



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108027502 B

(45) 授权公告日 2021.07.06

(21) 申请号 201680055946.5

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

(22) 申请日 2016.09.06

代理人 邱军 王蕊瑞

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108027502 A

(51) Int.CI.

G02B 26/06 (2006.01)

(43) 申请公布日 2018.05.11

G03F 7/20 (2006.01)

(30) 优先权数据

G02B 27/00 (2006.01)

102015218329.7 2015.09.24 DE

(56) 对比文件

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

TW 201504769 A, 2015.02.01

2018.03.26

DE 69728126 T2, 2005.01.20

(86) PCT国际申请的申请数据

JP H10142555 A, 1998.05.29

PCT/EP2016/070981 2016.09.06

DE 102013204572 A1, 2014.09.18

(87) PCT国际申请的公布数据

US 2001048512 A1, 2001.12.06

W02017/050565 DE 2017.03.30

DE 102008043243 A1, 2009.10.29

(73) 专利权人 卡尔蔡司SMT有限责任公司

TW 200839455 A, 2008.10.01

地址 德国上科亨

CN 103885176 A, 2014.06.25

(72) 发明人 H.沃尔特

DE 102008043321 A1, 2009.07.23

US 2011292516 A1, 2011.12.01

TW 409304 B, 2000.10.21

审查员 赵毓静

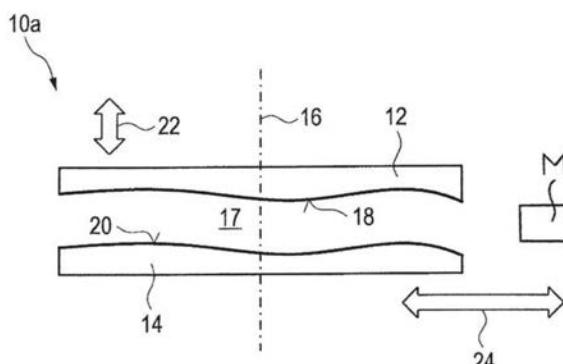
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

光学校正装置,投射物镜,以及微光刻设备

(57) 摘要

本发明涉及一种光学校正装置,其包括沿着光轴(16)接连布置的第一校正部件和第二校正部件(12,13,14)。该第一校正部件和第二校正部件(12,13,14)设置有非球面轮廓(18,20),该非球面轮廓在该光学校正装置(10a,10b,10c)的零位中至少近似地总计为零。该光学校正装置还包含操纵器,其以第一速度在第一方向(22)上位移该第一校正部件(12),且以第二速度在第二方向(24)上位移该第二校正部件(14),该第一速度大于该第二速度。



1. 一种光学校正装置，包括：沿着光轴(16)连续地布置的第一校正部件和第二校正部件(12,13,14)，所述第一校正部件和第二校正部件(12,13,14)设置有非球面轮廓(18,20)，所述非球面轮廓在所述光学校正装置(10a,10b,10c)的零位中总体上至少近似地总计为零；以及操纵器，其以第一速度在第一方向(22)上位移所述第一校正部件(12)，且以第二速度在第二方向(24)上位移所述第二校正部件(14)，其特征在于，所述第一速度大于所述第二速度，

所述第一速度比所述第二速度大至少一个数量级，

所述操纵器配置为根据沿着所述第一方向的振荡运动位移所述第一校正部件(12)，

所述振荡运动是周期性的振荡运动，其周期与半导体芯片的曝光持续时间相匹配，以及

所述振荡运动的周期小于100ms。

2. 如权利要求1所述的光学校正装置，其特征在于，所述振荡运动的周期小于80ms。

3. 如权利要求1所述的光学校正装置，其特征在于，所述振荡运动的周期小于40ms。

4. 如权利要求1至3中任一项所述的光学校正装置，其特征在于，所述第一校正部件(12)的第一速度在所述振荡运动的周期内是可变的。

5. 如权利要求1至3中任一项所述的光学校正装置，其特征在于，所述第一方向平行于所述光轴(16)。

6. 如权利要求1至3中任一项所述的光学校正装置，其特征在于，所述第二方向垂直于所述光轴(16)。

7. 如权利要求1至3中任一项所述的光学校正装置，其特征在于，所述操纵器配置为同时位移所述第一校正部件和第二校正部件(12,13,14)。

8. 如权利要求1至3中任一项所述的光学校正装置，其特征在于，所述操纵器至少部分地布置在所述第一校正部件和/或第二校正部件(12,13,14)的边缘区域(19,21)中，其中所述边缘区域(19,21)形成在所述非球面轮廓(18,20)的外部。

9. 如权利要求1至3中任一项所述的光学校正装置，其特征在于，所述操纵器具有磁性装置。

10. 如权利要求9所述的光学校正装置，其特征在于，所述磁性装置具有至少一个第一磁体(30a,30b)和至少一个第二磁体(32a,32b)，其中，所述至少一个第一磁体(30a,30b)布置在所述第一校正部件(12)处，且所述至少一个第二磁体(32a,32b)布置在所述第二校正部件(14)处。

11. 如权利要求10所述的光学校正装置，其特征在于，所述至少一个第一磁体(30a,30b)是永磁体和/或所述至少一个第二磁体(32a,32b)是电磁体。

12. 如权利要求1至3中任一项所述的光学校正装置，其特征在于，所述操纵器与引导构件(26,28)相互作用，所述引导构件平行和/或垂直于所述光轴(16)引导所述第一校正部件和/或第二校正部件(12,13,14)。

13. 如权利要求1至3中任一项所述的光学校正装置，其特征在于第三校正部件。

14. 如权利要求13所述的光学校正装置，其特征在于，所述光学校正装置(10a,10b,10c)在所述光轴(16)的方向上的中心校正部件配置为相对于所述光轴(16)静止。

15. 如权利要求1至3中任一项所述的光学校正装置，其特征在于，所述第一校正部件、

第二校正部件和/或第三校正部件(12,13,14)通过弹簧装置来保持。

16. 如权利要求1至3中任一项所述的光学校正装置,其特征在于,所述操纵器具有至少一个致动器(38a,38b)。

17. 一种微光刻应用的投射物镜,其特征在于,所述投射物镜(46)具有如权利要求1-16中任一项所述的至少一个光学校正装置(10a,10b,10c)。

18. 微光刻设备,其特征在于,所述微光刻设备具有权利要求17所述的投射物镜(46)。

19. 如权利要求18所述的微光刻设备,其特征在于,所述微光刻设备是投射曝光设备(40)。

光学校正装置,投射物镜,以及微光刻设备

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2015年9月24提交的德国专利申请10 2015 218 329.7的优先权,其全部内容通过直接引用结合在本申请的说明书中。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种光学校正装置,其包括:沿着光轴连续地布置的第一校正部件和第二校正部件,第一校正部件和第二校正部件设置有非球面轮廓,该非球面轮廓在光学校正装置的零位中总体上至少近似地总计为零;以及操纵器,其以第一速度在第一方向上位移第一校正部件,且以第二速度在第二方向上位移第二校正部件。

