相对于彼此以及相对于掩模 603.1 和基板 604.1 的相对位置的上述预定极限,其中可以通过由控制单元 619 控制的促动器单元 608.7 (在图 9A 中仅仅示意性地显示出) 将第一反射镜 608.1 主动设置在空间中。同样,可以通过相应的支撑结构 (在图 8 中未示出) 将掩模台和基板台 604.2 主动设置在空间中。

[0205] 这些部分的主动定位是根据多个度量装置尤其是用来捕获光学曝光装置 601 的某些部件之间的空间关系的第一度量装置 610 的测量结果来进行的。这些度量装置将所捕获的位置信息提供给控制单元 619,该控制单元控制着相应部件的促动。

[0206] 第一度量装置 610 在六个自由度 (DOF) 中捕获了在作为光学曝光装置 601 的成像装置第一部件的光学元件单元组 605 的第一反射镜 608.1 和与所述成像装置第一部件不同的作为光学曝光装置 601 的成像装置第二部件的基板单元 604 之间的空间关系。

[0207] 第一度量装置 610 包括编码器装置,其具有安装在基板台 604.2 上并且与控制单元 619 连接的第一发射器和接收器单元 610.1 和三个第二发射器和接收器单元 610.6、610.14 和 610.15。度量装置 610 的编码器装置还包括与第一反射镜 608.1 即成像装置第

一部件直接机械连接的第一基准元件 610. 2。

[0208] 其位置在图 9A 至 9C 中由虚线表示的第一基准元件 610. 2 与第一反射镜 608. 1 的与第一反射镜 608. 1 的第一反射表面 608. 2 相对的背面 608. 3 连接。第一基准元件为以二维光栅 610. 2 形式的编码器元件。在图 8 中所示的实施方式中, 基准元件 610. 2 由第一反射镜 608. 1 的背面 608. 3 形成。为此, 第一反射镜的背面 608. 3 至少在基准元件 610. 2 的区域中表现为二维光栅, 例如直接曝光到背面 608. 3 上的光栅。

[0209] 但是, 应当理解的是, 在本发明的其它实施方式中, 第一基准元件也可以为与第一反射镜分开并且与之直接机械连接的元件。例如, 它可以为在通过刚性连接、摩擦连接、粘接连接或其任意组合与第一反射镜直接连接的单独部分上的反射表面或光栅等。例如, 可以用螺钉、夹子、粘接剂或其它方式将它固定连接在第一反射镜上。

[0210] 另外, 可以为每个发射器和接收器单元或这些发射器和接收器单元的分组设置单独编码器单元。在各个编码器单元优选处于在图 8 中所示的基板台的中央位置中的情况下, 使每个发射器和接收器单元对中, 即与其相关编码器单元的中心对准。

[0211] 优选的是, 这种单独部分具有与第一反射镜的热膨胀系数相配的热膨胀系数。优选的是, 在那里形成有光栅的那部分的热膨胀系数尽可能低, 或者该部分由合适的装置来控制温度以便避免光栅出现任何扭曲或变形。

[0212] 编码器装置的第一发射器和接收器单元 610. 1 以及第二发射器和接收器单元 610. 6、610. 14 和 610. 15 中的每一个分别朝着光栅 610. 2 发射至少一条光束 610. 16 和 610. 17, 并且接收由光栅 610. 2 分别反射回的至少一部分光束 610. 16 和 610. 17。在光栅和相应的发射器和接收器单元之间沿着与相应光束垂直的方向存在相对运动时, 在发射器和接收器单元处接收到的光强度由于光栅的结构而按照公知的方式改变, 从而导致由发射器和接收器单元发出相应的脉冲信号。控制单元 619 按照公知的方式使用这些信号以便在相对运动上得出结论。

[0213] 编码器装置使用来自第一发射器和接收器单元 610. 1 和第二发射器和接收器单元 610. 6、610. 14 和 610. 15 的信号提供在至少三个自由度中的位置信息, 即在与光学投影单元 602 的光轴 602. 2 垂直的平面中的两个平移自由度 (通常被称为沿着 X 轴线和 Y 轴线的平移) 以及绕着光轴 602. 2 的旋转自由度 (通常被称为绕着 Z 轴的旋转)。

[0214] 应当理解的是, 可以使用由第一发射器和接收器单元 610. 1 以及第二发射器和接收器单元 610. 6、610. 14 和 610. 15、610. 6 中的每一个提供的一条或多条测量光束来在所有六个自由度中对在第一反射镜 608. 1 和基板台 604. 2 之间的相对位置进行测量。

[0215] 另外, 例如编码器装置的编码器原理可以与干涉测量和 / 或电容传感器组合以提供在剩余 3 个自由度中的位置信息。在图 8 中所示的实施方式中, 这可以通过沿着光轴 602. 2 (Z 轴) 的三个测量来实现。应当理解的是, 光栅 610. 2 已经为此提供了普通基准元件。例如, 可以使用电容式传感器或采用反射离开光栅 610. 2 的衍射图案的干涉测量传感器。

