(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 113703286 B
(45)授权公告日 2024.09.24

(21)申请号 202110849038.6
(22)申请日 2016.04.12
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113703286 A
(43)申请公布日 2021.11.26
(30)优先权数据
102015206635.5 2015.04.14 DE
102015226531.5 2015.12.22 DE
(62)分案原申请数据
201680033406.7 2016.04.12
(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 M.施瓦布
(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所 11105
专利代理师 王蕊瑞
(51)Int.Cl.
G03F 7/20(2006.01)
G02B 17/06(2006.01)
(56)对比文件
WO 2015014753 A1,2015.02.05
审查员 黄倩

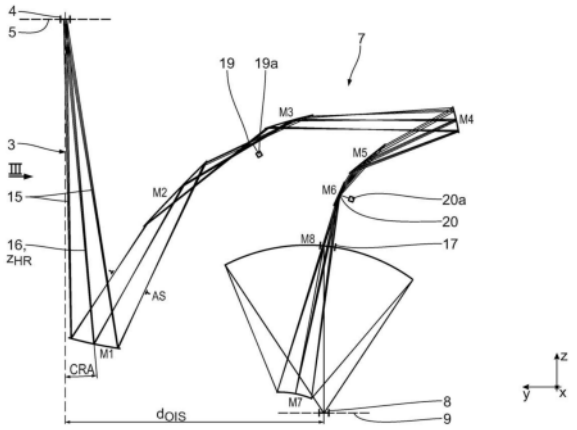
权利要求书2页 说明书94页 附图35页

(54)发明名称

反射镜,成像光学单元,以及投射曝光设备

(57)摘要

本发明涉及投射光刻的成像光学单元(7),其具有多个反射镜(M1至M8),用于将成像光(3)从物场(4)引导到像场(8)中。物场(4)跨越于两个物场坐标(x,y),法线坐标(z)垂直于这两个物场坐标。成像光(3)在第一成像光平面(xz_{HR})中传播穿过成像光学单元(7)的至少一个第一平面中间像(18)。在第二成像光平面(yz)中,成像光传播穿过成像光学单元(7)的至少一个第二平面中间像(19,20)。第一平面中间像(18)的数量和第二平面中间像(19,20)的数量彼此不同。结果是制造成本减少的成像光学单元。



CN 113703286 B

1.反射镜(M6,M7),所述反射镜作为成像光学单元(7;31)的组成部分,所述成像光学单元沿着成像光束路径将成像光(3)从物平面(5)中的物场(4)引导到像平面(9)中的像场(8)中;

-包括可用于反射的反射表面,所述反射表面包括具有基本形状(GF)的边界轮廓(RK),所述基本形状对应于所述物场的基本形状,其中至少两个轮廓凸起(KA)沿着该边界轮廓(RK)的侧边缘布置。

2.如权利要求1所述的反射镜,其特征在于,所述轮廓凸起(KA)中的两个轮廓凸起沿着所述基本形状(GF)的长侧边布置。

3.如权利要求1或2所述的反射镜,其特征在于,至少两个轮廓凸起(KA)沿着所述边界轮廓(RK)的两个侧边缘分别布置。

4.如权利要求1至3中任一项所述的反射镜,实施为EUV反射镜。

5.如权利要求1至4中任一项所述的反射镜,其特征在于高反射的涂层。

6.如权利要求5所述的反射镜,其中,所述高反射的涂层实施为多层的涂层。

7.如权利要求1至6中任一项所述的反射镜,其特征在于其边界轮廓的基本形状为弯曲的反射表面。

8.如权利要求1至7中任一项所述的反射镜,其特征在于其边界轮廓的基本形状为矩形的反射表面。

9.投射光刻的成像光学单元(7;21;22;23;26;27;29)

-包括多个反射镜(M1至M8;M1至M6;M1至M7;M1至M9;M1至M10),所述多个反射镜沿着成像光束路径将成像光(3)从物平面(5)中的物场(4)引导到像平面(9)中的像场(8)中;

-其中所述多个反射镜中的至少一个反射镜实施为如权利要求1至8中任一项所述的反射镜。

10.如权利要求9所述的成像光学单元,其特征在于多个如权利要求1至8中任一项所述的反射镜。

11.如权利要求9或10所述的成像光学单元,其中,具有轮廓凸起(KA)的至少一个如权利要求1至8中任一项所述的反射镜布置在所述成像光学单元的中间像的区域中。

12.如权利要求9至11中任一项所述的成像光学单元,其中,具有轮廓凸起(KA)的至少一个如权利要求1至8中任一项所述的反射镜是NI(法线入射)反射镜。

13.如权利要求9至12中任一项所述的成像光学单元,其中,具有轮廓凸起(KA)的至少一个如权利要求1至8中任一项所述的反射镜是GI(掠入射)反射镜。

14.光学系统

-包括如权利要求9至13中的任一项所述的成像光学单元;

-包括照明光学单元(6),以来自光源(2)的照明光(3)照明所述物场(4)。

15.投射曝光设备,包括如权利要求14所述的光学系统,且包括产生所述照明光(3)的光源(2)。

16.制造结构化部件的方法,包括如下方法步骤:

-提供掩模母版(10)和晶片(11);

-借助于如权利要求15所述的投射曝光设备,将在所述掩模母版(10)上的结构投射到所述晶片(11)的感光层上;

-在所述晶片(11)上制造微结构或纳米结构。

17.根据如权利要求16所述的方法制造的结构化部件。

反射镜,成像光学单元,以及投射曝光设备

[0001] 本申请是申请日为2016年4月12日且发明名称为“将物场成像至像场中的成像光学单元,以及包括这种成像光学单元的投射曝光设备”的中国专利申请No.201680033406.7的分案申请。

[0002] 本专利申请要求德国专利申请DE 10 2015 206 635.5和DE 10 2015 226 531.5的优先权,其内容通过引用并入本文。

技术领域

[0003] 本发明涉及将物场成像至像场中的成像光学单元或投射光学单元。另外,本发明涉及包括这种投射光学单元的光学系统、包括这种光学系统的投射曝光设备、使用这种投射曝光设备制造微结构化部件或纳米结构化部件的方法以及由该方法制造的微结构或纳米结构化部件。另外,本发明涉及作为这种成像光学单元的组成部分的反射镜。

背景技术

[0004] 从JP 2002/048977 A、US 5,891,806(其描述“邻近类型”投射曝光设备)以及从WO 2008/141 686 A1和WO 2015/014 753 A1已知前文阐述类型的投射光学单元。

发明内容

[0005] 本发明的目的是开发前面阐述类型的成像光学单元,使得其制造成本降低。

[0006] 根据本发明,由一种投射光刻的成像光学单元实现该目的。该成像光学单元包括多个反射镜,所述多个反射镜沿着成像光束路径将成像光从物平面中的物场引导到像平面中的像场中;其中所述物场由以下跨越:第一笛卡尔物场坐标,和第二笛卡尔物场坐标,以及其中第三笛卡尔法线坐标垂直于这两个物场坐标;其中所述成像光学单元实施为使得:所述成像光在第一成像光平面中传播,成像光主要传播方向位于所述第一成像光平面中,以及所述成像光在所述第二成像光平面中传播,所述成像光主要传播方向位于所述第二成像光平面中,并且所述第二成像光平面垂直于所述第一成像光平面;其中在所述第一成像光平面中传播的所述成像光的第一平面中间像的数量和在所述第二成像光平面中传播的成像光的第二平面中间像的数量彼此不同。

[0007] 成像光学单元设计为在投射光刻中使用,特别是在EUV投射光刻中使用。

[0008] 成像光学单元实施为在两个成像光平面中具有不同数量的中间像的choristikonal类型的光学单元。该数量差可以恰好为1,但是它也可以更大,例如2或者甚至更大。

[0009] 由对应成像光主要传播方向(z_{HR})和第一笛卡尔物场坐标(x)跨越第一成像光平面(xz_{HR})。成像光主要传播方向(z_{HR})通过在由第二笛卡尔物场坐标(x)和法线坐标(z)跨越的平面中倾斜法线坐标z,直至最初在z方向上延伸的当前传播坐标z_{HR}在成像光主要传播方向的方向上延伸来导致。因此,第一成像光平面的位置随着成像光主要传播方向的各方向变化而变化。

[0010] 可以使用在两个成像光平面中不同数量的中间像作为额外的设计自由度,以便例如在掠入射的反射镜的区域中使整个成像光束变窄(出于射束引导原因,这是期望的),以确保它们的范围不变得太大、和/或在由于安装空间而必须限制的区域内。已经意识到,特别是如果旨在成像具有明显不同于1的纵横比的物场,对于成像光束在其两个横截面维度中的范围的要求在两个成像光平面中在所有方面是不同的,并且因此可以借助于choristikonal类型设计考虑这些要求。两个成像光平面中的一个成像光平面中的中间像的较大数量可以是2、可以是3或可以更多。在两个成像光平面中的中间像数量的较小数量可以是0、可以是1、可以是2或可以甚至是更多。反射镜的数量可以是6、7、8、9或10。反射镜的数量也可以是更少或者更多。

[0011] 原则上,中间像的位置可以沿着成像光主要传播方向在物场和像场之间的任意位置处。相应的第一平面中间像或第二平面中间像可以位于两个反射镜之间或者在一个反射镜处的反射的位置处。在各种情况下,至少一个反射镜可以位于场平面和中间像中的一个中间像之间。

[0012] 成像光学单元的所有反射镜可以实施为NI反射镜,即作为成像光以小于45°的入射角照射至其上的反射镜。这导致以紧凑的方式实施成像光学单元的选项。在所有反射镜上的小的入射角还促成成像光学单元的高的总传输,即高的使用光通量。

[0013] 在平行于成像光学单元的像平面的平面中测量的物像偏移,可以小于1000mm、可以小于800mm、可以小于600mm、可以小于400mm、可以小于300mm、可以小于200mm、可以小于180mm、以及可以特别是177.89mm。

[0014] 物平面可以相对于像平面以有限角度倾斜。

[0015] 成像光学单元可以具有在成像光束路径中、在成像光学单元的反射镜中的两个反射镜之间布置的孔径光阑,其中孔径光阑为成像光的束的整个外部横截面定界。这种孔径光阑可以设计为可以从所有侧从外部到达。借助于这种孔径光阑,可以提供成像光学单元的光瞳形状的限定的规定。

[0016] 孔径光阑可以位于在反射镜中的两个反射镜之间的成像光部分束路径中,其中该孔径光阑在空间上与第二平面中间像之一相邻,该第二平面中间像之一布置在反射镜中的两个反射镜之间的成像光的其他部分束路径中。这种孔径光阑的布置导致甚至在孔径光阑的区域中,以小的折叠角度实施成像光学单元的选项。

[0017] 成像光学单元的光瞳遮蔽可以至多为15%。限定为遮蔽的光瞳表面的表面部分(即可以不用于成像的光瞳表面)相对于整个光瞳表面的这种光瞳遮蔽对成像具有很小的影响。光瞳遮蔽可以小于15%、可以小于12%、可以小于10%以及可以是如9%。

[0018] 在成像光学单元的所有反射镜上的成像光的最大入射角可以小于25°。即使使用EUV光作为使用光,这种成像光的最大入射角仍促成具有高反射率的反射镜的配置。最大入射角可以小于22°。

[0019] 在物场下游的成像光束路径中的成像光学单元的前四个反射镜上的成像光的最大入射角可以小于20°。在前四个反射镜上成像光的这种最大入射角具有相应的优点。最大入射角可以小于19°、可以小于18°、可以小于17.5°以及可以最多是16.6°。