[0004] 本发明还涉及一种具有这样的光学校正装置的投射物镜和用于微光刻的微光刻设备,特别是具有这样的投射物镜的投射曝光设备。

背景技术

[0005] 开篇所述类型的光学校正装置由DE 10 2007 046 419 A1已知。

[0006] 开篇所述类型的光学校正装置由DE 10 2007 046 419 A1已知。

[0007] 这种光学校正装置用于微光刻以改变投射物镜的光学波前,特别是用于其校正。

[0008] 微光刻技术也被称为光刻技术或光刻法,是用于制造集成电路、半导体部件和其他电子产品的半导体和微系统技术的关键技术之一。微光刻的基本构想在于通过曝光工艺将预定义的结构转印到基板。预定义的结构附接到掩模母版(也被称为“光掩模”),且通常包含微结构和/或纳米结构。诸如硅晶片的基板涂覆有光敏材料。在曝光期间,曝光光在通过投射物镜之后作用在光敏材料上,使得被曝光光照射的光敏涂层的区域的化学特性被改变。在这样处理的涂层的区域中,随后使用溶剂移除光敏材料。最后,使用蚀刻构件从现在暴露的基板表面的区域移除基板材料,以便将掩模母版的预定义的结构转印到基板表面上。

[0009] 在当前的半导体技术中,增加半导体元件的性能或功率密度被认为是极其重要的。为此,结构尺寸的微型化增加了每单位面积可集成电路的数量。在这方面,对投射物镜的成像特性提出了更高的要求。特别地,将微光刻投射物镜的光学像差降低到非常低的水平是非常重要的。

[0010] 光学像差既可以是在制造投射物镜之后已经固有存在的制造引起的光学像差,也可以是仅在投射物镜的操作期间发生的光学像差。举例来说,由于高能量短波长曝光光,特别是紫外线(UV)、真空紫外线(VUV)和极紫外线(EUV)光的照射,以及伴随而来的过热,投射物镜的光学元件可能受到损害。

[0011] 例如,另外的光学像差可以追溯到缺陷表面,例如掩模母版的表面粗糙度和/或基板的表面粗糙度。在此过程中,存在物平面和像平面的位移、以及投射物镜的焦点位置的位移。

[0012] 现有技术已经公开了减小投射物镜的光学像差的校正装置。举例来说,开篇提出

的现有技术公开了一种投射物镜，其具有由多个光学校正元件构成的光学校正装置。校正元件具有非球面轮廓，该非球面轮廓在零位总体上总计至少近似为零。此外，至少一个校正元件在光轴的方向上相对于剩余的校正元件中的至少一个是可位移的，以便设定期望的校正效果。

[0013] EP 0 851 304 A2公开了另一种具有多个可位移板的校正装置，其中不同的板可在垂直于光轴的两个相反的水平方向上位移。

[0014] 然而，上述已知的校正装置具有实质性的缺点，即它们不能充分校正扫描过程期间出现的光学像差。在扫描期间，曝光光照射在掩模母版上，光束冲击在沿着垂直于投射物镜的光轴的水平方向位移的掩模母版上。在该过程中可能发生所谓的“叠加(overlay)”误差，所述叠加误差例如在扫描期间与焦点位置的变化一起作为远心误差的结果性误差出现。这种光学像差可以呈现复杂的场分布，其只能使用高阶Zernike系数在数学上描述。这种光学像差不能通过现有技术已知的校正装置来校正，或者只能被部分校正。

发明内容

[0015] 因此，本发明的目的是开发一种开篇阐述的类型的光学校正装置，以便能够更有效地校正在扫描过程期间出现的光学像差。

[0016] 关于开篇所述的光学校正装置，根据本发明，该目的通过第一速度大于第二速度来实现。

[0017] 第一校正部件和第二校正部件设置有非球面轮廓。这里，可以在第一校正部件或第二校正部件的面向两个校正部件之间的间隙的内侧上设置相应的非球面化。替代地或附加地，第一校正部件和/或第二校正部件的背离间隙的外侧可以设置有非球面轮廓。

[0018] 非球面轮廓在光学校正装置的零位总计至少近似为零。换言之，非球面轮廓的光学效应在校正装置的零位彼此补偿，使得在零位，曝光光至少近似未经修改地通过光学校正装置。第一校正部件和第二校正部件通过操纵器可位移，使得它们可以相对于彼此位移。操纵器配置为以第一速度位移第一校正部件，且以第二速度位移第二校正部件，第一速度大于第二速度。因此，可以获得期望的校正效果，以便校正光学像差，特别是与场相关的像差。

[0019] 与现有技术中已知的校正装置相比，由于第一速度和第二速度彼此不同，所以可以特别有效地校正扫描过程期间出现的光学像差。

[0020] 举例来说，可以以更高的精度和可靠性校正诸如叠加误差的光学像差，其与物平面中的掩模母版表面的缺陷表面或表面粗糙度，和/或像平面中的基板表面的缺陷表面或表面粗糙度相关。缺陷表面伴随着物平面或像平面的位移，并因此也伴随着投射物镜的焦点位置的位移。因此，在半导体晶片的扫描过程期间，投射物镜的焦点位置发生位移，其随时间快速变化。

[0021] 为了补偿焦点位置的这种不希望的位移，可以在扫描过程之前测量掩模母版和/或基板的表面。测量数据可以提供给操纵器，以控制校正部件。在扫描过程期间，操纵器位移第一校正部件和/或第二校正部件，以便引起两个校正部件之间的相对运动。由于可以选择使得第一校正部件和第二校正部件的位移速度彼此不同，所产生的相对运动可以有利地与掩模母版表面或基板表面的测量的表面轮廓相匹配。

[0022] 在优选的配置中,第一速度比第二速度大至少一个数量级。

[0023] 因此,第一校正部件和第二校正部件可以以彼此显著不同的速度位移。特别地,第一校正部件可以比第二校正部件显著更快的方式位移,例如可以至少10倍更快的方式位移。由此实现校正部件之间的快速相对运动,其与投射物镜的瞬时快速变化的焦点位移相匹配。因此,在扫描过程期间,例如在晶片或半导体裸芯的曝光期间,有利地引起对诸如叠加误差的光学像差的动态校正。同时,可以通过第二校正部件的位移有效地校正随时间变化相对较慢的光学像差。

