



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101836151 B

(45) 授权公告日 2012. 12. 05

(21) 申请号 200880113386. X

(22) 申请日 2008. 10. 02

(30) 优先权数据

102007051669. 1 2007. 10. 26 DE

60/982, 850 2007. 10. 26 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 04. 26

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2008/008336 2008. 10. 02

(87) PCT申请的公布数据

W02009/052925 EN 2009. 04. 30

(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 汉斯-于尔根·曼

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 邱军

(51) Int. Cl.

G02B 17/06 (2006. 01)

G03F 7/20 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2007/0242244 A1, 2007. 10. 18,

US 2007/0242244 A1, 2007. 10. 18,

WO 2007/119466 A1, 2007. 10. 25,

审查员 赵强

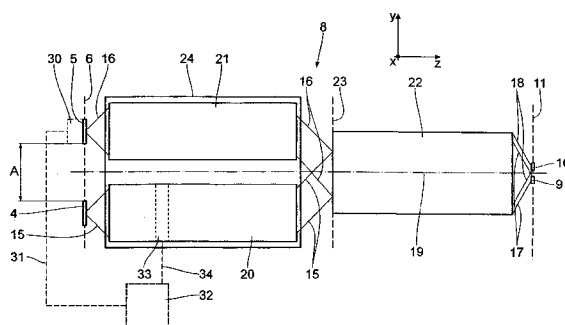
权利要求书 4 页 说明书 13 页 附图 10 页

(54) 发明名称

成像光学系统、包括该类型的成像光学系统的用于微光刻的投射曝光设备、以及利用该类型的投射曝光设备生产微结构部件的方法

(57) 摘要

成像光学系统 (8) 的一个实施例仅具有镜作为光束引导光学部件。该成像光学系统 (8) 将至少一个物平面 (6) 中的至少一个物场 (4、5) 成像到至少一个像平面 (11) 中的至少一个像场 (9、10)。在该成像光学系统 (8) 中, 存在空间上彼此分离的两个物场 (4、5) 以及与该两个物场 (4、5) 相关联的同样空间上彼此分离的两个像场 (9、10)。这导致成像光学系统的使用具有增加的灵活性。



1. 成像光学系统 (8), 其仅包括镜作为光束引导光学部件 (M1 至 M6 ; M1 至 M8 ; M1 至 M10) 并将至少一个物平面 (6 ; 6a, 6b) 中的至少一个物场 (4, 5) 成像到至少一个像平面 (11 ; 11, 11a) 中的至少一个像场 (9, 10),

其特征在于至少两个物场 (4, 5 ; 4a, 5a), 该至少两个物场 (4, 5 ; 4a, 5a) 空间上彼此分离并与类似空间上彼此分离的两个像场 (9, 10 ; 9a, 10a) 相关联 ; 有通过成像光路共同使用的成像光学系统 (8) 的光束引导光学部件 (M1 至 M6 ; M1 至 M8 ; M1 至 M10) 的至少一个光部件 (M3 至 M6 ; M5 至 M8 ; M7 至 M10), 成像路径至少部分地分离并呈现在彼此分离布置的物场 (4, 5 ; 4a, 5a) 和彼此分离布置的像场 (9, 10 ; 9a, 10a) 之间,

其中, 成像光学系统 (8) 对于在第二物场 (5 ; 5a) 和相关联的第二像场 (10 ; 10a) 之间的光路中以及在第一物场 (4 ; 4a) 和相关联的第一像场 (9) 之间的光路中的不同的成像光 (25) 的波长来配置。

2. 如权利要求 1 所述的成像光学系统, 其特征在于由至少三个部件组 (20、21、22 ; 20、21、41、43、44 ; 45、20、21、22 ; 35、36) 构成的结构, 所述部件组 (20、21、22 ; 20、21、41、43、44 ; 45、20、21、22 ; 35、36) 的每一个为以下两种类型中的一种 :

- 场类型 (20、21 ; 20、21、43、44 ; 35、36), 其中引导来自精确的一个物场 (4, 5 ; 4a, 5a) 的成像光线 (25) ;

- 孔径类型 (22 ; 41 ; 45), 其中引导来自所有物场 (4, 5 ; 4a, 5a) 的成像光线 (25)。

3. 如权利要求 2 所述的成像光学系统, 其特征在于, 部件组 (20、21、22 ; 20、21、41、43、44 ; 45、20、21、22 ; 35、36) 中的至少一个仅包括镜 (M1 至 M6 ; M1 至 M8 ; M1 至 M10)。

4. 如权利要求 2 或 3 所述的成像光学系统, 其特征在于, 至少一个场部件组 (20、21 ; 20、21、43、44 ; 35、36) 具有比至少一个孔径部件组 (22 ; 41) 低的数值孔径。

5. 如权利要求 2 或 3 所述的成像光学系统, 其特征在于精确的两个物场 (4, 5 ; 4a, 5a)、精确的两个像场 (9, 10) 和至少三个部件组 (20、21、22 ; 20、21、41、43、44 ; 45、20、21、22 ; 35、36),

- 两个场部件组 (20、21), 每一个布置在两个物场 (4, 5 ; 4a, 5a) 之一和成像光学系统 (8) 的光瞳平面 (23) 之间, 以及

- 孔径部件组 (22), 布置在光瞳平面 (23) 和两个像场 (9, 10) 之间。

6. 如权利要求 5 所述的成像光学系统, 其特征在于,

- 两个场部件组 (20、21), 每一个布置在两个物场 (4, 5) 之一和成像光学系统 (8) 的光瞳平面 (37) 之间,

- 两个另外的场部件组 (43、44), 布置在该光瞳平面 (37) 和成像光学系统 (8) 的另一光瞳平面 (39) 之间,

- 孔径部件组 (23), 布置在所述另一光瞳平面 (39) 和两个像场 (9, 10) 之间。

7. 如权利要求 1 所述的成像光学系统, 其特征在于, 两个物场 (4a, 5a) 布置在彼此相距一距离的物平面 (6a, 6b) 中。

8. 如权利要求 1 所述的成像光学系统, 其特征在于, 两维光学感测装置 (30) 布置在两个物场之一 (5) 中并感测与该物场 (5) 相关联的像场 (10) 和所述物场 (5) 之间的成像光线 (16)。

9. 如权利要求 8 所述的成像光学系统, 其特征在于 :

- 校正装置 (33), 校正物场 (4) 和像场 (9) 之间的成像光路中的成像光学系统 (8) 的部件组 (20) 的成像特性, 在该像场 (9) 中未布置所述光学感测装置 (30),

- 控制装置 (32), 其与光学感测装置 (30) 和校正装置 (33) 有信号连接 (31、34)。

10. 如权利要求 1 所述的成像光学系统, 其特征在于: 精确的两个物场 (4、5)、精确的两个像场 (9, 10 ; 9, 10a) 和至少三个部件组 (20, 21, 41, 43, 44), 布置在所述两个物场 (4, 5) 和光瞳平面 (42) 之间的一个孔径部件组 (41), 以及

- 至少两个场部件组 (43, 44) 的每一个布置在所述光瞳平面 (42) 和所述两个像场 (9, 10 ; 9, 10a) 之一之间。

11. 如权利要求 10 所述的成像光学系统, 其特征在于, 所述两个场部件组 (43、44) 以如下方式配置: 所述第二像场 (10a) 布置在距所述第一像场 (9) 的像平面 (11) 的一距离处。

12. 如权利要求 11 所述的成像光学系统, 其特征在于, 所述两个场部件组 (43、44) 以如下方式配置: 所述第二像场 (10a) 的像场平面 (11a) 与所述第一像场 (9) 的像场平面 (11) 平行且距一距离布置。

13. 如权利要求 1 所述的成像光学系统, 其特征在于: 精确的两个物场 (4、5)、精确的两个像场 (9, 10 ; 9, 10a), 和精确的五个部件组 (20、21、41、43、44),

- 两个场部件组 (20、21) 的每一个布置在所述成像光学系统 (8) 的两个物场 (4、5) 之一和光瞳平面 (23) 之间,

- 孔径部件组, 布置在所述成像光学系统 (8) 的该光瞳平面 (23) 和另一光瞳平面 (42) 之间, 以及

- 两个另外的场部件组 (43、44) 的每一个布置在所述另一光瞳平面 (42) 和所述两个像场 (9, 10 ; 9, 10a) 之一之间。

14. 如权利要求 1 所述的成像光学系统, 其特征在于: 精确的两个物场 (4、5)、精确的两个像场 (9、10) 和精确的四个部件组 (45、20、21、22),

- 孔径部件组 (45), 布置在所述成像光学系统 (8) 的两个物场 (4、5) 和第一光瞳平面 (46) 之间,

- 两个场部件组 (20、21) 的每一个布置在所述成像光学系统 (8) 的该光瞳平面 (46) 和另一光瞳平面 (23) 之间,

- 另一孔径部件组 (22), 布置在所述另一光瞳平面 (23) 和两个像场 (9、10) 之间。

15. 如权利要求 3 所述的成像光学系统, 其特征在于, 场镜组 (20、21 ; 20、21、35、36 ; 20、21、43、44) 的镜 (M1a/b, M2a/b, M3a/b, M4a/b, M5a/b, M6a/b) 的反射表面在每个情况中配置为表面的、成对的表面部分, 该表面关于公共轴 (19) 成旋转对称。

16. 如权利要求 3 所述的成像光学系统, 其特征在于, 至少一个孔径部件组 (22 ; 41 ; 22 ; 45) 配置为遮拦光瞳系统, 即具有内光瞳遮蔽的镜组。

17. 如权利要求 1 所述的成像光学系统, 其特征在于, 场 (4、5、9、10 ; 4a, 5a ; 9, 10a) 中的至少一个配置为环形场。

18. 用于微光刻的投射曝光设备 (1)

- 包括如权利要求 117 的任一所述的成像光学系统 (8),

- 包括用于照明和成像光 (3) 的光源 (2), 和

- 包括用于将照明光 (3) 引导到所述成像光学系统 (8) 的物场 (4、5) 中的至少一个的

照明光学系统 (7)。

19. 如权利要求 18 所述投射曝光设备,其特征在于,所述光源 (2) 配置为 EUV 光源。

20. 利用如权利要求 18 或权利要求 19 所述的投射曝光设备 (1) 生产微结构部件的方法,包括以下步骤:

- 提供掩模母版 (12) 和晶片 (13),
- 将所述掩模母版 (12) 上布置在所述第一物场 (4) 中的结构投射到所述第一像场 (9) 中晶片 (13) 的光敏感层上,
- 将所述曝光的光敏感层从所述第一像场 (9) 移动到所述第二像场 (10 ;10a),
- 将所述掩模母版 (12) 上布置在所述第二物场 (5) 中的结构投射到所述第二像场 (10 ;10a) 中所述晶片 (13) 的在前曝光的光敏感层上,
- 在所述晶片 (13) 上产生微结构。

21. 利用如权利要求 18 或权利要求 19 所述的投射曝光设备 (1) 生产微结构部件的方法,包括以下步骤:

- 提供掩模母版 (12) 和晶片 (13),
- 利用所述成像光学系统 (8) 用准备光 (15) 曝光所述第一像场 (9) 中的晶片 (13) 的光敏感层,
- 将所述准备的光敏感层从所述第一像场 (9) 移动到所述第二像场 (10 ;10a),
- 利用所述投射曝光设备 (1) 将所述掩模母版 (12) 上布置在所述第二物场 (5) 中的结构投射到所述第二像场 (10 ;10a) 中所述晶片 (13) 的准备的的光敏感层上,
- 在所述晶片 (13) 上产生微结构。

22. 利用如权利要求 18 或权利要求 19 所述的投射曝光设备 (1) 生产微结构部件的方法,包括以下步骤:

- 提供掩模母版 (12) 和晶片 (13),
- 将所述掩模母版 (12) 上布置在所述第一物场 (4) 中的结构投射到所述第一像场 (9) 中晶片 (13) 的光敏感层上,
- 将所述曝光的光敏感层从所述第一像场 (9) 移动到所述第二像场 (10 ;10a),
- 利用所述成像光学系统 (8) 用准备光 (16) 曝光所述第二像场 (10 ;10a) 中的晶片 (13) 的在前曝光的光敏感层,
- 在所述晶片 (13) 上产生微结构。

23. 利用具有如权利要求 8 所述的成像光学系统的如权利要求 18 或权利要求 19 所述的投射曝光设备 (1) 生产微结构部件的方法,包括以下步骤:

- 提供掩模母版 (12) 和晶片 (13),
- 使用所述光学感测装置 (30) 测量像场 (10) 的第一者中晶片 (13) 的拓扑或位置,该光学感测装置 (30) 布置在与该像场 (10) 相关联的另一物场 (5) 中,
- 借助从所述光学感测装置 (30) 传递的拓扑数据或位置数据计算控制装置 (32) 中的校正值,
- 基于计算的校正值通过控制所述校正装置 (33) 校正所述成像光学系统 (8) 的成像特性,
- 利用校正的成像光学系统 (8) 将所述掩模母版 (12) 上布置在所述成像光学系统 (8)

的第一物场(4)中的结构投射到所述相关联的像场(9)中晶片(13)的光敏感层上。

24. 利用具有如权利要求8所述的成像光学系统的如权利要求18或权利要求19所述的投射曝光设备(1)生产微结构部件的方法,包括以下步骤:

- 提供掩模母版(12)和晶片(13),
- 利用校正的成像光学系统(8)将所述掩模母版(12)上布置在所述成像光学系统(8)的第一物场(4)中的结构投射到所述相关联的像场(9)中晶片(13)的光敏感层上,
- 将所述晶片(13)的曝光的光敏感层移动到所述第二像场(10),
- 借助于布置在所述成像光学系统(8)的、与所述第二像场(10)相关联的所述物场(5)中的所述光学感测装置(30),测量所述成像光学系统(8)的第二像场(10)中、被所述投射步骤影响的晶片(13)的拓扑。

成像光学系统、包括该类型的成像光学系统的用于微光刻的投射曝光设备、以及利用该类型的投射曝光设备生产微结构部件的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及如权利要求 1 和 2 的前序部分所述的成像光学系统。本发明还涉及如权利要求 19 所述的投射曝光设备以及如权利要求 21、22、23、24 和 25 所述的用于生产微结构部件的方法。

背景技术

[0002] 从 US 7,046,335B2、US 2007/0153247A1、US 6,600,608B 1 和 US 6,631,036B2 可知具体用在微光刻投射曝光设备中的成像光学系统。

发明内容

[0003] 本发明的一个目的是开发开始提到类型的成像光学系统,以增加其使用的灵活性。

[0004] 通过具有权利要求 1 的特征的成像光学系统和具有权利要求 2 的特征的成像光学系统实现根据本发明的这个目的。

[0005] 在如权利要求 1 所述的本发明的解决方案中,仅使用镜导致光学系统提供宽带使用的可能性以及导致该光学系统中两个物场和两个像场能够同时使用且具有紧凑的结构。因此,并不是使用两个成像光学系统(如例如在 US 2007/0153247A1 的情况中),而是使用精确的一个成像光学系统,该成像光学系统具有由两个物场和两个像场之间的两条成像光路共同使用的至少一个光学部件,该单个成像光学系统包括两个物场和两个像场。总体结果是紧凑的成像结构。

[0006] 在如权利要求 2 所述的本发明的方案中,由于成直线结构而可以分散不使用折叠光路。与两个物场相关联的光路优选关于光轴对称地反射延伸。成直线布置简化成像光学系统作为整体的制造且同样对实现紧凑系统作出贡献。

[0007] 至少两个物场之间的距离优选为至少 50mm、更优选为至少 100mm、甚至更优选为至少 150mm 和再更优选为至少 164mm。至少两个像场之间的距离产生自至少两个物场之间的距离和成像光学系统的成像因子。至少两个物场之间至少 100mm 的距离和 10 的缩小成像比例例如产生至少两个像场之间的 10mm 的距离。

[0008] 利用成像光学系统的所用的离轴的特定镜结构,通过使用两个物场的方式,该结构能够利用根据本发明的方案而扩展,该结构最初使用的物场在尺寸上加倍,而像场尺寸也因此加倍。

[0009] 在如权利要求 3 所述的结构中,在每个情况中,总是有至少两个场部件组和至少一个孔径部件组。场部件组可以与成像光学系统的至少两个物场、至少两个像场乃至中间像场相关联。两个场部件组可以配置为结构上彼此分离。这使得可以为这些两个场部件组提供光学系统的不同品质并且还提供不同的附加部件,例如用于移动单个成像部件的驱动器(actuator)或者用于测量例如成像光学系统的光学参数的感测器。

[0010] 如权利要求 4 所述的镜组可以配置为宽带形式并尤其允许引导具有如下波长的光,对于该波长不存在具有足够质量的透射材料。

[0011] 如权利要求 5 所述的相对孔径大小使得成像光学系统的紧凑结构,场部件组的光束引导部件的光学有效表面之间的空间分离仍然是可能的。

[0012] 如权利要求 6 所述的配置允许实现与两个物场相关联的部件的结构分离。这拓宽了这两个物场的使用的可能性。具体地通过完全不同的单元(例如一方面是掩模母版另一方面是光学感测装置)来使用这些。具有与两个像场相关联的两个场部件、以及具有在物场和两个场部件组之间的孔径部件的相反的布置,也是可行的。

[0013] 具有四个场部件组的如权利要求 7 所述的布置允许以多样且相互独立的方式影响场部件组的成像特性。

[0014] 如权利要求 8 所述的成像光学系统的配置尤其使得可以利用用于其它场部件组的不同波长以作用于场部件组。这可以使用多种方式,尤其用于准备和测量的目的。同一个成像光学系统例如能够用于 EUV 曝光且同时用于在 UV 范围内或可见波长范围内的准备或测量。与两个波长共同使用的光束引导光学部件可以具有涂层,该涂层优化光通过成像光学系统的通过并被调整以使用两个波长。

[0015] 如权利要求 9 所述的彼此相距一距离的物平面再次导致增加成像光学系统的使用的灵活性。例如,当使用不同波长时,可以以该方式补偿颜色效应。这可以用于补偿由成像光学系统的光束引导光学部件的涂层引入的颜色变化。不同的成像标准可以用在两个局部系统中,该两个局部系统与成像光学系统的相互有距离的物平面相关联。这接着能够例如在 2x 的缩小比例借助第一成像光路成像粗糙结构,该第一成像光路与物场中的一个相关联,以及例如在 16x 的缩小比例借助另一成像光路成像精细结构,该另一成像光路与物场中的另一个相关联。可替代的,可以图像扫描各个层,该各个层相距相同物体的两个物平面的距离,且该物在两个物场之间平行于两个物平面移动。

[0016] 如权利要求 10 所述的光学感测装置允许测量在从相关联的像场开始的光路上的成像特性。以这样的方式,孔径组的图像特性例如能够在布置在其他物场中的物的投射期间在线控制。光学感测装置的测量结果能够用作调整成像光学系统的成像特性的控制值。CCD 相机尤其可以用作光学感测装置。这可以通过测量光来起作用,测量光的波长不同于用于实际成像的照明光的波长。

[0017] 如权利要求 11 所述的配置提供以封闭的控制电路再调整成像光学系统的成像特性的可能性。

[0018] 如权利要求 12 所述的布置使得可以独立影响关于两个像场的像场方上的图像特性。这也能够以多种方式来使用。

[0019] 根据权利要求 13 没有布置在的平面中的像场,增加成像光学系统的使用灵活性。

[0020] 根据权利要求 14 彼此平行且相距一距离的像场,允许将布置在两个物场中的物成像到布置在像场区域中的基底的不同层位置。这尤其能够用于微结构部件的生产中的三维构造。

[0021] 如权利要求 15 所述的布置例如能够用于具有 1 : 1 的成像比例的成像光学系统中。在成像光学系统的成像特性中,单独的变更(即,与场部件组的各自的场相关联的变更)则对于物场方和像场方两者均是可行的。

[0022] 如权利要求 16 所述的布置导致对于每个场的孔径部件组之间的光路的单个分离。这能够用于分析两个分离的光路之一,即将其用作参考光路或者彼此独立地操纵两个光路中的一个。该布置也能够以产生 1 : 1 成像的方式布置。

[0023] 如权利要求 17 所述的场部件组的配置减少构成该场部件组的光束引导光学部件的生产成本。例如,每一对镜可以一起生产。

[0024] 如权利要求 18 所述的孔径部件使得可以实现具有高数值孔径的成像光学系统。

[0025] 如权利要求 19 所述的至少一个环形场允许对于给定成像需要,场的形状良好适于成像光学系统的结构。如果使用配置为环形场的两个物场和 / 或配置为环形场的两个像场,其可以为相同环形的部分环形,并且这使得成像光学系统对称。在环形场的情况中,对于成像光学系统的所有场(即,两个物场和两个环形场两者)优选配置为环形场。