[0020] 成像光学单元的物平面可以相对于像平面以大于0°的角度倾斜。已经发现这种物平面相对于像平面的倾斜是合适的,特别是对于在所有反射镜上实现小的最大入射角而

言。倾斜角可以大于1°、可以大于2°、可以大于4°、可以大于5°、可以大于7°、可以大于8°以及可以是例如10°。

[0021] 第一平面中间像中的一个第一平面中间像和成像光单元的第二平面中间像中的一个第二平面中间像可以位于成像光学单元的反射镜中的一个反射镜的用于成像光通过的通道开口的区域中。这种中间像布置导致整个成像光束的两个横截面的尺寸的有利缩小。

[0022] 成像光学单元中,反射镜中的至少一个反射镜实施为GI反射镜。上述具有至少一个掠入射的反射镜(GI反射镜;入射角大于45°)的成像光学单元的配置中,choristikonal类型的实施例的优点变得特别好。

[0023] 成像光学单元中,所述GI反射镜的使用的反射表面具有的所述GI反射镜的表面尺寸的纵横比(y/x)至多为3。上述GI反射镜的纵横比条件导致可控的大的GI反射镜的制造成本可以相应地是合理的。当计算纵横比时,首先测量GI反射镜的反射表面的最大范围,然后相关的尺寸值除以垂直于该最大范围方向的反射表面的范围。GI反射镜的使用反射表面的纵横比可以是至多2.5、可以是至多2、可以是至多1.95、可以是至多1.9、可以是至多1.75、可以是至多1.5、可以是至多1.25、可以是至多1.2、可以是至多1.1以及也可以是至多1.05。

[0024] 成像光学单元中,所述成像光平面与所述至少一个GI反射镜的折叠平面重合,在所述成像光平面中出现较大数量的中间像。上述中间像的数量分布导致在GI反射镜折叠平面中(即在GI反射镜上中心场点的主射线的入射平面中)成像光束能够有利地被缩小。

[0025] 成像光学单元中,所述中间像中的一个中间像实施为在与所述折叠平面重合的所述成像光平面中、在所述GI反射镜上游的束路径中、在所述GI反射镜与在所述束路径中直接设置于其上游的反射镜之间,以及所述中间像中的另一个中间像实施为在与所述折叠平面重合的所述成像光平面中、在所述GI反射镜下游的束路径中、在所述GI反射镜与在所述束路径中直接设置于其下游的反射镜之间。成像光学单元中,在所述成像光的束路径中一个接一个的至少两个反射镜实施为具有相同折叠平面的GI反射镜,其中在与所述折叠平面重合的所述成像光平面中的中间像实施为在这两个GI反射镜之间的束路径中。已经发现上述中间像的分布特别地有利于GI反射镜的紧凑设计。可以有多个GI反射镜对,中间像在相同成像光学单元内位于该反射镜对之间。

[0026] 成像光学单元中,所述反射镜中的至少一个反射镜具有用于所述成像光通过的通道开口,所述至少一个反射镜实施为围绕所述通道开口来反射所述成像光,其中至少一个中间像位于所述通道开口的区域中。上述中间像布置导致在反射镜通道开口的区域中成像光束的有利的缩小。在具有大于1的纵横比的物场的情况下,中间像可以沿着更大的物场尺寸位于具有跨越的坐标的成像光平面中。这种中间像确保沿着由于较大的场尺寸而成像光束倾向于具有较大直径的坐标使整个成像光束更强烈的缩小。然后,只要通道开口和像场之间的距离比通道开口和中间像之间的距离大三倍以上,中间像位于通道开口的区域中。这些距离之间的比可以大于3.5、可以大于4、可以大于5、可以大于7、可以大于10或可以甚至更大。通道开口可以是具有位于其区域中的第一平面中间像中的一个和第二平面中间像中的一个的这两者的一个通道开口。

[0027] 也已经发现成像光学单元的choristikonal类型的设计是有利的,在成像光学单元中的反射镜中的至少一个反射镜实施为NI反射镜的实施例的情况下,该实施例具有至少

一个NI反射镜(反射镜具有的入射角接近于垂直入射,入射角小于45°)。这里,在多个成像光平面之中的中间像的相应的分布可以简化例如场光阑或场侧辅助装置的放置。然后,也可以简化孔径光阑的位置规定。具有至少一个GI反射镜和至少一个NI反射镜的成像光学单元的混合实施例是可能的。替代地,成像光学单元可以仅仅具有NI反射镜。

[0028] 成像光学单元中,所述物场和所述像场之间的成像束路径中有奇数个反射镜。上述成像光学单元的情况下,在两个成像光平面中的中间像的恰好为1的数量差可以导致对由于奇数个反射镜引起的图像翻转进行补偿。

[0029] 成像光学单元的反射镜中的至少一个反射镜可以具有实施为自由形式表面的反射表面。这种自由形式表面的示例将在下文详细描述。

[0030] 光学系统,包括如上所述的成像光学单元;包括辅助装置,所述辅助装置布置在所述中间像中的一个中间像的中间像平面中。上述光学系统利用关于在多种成像光平面中不同数量的中间像的设计自由度的选项。辅助装置可以是场光阑、或者以UNICOM的样式的强度规定装置。

[0031] 光学系统,包括如上所述的成像光学单元;包括照明光学单元,以来自光源的照明光照明所述物场。上述光学系统的优点对应于参考成像光学单元和具有辅助装置的光学系统已经在上文解释的那些优点。上述光学系统也可以具有这种辅助装置。

[0032] 光源可以是EUV光源。替代地,也可以使用DUV光源,即例如波长为193nm的光源。

[0033] 投射曝光设备,包括如上所述的光学系统,且包括产生所述照明光的光源。制造结构化部件的方法,包括如下方法步骤:提供掩模母版和晶片;借助于上述投射曝光设备,将在所述掩模母版上的结构投射到所述晶片的感光层上;在所述晶片上制造微结构或纳米结构。根据上述方法制造结构化部件。上述投射曝光设备的优点、上述制造方法的优点以及上述微结构或纳米结构化部件的优点优点对应于参考成像光学单元和光学系统已经在上文中解释的那些优点。特别是,半导体部件(例如存储器芯片)可以使用投射曝光设备来制造。

[0034] 本发明的其他目的是开发反射镜,该反射镜可以合理的支出制造,作为成像光学单元的部件,用于沿着成像光束路径将成像光从在物平面中的物场引导到在像平面中的像场中。

[0035] 根据本发明,这个目的由一种反射镜来实现。所述反射镜作为成像光学单元的组成部分,所述成像光学单元沿着成像光束路径将成像光从物平面中的物场引导到像平面中的像场中;所述反射镜包括可用于反射的反射表面,所述反射表面包括具有基本形状的边界轮廓,所述基本形状对应于所述物场的基本形状,其中至少两个轮廓凸起沿着该边界轮廓的侧边缘布置。

[0036] 根据本发明,已经认识到整个成像光束的边界轮廓不是必须具有凸的轮廓。根据本发明包括至少两个轮廓凸起的反射镜的反射表面边界轮廓确保整个成像光束的形成有对应凸起的边界轮廓可以被反射。另外,用于这种反射目的的反射镜不具备非必要的大的设计,减小了其制造成本。

[0037] 特别是,反射镜可以在包括上述指定特征的成像光学单元中使用。反射镜可以实施为EUV反射镜并且载有对应的高反射的涂层。该涂层可以实施为多层的涂层。根据本发明的反射镜可以与关于上位的“成像光学单元”、“光学系统”、“投射曝光设备”成分的特征相结合。

[0038] 成像光学单元可以具有多个这种具有轮廓凸起的反射镜。具有轮廓凸起的反射镜可以特别是布置在成像光学单元的中间像的区域中。具有轮廓凸起的反射镜可以是NI(法线入射)反射镜或GI(掠入射)反射镜。

[0039] 反射镜可以包含具有弯曲的基本形状或矩形的基本形状的反射表面。

附图说明

[0040] 在下文参考附图进行更详细地解释本发明的示例性实施例。在所述的附图中：

[0041] 图1示意性示出了EUV微光刻的投射曝光设备；

[0042] 图2在子午截面中示出了成像光学单元的实施例,该成像光学单元可以用作根据图1的投射曝光设备中的投射镜头,其中描绘了两个选择的场点的主射线的成像束路径以及上彗形射线和下彗形射线的成像束路径；

[0043] 图3示出了如从图2中的观察方向III看到的、根据图2的成像光学单元的视图；

[0044] 图4示出了根据图2和图3的成像光学单元的反射镜的光学使用区域的边界轮廓的平面视图；

[0045] 图5以与图2相似的示意图示出了成像光学单元的其他实施例,该成像光学单元可以用作根据图1的投射曝光设备的投射镜头；

[0046] 图6示出了如从图5中的观察方向VI看到的、根据图5的成像光学单元的视图；

[0047] 图7示出了根据图5和图6的成像光学单元的反射镜的光学使用区域的边界轮廓的平面视图；

[0048] 图8至图31以与图5至图7相似的示意图示出了成像光学单元的其他实施例,该成像光学单元可以用作根据图1的投射曝光设备的投射镜头；

[0049] 图32在子午截面中示出了成像光学单元的实施例,该成像光学单元可以用作根据图1的投射曝光设备中的投射镜头,其中描绘了两个选择的场点的主射线的成像束路径以及上彗形射线和下彗形射线的成像束路径；

[0050] 图33以与图32相似的示意图示出了成像光学单元的其他实施例,该成像光学单元可以用作根据图1的投射曝光设备的投射镜头；

[0051] 图34示出了从图32中的观察方向XXXIV的视图;以及

[0052] 图35示出了从图33中的观察方向XXXV的视图。

具体实施方式

[0053] 微光刻投射曝光设备1具有照明光或成像光3的光源2。光源2是EUV光源,其产生例如在5nm和30nm之间,特别是5nm和15nm之间的波长范围中的光。光源2可以是基于等离子体的光源(激光产生等离子体(LPP)、气体放电产生等离子体(GDP))或者其他基于同步加速器的光源,例如自由电子激光器(FEL)。特别是,光源2可以是具有13.5nm的波长的光源或者具有6.9nm的波长的光源。也可以是其他EUV波长。通常,在投射曝光设备1中引导的照明光3甚至可以是任意波长,例如可见光波长或者可以在微光刻中使用的其他波长(例如DUV,深紫外),并且为此合适激光光源和/或LED光源是可用的(例如365nm、248nm、193nm、157nm、129nm、109nm)。在图1中非常示意性示出了照明光3的束路径。

[0054] 照明光单元6用于将来自光源2的照明光3引导至在物平面5中的物场4。使用投射

光学单元或成像光学单元7以预定的缩小比例将物场4成像到在像平面9中的像场8中。

[0055] 为了便于描述投射曝光设备1以及投射光学单元7的多种实施例,在附图中示出了笛卡尔xyz坐标系,根据该系统,在图中示出的部件的各自位置关系是显而易见的。在图1中,x方向垂直于附图的平面延伸并进入该平面。y方向朝左延伸,并且z方向朝上延伸。

[0056] 在投射光学单元7中,物场4和像场8具有弯曲的或曲形的实施例,以及特别是,形状像是部分环的实施例。在像侧上,该场曲率的曲率的半径可以是81mm。物场4的或像场8的边界轮廓的基本形状具有相应的弯曲。替代性地,可以用矩形形状实施物场4和像场8。物场4和像场8具有大于1的x/y纵横比。因此,物场4具有在x方向上更长的物场尺寸以及在y方向上更短的物场尺寸。这些物场尺寸沿着场坐标x和y延伸。