[0024] 在另一优选的配置中,操纵器配置为根据沿着第一方向的振荡运动位移第一校正部件。

[0025] 通过使用该措施,可以特别有效地校正在曝光包括多个裸芯的晶片期间有规律地重复出现的光学像差。在缺陷掩模母版表面的情况下,必须在扫描过程期间针对每个单独的裸芯补偿焦点位置的位移。因此,在多个裸芯的情况下,必须相应频繁地重复与焦点位移匹配的校正部件之间的相对运动。有利地,这可以通过第一校正部件沿着第一方向的振荡运动以理想的方式获得,该第一方向优选平行于光轴指向。

[0026] 在另一优选的配置中,振荡运动是周期性的振荡运动,其周期与半导体芯片的曝光持续时间相匹配。

[0027] 通常以两个步骤完成单个裸芯的曝光:用于调整投射物镜的第一准备步骤(“步进”)和用于扫描/曝光裸芯的第二扫描步骤(“扫描”)。因此,裸芯的曝光持续时间来自于两个步骤(“步进和扫描”)的持续时间的相加。因此,第一校正部件沿着第一方向的运动产生投射物镜的焦点位移的周期性补偿。因此,在时间上有规律地重复出现的叠加误差可以以特别高的精度被校正。

[0028] 在另一优选的配置中,振荡运动的周期小于100ms,优选小于80ms,进一步优选小于40ms。

[0029] 因此,得出振荡运动频率,其至少为10Hz,优选至少12.5Hz,进一步优选至少25Hz。有利地,第一校正部件的振荡运动可以因此特别有效地匹配于典型地用于微光刻的投射物镜的扫描节奏。

[0030] 在另一优选的配置中,第一校正部件的第一速度在振荡运动的周期内是可变的。

[0031] 掩模母版和/或基板的缺陷表面可以具有不均匀的轮廓,例如不规则的波状轮廓。在这种情况下,特别重要的是,在每个单独的裸芯的曝光期间有效地补偿同样不规则的焦点位移。这可以通过第一校正部件的在振荡运动的周期内随时间变化的速度来获得。

[0032] 在另一优选的配置中,第一方向平行于光轴。

[0033] 通过使用该措施,可以通过位移第一校正部件来特别有效地校正焦点位置沿着光轴的位移。这里,对随着时间快速变化的叠加误差的有效校正是特别有利的。

[0034] 在另一优选的配置中,第二方向垂直于光轴。

[0035] 以这种方式,可以有效地校正附加的光学像差,其例如由投射物镜的光学元件(比如反射镜、透镜或棱镜)的变形引起,并且随时间相对缓慢地变化。

[0036] 在另一优选的配置中,操纵器配置为同时位移第一校正部件和第二校正部件。

[0037] 借助于该措施,可以引起第一校正部件和第二校正部件之间的相对运动,其中两个校正部件以不同的速度同时位移。有利地,通过根据本发明的校正装置可获得的校正效

果由此被扩展。

[0038] 在另一优选的配置中,操纵器至少部分地布置在第一校正部件和/或第二校正部件的边缘区域中,其中边缘区域形成在非球面轮廓的外部。

[0039] 因此,操纵器布置在距由校正部件的非球面轮廓设定的校正装置的光学有效面一距离处。有利地,在第一校正部件和/或第二校正部件的位移期间的曝光过程的损害被排除或至少降低到非常低的水平。

[0040] 在另一优选的配置中,操纵器具有磁性装置。

[0041] 借助于磁性装置,用于位移校正部件的操纵器以简单的方式实现,所述操纵器还便于简单的致动。磁性装置可以具有磁体,例如永磁体和/或电磁体。永磁体是有利的,因为它们可以在没有能量供应(例如电流馈送)的情况下使用。通过使用电磁体,可以以特别高的精度调整电磁力作用,这是因为力作用的强度通过控制馈送到电磁体的线圈中的电流而变化。电流可以以高精度和快速开关周期变化。因此,第一校正部件沿第一方向的偏转在快速时间尺度上是可变的,且同时精度提高,这在使用常规的机械位移驱动器的情况下是很困难的。

[0042] 优选地,磁性装置具有至少一个第一磁体和至少一个第二磁体,其中至少一个第一磁体布置在第一校正部件处,并且至少一个第二磁体布置在第二校正部件处。

[0043] 由此,在第一校正部件和第二校正部件两者上各自设置至少一个磁体。有利的是,两个校正部件的位移由此特别有效,因此可以特别可靠地设定期望的光学校正效果。此外,至少一个第一磁体和至少一个第二磁体可以布置成至少部分垂直重叠,使得第一磁体和第二磁体的磁场可以在空间上彼此重叠。有利地,至少一个第一磁体与至少一个第二磁体之间的力作用特别有效,因此根据本发明的光学校正装置的校正效果进一步得到改善。

[0044] 在另一优选的配置中,至少一个第一磁体是永磁体和/或至少一个第二磁体是电磁体。

[0045] 这种配置的优点在于,仅至少一个第二磁体必须被致动,以便引起校正部件之间的相对运动或位移。这通常通过向电磁体的线圈施加电压来实现;这具有额外的优点,即电磁体和永磁体之间的力效应可以以特别精确的方式进行调整。有利地,由于校正部件之间的精确可调整的相对位置,期望的校正效果特别精确。

[0046] 在另一优选的配置中,磁性装置具有环形分布。

[0047] 该措施促成以环形方式分布的磁体的区域中的磁力分布,其中力分布特别均匀。这提高了光学校正装置在其零位和校正部件相对彼此位移的状态下的高的力稳定性。

[0048] 在另一优选的配置中,操纵器与引导构件相互作用,该引导构件平行和/或垂直于光轴引导第一校正部件和/或第二校正部件。

[0049] 这简化了第一校正部件和/或第二校正部件分别在预定方向上的位移。引导构件可以具有滑动引导装置。

[0050] 在另一优选的配置,光学校正装置包括第三校正部件。

[0051] 该措施促成具有三个校正部件的光学校正装置。由此,校正部件之间的另外的相对位置是可以额外调整的,因此可以有利地扩展通过校正装置可获得的校正效果。这里,光轴方向上的中心校正部件可以配置为相对于光轴静止。替代地或附加地,至少一个电磁体可以附接至中心校正部件。