[0026] 如权利要求 20 和 21 所述的投射曝光设备的优势相应于关于根据本发明的成像光学系统在前讨论的那些优势。投射曝光设备的光源可以是宽带光源的形式并且可以例如具有大于 1nm、大于 10nm 或大于 100nm 的带宽。此外,投射曝光设备可以以如下方式构造,其可以利用不同波长的光源工作,该不同波长具有与不同的物场相关联。用于其它波长的具体用于微光刻的波长的光源可以与根据本发明的成像光学系统结合使用,例如具有 365nm、248nm、193nm、157nm、126nm 和 109nm 的波长的光源,以及尤其具有小于 100nm 的波长的光源。

[0027] 本发明的另一目的是指出生产微结构部件的方法,在该方法中,因为根据本发明的投射曝光设备尤其有利而获得使用的灵活性。

[0028] 根据本发明,通过利用如权利要求 22 至 26 所指出的方法步骤实现该目的。

[0029] 如权利要求 22 所述的生产方法允许创造出临界尺寸的结构,该临界尺寸小于在晶片的光敏感层的单曝光步骤中所获得的尺寸。

[0030] 如权利要求 23 和 24 所述的方法具有相应地优势。

[0031] 如权利要求 25 所述的方法允许在投射步骤之前进行在线校正,在微结构部件的生产中这起到决定性。在该方法中,像场中的一个用作测量像场而另一个用作投射像场。作为测量的晶片拓补的功能,仍可以在与投射像场相关联的场部件组的成像特性中进行变更。替代地或附加地,可以另外调整晶片在投射像场中的位置。这也被称为视线校正。

[0032] 如权利要求 26 所述的方法,投射步骤的成果的在线监视是可行的。以这样的方式,可以实现投射曝光设备的工作的快速质量控制检查。

附图说明

[0033] 下面,将参照附图更详细地描述本发明的实施例,其中:

[0034] 图 1 是用于 EUV 微光刻的投射曝光设备的示意图;

[0035] 图 2 是包括两个场镜组和孔径镜组的投射曝光设备的成像光学系统的示意图,该两个场镜组的每个在投射光学系统的两个物场和入瞳平面之间,该孔径镜组在入瞳平面和分别与物平面相关联的两个像平面之间;

[0036] 图 3 是图 2 的成像光学系统的光学结构的第一变体的子午截面;

[0037] 图 4 和图 5 是图 2 的实施例的光学结构的另一变体的子午截面;

[0038] 图 6 是类似于图 2 的成像光学系统的另一实施例的示意图,该成像光学系统包括两个场镜组、孔径镜组以及两个另外的场镜组,该两个场镜组的每一个在成像光学系统的

两个物场中的一个与入瞳平面之间,该孔径镜组在成像光学系统的入瞳平面和出瞳平面之间,该两个另外的场镜组的每一情况在出瞳平面和两个像平面中的一个之间。

[0039] 图 7 是类似于图 2 的成像光学系统的另一变体的示意图,该成像光学系统包括在成像光学系统的两个物场和入瞳平面之间的孔径镜组、两个分离的场镜组和另一孔径镜组,该两个分离的场镜组的每一个在成像光学系统的入瞳平面和出瞳平面之间,该另一孔径镜组在出瞳平面和两个分离的像平面之间;

[0040] 图 8 是类似于图 2 的成像光学系统的另一变体的示意图,该成像光学系统具有类似于图 2 的实施例所布置的镜组,布置与第一场镜组相关联的第一物场的物场平面以使其与第二像场的物场平面相距一距离且平行第二像场的物场平面,该第二像场与第二场镜组相关联;

[0041] 图 9 是两个环形场的示意图,示出它们之间的距离的定义;以及

[0042] 图 10 是两个矩形场的示意图,示出它们之间的距离的定义。

具体实施方式

[0043] 图 1 中示意示出的用于微光刻的投射曝光设备 1 具有用于照明光的光源 2。光源 2 为产生波长范围具体在 5nm 与 30nm 之间的光的 EUV 光源。其他的 EUV 波长也是可行的。通常,可见波长或其他波长的任何期望波长(例如 365nm、248nm、193nm、157nm、129nm、109nm)可以用于在投射曝光设备中引导的照明光 3,该波长例如可以在光刻中使用,且对于该波长,适当的激光光源和/或 LED 光源是可用的。在图 1 中相当示意地示出照明光 3 的光路。

[0044] 为了有助于描述投射曝光设备 1 和其中的部件,在图中给出 xyz 笛卡尔坐标系,以及该 xyz 笛卡尔坐标系示出图中所示的部件的各自位置。在图 1 中,x 方向垂直图面且延伸入图内。y 方向向右延伸而 z 方向向下延伸。

[0045] 照明光 3 曝光两个物场 4、5,该两个物场 4、5 在 y 方向上空间上彼此分离距离 A(还参看图 9 和 10)且位于公共物平面 6 中,该公共物平面 6 在图 1 中垂直于图面。物场 4、5 可以为环形场或者也可以为矩形场。

[0046] 透镜系统 7 将来自光源 2 的照明光 3 引导到物场 4、5。利用投射光学系统 8(即,成像光学系统),两个物场 4、5 以预指定的缩小比例被成像到公共像平面 11 中与之相关联的两个像场 9、10 中,该两个像场同样彼此分离布置。像平面 11 平行于物平面 6。图 1 中,像场 9、10 很小以致在像平面 11 中未示出它们在空间上的延伸。下面的图中所示的实施例中的一个可以用于投射光学系统 8。投射光学系统 8 具有例如为 8 的缩小因子。其他的成像因子或缩小比例也是可行的,例如 4x、5x 或甚至大于 8x 的缩小比例。1:1 成像也是可行的。8x 的成像放大水平尤其适于具有 EUV 波长的照明光 3,因为反射掩模 12 上的物方入射角能够因而保持小。此外,8x 的成像放大等级不需要使用不必要大的掩模。投射光学系统 8 成像反射掩模(也称作掩模母版)的部分,该部分与物场 4、5 相一致。

[0047] 像场 9、10 在像平面 11 中弯曲成弧形,界定像场 9、10 的两个弧弯曲之间的距离为 1mm。界定像场 9、10 的直边边缘的边长也是 1mm,所述直边在两个弧弯曲之间限定该像场 9、10 的,且平行于彼此且平行于 y 轴延伸。图 1 的图面平行于像平面 9、10 的这些边缘延伸。像场 9、10 的这些直边边缘彼此相距 13mm。两个弯曲的像场 9、10 的面积相应于具有 1mm×13mm 的边长的矩形像场。该类型的矩形像场也可代替像场 9、10。例如当使用具有自

由曲面作为反射表面的反射系统时或当使用折反系统时,产生矩形像场。

[0048] 成像发生在以晶片形式的基底 13 的表面上,该晶片由基底支撑 14 支撑。图 1 示意地示出掩模母版 12 和投射光学系统 8 之间的、进入到掩模母版 12 和投射光学系统 8 的照明光 3 的光束 15、16。在该情况中,光束 15 离开物场 4 而光束 16 离开物场 5。示出了在投射光学系统 8 和基底 13 之间,从投射光学系统 8 离开的照明光的两个光束 17、18。光束 17 曝光像场 9 而光束 19 曝光像场 10。

[0049] 在图 1 中相当示意地示出光束 15 至 18 的路径。具体地,光束 15 及 17 一者和 16 及 18 另一者可以关于投射光学系统 8 的指定轴对称延伸、具体地关于投射光学系统 8 的光轴对称地延伸。

[0050] 投射曝光设备 1 是扫描曝光机类型的设备。在投射曝光设备 1 的工作期间在 y 方向上扫描掩模母版 12 和基底 13 两者。可选地,投射曝光设备 1 可以是步进扫描曝光机类型的设备。在该情况中,在单个的曝光之间,在 y 方向上步进位移基底支撑 14 和与反射掩模 12 相关联的掩模母版支撑(未示出)。

[0051] 图 2 示意地示出投射曝光系统 1 的投射光学系统 8 的变体。与那些之前已经参照图 1 解释过的部件相对应的部件具有相似的附图标记并将不再详细讨论。

[0052] 图 2 示意地示出投射光学系统 8 的第一实施例的结构。其配置为成直线系统。投射光学系统 8 的所有光束引导部件与同一连续光轴 19 相关联,该连续光轴 19 因此始终延伸而没有弯曲。

[0053] 图 2 的投射光学系统 8 具有三个部件组 20、21、22,每一个都构造成光束引导光学部件。

[0054] 图 2 左面所示的两个部件组 20、21 是场部件,于其中引导分别来自物平面 4、5 的光束 15、16。该光束 15、16 在两个场组 20、21 中彼此独立地引导。

[0055] 在图 2 中,场组 20 布置在场组 21 的下面。场组 20 位于投射光学系统 8 的物场 4 和光瞳平面 23 之间。离开场组 20、21 的两个光束 15、16 在光瞳平面 23 中交叠。

[0056] 图 2 右面所示的部件组 22 是孔径组,于其中引导来自所有物平面 4、5 的光束 15、16(即,成像光线)。孔径组 22 布置在光瞳平面 23 和两个像场 9、10 之间。

[0057] 图 2 的实施例的部件组 20 至 22 为纯镜组或反射组,即,仅包括镜作为光束引导光学部件的部件组。原则上,部件组 20 至 22 也可以是折反射或折射组。

[0058] 两个场组 20、21 从结构上可以完全彼此分离,但仍可以集成为具有共同壳体 24 的一个结构单元,如图 2 所表示的。

[0059] 图 3 示出投射光学系统 8 的第一结构变体。与那些之前已经参照图 1 和图 2 解释过的部件相对应的部件具有相似的附图标记并将不再详细讨论。

[0060] 示出三个单个光线 25 的每一个的光路,在每一情况中该三个单个光线 25 的每一个来自物场 4 和 5 的两个物场点,图 3 中该两个物场点在 y 方向上彼此相距一距离。属于这些总共 4 个物场点中的一个的三个单个光线 25 中的每个与用于场点的三个不同照明装置相关联。因为这些不是投射光学系统 8 的真实的成像光路,所以仅为了说明的原因,在图 3 中包含有主光线 16,该主光线 16 延伸通过投射光学系统 8 的光瞳平面 23 的中心。

[0061] 在每个情况中与相同的场点照明角相关联的单个光线 15 从各自的物平面 4、5 发散延伸。下面将这称作入瞳的负后焦距。图 3 的投射光学系统 8 的入瞳没有位于投射光学系统 8 的内部而是位于光路中物平面 4、5 之前。作为替代,入瞳的正后焦距或者物方上的