[0216] 但是, 应当理解的是, 在本发明的其它实施方式中, 在第一度量装置中可以使用处于在第一反射镜的背面 608. 3 之外的其它位置处的其它编码器元件。因此, 例如整个度量装置可以根据编码器原理来操作。

[0217] 使用编码器装置具有几个优点。它比已知的干涉测量系统更容易进行操作, 并且

可以使用更少的部件和更少的空间来提供更多的位置信息。另外,编码器元件例如光栅比已知干涉测量系统所需的高质量镜面相比更容易制造。

[0218] 使用编码器装置的另一个优点在于,例如可以通过将例如多个复位指标脉冲结合进光栅 610.2 中从而很容易在两个平移自由度(X轴线和Y轴线)中按照公知的方式来实现复位功能。因此,可以将基板台 604.2 反复地驱动到相对于光学投影单元 602 的已知起始位置,而无需复杂的初始化过程。应当理解的是,为了在复位标志脉冲的捕获范围中使基板台 604.2 定位,基板台 604.2 的定位单元的定位精度更加充分。

[0219] 如上所述,部分第一度量装置 610 与第一反射镜 608.1 的连接更准确地说结合以及第一度量装置 610 的剩余部分尤其是发射器和接收器单元 610.1、610.6、610.14、610.15 与基板台 604.2 直接连接更准确地说结合如上所述能够避免在光学投影单元 602 的基础结构和外壳之间插入大型笨重结构,例如度量框架等。

[0220] 发射器和接收器单元 610.1、610.6、610.14、610.15 设置在基板 604.1 的外周附近并且在其上均匀分布。它们的相互距离等于基板 604.1 的最大直径的至少一半,因此降低了在基板台 604.2 的极端位置处出现的最大 Abbe 臂。

[0221] 因此,从显示出基板台 604.2 的末端位置的图 9B 和 9C 中可以看出,这些发射器和接收器单元 610.1、610.6、610.14、610.15 中的至少两个即三个用来在光学投影单元 602 和基板单元 604 之间的相对运动范围中的任意时刻提供上述的位置信息。换句话说,这些发射器和接收器单元 610.1、610.6、610.14、610.15 中的每一个用来在光学投影单元 602 和基板单元 604 之间的一部分相对运动范围中提供位置信息,这些部分的相对运动范围重叠成使得这些发射器和接收器单元 610.1、610.6、610.14、610.15 中的三个用来提供在任意时刻处的位置信息。

[0222] 应当理解的是,在本发明的其它实施方式中,可以使用其它数量的发射器和接收器单元。甚至可以使用一个单独发射器和接收器单元。但是,优选使用至少两个更优选至少三个发射器和接收器单元,它们在至少一个共同自由度中以相同的分辨率进行测量,以避免编码器元件数量过多。

[0223] 应当理解的是,那四个发射器和接收器单元 610.1、610.6、610.14、610.15 通过用于编码器校准的控制单元 619 来提供可以使用的多余位置信息。

[0224] 第一度量装置 610 还包括这样的编码器装置,它具有安装在图像传感器单元 621.2 上并且也与控制单元 619 连接的第三发射器和接收器单元 610.18 和三个第四发射器和接收器单元 610.19。第三发射器和接收器单元 610.18 和第四发射器和接收器单元 610.19 按照与发射器和接收器单元 610.1、610.6、610.14、610.15 的布置类似的方式布置,它在这里只是参照上面给出的说明。

[0225] 在薄片 604.2 的曝光过程已经完成并且必须将新的薄片 604.2 安放到薄片台 604.1 上时,将图像传感器单元 621 设置到曝光位置中,因此从曝光位置中将基板单元 604 去除。当然也可以在将基板单元 604 第一次设置在曝光位置中之前即在薄片 604.2 曝光之前,将图像传感器单元 621 设置到曝光位置中。

[0226] 在图像传感器单元 621 设置在曝光位置中即呈现出在图 8 中所示的基板单元 604 的位置时,则发射器和接收器单元 610.18 和 610.19 按照与发射器和接收器单元 610.1、610.6、610.14、610.15 类似的方式与第一基准元件 610.2 协作,它在这里主要参照上面给

出的说明。

[0227] 编码器装置使用来自第三发射器和接收器单元 610.18 和第四发射器和接收器单元 610.19 的信号提供了在至少三个自由度中的位置信息,即在与光学投影单元 602 的光轴 602.2 垂直的平面中的两个平移自由度(通常被称为沿着 X 轴线和 Y 轴线的平移)以及绕着光轴 602.2 的旋转自由度(通常被称为绕着 Z 轴的旋转)。但是,应当理解的是,在本发明的其它实施方式中,可以采用任意其它合适的基于无接触式或接触式的工作原理(如上所述)。

[0228] 如上所述,由图像传感器单元 621 的图像传感器 621.1 提供的信号可以用来评估所捕获的图像的质量。图像传感器单元 621 包括承载着设计用来捕获形成在掩模上的图案的图像并且给评估单元(图 8 中未示出)提供相应的信号的图像传感器 621.1 的图像传感器台 621.2。应当理解的是,由图像传感器 621.1 提供的这种图像质量信息尤其可以由控制单元 619 用来校准和调节光学曝光装置 601 的部件。