[0052] 在另一优选的配置中,第一、第二和/或第三校正部件通过弹簧装置来保持。

[0053] 弹簧装置具有至少一个复位弹簧,其弹簧力叠加在磁性装置的电磁吸力或排斥力上。因此,磁性装置可以增加的力稳定性保持在其零位或保持在多种校正部件相对彼此位移的状态下。另外,弹簧装置的回复力可以有利地至少部分地补偿第一校正部件和/或第二校正部件的重量。

[0054] 在另一优选的配置中,操纵器具有至少一个致动器。

[0055] 至少一个致动器用于在至少一个方向上位移第一校正部件和/或第二校正部件。举例来说,至少一个致动器可以包括超声波电机、线性电机。替代地或附加地,至少一个致动器可以基于电活性聚合物、柱塞线圈和/或压力波纹管。

[0056] 根据本发明的用于微光刻应用的投射物镜具有至少一个根据上述一种或多种配置的光学校正装置。举例来说,投射物镜可以用于(优选集成在)根据本发明的微光刻设备中,特别是投射曝光设备。

[0057] 从以下描述和附图中可以获得进一步的优点和特征。

[0058] 不言而喻,在不脱离本发明的范围的情况下,上述特征以及下面将要解释的特征不仅可以各自以指定的组合使用,而且可以以其他组合或单独使用。

附图说明

[0059] 本发明的示范性实施例在附图中示出并且在下文中参照附图进行描述。在附图中:

[0060] 图1以示意侧视图示出了光学校正装置;

[0061] 图2以示意侧视图示出了另一光学校正装置,该光学校正装置具有磁性装置;

[0062] 图3示出了图2的光学校正装置,第一校正部件在平行于和垂直于光轴的方向上相对于第二校正部件位移;

[0063] 图4以示意平面图示出了校正部件,该校正部件具有环形的磁性装置;

[0064] 图5以示意侧视图示出了具有致动器的另一光学校正装置,第一校正部件在平行于和垂直于光轴的方向上相对于第二校正部件位移;以及

[0065] 图6示出了使用投射曝光设备的微光刻设备的示意图,其具有带有光学校正装置的投射物镜。

具体实施方式

[0066] 图1以并非按比例的高度示意的侧视图示出了光学校正装置,其总体设有附图标记10a。光学校正装置10a具有第一校正部件12和第二校正部件 14,第一校正部件12和第二校正部件14沿着光轴16连续地布置。第一校正部件12在光轴16的方向上(即,在垂直方向上)与第二校正部件14距一距离布置,使得在两个校正部件12、14之间形成空隙或间隙17。第一校正部件12和第二校正部件14各自在其面向间隙17的内侧上设置有非球面轮廓18、20。

[0067] 非球面轮廓18、20实施为使得其在光学校正装置10a的零位相加至少近似为零。换言之,非球面轮廓18,20的光学效应该在校正装置10a的零位彼此补偿,使得在校正装置的零位,曝光光至少近似未经修改地通过光学校正装置。在图1中,非球面轮廓18,20分别绘示成

波状轮廓,这不限制本发明。

[0068] 第一校正部件12和第二校正部件14是借助于操纵器M可位移的,后者在此示意性地示出。优选地,第一校正部件12同样地可在平行于光轴16 的两个方向上位移,如通过双头箭头22所清楚示出的。进一步优选地,第二校正部件14同样地可在垂直于光轴16的两个方向上位移,如通过双头箭头24所清楚示出的。

[0069] 此外,第一校正部件12和第二校正部件14可以以彼此不同的速度位移,其中第一校正部件12比第二校正部件14更快地移动。两个校正部件12、14也可以同时位移。

[0070] 与现有技术中已知的校正装置相比,由于两个校正部件12、14的不同的位移速度,所以可以特别有效地校正扫描过程期间出现的光学像差。

[0071] 举例来说,可以以更高的精度和可靠性校正诸如叠加误差的光学像差,其与物平面中的掩模母版表面的缺陷表面或表面粗糙度,和/或像平面中的基板表面的缺陷表面或表面粗糙度相关。缺陷表面伴随着物平面或像平面的位移,并因此也伴随着投射物镜的焦点位置的位移。因此,在半导体晶片的扫描过程期间,投射物镜的焦点位置发生位移,其随时间快速变化。

[0072] 焦点位置的这种不希望的位移可以借助于在扫描过程之前测量掩模母版表面的表面和/或基板表面的表面来补偿。测量数据可以提供给操纵器M,以控制校正部件12、14。在扫描过程期间,操纵器M位移第一校正部件12 和/或第二校正部件14,以便引起两个校正部件12、14之间的相对运动。由于可以选择使得第一校正部件和第二校正部件的位移速度彼此不同,所产生的相对运动可以有利地与掩模母版表面或基板表面的测量的表面轮廓相匹配。

[0073] 借助于操纵器M,可以沿着光轴16在表面轮廓18、20之间设定示范性基本距离100 μ m,示范性精度为1 μ m。从基本距离集合出发,可以使第一校正部件12和/或第二校正部件14附加地平行于或垂直于光轴16。

[0074] 图2以示意侧视图示出了另一光学校正装置10b。光学校正装置10b具有图1所示的光学校正装置10a的全部特征。与图1所示的光学校正装置10a相比,非球面轮廓18、20不在第一校正部件12和第二校正部件14的相应的内侧上完全延伸。相反,非球面轮廓18、20被限制在光学校正装置10b 的从光轴16出发的中心区域,因此相应的校正部件12、14的边缘区域19、21没有非球面化地暴露。

[0075] 两个永磁体30a、30b附接到第一校正部件12的边缘区域19,两个永磁体30a、30b通过非球面轮廓18相互间隔开。两个电磁体32a、32b附接到第二校正部件14的边缘区域21,所述电磁体32a、32b通过非球面轮廓20 相互间隔开。如图2所示,永磁体30a、30b和电磁铁32a、32b附接在相应校正部件12、14的面向间隙17的内侧上。永磁体30a、30b和电磁体32a、32b因此形成具有两个磁体对的磁性装置:第一磁体对由永磁体30a和电磁体32a构成;第二磁体对由永磁体30b和电磁体32b构成。

[0076] 第一校正部件12在垂直方向上与第二校正部件14间隔开,其中两个校正部件在垂直于光轴的方向上(即,在水平方向上)相互对准。在这种状态下,永磁体30a、30b和电磁体32a、32b布置为使得每个磁体对的两个磁体在垂直方向上重叠地布置。

[0077] 因此,磁性装置形成用于位移第一校正部件12和第二校正部件14的操纵器。这里,使用相应的磁体对的永磁体30a、30b和电磁体32a、32b之间的排斥电磁力作用,如下面将更