远心光路是可行的,例如当使用分束元件用于照明反射掩模时或者当使用透过掩模时。这使得例如可以将照明光学系统 7 的光瞳部件布置在投射光学系统 8 的入瞳中、在光路中投射光学系统 8 之前,而在这些光瞳部件和物平面 4、5 之间不必须存在另一成像光学部件。

[0062] 投射光学系统 8 的场组 20 包括两个镜 M1a、M2a。投射光学系统 8 的场组 21 同样具有两个镜 M1b 和 M2b。这里,在下面,场组内将附图标记 M1、M2 用附图标记 M1a/b、M2a/b 代替,例如,在每一情况中它们指代 M1a/b、M2a/b 两者。投射光学系统 8 的镜的编号方式以从物场 4 和 5 出发的光路的顺序编号。镜 M1a 及 M1b 和镜 M2a 及 M2b 中的每个都具有布置在关于光轴 19 成旋转对称的相同表面上的反射表面,镜 M1a 及 M1b 一者和 M2a 及 M2b 另一者因此可以为同一个镜的部分。然而,这不是强制性的。镜 M1a、M1b、M2a、M2b 可以全部等价地空间上彼此分离。

[0063] 在镜 M1a/b 和 M2a/b 之后,投射光学系统 8 还包括属于孔径组 22 的 4 个另外的镜 M3、M4、M5 和 M6。

[0064] 图 3 仅示出镜 M1 至 M6 的反射表面。镜 M1 至 M6 的反射表面在表面的每个情况中至少部分作为整体关于光轴 19 成旋转对称。镜 M1、M4、M5 和 M6 形成为凹镜。镜 M2 和 M3 形成为凸镜。

[0065] 下面,借助两个表示出图 3 的投射光学系统 8 的光学数据。

[0066] 列“半径”中,第一表示出每一情况中的镜 M1 至 M6 的曲率 c 的倒数。第二列(厚度)描述每一情况中随后表面距物平面 6 的距离。

[0067] 第二表描述了镜 M1 至 M6 的反射表面的精确的表面形式,其中常数 K 和 A 至 G 用在下面关于弧矢高度 z 的方程中:

[0068] $z(h) =$

$$[0069] = \frac{ch^2}{1 + \text{SQRT}\{1 - (1 + K)c^2h^2\}} +$$

$$[0070] + Ah^4 + Bh^6 + Ch^8 + Dh^{10} + Eh^{12} + Fh^{14} + Gh^{16}$$

[0071] 在该情况中, h 表示距光轴 19 的距离。因此, $h^2 = x^2 + y^2$ 。对于 c , 使用半径的倒数。

[0072]

表面	半径	厚度	工作模式
物平面	无限大	683.665	
M1	-694.834	-271.324	REFL
M2	-411.527	1372.036	REFL
M3	346.281	-1100.613	REFL
M4	1469.502	2005.780	REFL
M5	-722.731	-41.563	REFL
光阑	无限大	-272.149	
M6	544.465	370.467	REFL
像平面	无限大	0.000	

[0073]

表面	K	A	B	C
M1	7.396949	-8.591818E-11	2.958631E-15	-1.515085E-19
M2	-4.696303E-01	-1.639186E-09	-1.894486E-14	-4.136066E-18
M3	-5.224549E-01	-2.010111E-09	-1.293006E-14	-2.918315E-20
M4	-3.021297E-02	9.250522E-14	5.057734E-20	4.887335E-28
M5	-3.126684E+00	2.153833E-09	1.799694E-14	-1.892202E-20
M6	6.984230E-01	-1.682769E-10	-1.422157E-15	1.234832E-20
表面	D	E	F	G
M1	4.091038E-24	-5.790509E-29	3.296826E-34	8.178384E-41
M2	1.255234E-21	-1.379809E-25	5.435466E-30	-4.566966E-36
M3	1.475407E-23	-5.835055E-28	1.288505E-32	-3.671165E-37
M4	4.320243E-35	4.670696E-39	-4.109431E-45	2.963010E-51
M5	-6.296522E-25	2.964336E-29	6.191151E-34	-1.998284E-38
M6	-1.683381E-25	8.658821E-31	-3.676860E-36	-5.905802E-41

[0074] 两个场组 20、21 的镜 M1a/b 和 M2a/b 以环形段形状且关于光轴 19 离轴使用。镜 M1 和 M2 的所采用的光学反射表面因此位于距光轴 19 的一距离处。

[0075] 镜 M3 的所采用的光学反射表面近似关于光轴 19 居中。

[0076] 光瞳平面 23 位于投射光学系统 8 的成像光路中的镜 M3 上的单个光线 25 的反射区域中。在镜 M4 和 M5 的成像光路中,空间上在镜 M6 和 M5 之间中,存在有投射光学系统 8 的中间像平面 26。

[0077] 在镜 M2a/b 和 M3 之间,单个光线 25 经过镜 M4 中的通孔 27。镜 M4 围绕通孔 27 使用。镜 M4 因此是遮拦镜。如 M4,镜 M5 和 M6 也都被遮拦且相似地每个也包括通孔 27。

[0078] 镜 M3,即光路中像场 9 和 10 之前的第四最末镜为非遮拦的。镜 M3 的光学有效反射表面的外边缘 28 在镜 M5 上的反射区域中的成像光路上的出瞳平面 29 中提供投射光学系统 8(即,成像光学系统)的中心遮拦。镜 M3 因此遮蔽镜 M4 和 M5 之间的光路。

[0079] 在图 3 的投射光学系统 8 的实施例中,第四最末 M3 和最末镜 M6 之间的距离近似等于物平面 6 距像平面 11 的距离的 22%。

[0080] 图 3 的投射光学系统 8 具有 0.55 的像方数值孔径。图 3 的投射光学系统 8 具有 1.4nm 的最大均方根(rms)波前误差。最大畸变为 1.4nm。光瞳遮拦为 16.8%。

[0081] 到现在为止已经引导到单独的镜 M1a/b、M2a/b 上的、两个成像光路的光束 15、16 在孔径组 22 中交叠,即镜 M3 至 M6 上。

[0082] 在图 3 的投射光学系统中,两个物场 4、5 之间的距离 A(也参照图 9 和图 10)为 164mm。

[0083] 在通过下述方式的微光刻部件的生产中,投射光学系统 8 可以用在投射曝光设备 1 中:最初,准备掩模母版 12 和晶片 13。随后,布置在第一物场 4 中的、掩模母版 12 上的结构被投射到第一像场 9 中的晶片 13 的光敏感层上。通过借助于基底支撑 14 对晶片 13 进行移动,经曝光的光敏感层接着在正 y 方向上从第一像场 9 移动到第二像场 10。随后,布置在第二物场 5 中的、掩模母版 12 上的结构被投射到第二像场 10 中的晶片 13 的在前经曝光的光敏感层。以这样的方式,在晶片 13 上产生微结构。就所涉及的基本步骤而言(但

不涉及这里示出的光学部件的使用),该方法已知为“双曝光”方法并允许微结构化比利用传统“单曝光”方法可行的结构更小的结构。能够在投射曝光设备 1 中使用的双曝光方法例如在专业论文 A. Poonawala, Y. Borodovsky, 和 P. Milanfar, “ILT for Double Exposure Lithography with Conventional and Novel Materials (利用传统和新型材料的用于双曝光光刻的 ILT)”, SPIE 先进光刻讨论会论文集, 2007 年 2 月中公开。在该专业论文中, 也解释了如下要讨论的用于接收晶片的拓扑的第二场区域的使用。在 US2007/0080281A1 和 US 5, 268, 744 中解释了能够使用投射曝光设备 1 的所公开的变体的另一晶片监视方法。

[0084] 在投射曝光设备 1 内的投射光学系统 8 的从替代或附加可行的应用中, 准备好掩模母版 12 和晶片 13 之后, 第一像场 9 中的晶片 13 的光敏感层最初利用第一光波长的准备光曝光, 该准备光经由第一物场 4 和场组 20 耦合到第一像场 9。随后, 以该方式准备的光敏感层从第一像场 9 移动到第二像场 10, 如在上面在前所解释的。随后, 掩模母版 12 上布置在第二物场 5 中的结构被投射到第二像场 10 中的晶片 13 的准备好的光敏感层上。以这样的方式, 在晶片 13 上产生微结构。在方法的变体中, 掩模母版 12 不覆盖第一物场 4。可替代的, 可以仅在物场 5 的位置中利用准备光准备光敏感层后才准备掩模母版 12。

[0085] 具有准备光的辐照例如可以用于使得晶片 13 上的光敏感层对利用照明光 3 的后续辐照处理更敏感。

[0086] 在投射曝光设备 1 内的投射光学系统 8 的替代或附加可行应用中, 利用准备光一者和照明光另一者的晶片 13 的曝光的顺序相比上面解释的方法是相反的。在第一像场 9 中, 晶片 13 上的光敏感层最初用照明光 3 曝光。当将晶片 13 的在前曝光的光敏感层移动到第二像场 10 之后, 用准备光辐照第二像场 10 中的在前曝光的光敏感层。

[0087] 在投射曝光设备 1 内的投射光学系统 8 的另一应用中, 投射光学系统 8 具有在图 2 中用虚线所示的附加部件。附加部件包括光学感测装置 30, 该光学感测装置 30 例如可以为 CCD 相机。光学感测装置 30 以其光学感测表面环绕场组 21 的物场 5 的方式布置。光学感测装置 30 因此环绕像场 10 和物场 5 之间的成像光线。光学感测装置 30 经由信号线 31 与投射曝光设备 1 的中心控制装置 32 信号连接。

[0088] 此外, 对于该再一应用, 投射光学系统 8 具有投射曝光设备 1 内的用于校正场组 20 (即, 并非与光学感测装置 30 直接相关联的场组) 的成像特性的校正装置 33。继而, 校正装置 33 经由信号线 34 与控制装置 32 信号连接。

[0089] 校正装置 33 例如可以是借助于至少一个驱动器 (未示出) 可移动的镜、或者是可调整的光阑或滤波元件。

[0090] 在使用部件 30 至 34 的投射曝光设备 1 内的投射光学系统 8 的应用中, 在物场 4 的区域中准备掩模母版 12 而在两个像场 9 和 10 的区域中准备晶片 13。随后, 借助光学感测装置 30 测量像场 10 中的晶片的拓扑。借助于从光学感测装置 30 传送到控制装置 32 的测量的拓扑和相应的拓扑数据, 控制装置 32 计算校正值。随后, 基于计算的校正值通过驱动校正装置 33 校正投射光学系统 8 的成像特性。最后, 利用校正的投射光学系统 8, 将掩模母版 12 上布置在物场 4 中的结构投射到像场 9 中晶片 13 的光敏感层上。