[0057] 因此,物场4由第一笛卡尔物场坐标x和第二笛卡尔物场坐标y跨越。垂直于这两个物场坐标x和y的第三笛卡尔坐标z下文也称为法线坐标。

[0058] 在图2等中示出的示例性实施例中的一个可以用于投射光学单元7。根据图2的投射光学单元7在弧矢平面xz中缩小至四分之一以及在子午平面yz中缩小至八分之一。投射光学单元7是变形的投射光学单元。在两个成像光平面xz、yz中的其他的缩小比例也是可以的,例如3x、5x、6x、7x或大于8x的缩小比例。替代地,投射光学单元7也可以具有在两个成像光平面xz、yz中各自相同的缩小比例,例如缩小至八分之一。那么,其他的缩小比例也是可以的,例如4x、5x或甚至大于8x的缩小比例。各自的缩小比例可以伴随或者不伴随像翻转,其随后也通过缩小比例的合适的符号规格阐明。

[0059] 在根据图2的投射光学单元7的实施例中,平行于物平面5布置像平面9。在这种情况下,成像的是与物场4重合的反射掩模10的部分,反射掩模也称为掩模母版。由掩模母版夹持器10a承载掩模母版10。由掩模母版位移驱动器10b位移掩模母版夹持器10a。

[0060] 通过投射光学单元7在形式为晶片的基板11的表面上实施成像,该基板由基板夹持器12承载。由晶片或基板位移驱动器12a位移基板支持器12。

[0061] 图1示意性示出了,在掩模母版10和投射光学单元7之间,照明光3的射线束13进入该投射光学单元,以及在投射光学单元7和基板11之间,照明光3的射线束14自投射光学单元7发出。投射光学单元7的像场侧数值孔径(NA)在图1中没有按照比例重现。

[0062] 投射曝光设备1是扫描器类型的。投射曝光设备1的操作期间,掩模母版10和基板11都在y方向上被扫描。投射曝光设备1的步进器类型也是可能的,其中在基板11的单独曝光之间实现在y方向上掩模母版10的和基板11的逐步位移。通过位移驱动器10b和12a的合适的致动,彼此同步地实现这些位移。

[0063] 图2和3示出了投射光学单元7的第一实施例的光学设计。图2示出了在子午截面中的投射光学单元7,即在yz平面中成像光3的束路径。子午平面yz也称为第二成像光平面。图3示出了在弧矢平面xz中的投射光学单元7的成像束路径。第一成像光平面xz_{HR}是通过第一笛卡尔物场坐标x和当前成像光主要传播方向z_{HR}在成像光3的束路径的各位置处跨越的平面。成像光主要传播方向z_{HR}是中心场点的主射线16的束方向。作为规则,在反射镜M1至M8处以每个反射镜反射改变该成像光主要传播方向z_{HR}。这改变可以描述为当前成像光主要传播方向z_{HR}关于第一笛卡尔物场坐标x倾斜约倾斜角度,该倾斜角度等于在各个考虑的反射镜M1至M8处中心场点的该主射线16的偏转角度。继而,为了简化的目的,第一成像光平面xz_{HR}也称为第一成像光平面xz。

[0064] 第二成像光平面yz同样地包含成像光主要传播方向z_{HR}并且垂直于第一成像光平面xz_{HR}。

[0065] 由于投射光学单元7仅在子午平面yz内折叠,第二成像光平面yz重合于子午平面。

[0066] 图2示出了从三个物场点各发出的三个单独射线15的束路径,在图2中这三个物场点在y方向上彼此间隔开。所示出的是这两个物场点各自的上彗形射线和下彗形射线,以及主射线16,即在投射光学单元7的光瞳平面中穿过光瞳中心的单独射线15。从物场4出发,主射线16包括与物平面5的法线成5.1°的角CRA。

[0067] 物平面5平行于像平面9。

[0068] 投射光学单元7具有0.55的像侧数值孔径。

[0069] 根据图2,投射光学单元7总共具有八个反射镜,从物场4出发以单独射线15的束路径的顺序将所述八个反射镜编号为M1至M8。

[0070] 图2至4示出了反射镜M1至M8的计算的反射表面的截面。使用这些计算反射表面的一部分。只有该反射镜表面的实际使用区域,加上延伸部分,实际出现在真实的反射镜M1至M8中。通过反射镜体以已知方式承载使用的反射表面。

[0071] 根据图2的投射光学单元7中,反射镜M1、M4、M7和M8配置为法线入射的反射镜,就是说成像光3以小于45°的入射角照射其上的反射镜。因此,总之,根据图2的投射光学单元7具有用于法线入射的四个反射镜M1、M4、M7和M8。这些法线入射的反射镜也称为NI(法线入射)反射镜。

[0072] 反射镜M2、M3、M5和M6是照明光3的掠入射反射镜,就是说照明光3以大于45°,特别是大于60°的入射角照射其上的反射镜。成像光3的单独射线15的在掠入射反射镜M2、M3、M5和M6上的典型入射角在80°的范围中。总之,根据图2的投射光学单元7具有恰好四个掠入射反射镜M2、M3、M5和M6。这些掠入射反射镜也称为GI(掠入射)反射镜。

[0073] 反射镜M2和M3形成在成像光3的束路径中依次直接布置的反射镜对。反射镜M5和M6也形成在成像光3的束路径中依次直接布置的反射镜对。

[0074] 一方面反射镜对M2、M3和另一方面反射镜对M5、M6以如下方式反射成像光3:单独射线15的反射角在这两个反射镜对的各自反射镜M2、M3和M5、M6处相加。因此,各反射镜对M2、M3和M5、M6的各自的第二反射镜M3和M6增加各自的第一反射镜M2、M5施加于各单独射线15上的偏转效应该偏转效果到。反射镜对M2、M3和M5、M6的反射镜的该布置对应于在DE 10 2009 045 096A1中针对照明光学单元所描述的。

[0075] 掠入射的反射镜M2、M3、M5和M6各具有非常大的绝对值的半径,就是说它们与平坦的表面具有比较小的偏差。这些掠入射的反射镜M2、M3、M5和M6各具有相当弱的屈光能力,即束形成效应低于全凹面或凸面的反射镜。反射镜M2、M3、M5和M6对于指定的成像像差校正以及尤其是局部成像像差校正有贡献。

[0076] 为了表征投射光学单元7的反射镜的偏转效应的目的,在下文中基于分别示出的子午截面而限定了偏转方向。例如根据图2,如在子午截面中各入射束方向上所见,各反射镜在顺时针方向上(即偏转至右边)的偏转效应标记为缩写“R”。举例而言,投射光学单元7的反射镜M2具有这种偏转效应“R”。如从分别入射到反射镜上的束方向所见,该反射镜在逆时针方向上(即朝向左边)的偏转效应标记为缩写“L”。投射光学单元7的反射镜M1和M5是“L”偏转效应的示例。具有折叠角度f的反射镜的弱偏转效应或者完全不偏转的效应标记为

缩写“0”,f适用如下条件:-1°<f<1°。投射光学单元7的反射镜M7是“0”偏转效应的示例。总之,反射镜M1至M8的投射光学单元7具有如下偏转效应的顺序:LRRRLL0R。

[0077] 原则上,投射光学单元的所有描述的示例性实施例可以关于平行于xz平面延伸的平面镜像,而在过程中这不改变基本成像性质。然而,这则自然地改变了偏转效应的顺序,在从投射光学单元7通过适当镜像产生投射光学单元的情况下具有如下顺序:RLLLRR0L。

[0078] (例如在反射镜M4上)偏转效应的选择,即相应入射束的方向的选择,以及反射镜对M2、M3和M5、M6的偏转方向的选择,分别以如下方式选择:有效地使用可用于投射光学单元7的安装空间。

[0079] 反射镜M1至M8载有优化反射镜M1至M8对成像光3的反射率的涂层。这里,该涂层可以是钌涂层,各具有由例如钌制成的最上层的多层。在掠入射的反射镜M2、M3、M5和M6中,可以使用具有例如一层钼或钌的涂层。这些高反射层,特别是法线入射的反射镜M1、M4、M7和M8的高反射层,可以配置为多层层,其中连续的层可以用不同材料制造。也可以使用替代的材料层。典型的多层层可以具有五十个双层,所述双层分别由一层钼和一层硅制成。这些还可以包含由例如C(碳)、B_4C(碳化硼)制成的附加分离层,并且可以由朝向真空的保护层或保护层系统终止。

[0080] 为了计算投射光学单元7的总反射率的目的,如下计算系统传输:根据引导射线(即中心物场点的主射线)的入射角,在每个反射镜表面处确定反射镜反射率,并且通过乘积结合反射镜反射率以形成系统传输。

[0081] 在WO 2015/014 753A1中解释了关于计算反射率的细节。

[0082] 在WO 2012/126 867A中发现了关于GI反射镜(掠入射反射镜)处反射的其他信息。在DE 101 55 711A中可以发现关于NI反射镜(法线入射反射镜)的反射率的其他信息。

[0083] 投射光学单元7的总反射率或系统传输,呈现为投射光学单元7的所有反射镜M1至M8的反射率的乘积,是R=8.02%。

[0084] 反射镜M8(即在成像束路径中像场8的上游的最后反射镜)具有通道开口17,用于从倒数第三反射镜M6向倒数第二反射镜M7反射的成像光3通过。围绕通道开口17以反射方式使用反射镜M8。所有其他反射镜M1至M7不具有通道开口,并且在以无间隙方式连接的区域中以反射方式使用。

[0085] 在第一成像光平面xz中,投射光学单元7在反射镜M6和M7之间的成像光束路径中具有恰好一个第一平面中间像18。该第一平面中间像18位于通道开口17的区域中。通道开口17和像场8之间的距离是通道开口17和第一平面中间像18之间的距离的四倍多。

[0086] 在垂直于第一成像光平面xz的第二成像光平面yz中(参见图2),成像光3通过恰好两个第二平面中间像19和20。这两个第二平面中间像中的第一个第二平面中间像19位于在成像光束路径中反射镜M2和M3之间。两个第二平面中间像中的另一个第二平面中间像20位于在反射镜M6处成像光3的反射的区域中。

[0087] 第一平面中间像的数量(即在投射光学单元7中恰好一个第一平面中间像)和第二平面中间像的数量(即在投射光学单元7中恰好两个第二平面中间像)在投射光学单元7中彼此不同。在投射光学单元7中,该中间像的数量相差恰好一个。

[0088] 第二成像光平面yz与GI反射镜M2、M3和M5、M6的折叠平面yz重合,该第二成像光平面yz中出现较多数量中间像,即两个第二平面中间像19和20。该折叠平面是在对应的GI反

射镜处反射时中心场点的主射线16的入射平面。通常,第二平面中间图像不垂直于限定成像光主要传播方向z_{HR}的中心场点的主光线16。中间像倾斜角度,即与该垂直布置的偏差,理论上是任意的并且可以在0°和+/-89°之间。

[0089] 可以在中间像18、19、20的区域中布置辅助装置18a、19a、20a。这些辅助装置18a至20a可以是为了至少在截面中限定成像光束的边界的场光阑。类型为UNICOM的场强度规定装置(特别是具有在x方向上错开的指形光阑)也可以布置在中间像18至20的中间像平面中的一个中。

[0090] 反射镜M1至M8实施为不可以用旋转对称函数描述的自由形式表面。投射光学单元7的其他实施例也是可能的,其中反射镜M1至M8中的至少一个反射镜实施为旋转对称非球面。从DE 10 2010 029 050 A1已知这种旋转对称非球面的非球面公式。所有反射镜M1至M8实施为这种非球面也是可能的。