详细解释的。

[0078] 在光学校正装置10b的零位,第一校正部件12和第二校正部件14优选地在垂直方向上紧密地靠在一起,使得非球面轮廓18、20之间的小空隙仍仅允许第二校正部件14在水平方向24上的位移。例如,该空隙(如沿着光轴16测得的)对应于非球面轮廓18、20的最大标高的高度。零位可以通过将由电压施加到电磁体32a,32b而在相应的磁体对的两个磁体之间产生的排斥电磁力来维持。这里,电磁力抵消至少第一校正部件12和永磁体30a、30b的重量。

[0079] 为了产生期望的校正效果,两个校正部件12、14必须相对于彼此位移或移动。为此,为了增加或减小与第二校正部件14的垂直距离,施加到电磁体32a、32b的电压初始时增大或减小以位移第一校正部件12。为了维持校正部件12、14之间的设定相对位置,在调整过程之后电压可以保持恒定。以这种方式,第一校正部件12也可以逐步地(例如通过施加逐步地增大或减小的电压)或以相对较小且快的“行程”垂直位移。此外,第二校正部件14 可以逐步地或以相对较大且慢的“行程”水平位移,其中每步/行程的位移优选地大于第一校正部件12。

[0080] 此外,施加的电压可以针对噪声和/或制造引起的误差分量进行校正。优选地,对两个磁体对施加相同的电压,使得水平方向上的力分量相互补偿,以避免第二校正部件14的无意的水平位移。

[0081] 电磁体32a、32b优选借助图2中未示出的控制单元来致动,所述控制单元例如具有控制回路。因此,可以有利地特别精确地调整电压并且因此调整电磁力。由此,校正部件12、14的位移可以特别精确和可靠的方式实现。

[0082] 从图2中可以清楚地看出,设置第一引导构件26,以在垂直方向上引导第一校正部件12。第一引导构件26优选实施为垂直导轨,用于第一校正部件12在彼此面对的两个滑动面27a、27b之间的垂直滑动引导。滑动面27a、b在垂直方向上延伸,滑动面27a、b之间的距离基本对应于第一校正部件12 的宽度。由此,可以有利地确保第一校正部件12仅能够在垂直方向上位移。同样如图2所示,第二校正部件14可沿着第二引导构件28在水平方向上位移。第二引导构件28优选配置为在水平方向上延伸的滑动导轨,更优选配置为机械式挺杆。

[0083] 图3示出了图2的光学校正装置10b,其中与图2所示的位置相比较,第一校正装置12在垂直方向上具有距第二校正装置14更大的距离;这由箭头22'阐明。

[0084] 此外,第二校正部件14相对于第一校正部件12在水平方向上沿着第二引导构件28位移;这由箭头24'阐明。这可以通过向两个电磁体32a、32b中的一个(例如在这种情况下的电磁体32a)施加比另一个电磁体(例如在这种情况下的电磁体32b)更高的电压来实现。

[0085] 以下,使用校正装置10b的示例更详细地解释叠加误差的校正,同样的有效原理也适用于图1和4的校正装置10a、10c。

[0086] 当借助投射物镜曝光半导体晶片的单个裸芯时,曝光光照射在掩模母版上。在扫描期间,光入射点在第一水平方向上位移,例如以便穿过掩模母版的整个宽度/长度或掩模母版表面上的预定义场。这种扫描过程的持续时间取决于宽度/长度而变化,通常能够是34毫秒(ms)。在曝光之前,存在借助于操纵器调整光学校正装置的准备阶段,准备阶段通常需要54ms。因此,这导致每个裸芯大约88ms的总曝光持续时间。

[0087] 在每个裸芯的扫描过程期间,投射物镜的焦点位置可能由于掩模母版的缺陷表面

和/或基板的缺陷表面而发生位移，并且位移可能随时间变化很大。为了抵消焦点位置的这种位移，第一校正部件12借助于操纵器M在垂直方向22、22'上对应地快速位移。这假定预先测量了掩模母版/基板的表面轮廓并将其提供给操纵器M的控制单元（在此为了清楚起见而未示出），使得操纵器根据测量的表面轮廓位移第一校正部件12。这里，扫描过程期间的位移可以以规律或不规律的方式实现，即，具有恒定或可变的速度/加速度。在扫描过程期间，第二校正部件14在水平方向24、24'上的附加位移也是可以设想的。

[0088] 为了扫描半导体晶片上的多个裸芯，必须根据裸芯的数量重复前述的扫描过程，且在每个另外的裸芯的扫描步骤（“扫描”）之前，在准备步骤（“步进”）期间重新调整投射物镜。通过这种方式，整个晶片可以通过“步进和扫描”的方法进行曝光。

[0089] 对多个裸芯的后续扫描过程导致第一校正部件12的振荡运动，所述振荡运动至少近似为周期性的。如果假设前述的88ms的芯片的总曝光持续时间，则产生大约11.4Hz的频率，这可以通过例如施加具有相同频率的AC电压或具有不变符号的周期性变化的电压来实现。因此，第一校正部件12相对于第二校正部件14的垂直位移有利地与典型的扫描节奏相匹配。

[0090] 为了放大力作用或使得校正部件12、14之间的相对位置快速变化，另外的永磁体和/或电磁体可以附接至光学校正装置10b。举例来说，可以在第一校正部件12的背向第二校正部件14的一侧上施加另外的永磁体和/或电磁体。替代地或附加地，校正部件12、14中的至少一个可以通过弹簧装置保持。

[0091] 例如，光学校正装置10b可以具有第三校正部件，其在光轴16的方向上布置在第二校正部件14的下游。在这种情况下，第二校正部件14（其为校正装置10b的中心校正部件）可以在垂直方向上和/或在水平方向上相对于引导构件26、28具有固定布置。

[0092] 图4以沿着光轴的观察方向示出了校正部件13的示意性平面图。校正部件13可以对应于图2-3所示的光学校正装置10b的第一校正部件12或第二校正部件14，并且它具有磁性装置33。

[0093] 如图4所示，校正部件13在水平方向上具有正方形配置。非球面轮廓18、20形成在由虚线圆圈35表示的光学有效区域34中，其中心36位于光轴上。磁性装置33布置在校正部件13在光学有效区域34之外的边缘区域19、21中。

[0094] 如图4所示，磁性装置33还围绕中心36以圆形方式配置。磁性装置33具有八个弧形段，每个段包括外部磁体33o和内部磁体33i。外部磁体33o形成外圆，内部磁体33i形成与外圆同心的内圆。在此，所述段被均匀地分布，使得它们相应的弧形形状包括相同的弧形角 α 。