[0091] 在包含附加部件 30 至 32 (即, 光学感测装置 30、控制装置 32 和相关联的信号线 31) 的投射光学系统 8 的替换或附加可行应用中, 再次在物场 4 中准备掩模母版和在像场 9 和 10 中准备晶片。随后, 利用投射光学系统 8, 将掩模母版 12 上布置在第一物场 4 中的结

构投射到像场 9 中晶片 13 的光敏感层上。随后,晶片 13 移动,从而最初位于像场中的部分转移到像场 10 中。随后,借助于布置在物场 5 中的光学感测装置 30,测量投射光学系统 8 的像场 10 中晶片 13 的由前述投射影响的拓扑。这样,投射步骤的结果经历中间检查。

[0092] 图 4 示出用于投射曝光设备 1 的投射光学系统 8 的另一实施例。与那些在前已经参照图 1 至 3 解释过的部件相对应的部件具有相似的附图标记并将不再详细讨论。除非下面另有所指,图 4 的投射光学系统的应用也与上面解释的那些相对应。

[0093] 在图 4 的实施例中,第一场组 20 包括总共 4 个镜 M1a、M2a、M3a 和 M4a。第二场组 21 包括镜 M1b、M2b、M3b 和 M4b,类似于图 3 的实施例的镜 M1 和 M2 的关于光轴 19 成对称布置的部分,该镜 M1b、M2b、M3b 和 M4b 位于关于光轴 19 成旋转对称的反射表面上,并且在该反射表面上镜 M1a、M2a、M3a 和 M4a 也分别位于与其空间上分离的部分中。镜 M1a 和 M1b、镜 M2a 和 M2b、镜 M3a 和 M3b 以及镜 M4a 和 M4b 的反射表面因此成对地位于相同的表面上且关于公共光轴 19 旋转对称布置。在该情况中,镜 M4a 和 M4b 之间的分离相比镜 M1 至 M3 之间的分离相对小。

[0094] 孔径组 22 包括成像光路中图 4 的投射光学系统 8 的随后的镜 M5 至 M8。

[0095] 镜 M3a 及 M3b 一者和 M6 另一者就其反射表面背对背布置。同样应用于镜 M1a 及 M1b 一者和 M4a 及 M4b 另一者。

[0096] 光瞳平面 23 位于光路中镜 M5 和 M6 之间,紧邻镜 M5 上单个光线 25 的反射之后。中间像平面 26 位于光路中镜 M6 和 M7 之间。该平面空间上位于镜 M5 至 M8 之间,镜 M5 至 M8 类似地就其反射表面背对背使用。在图 4 的实施例中,出瞳平面 29 在镜 M7 上单个光线 25 的反射区域中。

[0097] 图 4 的投射光学系统 8 具有 0.6nm 的均方根 (rms) 最大波前误差、小于 1nm 的畸变和 6% 的光瞳遮拦。

[0098] 镜 M1、M4 和 M5 是凸的。镜 M2、M3、M6、M7 和 M8 是凹的。镜 M5 至 M8 的每一个包括中心通孔 27 且因此被遮拦。

[0099] 图 4 的投射透镜系统 8 还具有 8 的缩小比例。图 4 的投射透镜系统 8 的像方数值孔径为 0.60。

[0100] 下面,借助两个表示出图 4 的投射光学系统 8 的光学数据,这两个表在它们的布局方面相应于用于图 3 的表。

[0101]

表面	半径	厚度	工作模式
物平面	无限大	182.885	
M1	312.514	-135.045	REFL
M2	461.057	514.193	REFL
M3	-989.211	-295.490	REFL
M4	-210.779	875.015	REFL
M5	760.298	-545.015	REFL
M6	698.490	798.704	REFL
M7	-576.011	-19.744	REFL
光阑	无限大	-173.945	
M8	347.848	224.078	REFL
像平面	无限大	0.000	

[0102]

表面	K	A	B	C
M1	0.000000E+002.054833E-08-4.009641E-137.171735E-17			
M2	0.000000E+003.334553E-10-7.634038E-151.024823E-19			
M3	0.000000E+00-5.191038E-10-4.805715E-161.117253E-19			
M4	0.000000E+00-8.530524E-08-7.872800E-12-8.643400E-16			
M5	0.000000E+00-9.493122E-10-4.519746E-142.842871E-19			
M6	0.000000E+001.067524E-103.344389E-168.381905E-22			
M7	0.000000E+003.431647E-10-3.006760E-151.681919E-19			
M8	0.000000E+00-5.212207E-09-4.936095E-143.981107E-19			
表面	D	E	F	G
M1	-2.913353E-211.088107E-250.000000E+000.000000E+00			
M2	-9.460244E-253.872599E-300.000000E+000.000000E+00			
M3	-1.418804E-249.313360E-300.000000E+000.000000E+00			
M4	-1.810090E-20-3.582650E-230.000000E+000.000000E+00			
M5	-9.298310E-24-1.362975E-280.000000E+000.000000E+00			
M6	2.378219E-272.644241E-333.062582E-380.000000E+00			
M7	-1.186133E-242.512989E-290.000000E+000.000000E+00			
M8	3.278180E-24-3.575793E-290.000000E+000.000000E+00			

[0103] 在图 4 的投射光学系统 8 中,两个物场 4、5 之间的距离 A(也参看图 9 和图 10) 为 88.308mm。

[0104] 下面,借助图 5 公开投射光学系统 8 的再一实施例。与那些在前已经参照图 1 至 4 解释过的部件相对应的部件具有相似的附图标记并将不再详细讨论。除非下面另有所指,图 5 的投射光学系统的应用也与上面解释的那些相对应。

[0105] 从物场 4、5 出发,图 5 的投射光学系统 8 首先包括具有镜 M1a、M2a 一者和 M1b、M2b 另一者的两个场组 20、21,该两个场组 20、21 在结构上类似于图 3 的实施例的场组 20、21。

[0106] 图5的实施例具有布置在两个场组20、21后面的两个另外的场组35、36,该两个另外的场组35、36分别包括四镜M3a、M4a、M5a、M6a一者和M3b、M4b、M5b、M6b另一者。在该情况中,场组35在从该物场发出的单个光线25的光路中布置在场组20的后面。场组36在从物场5发出的单个光线25的光路中布置在场组21的后面。在图5中,场组35位于光轴19的上面而场组36位于光轴19的下面。继而,场组20、21、35、36的镜M1至M6的每一个包括两个镜a/b,该两个镜a/b位于光轴外并且该两个镜a/b的反射表面位于关于公共光轴19成旋转对称的公共表面上。

[0107] 图5的投射光学系统8的第一光瞳平面37位于场组20及35一者和21及36另一者之间。在第一光瞳平面37之后,与两个物场4、5相关联的单个光线的光束再次完全分离,从而场组35、36的下面的第一镜M3a/b也是空间上彼此分离。

[0108] 镜M1a及M1b一者和M4a及M4b另一者就其反射表面背对背布置。同样的也适于镜M3a和M3b一者和M6a和M6b另一者。

[0109] 镜M1、M4、M5、M8、M9和M10是凹的。镜M2、M3、M6和M7是凸的。

[0110] 镜M7至M10属于图5的投射光学系统的孔径组22。镜M7至M10的每一个都包括中心通孔27且因此被遮拦。

[0111] 投射光学系统8的第一中间像平面38位于镜M5a及M6a一者和M5b及M6b另一者之间的光路中。另一光瞳平面39位于镜M7上的单个光线25的反射的附近,该另一光瞳平面39近似相应于图4的实施例的光瞳平面23。图5的投射光学系统8的另一中间像平面40位于镜M8和M9之间的光路中。该另一中间像平面40空间上位于镜M7和M10之间。

[0112] 就其反射表面,镜M5a及M5b一者和M8另一者相对于彼此背对背布置。就其反射表面,镜M7和M10相对于彼此背对背布置。

[0113] 出瞳平面29布置在镜M9上的单个光线25的反射的附近。

[0114] 图5的投射光学系统8具有8x的缩小比例和0.80的数值孔径。波前误差的均方根(rms)为2nm。畸变最大为1.5nm以及光瞳遮拦为9%。

[0115] 下面,借助两个表示出图5的投射光学系统8的光学数据,这两个表在它们的布局方面相应于用于图3的表。

[0116]

表面	半径	厚度	工作模式
物平面	无限大	231.437	
M1	-288.093	-103.544	REFL
M2	-377.155	292.180	REFL
M3	448.302	-138.636	REFL

[0117]

M4	454.8	523.231	REFL
M5	-589.203	-216.254	REFL
M6	-145.829	1018.283	REFL
M7	2703.619	-649.781	REFL
M8	912.571	920.886	REFL
M9	-812.217	-31.279	REFL
光阑	无限大	-179.826	
M10	359.686	256.105	REFL
像平面	无限大	0.000	

[0118]

表面	K	A	B	C
M1	0.000000E+00-2.770331E-09-1.945643E-131.458478E-17			
M2	0.000000E+00-5.212535E-091.710190E-12-8.085597E-16			
M3	0.000000E+00-3.752077E-085.246057E-14-6.894048E-17			
M4	0.000000E+00-2.462750E-09-3.344608E-14-1.092346E-19			
M5	0.000000E+00-5.521295E-10-4.038243E-146.719521E-19			
M6	0.000000E+00-3.262600E-07-1.087971E-10-1.914029E-14			
M7	0.000000E+004.368648E-10-1.436480E-15-9.017326E-21			
M8	0.000000E+004.738372E-116.475997E-178.529830E-23			
M9	0.000000E+001.300125E-09-3.133782E-152.232463E-19			
M10	0.000000E+00-1.582356E-09-1.336421E-14-2.713010E-20			

[0119]

表面	D	E	F	G
M1	-1.046226E-21	5.585585E-26	-2.261643E-30	4.656384E-35
M2	5.785045E-19	-1.744933E-22	3.203600E-26	-2.339477E-30
M3	1.505618E-20	-1.372039E-24	6.258658E-29	-1.139523E-33
M4	-1.945640E-23	1.214453E-28	3.518208E-33	-1.581797E-37
M5	-1.134436E-23	2.244576E-28	-2.347477E-33	1.853695E-39
M6	8.830341E-18	-1.561330E-20	6.912490E-24	-8.162979E-27
M7	8.083936E-26	-5.639881E-30	3.439245E-35	-4.819066E-40
M8	1.142674E-28	4.929596E-35	2.814036E-40	5.135289E-46
M9	-3.720192E-24	5.185605E-29	-4.428414E-34	1.816673E-39
M10	4.748659E-25	-1.040642E-29	5.109331E-35	-4.742038E-41