[0229] 还应当理解的是,在图 8 的光学曝光装置 601 中,如在上面参照图 2 所述的一样可以执行根据本发明将图案图像转印到基板上的方法的优选实施方式。该基板由此形成在本发明意义上的第一目标器件。另外,采用该光学曝光装置 601,上面参照图 2 所述的方法也可以用于将图案图像转印到形成本发明的第二目标器件的图像传感器 621.1 上。

[0230] 还应当理解的是,在本发明的其它实施方式中,相应的发射器和接收器单元不必安装在基板单元上。例如,发射器和接收器单元可以实施成单独发射器单元和单独接收器单元。在这种情况下,可以将光束引导装置例如反射镜安装在基板单元上以便检测进出编码器元件的相应光束。

[0231] 还应当理解的是,在本发明的其它实施方式中,如上所述的编码器装置可以与部分或唯一由其它类型光学元件例如折射或衍射光学元件构成的光学投影单元组合使用。另外,如上所述的编码器装置可以与在其它波长范围内工作的光学投影单元组合使用。

[0232] 另外,成像装置第一部件不必为光学元件单元的组成部件。具体地说,在没有位于基板附近的大型光学元件的光学投影单元中,例如如普通折射系统的情况一样,编码器元件也可以形成或安装在光学投影单元的一部分外壳上,或者甚至形成或安装在支撑着光学投影单元的支撑结构上。具体地说,在采用浸没技术的情况下即在最靠近基板单元的一部分光学元件与一部分基板一起浸没在浸没介质例如高纯薄片中的情况下可以是这样。在这些情况中,最终需要单独传感器器件来捕获在编码器元件和其位置要相对于基板单元确定的光学元件之间的相对位置。

[0233] 另外,应当理解的是,第一反射镜 608.1、基板单元 604 和第一度量装置 610 可以代替在上述第一至第六实施方式中的任一个中的相应部分。

[0234] 还应当理解的是,具有作为第一目标单元的基板单元和作为第二目标单元的图像传感器的这种装置也可以与上述第一至第六实施方式中的任一个组合使用。

[0235] 最后,应当理解的是,包括如上面结合图 8 所述的编码器装置的度量装置也可以与掩模单元的定位结合使用。掩模单元的部件也可以不是如上所述的部件。第一反射镜 608.1、基板单元 604 和第一度量装置 610 可以代替在上述第一至第六实施方式中的任一个中的相应部分。