[0095] 代替磁性装置，用于位移第一校正部件和/或第二校正部件的操纵器可以具有致动器。图5示出了用于垂直位移另一光学校正装置10c的第一校正部件12的这种致动器38a、b。致动器38a、b布置在第一部件12的边缘区域19中，并且从保持器39a、b延伸到第一校正部件12的边缘区域19的内侧。保持器39a、b附接到垂直导轨，并与后者形成第一引导构件26。

[0096] 致动器38a、b优选地紧固到保持器39a、b上的端部，致动器38a、b的垂直范围是可变的。由此，第一校正部件12可以在垂直方向上位移。致动器38a、b可以具有超声波电机、线性电机、压力波纹管、基于电活性聚合物的致动器、和/或作用在柱塞线圈上的致动器。

[0097] 图6示出了例如实施为投射曝光设备40的微光刻设备的示意图。投射曝光设备40具有用于产生曝光光的光源42,以及用于在掩模母版54和投射物镜46的方向上引导曝光光的照明光学单元44。该掩模母版54包含微结构或纳米结构,该微结构或纳米结构借助于投射物镜46成像到基板58的表面上。微结构或纳米结构限定物平面56。基板表面限定像平面60。另外,基板由晶片台62承载。

[0098] 投射物镜46具有光学校正装置,例如上述光学校正装置10a、b、c中的一个,以操纵曝光光的光学波前。此外,如图6所示,投射物镜46具有沿着光轴16的其他光学元件,特别是透镜元件48、50。

[0099] 光学校正装置10a、b、c的校正部件可以通过操纵器(为了清楚起见在此未示出)位移,操纵器由控制单元52致动。通过致动控制单元52,光学校正装置10a、b、c的各种校正部件可以在垂直和/或水平方向上相对于彼此位移。特别地,校正部件可以以不同的速度位移。

[0100] 借助于校正装置10a、b、c,在场和/或光瞳成像的情况下,特别是单独的Zernike多项式的高阶场分布(例如Z2三阶至五阶,Z5一阶和二阶,以及Z10一阶和三阶……)的情况下,可以以很高的精度校正位于单数位纳米范围内的光学像差。这样的校正导致叠加误差的显著降低。