[0091] 自由形式表面可以由如下自由形式表面公式(等式1)描述:

[0092]
$$
\begin{aligned}
Z = {} & \frac{c_x x^2 + c_y y^2}{1+\sqrt{1-(1+k_x)(c_x x)^2-(1+k_y)(c_y y)^2}} \\
& + C_1 x + C_2 y \\
& + C_3 x^2 + C_4 xy + C_5 y^2 \\
& + C_6 x^3 + \ldots + C_9 y^3 \\
& + C_{10} x^4 + \ldots + C_{12} x^2 y^2 + \ldots + C_{14} y^4 \\
& + C_{15} x^5 + \ldots + C_{20} y^5 \\
& + C_{21} x^6 + \ldots + C_{24} x^3 y^3 + \ldots + C_{27} y^6 \\
& + \ldots
\end{aligned}
\tag{1}
$$

[0093] 以下适用于该公式(1)的参数:

[0094] Z是自由形式表面在点x、y处的矢高,其中$x^2+y^2=r^2$。此处,r是与自由形式公式的参考轴线(x=0;y=0)的距离。

[0095] 在自由形式表面公式(1)中,C_1、C_2、C_3…表示按幂x和y的自由形式表面级数展开的系数。

[0096] 在锥形基础区的情况下,c_x、c_y是对应于相应的非球面的顶点曲率的常数。因此,适用$c_x=1/R_x$和$c_y=1/R_y$。此处,k_x和k_y分别对应于相应的非球面的锥形常数。因此,公式(1)描述双锥形的自由形式表面。

[0097] 可以从旋转对称参考表面生成替代的可能自由形式表面。从US 2007-0058269 A1得知微光刻投射曝光设备的投射光学单元的反射镜的反射表面的这种自由形式表面。

[0098] 替代地,借助于二维样条表面也可以描述自由形式表面。例如这是Bezier曲线或非均匀有理B样条(NURBS)。举例而言,通过在xy平面中点的网格和相关z值或者通过这些点和与其相关的梯度,可以描述二维样条表面。根据样条表面的各类型,使用例如多项式或具有关于其连续性和可微性的特定特性的函数,通过在网格点之间插值获得完整表面。该函

数的示例为解析函数。

[0099] 图4示出了投射光学单元7的反射镜M1至M8各由成像光3照射其上的反射表面的边界轮廓,即反射镜M1至M8的所谓的覆盖区。这些边界轮廓各以x/y曲线图来描绘,其对应于相应的反射镜M1至M8的局部x坐标和y坐标。示图以毫米为单位按照真实比例绘制。而且,在关于反射镜M8的示图中示出了通道开口17的形式。

[0100] 下表总结了反射镜M1至M8的参数“最大入射角”、“反射表面在x方向上的范围”、“反射表面在y方向上的范围”和“最大反射镜直径”:

[0101]

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
最大入射角[°]	17.6	81.3	79.4	14.1	80.4	83.2	22.5	6.3
反射表面在x方向上的范围[mm]	497.3	441.9	524.9	731.8	464.7	314.0	298.0	1003.7
反射表面在y方向上的范围[mm]	252.4	462.4	250.5	130.0	231.8	132.6	183.2	984.2
最大反射镜直径[mm]	497.3	494.0	524.9	731.8	464.7	314.0	298.0	1004.0

[0102] 由于在GI反射镜M2、M3、M5和M6的区域内的第二平面中间像19和20,这些GI反射镜在y方向上不具有极端范围。这些GI反射镜M2、M3、M6和M7的反射表面的相应的表面尺寸的y/x纵横比仅对于反射镜M2而言大于1且在那近似于1.05。GI反射镜中没有一个反射镜具有大于1.05的y/x纵横比。在投射光学单元7的反射镜M1至M8的反射镜M4处,y/x纵横比最强地偏离于1的值,并且在那它具有约为1:5.6的值。在其它所有反射镜中,y/x纵横比在3:1至1:3之间的范围中。

[0103] 预先确定像侧数值孔径的反射镜M8具有直径为1004mm的最大反射镜直径。没有任何其他反射镜M1至M7具有大于反射镜M8的最大反射镜直径的80%的最大直径。

[0104] 在投射光学单元7中的反射镜M1和M2之间的成像光束路径中布置光瞳限定孔径光阑AS。在孔径光阑AS的区域中,全部成像光束在其整个圆周上是可达的。

[0105] 投射光学单元7的反射镜M6(参见图4)具有可以用于反射的反射表面,其具有边界轮廓RK。该边界轮廓RK具有在图4中关于反射镜M6以虚线示出的基本形状GF。该基本形式GF对应于物场4的弯曲的基本形状。反射镜M6的基本形状GF对应于物场4的基本形状,即它同样是弯曲的。

[0106] 两个轮廓凸起KA沿着位于图4中顶部处反射镜M6的边界轮廓RK的侧边缘布置。

[0107] 反射镜M6的边界轮廓RK遵循在反射镜M6处反射的完整成像光束的边界轮廓。该完整成像光束的边界轮廓具有相应的轮廓凸起,这是由于通过第二平面中间像20的中间成像。

[0108] 在图4中底部处示出的两个其他轮廓凸起KA布置在边界轮廓RK的相对的侧边缘上。

[0109] 沿着基础形状GF的两个长侧边分别布置边缘凸起KA。

[0110] 投射光学单元7的反射镜M1至M8的反射表面的光学设计数据可以从如下表格获

悉。这些光学设计数据分别从像平面9开始,即在像平面9和物平面5之间成像光的相反传播方向上描述各投射光学单元。

[0111] 这些表格中的第一个提供了投射光学单元7的设计数据的总览并且总结了数值孔径NA、成像光的计算的设计波长、在两个成像光平面xz和yz中的缩小因子β_x和β_y、在x方向和y方向上的像场的尺寸、像场曲率、以及像差值rms和光阑位置。该曲率限定为场的曲率半径的倒数。像差值以mλ(ml)指定,即其取决于设计波长。这里,像差值是波前像差的rms值。

[0112] 这些表格中的第二个提供顶点半径(半径x=R_x、半径y=R_y)和光学部件的光学表面的屈光能力值(屈光力x、屈光力y)。在所考虑的平面(xz,yz)的对应表面的截面中,半径的负数值意味着朝向入射的照明光3凹的曲线,在具有对应曲率的方向的顶点(x,y)处由表面法线跨越该所考虑的平面。两个半径,半径x、半径y,可以具有明显不同的符号。

[0113] 在每个光学表面处的顶点限定作为引导射线的入射点,该引导射线沿着对称平面x=0(即图2的附图平面(子午平面))从物场中心传输至像场8。

[0114] 在顶点处的屈光能力,屈光力x(P_x)、屈光力y(P_y)限定为:

[0115] $$P_x = -\frac{2\cos AOI}{R_x}$$

[0116] $$P_y = -\frac{2}{R_y \cos AOI}$$

[0117] 这里,AOI表示引导射线相对于表面法线的入射角。

[0118] 第三个表格为反射镜M1至M8(以毫米为单位)指定圆锥常数k_x和k_y、顶点半径R_x(=半径x)和自由形式表面系数C_n。在表格中未制表的系数C_n均具有值0。

[0119] 第四个表格还指定了从参考表面出发的各反射镜在y方向上偏心(DCY)以及在z方向上位移(DCZ)和倾斜(TLA、TLC)的量值。这对应于在自由形式表面设计方法的情况下的平行移动和倾斜。这里,在y方向上和在z方向上以mm为单位进行位移,关于x轴和z轴进行倾斜。在这个情况下,旋转角被指定为以度为单位。首先进行偏心,接着倾斜。偏心期间的参考表面分别是指定光学设计数据的第一表面。也为物场4指定在y方向上和在z方向上的偏心。除了分配给单独反射镜的表面,第四个表格还将为作为第一表面的像平面、作为最后表面的物平面和可选的光阑表面(具有标记“光阑”)制表。

[0120] 第五个表格还指定了反射镜M8至M1的传输数据,即所述反射镜针对中心地入射在对应反射镜上的照明光线的入射角的反射率。总传输指定为在投射光学单元中的所有反射镜处反射后从入射强度剩余的比例因子。

[0121] 第六个表格将光阑AS的边缘指定为局部坐标xyz中的多边形线。如上文所描述,光阑AS是偏心的且倾斜的。

[0122]

示例性实施例	图2
NA	0.55
波长	13.5 nm
beta_x	4.0

[0123]

beta_y	-8.0
场尺寸_x	26.0 mm
场尺寸_y	1.0 mm
场曲率	0.012345 1/mm
rms	12.0 ml
光阑	AS

[0124] 图2的表1

[0125]

表面	半径x[mm]	屈光力x[1/mm]	半径y[mm]	屈光力y[1/mm]	操作模式
M8	-977.9363886	0.0020361	-929.6273166	0.0021610	REFL
M7	1294.8209643	-0.0015445	435.8531595	-0.0045890	REFL
M6	18365.5486866	-0.0000231	-46554.4044838	0.0002030	REFL
M5	5259.3234531	-0.0000933	-9321.2739117	0.0008744	REFL
M4	-1765.3339870	0.0011067	-1142.0480083	0.0017928	REFL
M3	2922.7328266	-0.0001820	-2482.4542085	0.0030292	REFL
M2	1651.2946943	-0.0003085	-8489.6411649	0.0009249	REFL
M1	-2632.7505211	0.0007257	-1790.4348754	0.0011694	REFL

[0126] 图2的表2

[0127]

系数	M8	M7	M6
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	-0.11558328	-0.06317830	-0.67536006
RX	-977.93638860	1294.82096400	18365.54869000
C7	-3.26431733e-09	-9.19931196e-07	6.01520941e-08
C9	1.58538114e-09	-1.11351361e-07	8.67911005e-10
C10	-2.62749675e-11	1.65294576e-09	2.46957387e-11
C12	-3.89038959e-11	5.8094008e-09	5.62790766e-11
C14	-1.02513051e-11	5.53161746e-09	2.39097835e-11
C16	-5.05646011e-15	-5.96237142e-12	-2.22416819e-14
C18	-4.92292703e-15	-1.27228894e-11	2.83846346e-13
C20	1.16365138e-15	5.18801779e-12	5.76795483e-15
C21	-3.04440558e-17	5.32997236e-15	-1.09361216e-16
C23	-7.98657435e-17	4.06529865e-14	7.9007479e-16
C25	-6.41119264e-17	7.80652921e-14	-4.56580147e-16
C27	-1.39235463e-17	8.10562525e-14	-2.24207356e-15
C29	-6.20803428e-21	-2.93716245e-17	9.54358468e-19
C31	-1.24534312e-20	-1.84555197e-16	-5.3458423e-18
C33	-4.42030372e-21	-1.84586928e-16	-1.86756383e-17
C35	1.07126508e-21	1.91912568e-16	1.00354655e-17
C36	-2.91575118e-23	9.09001497e-20	6.26271473e-21
C38	-1.08152276e-22	6.67834705e-19	-6.49920584e-20
C40	-1.4917793e-22	1.73448182e-18	1.11297067e-19
C42	-8.53194437e-23	2.43380836e-18	3.95874101e-19
C44	-1.41286848e-23	5.65275748e-19	5.41032235e-19
C46	-5.48565523e-27	-6.08367951e-22	-2.03215013e-22
C48	-1.54244255e-26	-3.0535911e-21	-4.18114672e-22
C50	-8.36720446e-27	-1.37751887e-22	-5.5893905e-22
C52	-5.14729095e-28	1.06533988e-20	8.75292138e-21
C54	4.65607389e-28	1.19886682e-21	-4.41429933e-21
C55	-3.994753e-29	-1.37140533e-24	-2.55530798e-25
C57	-1.95743945e-28	-1.10267807e-23	3.51112917e-24
C59	-3.82935802e-28	-1.41353816e-23	-6.14784987e-24
C61	-3.52698144e-28	9.07886953e-24	-6.9704448e-23