[0120] 在图 5 的投射光学系统 8 中,两个物场 4、5 之间的距离 A(也参看图 9 和图 10) 为 104mm。

[0121] 图 6 以类似图 2 的图示中示出投射光学系统 8 的再一实施例。与那些在前已经参

照图 1 至 5 解释过的部件相对应的部件具有相似的附图标记并将不再详细讨论。同样的也适于图 6 的投射光学系统 8 的应用。

[0122] 图 6 的实施例中,两个物场 4、5 和两个像场 9、10 空间上彼此分离。物场方两个场组 20、21 的布置相应于图 2 的布置。图 6 的投射光学系统 8 在第一光瞳平面 23 和另一光瞳平面 42 之间具有孔径组 41 作为第三部件组。在每个情况中,两个另外的场组 43、44 位于另一光瞳平面 42 与两个像场 9、10 之一之间。在图 6 的投射光学系统 8 的示意图中,部件组 20、21、41、43、44 的布置因此关于与孔径组 41 居中交叉的 xy 平面反射对称。

[0123] 图 6 中以虚线示出的场组 44 可以依如下方式配置:场组 44 的像平面 11a 与像场 9 的像平面 11 分开一距离 ΔF 。在图 6 的实施例中,像场 10a 的像平面 11a 在正 z 方向上关于像场 9 的像平面 11 移动。该位移 ΔF 例如可以仅为几微米。因此,在上面描述的双曝光方法的范围内,可以在晶片 13 上的光敏感层中产生不同深度的图像。以这样的方式,通过适当选择物场 4 和 5 中的掩模母版的结构,可以在晶片 13 中产生三维结构。

[0124] 图 7 以类似图 2 的图示中示出投射光学系统 8 的再一实施例。与那些在前已经参照图 1 至 6 解释过的部件相对应的部件具有相似的附图标记并将不再详细讨论。同样的也适于图 7 的投射光学系统 8 的应用。

[0125] 在图 7 的投射光学系统 8 中,首先孔径组 45 位于物场 4 和 5 与场组 20、21 之间,在该孔径组 45 中一起引导光束 15、16。光束 15、16 仅在第一光瞳平面 46 后分离,并接着进入场组 20、21。

[0126] 场组 21 例如可以继而包含光学校正装置 33,该光学校正装置 33 的功能等同于已经关于图 2 的投射光学系统 8 解释过的功能。

[0127] 图 8 以类似图 2 的图示中示出投射光学系统 8 的再一实施例。与那些在前已经参照图 1 至 7 解释过的部件相对应的部件具有相似的附图标记并将不再详细讨论。同样的也适于图 8 的投射光学系统 8 的应用。

[0128] 在图 8 的实施例中,属于物场 4a、5a 的两个场组 20、21 的物平面 6a、6b 平行于彼此延伸并彼此相距一距离。场组 20 在对于不同波长(例如,对于准备光和测量光)的其光学结构方面配置为场组 21 的结构。在该情况中,光束 15 是准备光,其具有不同于照明光(即,光束 16)的波长。

[0129] 以与如图 2 中的一个相同的方式另外构造的图 8 的投射光学系统 8,尤其适于之前在上面讨论的借助于测量的拓扑数据校正成像特性以及检测投射曝光步骤之后从而在基底 13 上产生的拓扑的方法。

[0130] 通常,在投射光学系统 8 的在前公开的实施例之一中,场组具有比孔径组小的孔径。

[0131] 图 9 和图 10 用于图示物场 4、5 之间的距离 A 的定义。因此,图 9 示出其中物场 4、5 为环形场的情形,而图 10 示出其中物场 4、5 为矩形场的情形。

[0132] 在环形场的情况中,物场 4、5 尤其因此通过面对光轴 19 的多个内弧界定,距离 A 定义为在物场 4、5 的中心高度($x = 0$),两个弧上两个点之间的距离。在两个内弧关于光轴 19 同轴的情况中,该距离 A 因此定义为界定环形场的内弧的半径 R 的两倍。在矩形物场 4、5 的情况中,距离 A 定义为物场 4、5 的、彼此相面对的两个纵边缘之间的距离。