[0236] 虽然,在前面已经对其中光学元件只是反射元件的本发明实施方式进行了说明,

但是应当理解的是,在本发明的其它实施方式中,光学元件单元的光学元件可以使用反射、折射或衍射元件或者其任意组合。

[0237] 另外,应当理解的是,在本发明的其它实施方式中,可以选择用于上面列出的光学元件分组的任意其它支撑构思的组合。

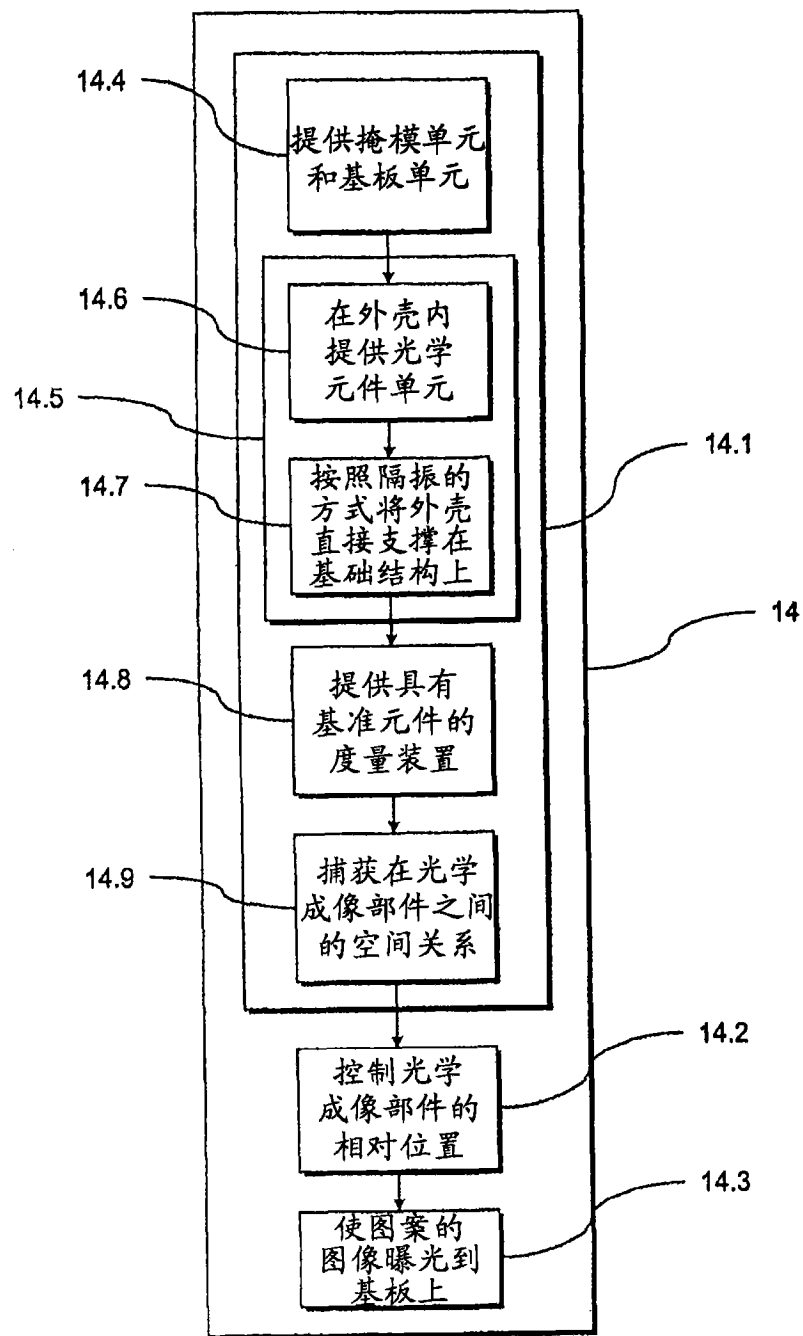


图 2

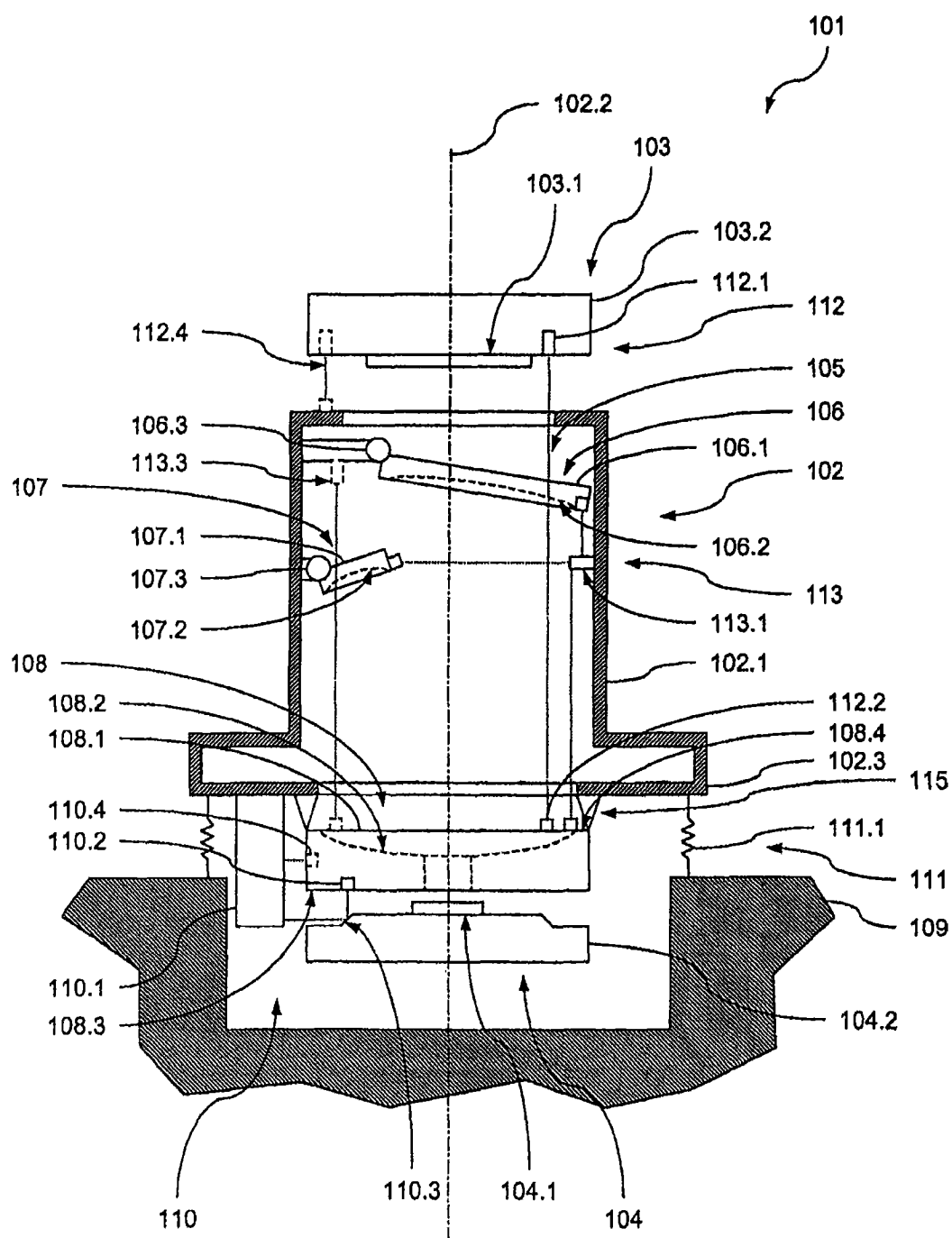


图 3