[0128]

系数	M8	M7	M6
C63	-1.4336365e-28	-7.49817063e-24	-7.39060153e-23
C65	-1.94273034e-29	3.91695015e-23	-5.92226689e-23
C67	-1.57733117e-32	-4.88361615e-27	9.64794763e-27
C69	-6.12153839e-32	-3.56715922e-26	5.2372298e-26
C71	-1.18717428e-31	-3.19191477e-25	2.13380099e-25
C73	-1.063393e-31	-7.51279757e-25	2.45159051e-25
C75	-2.89486089e-32	-6.71222307e-25	-1.71851249e-24
C77	6.32013344e-33	7.38715108e-25	9.74025575e-25
C78	1.11262585e-35	3.03620946e-29	2.58218161e-30
C80	4.67368442e-35	4.91226123e-28	-6.72675352e-29
C82	1.23352933e-34	1.67499613e-27	1.55650129e-29
C84	1.53536949e-34	2.38894849e-27	2.90832154e-27
C86	9.5650515e-35	-8.23315242e-29	6.09750745e-27
C88	1.71733925e-35	-8.61039219e-28	6.1107714e-27
C90	-5.94121394e-36	-1.76523408e-27	7.99611209e-28
C92	1.4787702e-38	-2.58993199e-31	-1.58067878e-31
C94	8.90625365e-38	-1.71267929e-30	-1.06702074e-30
C96	2.89055314e-37	-2.40810729e-31	-7.02875699e-30
C98	4.29516754e-37	2.22333849e-29	-3.28419568e-29
C100	3.17681665e-37	5.50483336e-29	-2.1648152e-29
C102	8.36108049e-38	5.43169134e-29	1.11856162e-28
C104	-9.74872514e-39	-7.63910208e-30	-6.57499885e-29
C105	-1.04610049e-40	0	0
C107	-7.41863701e-40	0	0
C109	-2.255693e-39	0	0
C111	-3.77109587e-39	0	0
C113	-3.64577025e-39	0	0
C115	-2.02577223e-39	0	0
C117	-5.69128325e-40	0	0
C119	-4.83815892e-41	0	0
C121	-4.67494483e-44	0	0
C123	-3.13407576e-43	0	0
C125	-8.99958812e-43	0	0
C127	-1.4543934e-42	0	0
C129	-1.2834763e-42	0	0
C131	-6.10286793e-43	0	0
C133	-8.34784383e-44	0	0
C135	2.74349368e-44	0	0

[0129] 图2的表3a

[0130]

系数	M5	M4	M3
KY	0.00000000	0.00000000	0.77165478
KX	0.27864052	0.19204874	0.00000000
RX	5259.32345300	-1765.33398700	2922.73282700
C7	-1.8652865e-07	-4.24630231e-08	1.94384684e-07
C9	-1.02802052e-07	-6.52977487e-07	-7.17829652e-08
C10	-5.35811112e-11	1.10296456e-11	-7.42346358e-11
C12	-1.99417399e-10	1.00977633e-10	3.76056759e-11
C14	1.01835137e-10	-2.41010461e-09	3.93568892e-11
C16	-2.80626289e-13	-5.69400376e-14	1.25218538e-13
C18	-1.17577236e-13	1.19732124e-12	-2.13740953e-13
C20	-2.50255951e-13	-4.32169574e-12	-9.64163266e-14
C21	2.6907927e-16	2.39267428e-18	-1.53152765e-17
C23	-4.23262886e-16	-4.05603783e-16	4.40460986e-16
C25	2.15191279e-16	1.89419852e-15	2.63263458e-16

[0131]

系数	M5	M4	M3
C27	-5.663038e-16	7.91269935e-14	-4.09740933e-16
C29	-1.5876173e-19	8.03015961e-21	1.86842113e-20
C31	-2.92538582e-18	-1.25575575e-18	-2.14335016e-19
C33	3.14262906e-18	-7.82872258e-17	3.26621777e-18
C35	-2.0088391e-18	-1.00119594e-15	4.39403082e-19
C36	-5.08999445e-21	2.78323568e-23	-1.48137274e-21
C38	-7.30929047e-21	3.91351204e-22	-6.05704744e-22
C40	-2.98409959e-21	2.36229594e-20	-9.24943789e-21
C42	3.84399776e-20	7.46681843e-19	1.57963955e-21
C44	3.13179317e-20	2.73402949e-18	2.68227984e-21
C46	-5.10842468e-24	8.55981332e-26	1.99536481e-24
C48	2.91936197e-23	3.82725655e-25	9.32028588e-24
C50	1.38453799e-22	-1.24908171e-22	-1.36675154e-23
C52	5.51592482e-22	-1.4570635e-21	-1.17711866e-22
C54	3.41044893e-22	8.01441707e-20	-9.9016006e-23
C55	5.17252551e-26	-1.34968706e-29	-1.52532943e-27
C57	2.00318594e-25	-1.44840346e-27	2.0470899e-26
C59	2.10437127e-25	1.6131965e-26	6.73921181e-26
C61	3.69625695e-25	8.05459452e-25	3.84979616e-25
C63	3.90489396e-24	-9.87992209e-23	7.45595383e-26
C65	1.69415126e-25	-8.02607569e-22	3.07812088e-25
C67	3.23262405e-28	1.14795879e-32	-4.40966022e-29
C69	2.68979529e-29	-1.90474992e-29	-5.89666435e-29
C71	-3.36239328e-27	-8.67278176e-28	-7.78323397e-28
C73	-9.49129081e-27	2.06524492e-26	-4.01125727e-28
C75	9.56175133e-27	5.20174159e-25	3.52455817e-27
C77	-1.16580455e-26	-1.72107549e-24	6.57922701e-28
C78	9.80464919e-32	-4.54180435e-34	7.49347454e-32
C80	-9.31289455e-31	6.32640281e-33	-2.27529195e-31
C82	-7.94127312e-30	1.28727506e-31	1.93638319e-31
C84	-3.16841696e-29	5.32074606e-31	3.0973772e-30
C86	-7.96302059e-29	-1.02870035e-29	-3.39277553e-30
C88	-1.07641552e-29	7.15154387e-27	1.49638592e-29
C90	-5.80007699e-29	5.52471571e-26	-1.81838477e-29
C92	-6.37618517e-35	-1.00673819e-36	4.35344188e-34
C94	-7.23981776e-33	1.93844772e-35	6.92879874e-34
C96	-2.27198696e-32	4.0369611e-34	-1.30815712e-33
C98	-8.07732983e-32	1.1395269e-32	-5.54290471e-33
C100	-1.81611958e-31	-1.72883542e-30	-1.51072988e-32
C102	-5.61071528e-32	-4.78892158e-29	-9.32848301e-32
C104	-8.84936177e-32	-2.47120721e-28	5.24911338e-32

[0132] 图2的表3b

[0133]

系数	M2	M1
KY	-0.01234570	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000
RX	1651.29469400	-2632.75052100
C7	-1.51550123e-07	-7.36996938e-09
C9	-1.21487821e-08	2.0569377e-08
C10	2.09113187e-10	-1.80026904e-11
C12	-7.96285921e-11	-2.02425339e-10
C14	1.20235152e-10	-1.58699294e-10
C16	-2.42936866e-13	1.14876287e-13
C18	3.56848304e-16	4.28329459e-13
C20	-2.73831533e-13	-3.62201583e-14

[0134]

系数	M2	M1
C21	4.93325127e-16	5.51321462e-17
C23	1.59461068e-16	-5.36481007e-17
C25	6.66776901e-16	-3.27342504e-16
C27	2.41302066e-16	1.34172814e-15
C29	7.485099e-20	-1.44207244e-19
C31	4.18658537e-19	1.32626192e-18
C33	-2.38338714e-18	4.93631418e-18
C35	-1.15578785e-18	-6.59449991e-18
C36	4.45559292e-21	-7.91898678e-22
C38	1.53820416e-21	-5.64637331e-21
C40	3.30412695e-21	-1.46982681e-20
C42	5.95781353e-21	-3.05459185e-20
C44	4.72401785e-21	6.10830044e-20
C46	6.64520361e-24	7.70691095e-25
C48	3.47713297e-25	9.16676497e-25
C50	-2.00485e-23	-1.06076605e-22
C52	-2.14721965e-23	-1.99224578e-22
C54	-9.43870644e-25	-9.42098864e-23
C55	-5.89271373e-27	8.8726833e-27
C57	-5.14053514e-26	1.32158184e-25
C59	-2.26598784e-26	4.00410895e-25
C61	3.67898874e-26	4.34484571e-25
C63	6.45066115e-26	3.6616824e-25
C65	-1.70603744e-26	-2.44627583e-24
C67	9.80740962e-29	4.64135426e-29
C69	3.87068653e-29	2.42039766e-28
C71	2.12238797e-28	2.00886711e-27
C73	-7.90980539e-29	8.12221417e-27
C75	-1.71846637e-28	9.69211396e-27
C77	-4.83228352e-29	-2.69100732e-27
C78	-3.28414165e-31	-4.34877232e-32
C80	6.2173288e-31	-1.23197166e-30
C82	5.25200248e-31	-5.95477298e-30
C84	4.09914682e-31	-1.20688548e-29
C86	6.87904365e-31	2.4844433e-30
C88	4.06358345e-31	1.08603958e-29
C90	2.87455932e-31	1.73556337e-28
C92	-1.43700292e-33	-6.95582298e-35
C94	6.74298218e-34	-2.81521715e-34
C96	-1.7534426e-33	-1.38405426e-32
C98	-3.15685068e-33	-8.4479462e-32
C100	-1.49584673e-33	-2.7006613e-31
C102	-4.70629963e-34	-2.3767521e-31
C104	-3.32523652e-34	-5.76041521e-31

[0135] 图2的表3c

[0136]

表面	DCX	DCY	DCZ
像平面	0.00000000	0.00000000	0.00000000
M8	0.00000000	0.00000000	882.77565409
M7	0.00000000	147.74416815	103.43278922
M6	-0.00000000	-82.17184405	1159.82035546
M5	-0.00000000	-195.88699161	1313.90521342
M4	-0.00000000	-689.91126350	1545.33998989
M3	-0.00000000	161.29497309	1546.43843672
M2	0.00000000	732.36714651	1201.83267617
光阑	0.00000000	1015.58933861	693.77057038

[0137]

表面	DCX	DCY	DCZ
M1	0.00000000	1198.65681500	365.37240755
物平面	0.00000000	1348.48550683	2077.92168912

[0138] 图2的表4a

[0139]

表面	TLA[deg]	TLB[deg]	TLC[deg]
像平面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000
M8	5.36724017	0.00000000	-0.00000000
M7	191.50652875	0.00000000	-0.00000000
M6	-65.64698575	0.00000000	-0.00000000
M5	-39.33707785	0.00000000	-0.00000000
M4	77.48616539	-0.00000000	-0.00000000
M3	-15.51718699	0.00000000	-0.00000000
M2	-45.98528751	0.00000000	-0.00000000
光阑	29.56527173	180.00000000	0.00000000
M1	192.06886766	-0.00000000	-0.00000000
物平面	-0.00000146	0.00000000	-0.00000000