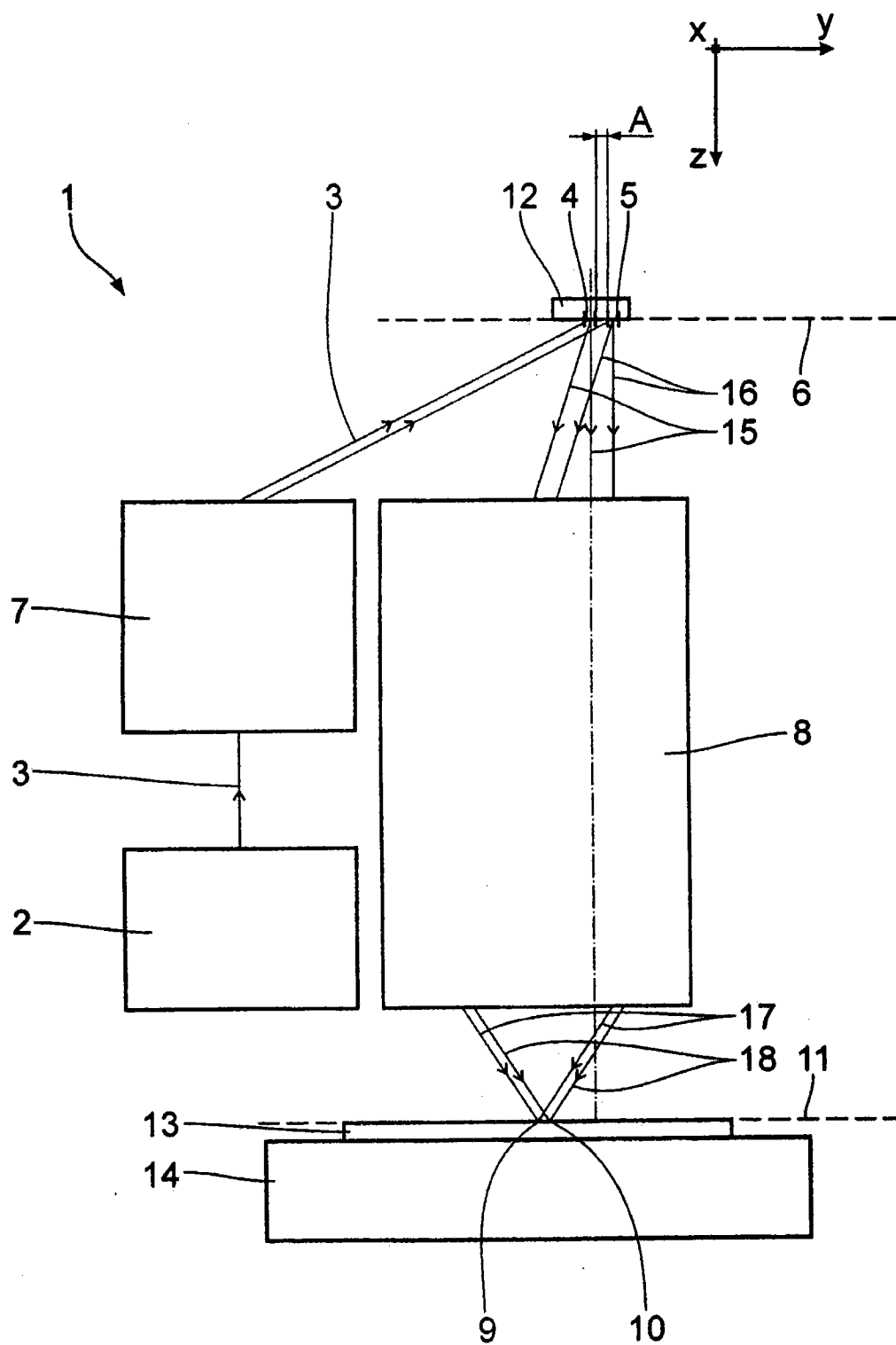


图 1

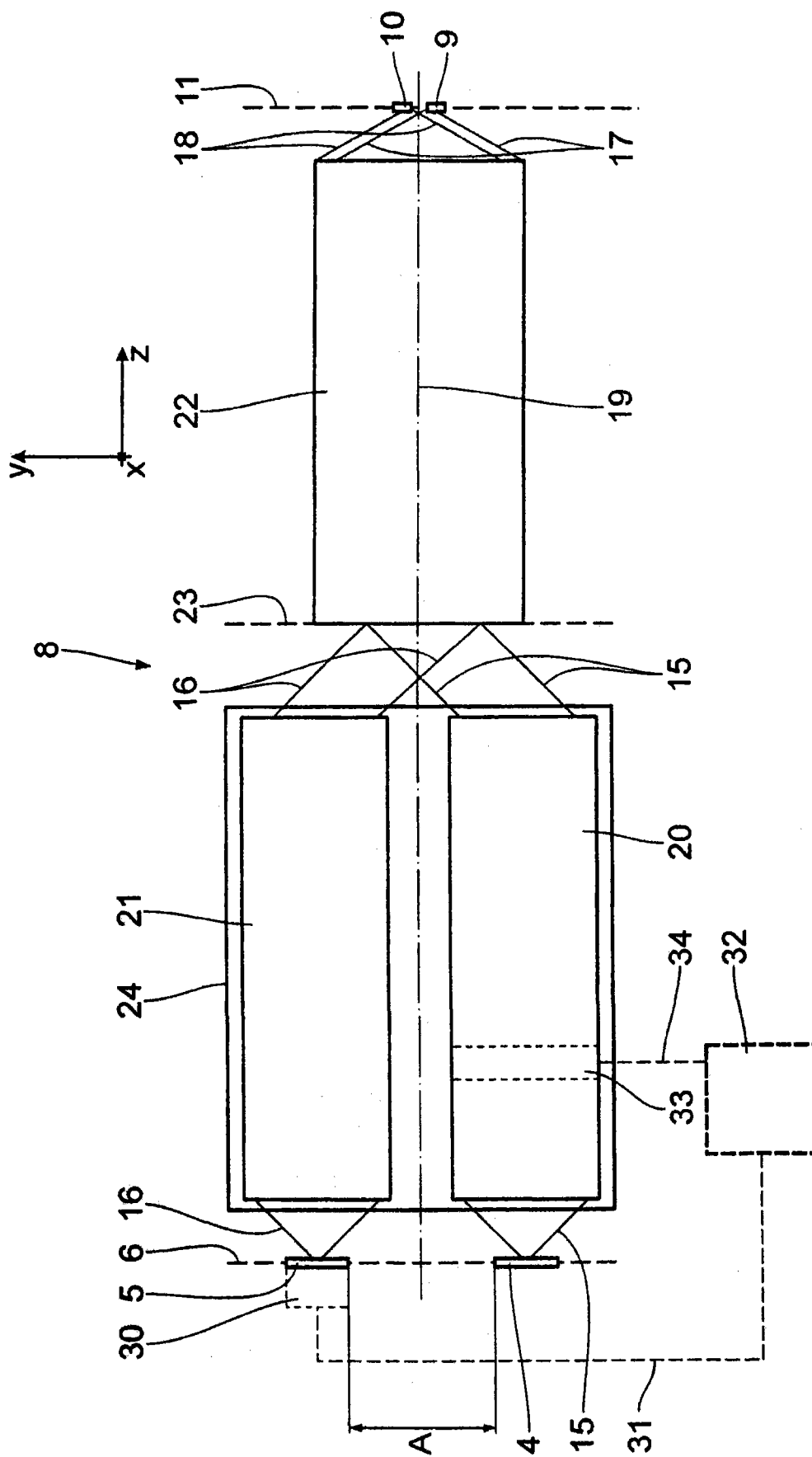


图 2

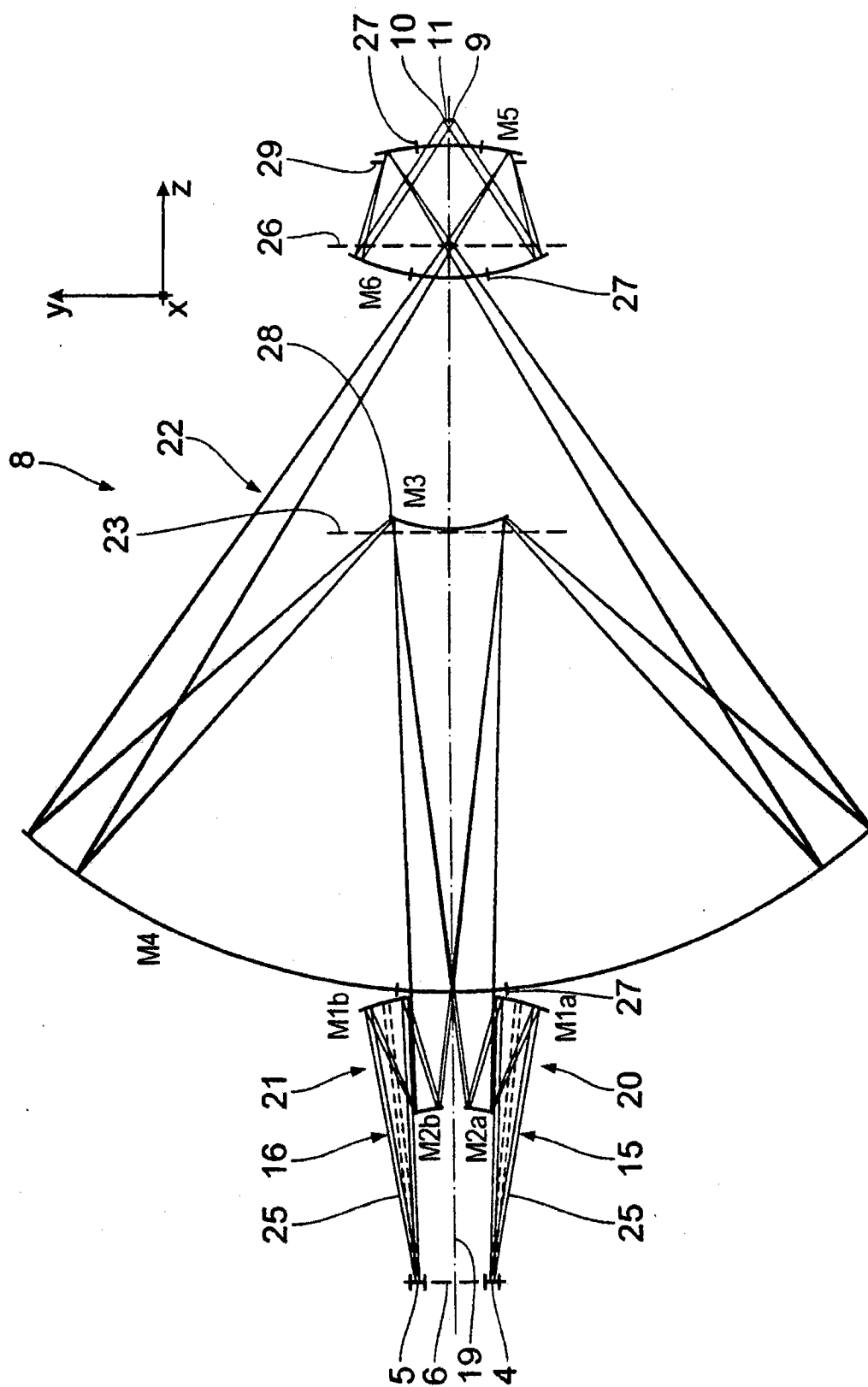


图 3

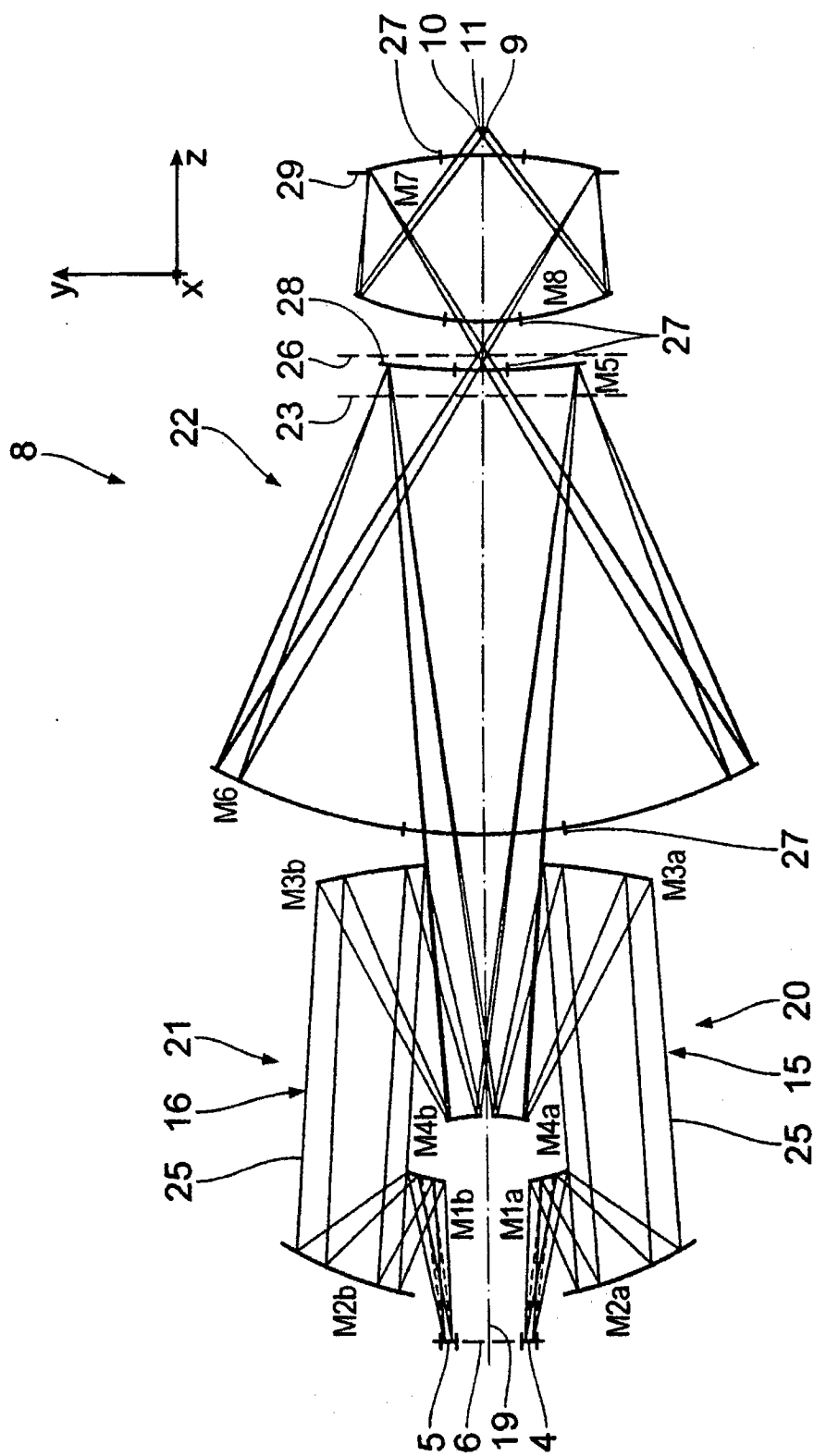


图 4

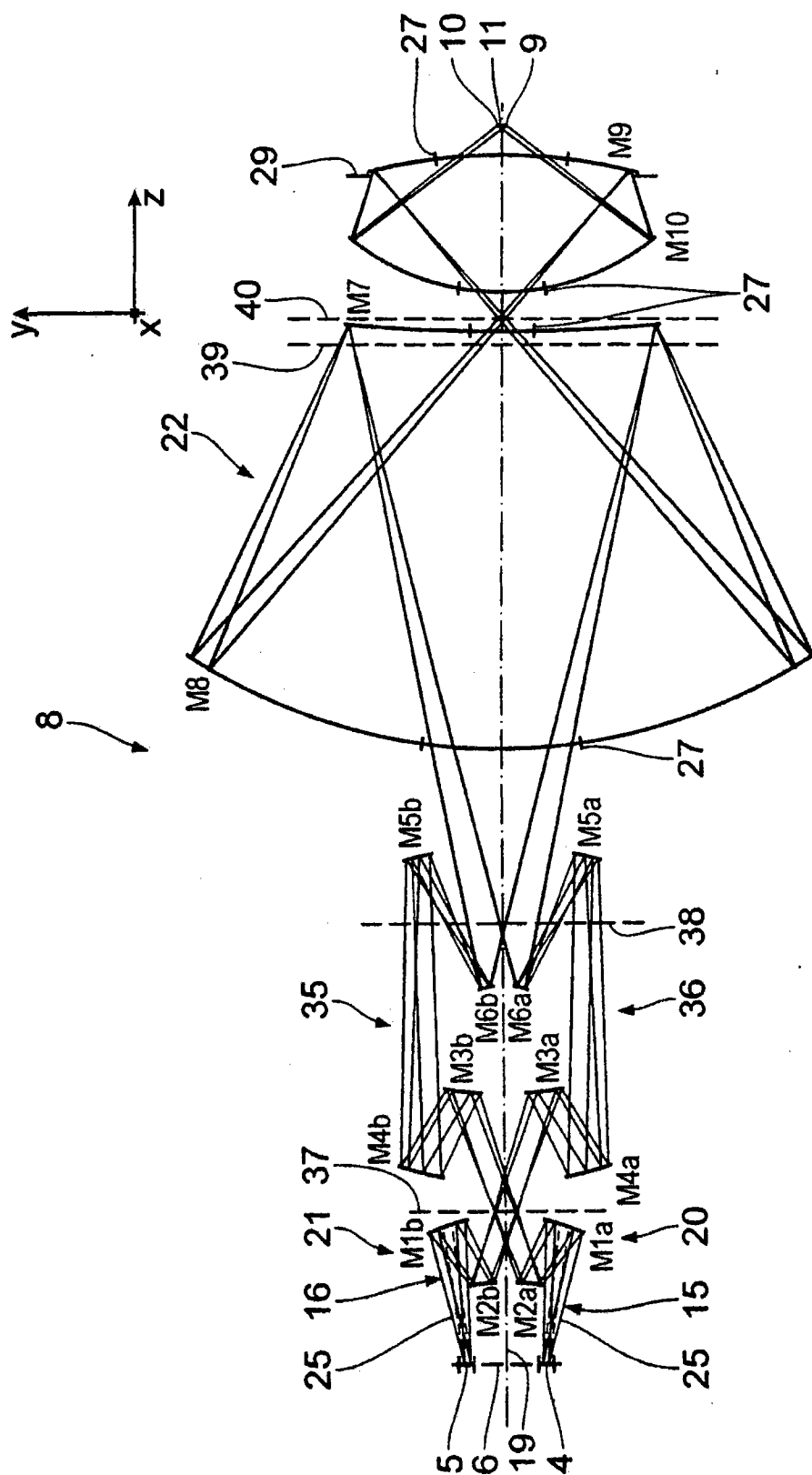