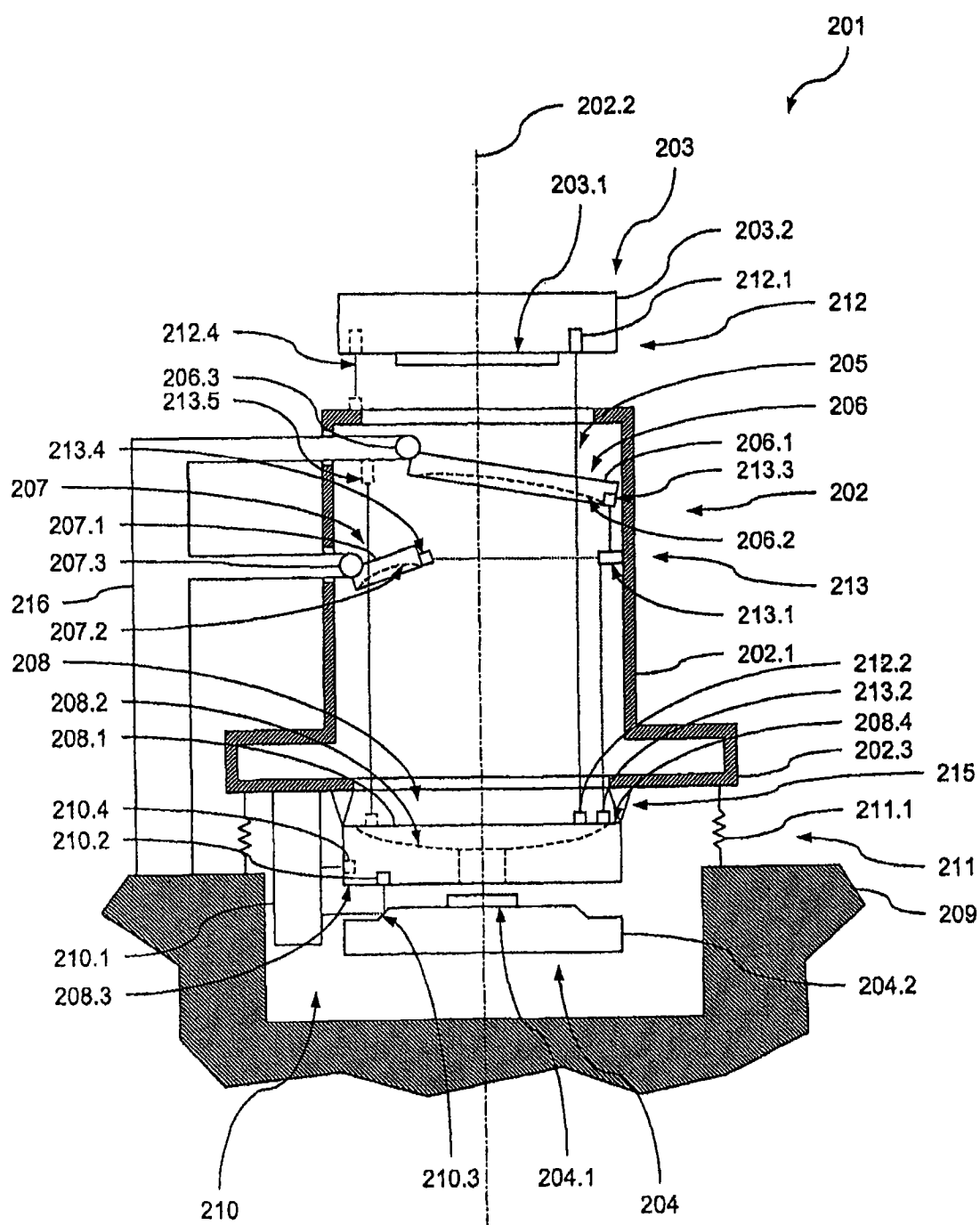


图 4

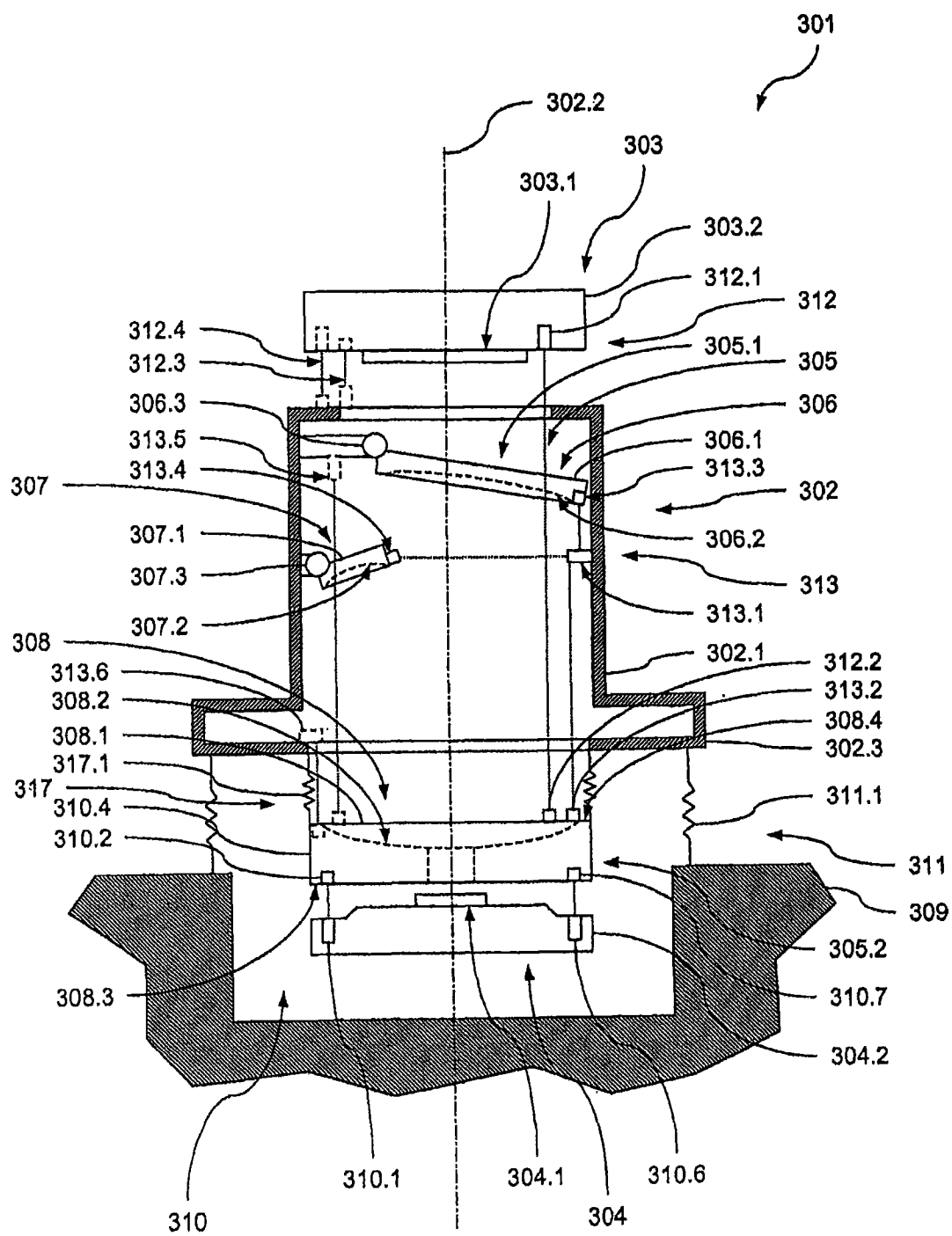


图 5

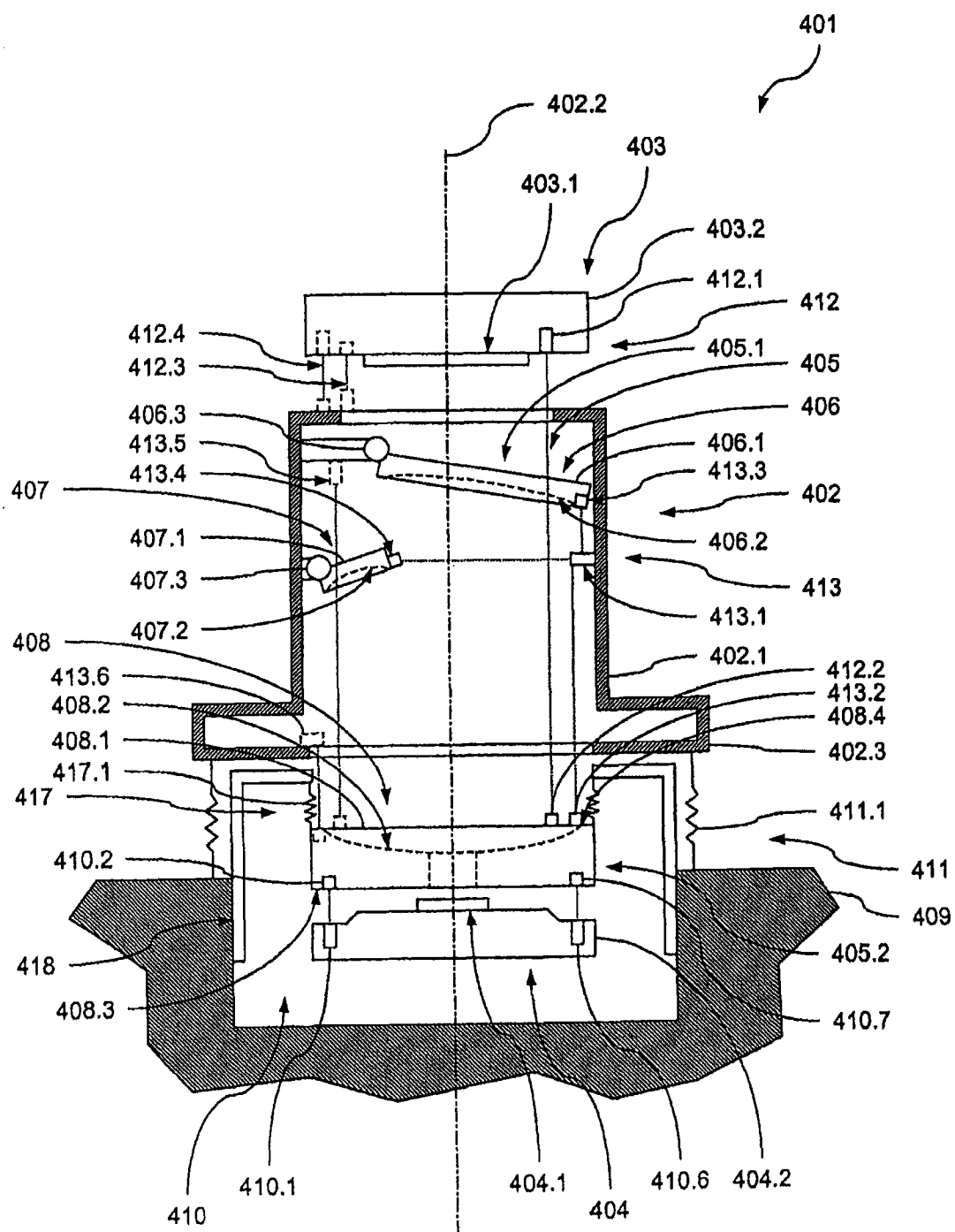