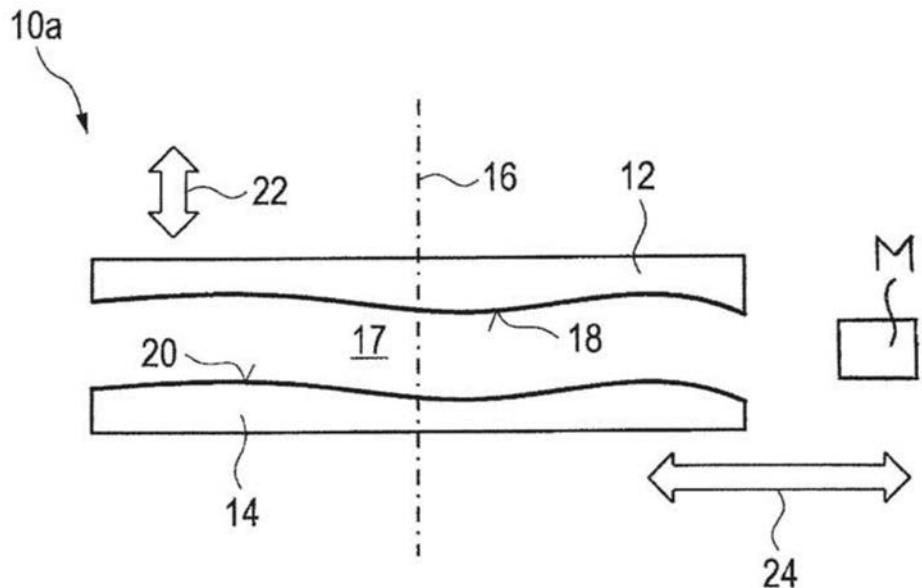


图1

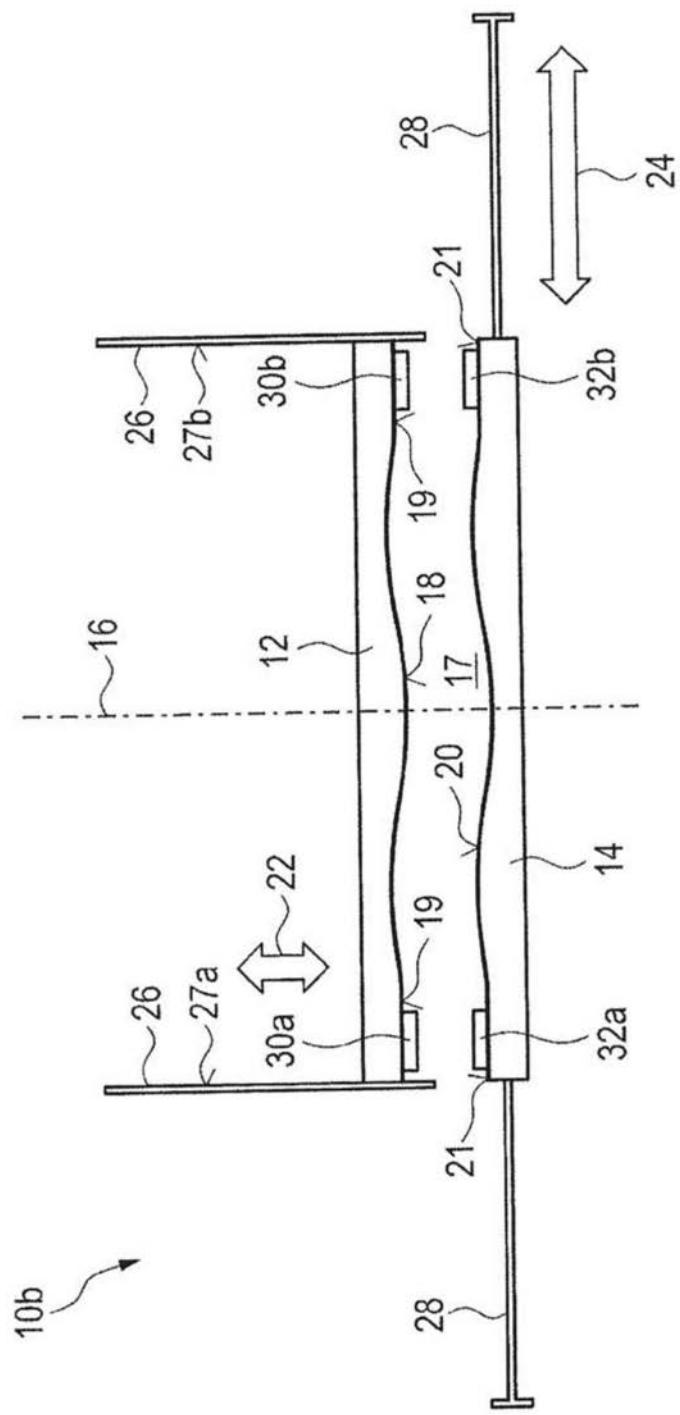


图2

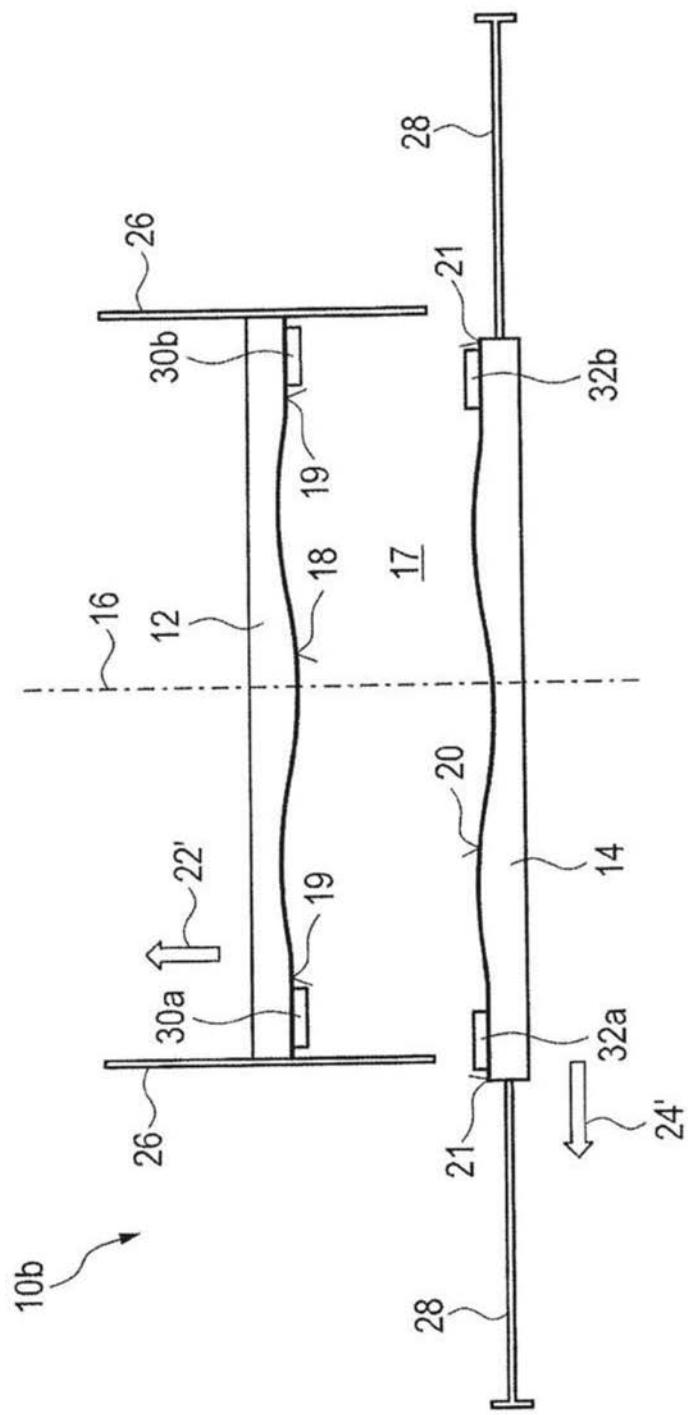


图3