图 5

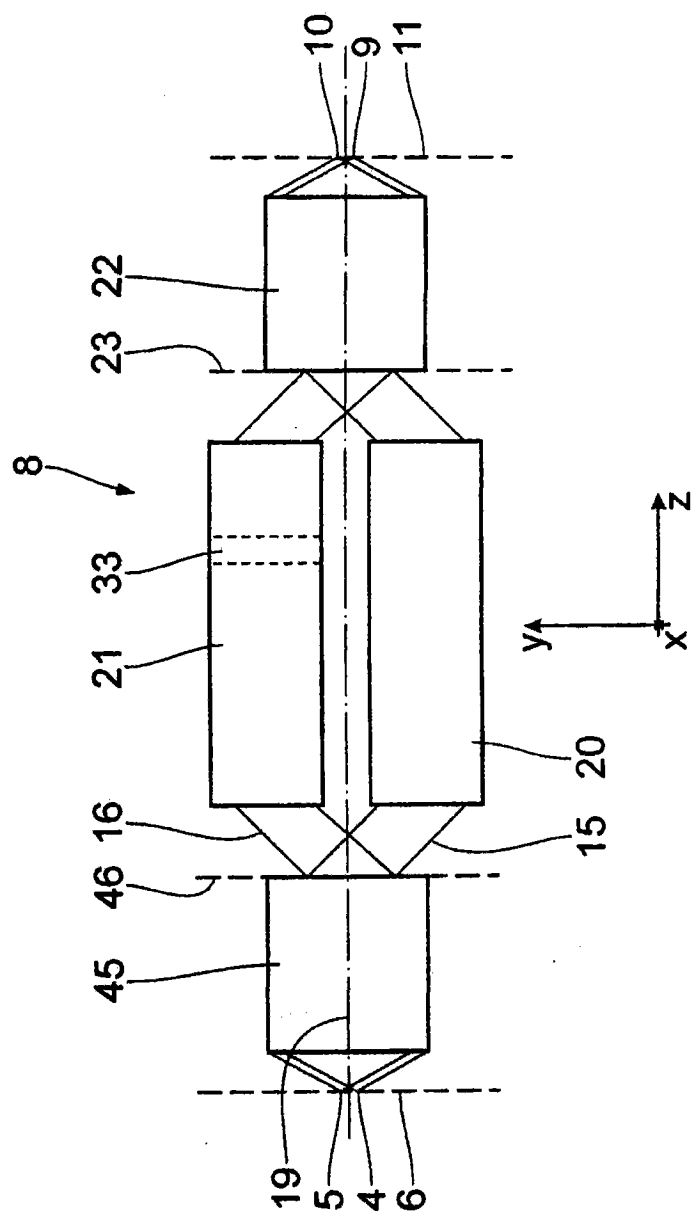


图 7

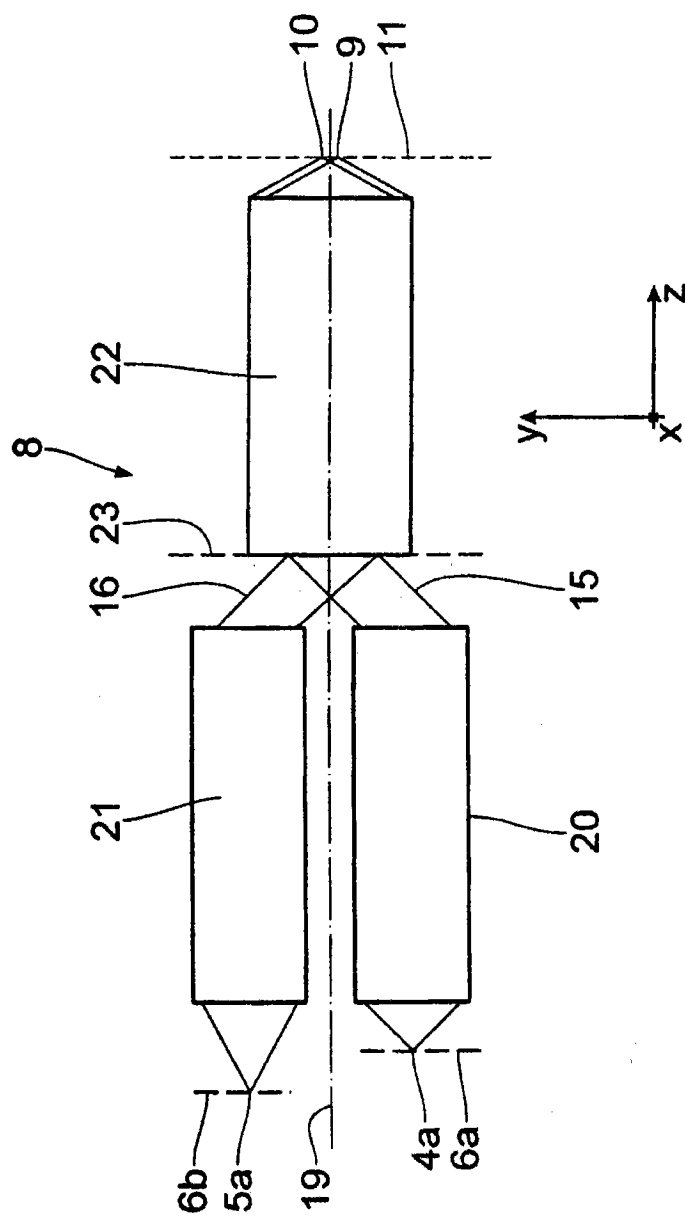


图 8

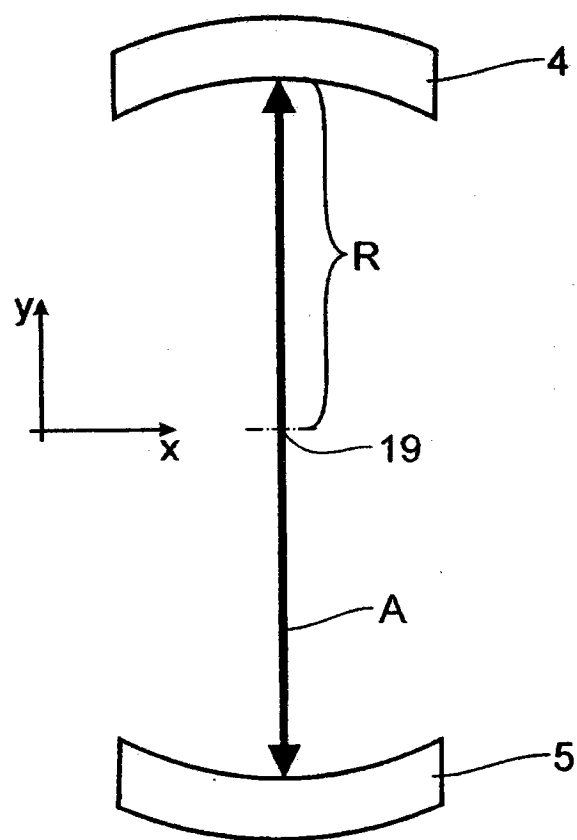


图 9

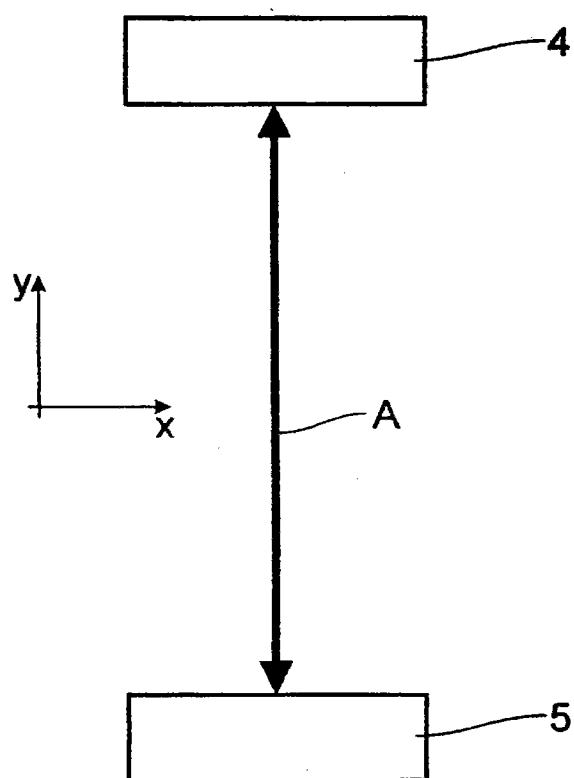


图 10