图 6

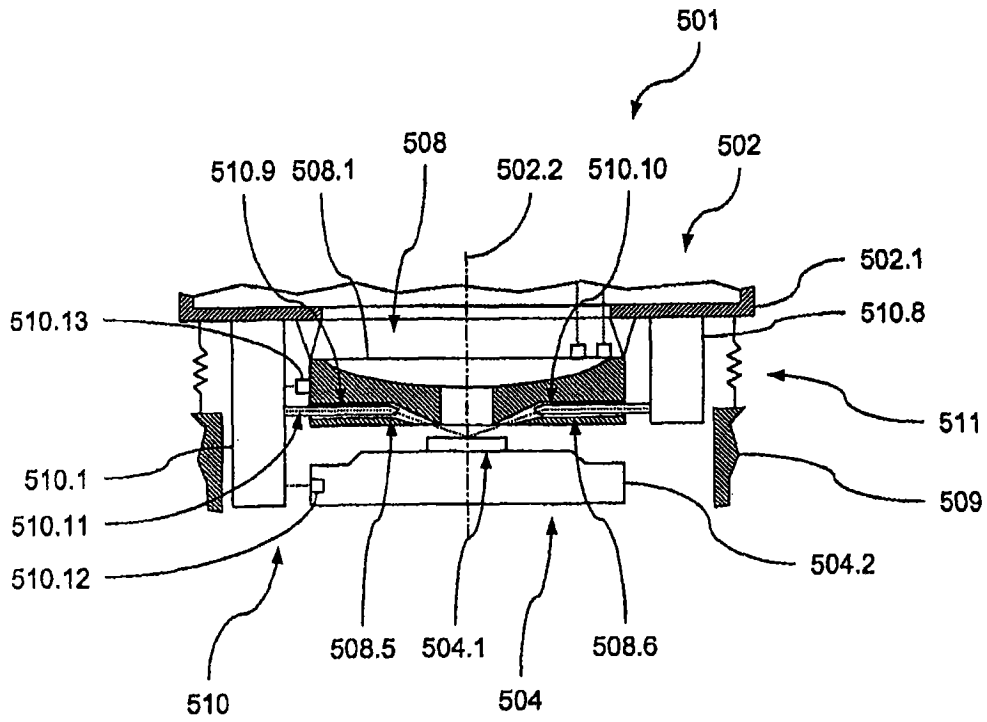


图 7

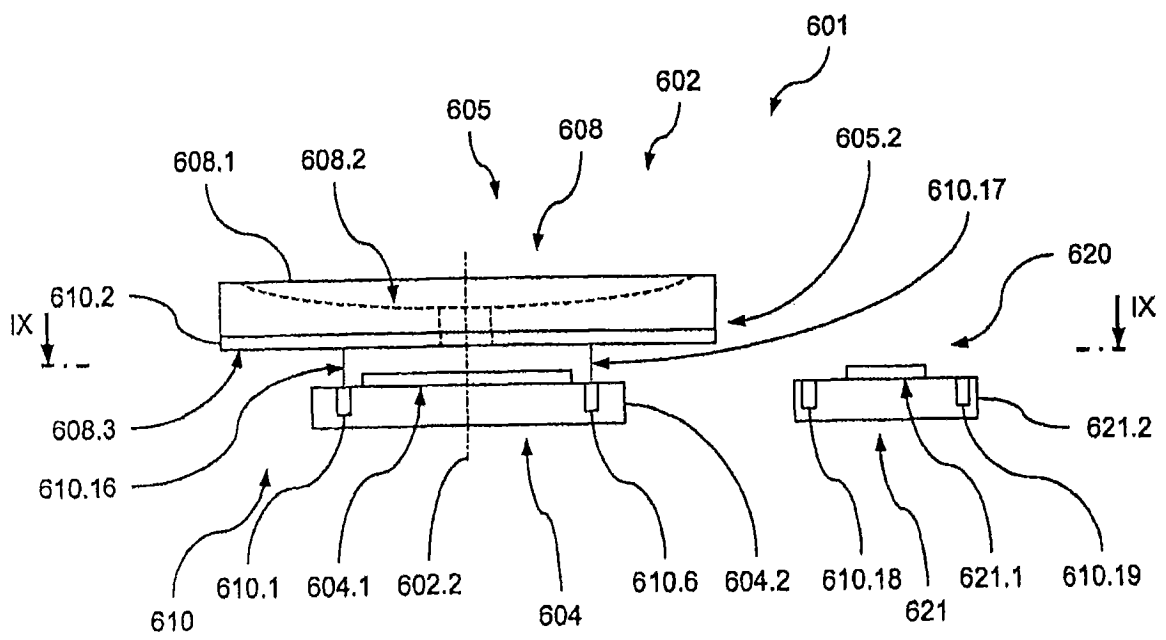


图 8