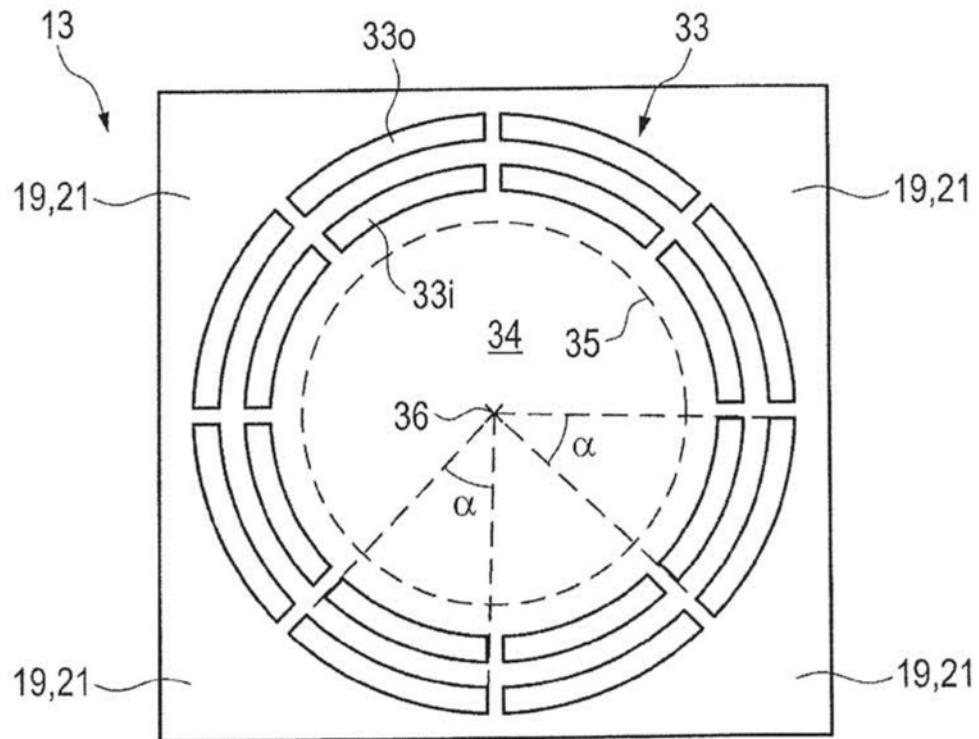


图4

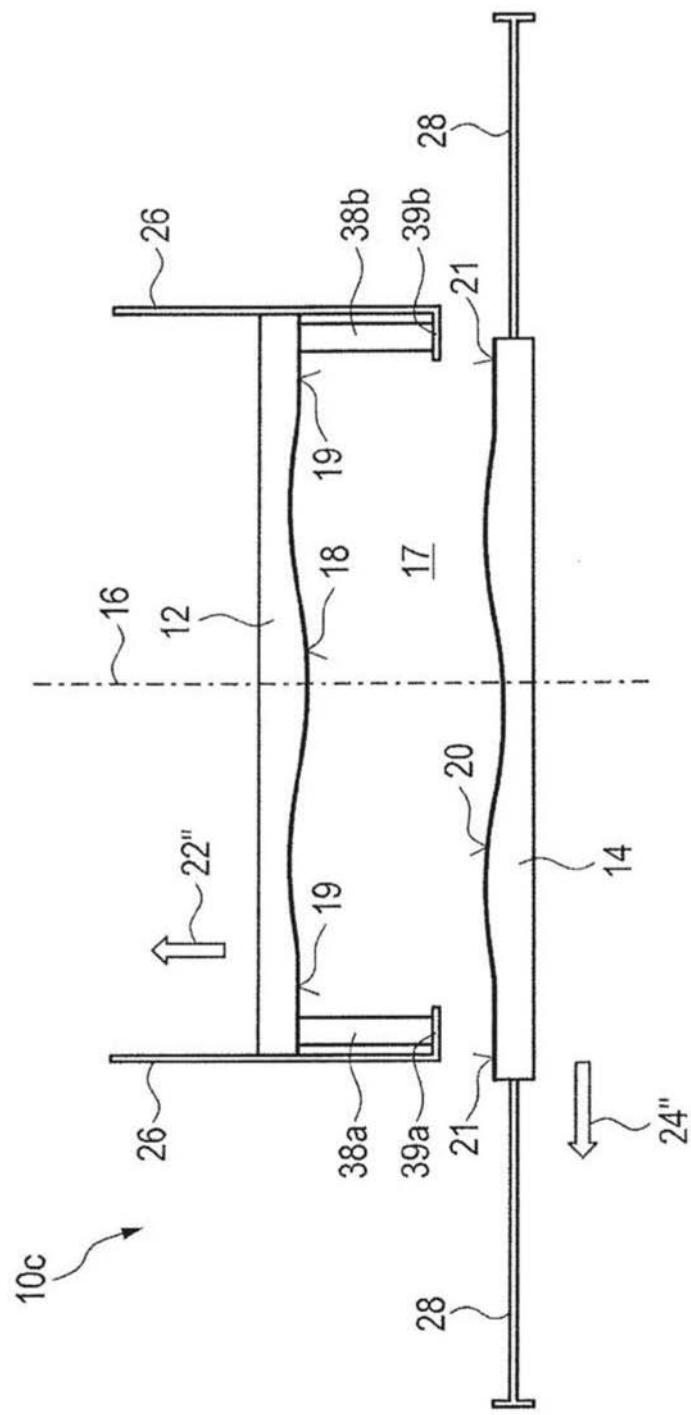


图5

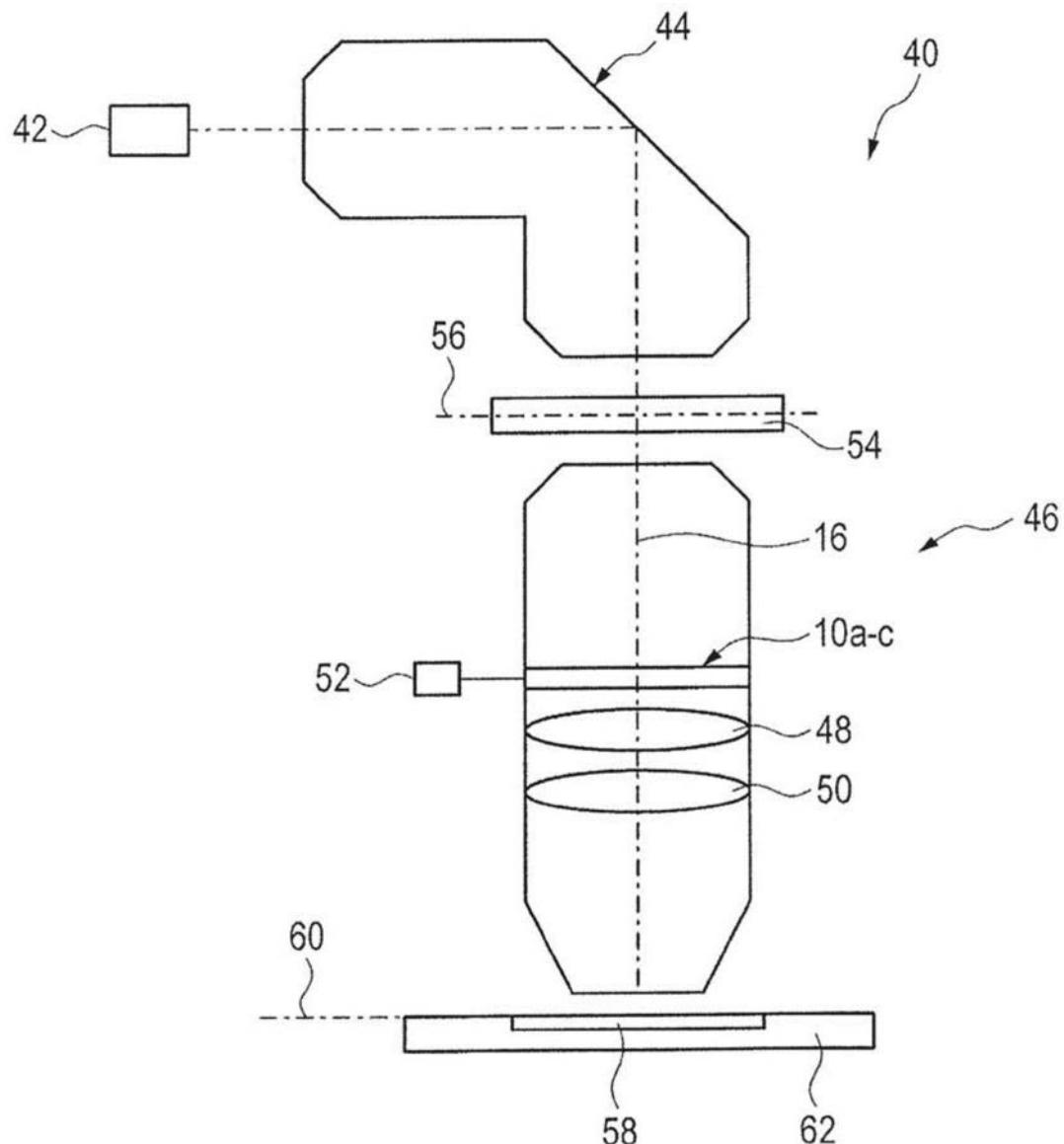


图6