[0140] 图2的表4b

[0141]

表面	入射角[deg]	反射率
M8	5.39974096	0.66267078
M7	0.65775307	0.66564975
M6	77.78202576	0.84766857
M5	75.79531335	0.81712415
M4	12.35481935	0.64834731
M3	74.57586411	0.79655325
M2	75.24373779	0.80800760
M1	17.20845857	0.62924549
总传输		0.0802

[0142] 图2的表5

[0143]

X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
0.00000000	89.20801645	0.00000000
34.08528121	88.17188871	0.00000000
67.40598766	85.11507465	0.00000000
99.20831752	80.16474983	0.00000000
128.76104217	73.46969353	0.00000000
155.36725085	65.16806914	0.00000000
178.37639394	55.38904414	0.00000000
197.19924577	44.26886612	0.00000000
211.32549205	31.96726025	0.00000000
220.34120483	18.68302504	0.00000000
223.94717509	4.66585955	0.00000000
221.97922526	-9.77769625	0.00000000
214.42559512	-24.28603688	0.00000000
201.43485904	-38.45542703	0.00000000
183.31296701	-51.86145417	0.00000000
160.51193019	-64.08136185	0.00000000
133.61280933	-74.71394168	0.00000000
103.30527919	-83.39836098	0.00000000
70.36584216	-89.83225300	0.00000000
35.63590906	-93.78743681	0.00000000
0.00000000	-95.12190481	0.00000000

[0144]

X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
-35.63590906	-93.78743681	0.00000000
-70.36584216	-89.83225300	0.00000000
-103.30527919	-83.39836098	0.00000000
-133.61280933	-74.71394168	0.00000000
-160.51193019	-64.08136185	0.00000000
-183.31296701	-51.86145417	0.00000000
-201.43485904	-38.45542703	0.00000000
-214.42559512	-24.28603688	0.00000000
-221.97922526	-9.77769625	0.00000000
-223.94717509	4.66585955	0.00000000
-220.34120483	18.68302504	0.00000000
-211.32549205	31.96726025	0.00000000
-197.19924577	44.26886612	0.00000000
-178.37639394	55.38904414	0.00000000
-155.36725085	65.16806914	0.00000000
-128.76104217	73.46969353	0.00000000
-99.20831752	80.16474983	0.00000000
-67.40598766	85.11507465	0.00000000
-34.08528121	88.17188871	0.00000000

[0145] 图2的表6

[0146] 投射光学单元7的总反射率是8.02%。

[0147] 反射镜的参考轴线通常相对于像平面9的法线倾斜,如通过表中的倾斜值所明确的。

[0148] 反射镜M1、M4和M8具有负半径值,即原则上它们是凹面反射镜。反射镜M7具有正半径值,即原则上它是凸面反射镜。反射镜M2、M3、M5和M6具有带不同符号的半径值,即它们是复曲面或鞍形反射镜。

[0149] 像场8具有13mm的两倍的x范围和1mm的y范围。针对13.5nm的照明光3的操作波长优化投射光学单元7。

[0150] 从在照明光3的所有射线在光阑表面上的交叉点出现光阑的光阑表面的边缘(也参见图2的表6),在像侧,该照明光3的所有射线在具有完整的像侧远心孔径的光阑表面的方向上在场中心点处传播。当光阑实施为孔径光阑时,边缘是内边缘。

[0151] 光阑AS可以位于平面中或者具有三维的实施例。光阑AS在扫描方向(y)上的范围可以小于光阑AS在交叉扫描方向(x)上的范围。

[0152] 投射光学单元7在z方向上的安装长度(即在物平面5和像平面9之间的距离)近似为2080mm。

[0153] 在投射光学单元7中,光瞳遮蔽是入瞳的完整孔径的15%。因此,由于通道开口17,遮蔽小于15%的数值孔径。以与上文结合光阑18所解释的光阑边缘的构造类似的方式构造遮蔽边缘。在作为遮蔽光阑的实施例的情况下,边缘是光阑的外边缘。在投射光学单元7的系统光瞳中,由于遮蔽而不能被照明的表面小于完整系统光瞳的表面的0.15^2。在系统光瞳内非照明表面可以在x方向上具有与y方向上不同的范围。在系统光瞳中的非照明表面可以是圆形、椭圆形、正方形或者矩形。另外,在系统光瞳中不能被照明的该表面可以在x方向上和/或在y方向上关于系统光瞳的中心偏心。

[0154] 在中心物场点和中心像场点之间的y距离d_{0IS}近似为1350mm。在反射镜M7和像平面9之间的工作距离为77mm。

[0155] 投射光学单元7的反射镜可以容纳在xyz边长为1004mm×2021mm×1534mm的长方体中。

[0156] 投射光学单元7在像侧近似是远心的。

[0157] 以与上文结合光阑18所解释的光阑边缘的构造类似的方式构造遮蔽边缘。在作为遮蔽光阑的实施例的情况下,边缘是光阑的外边缘。在投射光学单元7的系统光瞳中,由于遮蔽而不能被照明的表面小于完整系统光瞳的表面的0.15^2。在系统光瞳内非照明表面可以在x方向上具有与y方向上不同的范围。在系统光瞳中的非照明表面可以是圆形、椭圆形、正方形、矩形或者其他具有多边形线的形式。另外,在系统光瞳中不能被照明的该表面可以在x方向上和/或在y方向上关于系统光瞳的中心偏心。

[0158] 基于图5至图7在下文中解释投射光学单元21的其他实施例,其可以用在根据图1的投射曝光设备1中来代替投射光学单元7。在上文已经在图1至图4的情景下解释的部件和功能,适当地表示为相同的附图标记,并且不再详细地讨论。

[0159] 反射镜M1至M8再次实施为自由形式表面反射镜,对其适用上文指定的自由形式表面公式(1)。

[0160] 下面的表格再次示出了投射光学单元21的反射镜M1至M8的反射镜参数。

[0161]

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
最大入射角[°]	17.7	83.6	79.1	15.4	82.1	84.1	21.7	8.5
反射表面在x方向上的范围[mm]	480.9	612.0	734.0	786.4	550.3	348.7	352.8	930.1
反射表面在y方向上的范围[mm]	240.7	495.6	227.5	123.4	359.4	121.4	211.1	921.6
最大反射镜直径[mm]	480.9	612.8	734.0	786.5	550.8	348.7	353.0	936.4

[0162]

[0163] 没有一个GI反射镜M2、M3、M5和M6具有大于1的反射表面的y/x纵横比。NI反射镜M4具有最大极值的y/x纵横比近似为1:6.4。

[0164] 这里,反射镜M8也具有最大的最大反射镜直径,测得小于950mm。

[0165] 来自投射光学单元21的光学设计数据可以从如下表格获悉,该表格就其设计而言对应于根据图2的投射光学单元7的表格。

[0166]

示例性实施例	**图5**
NA	0.5
波长	13.5 nm
beta_x	4.0
beta_y	-8.0
场尺寸_x	26.0 mm
场尺寸_y	1.2 mm
场曲率	0.0 1/mm
rms	9.2 ml
光阑	AS

[0167] 图5的表1

[0168]

表面	半径x[mm]	屈光力x[1/mm]	半径y[mm]	屈光力y[1/mm]	操作模式
M8	-1028.1890922	0.0019300	-959.8491743	0.0021000	REFL
M7	3932.1050547	-0.0005085	641.6674836	-0.0031174	REFL
M6	-5352.1107774	0.0000757	-24854.2346696	0.0003974	REFL
M5	-2870.1334684	0.0001444	-5932.2095215	0.0016270	REFL
M4	-2683.8914762	0.0007230	-1481.1480890	0.0013918	REFL
M3	-3205.8052729	0.0001568	-3694.8995054	0.0021542	REFL
M2	20005.7694322	-0.0000193	-14932.3149158	0.0006929	REFL
M1	-5312.3214757	0.0003611	-2012.9727538	0.0010359	REFL

[0169] 图5的表2

[0170]

系数	M8	M7	M6
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	-0.11707187	-0.04806187	-0.41102881
RX	-1028.18909200	3932.10505500	-5352.11077700
C7	-8.32110151e-09	-7.75192759e-07	-8.38431813e-08
C9	-2.65634274e-09	-5.91270104e-07	-3.8859897e-08

[0171]

系数	M8	M7	M6
C10	-1.7055709e-11	3.50377124e-10	3.03629175e-10
C12	-3.4222558e-11	2.1099725e-09	6.89418154e-11
C14	-1.77106861e-11	4.80002309e-09	-6.72089575e-11
C16	-1.14467378e-14	-8.02970149e-13	6.68672697e-13
C18	-1.24019197e-14	-7.25793342e-12	5.77645684e-13
C20	1.84961531e-15	7.83383236e-13	-2.52644253e-14
C21	-2.15820281e-17	1.42170913e-15	6.13051461e-16
C23	-6.10692437e-17	7.31997494e-15	-3.41664153e-16
C25	-7.16991235e-17	1.49144421e-14	-4.4277313e-17
C27	-1.35420803e-17	-4.03527766e-15	-1.58210976e-14
C29	-8.62061614e-21	-4.29985657e-18	8.20744059e-18
C31	-2.63207728e-20	-3.69588953e-17	-4.68525896e-18
C33	-7.2137657e-21	1.19620901e-18	3.06007835e-17
C35	-9.80087706e-21	-1.70594431e-17	-1.6890856e-16
C36	-2.13708366e-23	-4.21759943e-21	-5.74352644e-21
C38	-8.22434751e-23	2.3951499e-20	5.33179782e-20
C40	-1.43850238e-22	1.30926569e-19	1.67190312e-20
C42	-8.16684483e-23	4.14969602e-19	1.38769568e-18
C44	-2.80014827e-23	1.4099488e-18	1.0296977e-17
C46	-1.18829244e-27	-4.53220944e-24	-1.42509336e-22
C48	-2.81954585e-26	-1.41737217e-22	4.69109246e-22
C50	-1.85733281e-26	-3.26256632e-22	5.80444096e-22
C52	-2.72041596e-26	-3.37691673e-21	-1.98920261e-20
C54	2.37702476e-28	-7.74548198e-21	2.08508467e-19
C55	-2.53602461e-29	1.08361867e-25	7.70794381e-26
C57	-1.39992921e-28	5.30294989e-25	-2.55960339e-24
C59	-2.72691538e-28	1.10149469e-24	-1.59315739e-23
C61	-2.38086239e-28	2.23222466e-25	-4.74854092e-23
C63	-1.24030935e-28	1.09712699e-23	-1.18627931e-21
C65	-1.85427438e-29	1.0229509e-23	-1.02720137e-21
C67	-2.74820055e-32	-7.25647164e-28	4.8045814e-27
C69	-5.18070943e-32	-3.24196497e-27	1.25489123e-26
C71	-7.2409432e-32	-6.87767424e-27	-7.19619324e-26
C73	-1.24626527e-31	-5.1366772e-26	2.03225531e-24
C75	-5.2993749e-32	-1.47904291e-25	-4.00593467e-24
C77	-3.2164977e-32	-9.75767738e-27	-4.61398026e-23
C78	-1.96159183e-35	-5.95503793e-31	-1.02993847e-31
C80	2.07477209e-35	-3.50991441e-30	5.33686479e-29
C82	-6.79009521e-35	9.70294329e-31	5.73736763e-28
C84	-1.54323386e-34	1.54338338e-28	1.87312898e-27
C86	-1.96855426e-34	8.86955354e-28	2.39794826e-26
C88	-1.38189955e-34	1.47179885e-27	1.67777792e-25
C90	-4.9760176e-35	7.92160236e-28	-2.42405976e-25
C92	-1.24122918e-38	8.64955586e-33	-6.17875305e-32
C94	-2.2387216e-37	2.699854e-32	-7.1703801e-31
C96	-3.4409904e-37	-1.55238589e-32	-9.54082667e-31
C98	-2.84279628e-37	-9.78290545e-31	-5.27094915e-29
C100	1.21418438e-38	-3.4681581e-30	-2.14210068e-28
C102	-1.88826532e-38	-4.2071042e-30	1.19333327e-27
C104	1.67545048e-38	-3.90299739e-30	2.27692876e-28
C105	-3.31353145e-41	0	0
C107	-4.0002151e-40	0	0
C109	-1.25330728e-39	0	0
C111	-2.07743415e-39	0	0
C113	-2.25065136e-39	0	0
C115	-1.47353035e-39	0	0
C117	-4.51645253e-40	0	0
C119	-2.28432172e-41	0	0