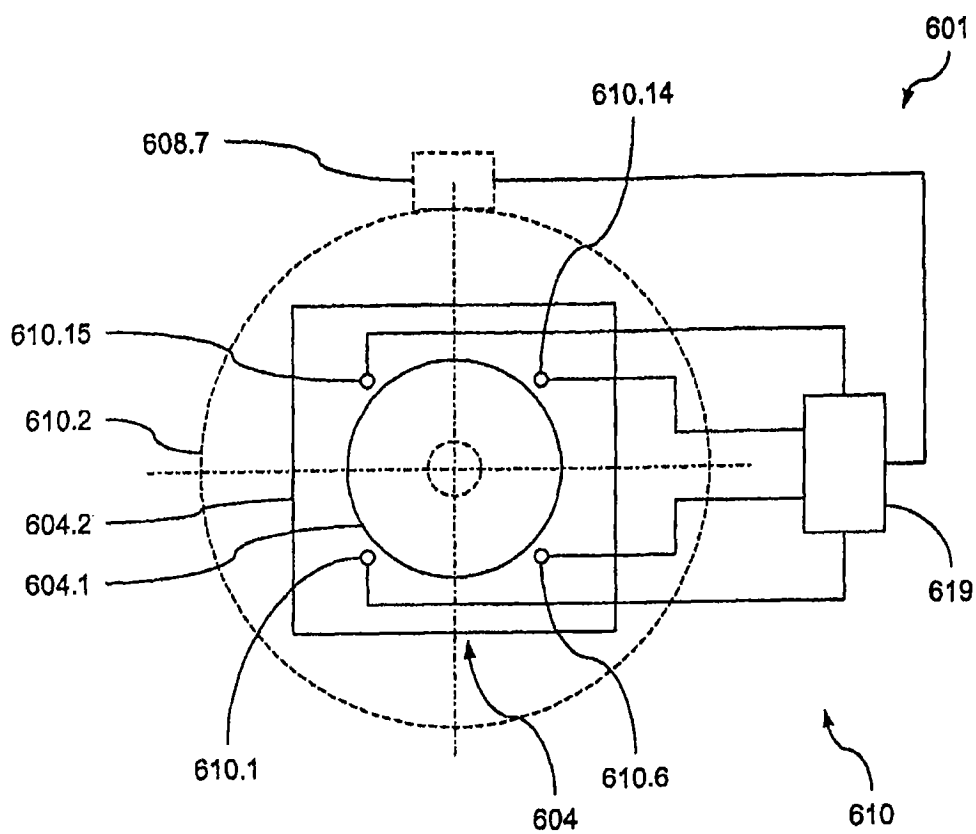


图 9A

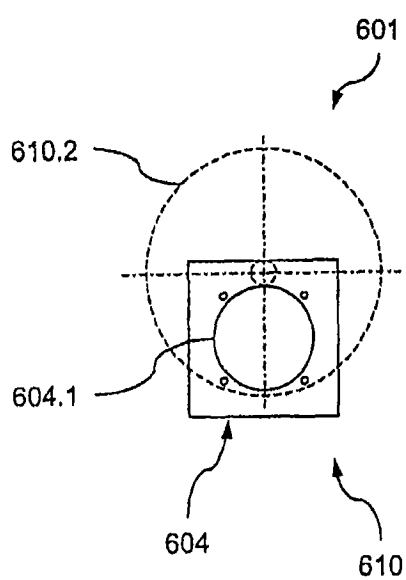


图 9B

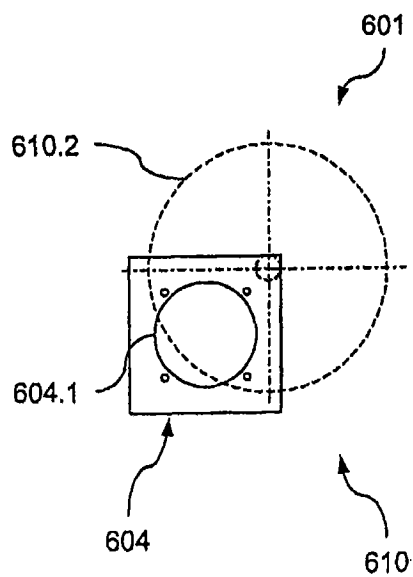


图 9C