[0172]

系数	M8	M7	M6
C121	8.2888995e-44	0	0
C123	4.00545577e-43	0	0
C125	7.56772316e-43	0	0
C127	4.05636636e-43	0	0
C129	-2.53940071e-43	0	0
C131	-6.85819455e-43	0	0
C133	-2.51739126e-43	0	0
C135	-3.47946269e-44	0	0

[0173] 图5的表3a

[0174]

系数	M5	M4	M3
KY	0.00000000	0.00000000	0.64021352
KX	0.22282184	0.21746393	0.00000000
RX	-2870.13346800	-2683.89147600	-3205.80527300
C7	-1.47299147e-07	-2.64994677e-08	6.28701185e-08
C9	-6.23337864e-08	-1.57634285e-07	-4.65369704e-08
C10	1.48854604e-10	-1.192183e-11	-2.29686752e-11
C12	-1.02913792e-10	-1.86491276e-10	1.57020008e-11
C14	-2.53637748e-11	-2.79043703e-09	1.16183001e-11
C16	2.70788001e-13	-9.12488689e-14	-2.86529362e-15
C18	-1.56818296e-13	-2.21807015e-12	-1.98396494e-14
C20	-1.1477383e-13	1.49107451e-11	1.38283753e-13
C21	1.67397123e-16	-2.28964432e-17	4.39106972e-17
C23	8.37104743e-16	-8.9801365e-16	4.11622891e-17
C25	-7.47250405e-17	7.10807871e-15	-1.21811131e-16
C27	-1.79902189e-16	2.2394936e-14	-5.03509402e-16
C29	8.27076091e-19	-1.70454112e-19	4.82882592e-20
C31	1.84287894e-18	-1.34325393e-18	9.5068104e-20
C33	1.21320541e-18	-3.6138162e-17	5.1685178e-19
C35	5.48084095e-19	-3.8395771e-15	7.87749871e-18
C36	1.85465234e-21	-3.7251701e-23	1.26079958e-22
C38	3.46046896e-21	-1.05875826e-21	-2.79363614e-22
C40	9.44259685e-21	-4.07620659e-20	-2.48686978e-21
C42	1.93639312e-20	-3.72631463e-18	-9.54609358e-21
C44	1.81285681e-20	-3.33714823e-18	4.8548579e-20
C46	5.86611261e-24	-3.27395572e-25	-7.44419579e-26
C48	1.21250192e-23	-2.48877687e-23	-1.45146899e-24
C50	4.70679809e-23	-1.629748e-21	1.70329245e-24
C52	1.35442554e-22	4.947345e-21	-5.74686981e-23
C54	1.89474646e-22	2.46150233e-19	-9.92108773e-22
C55	-8.51982321e-27	-2.55798506e-29	1.77784215e-28
C57	9.55965768e-27	-9.67336823e-27	4.80247741e-27
C59	8.56706064e-27	-5.9830259e-25	4.94864751e-26
C61	5.43620015e-26	2.99229925e-24	2.11534673e-25
C63	5.14940966e-25	2.11963201e-22	9.49895777e-25
C65	1.1325732e-24	-6.55165767e-23	2.64833059e-24
C67	-3.20050186e-29	1.08799851e-31	-4.25371744e-32
C69	-8.93307827e-29	-5.9737815e-29	-2.87246881e-30
C71	-4.40848262e-28	2.50559555e-27	6.01241562e-30
C73	-8.53288765e-28	4.77493797e-26	-1.42915015e-27
C75	1.04138051e-27	-1.07454562e-24	-1.45023879e-27
C77	3.95557803e-27	-1.58374495e-23	3.7330166e-26
C78	7.67993746e-33	1.3603387e-34	-4.70533824e-34
C80	-1.82202453e-31	2.8502332e-32	-2.19064865e-32
C82	-7.59424732e-31	2.35506707e-30	-4.5067788e-31

[0175]

系数	M5	M4	M3
C84	-2.61465311e-30	4.19888867e-29	-2.62808797e-30
C86	-4.10291005e-30	-2.35024421e-28	3.12051609e-30
C88	9.79786373e-31	-1.33377231e-26	-2.37410837e-29
C90	7.50555478e-30	-1.17432361e-26	-2.93732287e-28
C92	-3.9655732e-35	1.72718937e-36	3.90363721e-36
C94	-4.46917432e-34	4.18220567e-34	1.49283393e-34
C96	-1.56112844e-33	1.35239086e-32	1.97806516e-33
C98	-4.3774859e-33	1.80150492e-31	8.83974058e-33
C100	-5.4549234e-33	-9.86612463e-31	-1.93388477e-33
C102	2.81497244e-34	2.95757417e-29	9.15264296e-32
C104	5.98693118e-33	4.50915131e-28	6.27379138e-31

[0176] 图5的表3b

[0177]

系数	M2	M1
KY	0.01610994	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000
RX	20005.76943000	-5312.32147600
C7	9.97757392e-08	1.14515844e-09
C9	2.91949621e-10	4.55089269e-08
C10	2.70115051e-11	6.40348255e-11
C12	3.25994029e-11	6.56125263e-11
C14	6.37320775e-11	-1.21032297e-10
C16	-5.70345897e-14	-5.86255456e-14
C18	-2.34998283e-13	-6.57703817e-14
C20	-1.02164563e-13	-4.83818491e-14
C21	1.81446991e-16	-3.12737429e-17
C23	8.47472643e-17	1.02850187e-17
C25	5.297863e-16	5.14354465e-16
C27	-5.75737107e-16	-4.3062722e-16
C29	3.55617149e-20	1.49808819e-20
C31	-5.36437096e-19	5.5378949e-19
C33	2.34497633e-19	-4.15769813e-19
C35	1.69984307e-18	3.04906337e-18
C36	-1.9178023e-22	1.70283147e-22
C38	7.87813152e-23	7.11597023e-22
C40	1.83575044e-21	2.0097976e-21
C42	-2.14115511e-21	5.03016856e-21
C44	1.29072759e-22	-4.06117639e-20
C46	-4.36456706e-24	-4.25906296e-26
C48	-1.08223127e-23	4.71637846e-25
C50	-4.4109074e-24	-1.24191908e-23
C52	1.09242646e-23	-1.79368118e-22
C54	2.91487178e-24	-5.96112215e-24
C55	1.97519267e-27	-1.32162791e-27
C57	7.06505036e-27	-8.3877702e-27
C59	2.358499e-27	-5.87441823e-26
C61	-4.8961744e-26	-2.56618026e-25
C63	-6.59136487e-26	9.06106721e-26
C65	-2.64120864e-26	1.79467821e-25
C67	3.46228797e-29	7.84570376e-30
C69	1.1864846e-28	4.81900485e-31
C71	2.08001966e-28	-1.15249378e-28
C73	1.84703515e-28	1.36349585e-27
C75	3.16029006e-29	6.24230347e-27
C77	-2.54423051e-29	5.21093708e-27
C78	-1.03407606e-33	3.54875723e-33

[0178]

系数	M2	M1
C80	-3.59466643e-32	4.11652826e-32
C82	-9.23602595e-32	2.71629404e-31
C84	-1.25103753e-31	2.30117719e-30
C86	2.6498546e-31	4.73398183e-30
C88	6.38528862e-31	4.03545839e-30
C90	3.10355559e-31	-8.23151308e-30
C92	-1.05059842e-34	-6.41686536e-35
C94	-5.23779013e-34	-1.71973327e-34
C96	-8.7667225e-34	5.7757545e-34
C98	-8.99395043e-34	2.97547589e-34
C100	-1.13652161e-33	-3.04986257e-32
C102	-1.1517371e-33	-1.32076094e-31
C104	-4.20064583e-34	-5.22857669e-32

[0179] 图5的表3c

[0180]

表面	DCX	DCY	DCZ
像平面	0.00000000	0.00000000	0.00000000
M8	0.00000000	0.00000000	882.77533922
M7	0.00000000	195.71291787	116.12641402
M6	0.00000000	-112.88128115	1167.50030789
M5	0.00000000	-262.73607799	1347.86961998
M4	-0.00000000	-750.53634909	1589.60226228
M3	-0.00000000	235.35640877	1618.85948606
M2	-0.00000000	927.86499038	1259.80535144
光阑	-0.00000000	1378.82735066	728.11966836
M1	-0.00000000	1754.86756418	284.76737249
物平面	-0.00000000	1522.31770430	2073.12928528

[0181] 图5的表4a

[0182]

表面	TLA[deg]	TLB[deg]	TLC[deg]
像平面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000
M8	7.16040462	0.00000000	-0.00000000
M7	195.33928697	0.00000000	-0.00000000
M6	-61.96084316	0.00000000	0.00000000
M5	-38.32023492	-0.00000000	-0.00000000
M4	77.66939217	-0.00000000	0.00000000
M3	-12.85309098	-0.00000000	-0.00000000
M2	-38.55110875	-0.00000000	0.00000000
光阑	26.91995318	180.00000000	-0.00000000
M1	203.85632932	0.00000000	-0.00000000
物平面	1.40889103	-0.00000000	0.00000000

[0183] 图5的表4b

[0184]

表面	入射角[deg]	反射率
M8	7.16040462	0.66024220
M7	1.01847774	0.66560265
M6	78.31860788	0.85537503
M5	78.04078388	0.85141092
M4	14.03041098	0.64275475
M3	75.44710587	0.81140397
M2	78.85487636	0.86287678
M1	16.44743829	0.63285937
总传输		0.0911

[0185] 图5的表5

[0186]

X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
0.00000000	80.61237695	0.00000000
38.90654191	79.83106129	0.00000000
76.96347650	77.46957065	0.00000000
113.32346519	73.48914023	0.00000000
147.14570305	67.86143904	0.00000000
177.60579355	60.59847490	0.00000000
203.91466853	51.76925797	0.00000000
225.34730932	41.50446204	0.00000000
241.27817834	29.99597516	0.00000000
251.21769593	17.49549950	0.00000000
254.84363465	4.31151215	0.00000000
252.02218346	-9.19816293	0.00000000
242.81597223	-22.64006773	0.00000000
227.47918826	-35.60512570	0.00000000
206.44159792	-47.69252180	0.00000000
180.28421807	-58.53347376	0.00000000
149.71031735	-67.81061415	0.00000000
115.51564449	-75.26961108	0.00000000
78.56077700	-80.72207728	0.00000000
39.74742241	-84.04138390	0.00000000
0.00000000	-85.15555607	0.00000000
-39.74742241	-84.04138390	0.00000000
-78.56077700	-80.72207728	0.00000000
-115.51564449	-75.26961108	0.00000000
-149.71031735	-67.81061415	0.00000000
-180.28421807	-58.53347376	0.00000000
-206.44159792	-47.69252180	0.00000000
-227.47918826	-35.60512570	0.00000000
-242.81597223	-22.64006773	0.00000000
-252.02218346	-9.19816293	0.00000000
-254.84363465	4.31151215	0.00000000
-251.21769593	17.49549950	0.00000000
-241.27817834	29.99597516	0.00000000
-225.34730932	41.50446204	0.00000000
-203.91466853	51.76925797	0.00000000
-177.60579355	60.59847490	0.00000000
-147.14570305	67.86143904	0.00000000
-113.32346519	73.48914023	0.00000000
-76.96347650	77.46957065	0.00000000
-38.90654191	79.83106129	0.00000000

[0187] 图5的表6

[0188] 投射光学单元21的总反射率是9.11％。

[0189] 投射光学单元21具有0.50的像侧数值孔径。在第一成像光平面xz中,投射光学单元21具有为4.00的缩小因子β_x。在第二成像光平面yz中,投射光学单元21具有为8.00的缩小因子β_y。物侧的主射线角为6.0°。光瞳遮蔽为17％。物像偏移d_{0IS}大约为1520mm。投射光学单元21的反射镜可以容纳在xyz边长为930mm×2625mm×1570mm的长方体中。

[0190] 掩模母版10以及因此物平面5关于x轴以1.4°的角度T倾斜。在图5中示出了该倾斜角T。

[0191] 最接近晶片的反射镜M7和像平面9之间的工作距离大约为80mm。

[0192] 再次,图7示出了投射光学单元21的反射镜M1至M8的反射表面的边界轮廓。

[0193] 基于图8至图10在下文中解释投射光学单元22的其他实施例,其可以用在根据图1

的投射曝光设备1中来代替投射光学单元7。上文中已经在图1至图7的情景下解释的部件和功能由相同的附图标记适当地表示,并且不再详细地讨论。

[0194] 投射光学单元22在物场4和像场8之间的成像光3的束路径中具有总共六个反射镜M1至M6。全部六个反射镜M1至M6实施为NI反射镜。再次,上文指定的自由形式公式(1)适用于反射镜M1至M6。

[0195] 反射镜M1至M6的投射光学单元22具有如下偏转效应的顺序:RLRLOL。

[0196] 下面的表格再次示出了投射光学单元22的反射镜M1至M6的反射镜参数。

[0197]

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
最大入射角[°]	21.7	15.0	14.9	10.5	20.5	9.9
反射表面在x方向上的范围[mm]	368.5	707.4	350.4	481.0	383.2	888.8
反射表面在y方向上的范围[mm]	195.0	115.4	75.8	87.3	188.8	866.8
最大反射镜直径[mm]	368.7	707.5	350.4	481.0	383.2	889.4

[0198] 再次,在这种情况下,在成像束路径中的最后反射镜M6具有至少小于900mm的最大反射镜直径。六个反射镜中的四个反射镜具有小于500mm的最大反射镜直径。六个反射镜中的三个反射镜具有小于400mm的最大反射镜直径。

[0199] 投射光学单元22也具有恰好一个第一平面中间像18和两个第二平面中间像19、20。第一平面中间像18位于在反射镜M4至M5之间的成像光3的束路径中、在反射镜M6中的通道开口17的区域中。

[0200] 两个第二平面中间像中的第一个第二平面中间像19位于成像光束路径中反射镜M1和M2之间。该第一个第二平面中间像19的区域中,可以从外部达到整个成像光束。

[0201] 两个第二平面中间像中的第二个第二平面中间像20位于成像光束路径中反射镜M3和M4之间、在反射镜M4处的反射附近。

[0202] 再次,图10示出了投射光学单元22的反射镜M1至M6的反射表面的边界轮廓。

[0203] 来自投射光学单元22的光学设计数据可以从如下表格获悉,该表格就其设计而言对应于根据图2的投射光学单元7的表格。

[0204]

示例性实施例	**图8**
NA	0.5
波长	13.5 nm
beta_x	4.0
beta_y	-8.0
场尺寸_x	26.0 mm
场尺寸_y	1.0 mm
场曲率	-0.012345 1/mm
rms	30.4 ml
光阑	AS

[0205] 图8的表1

[0206]

表面	半径x[mm]	屈光力x[1/mm]	半径y[mm]	屈光力y[1/mm]	操作模式
M6	-1014.9918248	0.0019477	-893.7079569	0.0022640	REFL
M5	4610.1894926	-0.0004338	445.6719052	-0.0044876	REFL
M4	-1174.3233785	0.0016932	-1051.9540567	0.0019123	REFL
M3	1010.0226976	-0.0019510	-1197.8415209	0.0016946	REFL
M2	-1312.0179701	0.0015026	-457.6913193	0.0044329	REFL
M1	2662.6604435	-0.0007175	-689.9531731	0.0030345	REFL

[0207] 图8的表2

[0208]

系数	M6	M5	M4
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	-1014.99182500	4610.18949300	-1174.32337800
C7	-1.63639571e-08	6.87483772e-07	5.05861922e-08
C9	-2.56462343e-09	-8.13225055e-08	-6.91885105e-08
C10	-3.47436391e-11	5.1256056e-10	2.20583412e-11

[0209]

系数	M6	M5	M4
C12	-4.44052628e-11	1.08128581e-09	-1.23932264e-11
C14	-1.24765499e-11	1.98667881e-09	1.3750797e-10
C16	-1.67475636e-14	8.26682729e-13	1.38362898e-14
C18	-9.76310679e-15	4.46159816e-12	2.16077936e-13
C20	-1.45702228e-15	-3.24741965e-12	-2.28312825e-13
C21	-3.24995571e-17	1.05414267e-15	4.08171639e-17
C23	-9.0792086e-17	6.91730224e-15	4.24398459e-16
C25	-7.35193153e-17	8.25850133e-15	-1.75536482e-15
C27	-1.85937479e-17	3.10952802e-14	1.1585979e-14
C29	-3.5703491e-21	3.79157699e-18	1.86810268e-19
C31	-1.62630367e-20	1.17545811e-17	-4.98612502e-18
C33	-6.86959019e-21	5.76661234e-17	4.52757427e-17
C35	8.17002723e-22	1.66090704e-18	-1.08408627e-16
C36	-3.2700837e-23	2.65910919e-21	-2.31577232e-23
C38	-1.34204537e-22	1.56511463e-20	-7.09104552e-21
C40	-2.04464085e-22	1.10292873e-19	7.98817392e-20
C42	-1.28721975e-22	3.17002038e-19	-2.25764225e-19
C44	-2.96501352e-23	8.14163076e-19	-2.01105282e-18
C46	3.53309255e-27	1.82114149e-23	-6.19948554e-24
C48	-7.54713713e-27	1.58912096e-22	6.80341023e-23
C50	-1.78836502e-26	4.08001034e-22	3.63898676e-23
C52	-3.86147907e-27	1.28151939e-21	-7.13925671e-21
C54	7.91589003e-28	-2.63398048e-21	1.04122167e-20
C55	-1.43124789e-29	1.33926566e-26	-1.1354639e-27
C57	-9.15031711e-29	1.44374755e-25	3.20632475e-27
C59	-1.89538308e-28	1.17688068e-24	2.94313435e-25
C61	-1.69419016e-28	3.65160042e-24	-3.37682466e-24
C63	-7.08899858e-29	-5.45288447e-24	-2.87305808e-23
C65	-1.19238698e-29	-4.81365787e-24	1.92631285e-22
C67	8.84476216e-33	0	0
C69	-1.98727303e-32	0	0
C71	-4.96871795e-32	0	0
C73	-1.44538227e-32	0	0
C75	1.04191135e-32	0	0
C77	4.64811674e-33	0	0
C78	-7.8772164e-35	0	0
C80	-4.88956574e-34	0	0
C82	-1.35090835e-33	0	0
C84	-1.94584721e-33	0	0
C86	-1.54538702e-33	0	0
C88	-6.249653e-34	0	0
C90	-9.73653236e-35	0	0

[0210] 图8的表3a

[0211]

系数	M3	M2	M1
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	1010.02269800	-1312.01797000	2662.66044300
C7	1.22170857e-06	-6.37823316e-08	-1.04546816e-07
C9	3.4882529e-07	-4.66354991e-08	4.33781443e-07
C10	1.79366666e-10	1.60437821e-11	1.67219502e-10
C12	2.29403181e-09	-2.76521017e-10	1.27323858e-10
C14	-2.35161032e-09	-5.10158035e-12	7.40803126e-11
C16	-1.96936012e-12	-5.01626897e-14	1.9388874e-13
C18	-3.06827899e-12	-4.35561341e-13	-2.24745804e-13

[0212]

系数	M3	M2	M1
C20	9.34367333e-13	1.3947707e-13	1.42809061e-13
C21	-2.08970015e-15	2.70438568e-17	8.36581833e-17
C23	-1.44355508e-14	-4.62969015e-16	9.24640588e-17
C25	-1.03942716e-14	-1.77055219e-15	9.30437101e-16
C27	4.45724605e-14	1.3432402e-15	4.97813101e-16
C29	-1.13501065e-17	-2.08662747e-20	-1.06307014e-18
C31	-7.37625827e-17	-1.11182127e-18	-1.03467077e-19
C33	-5.22864623e-16	1.63709053e-18	-4.43520233e-18
C35	-3.18335684e-15	1.15476436e-16	-7.19972734e-18
C36	-1.48856757e-22	3.17157665e-23	-2.01947584e-22
C38	2.4509923e-20	-1.76326446e-22	-1.15195494e-21
C40	4.57082031e-19	-1.18268185e-21	-1.7753503e-20
C42	5.32101962e-18	2.19596361e-19	-7.59631967e-20
C44	-1.5864064e-17	2.06176518e-18	-5.39549368e-20
C46	5.09328497e-23	4.19812761e-28	-4.26631568e-25
C48	1.03961327e-22	-3.07261947e-24	8.61056344e-24
C50	1.74534839e-21	-8.0086339e-24	6.16639119e-23
C52	7.74976733e-20	1.84308643e-21	7.81194941e-23
C54	1.25718836e-20	9.71541989e-21	1.67382093e-22
C55	2.02154535e-26	-1.81898014e-29	-3.72618487e-27
C57	1.9578895e-25	-7.72527746e-28	1.92836548e-26
C59	3.33959317e-24	7.31594235e-27	1.55354656e-27
C61	-4.88859554e-23	-4.2851618e-26	6.3515115e-25
C63	-5.77450758e-22	2.46460998e-24	2.18154993e-24
C65	-3.46696439e-21	-1.16458004e-23	2.03857604e-24

[0213] 图8的表3b

[0214]

表面	DCX	DCY	DCZ
像平面	0.00000000	0.00000000	0.00000000
M6	0.00000000	0.00000000	851.91437338
M5	0.00000000	-215.33453017	163.05420307
M4	-0.00000000	202.86472499	1489.58314522
M3	-0.00000000	-88.22184657	985.10610976
M2	-0.00000000	34.90345715	1713.07366623
光阑	-0.00000000	-135.82751472	1401.74952443
M1	-0.00000000	-293.49163988	1114.25248790
物平面	-0.00000000	-414.92461745	2499.99892470

[0215] 图8的表4a

[0216]

表面	TLA[deg]	TLB[deg]	TLC[deg]
像平面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000
M6	-8.67950248	0.00000000	-0.00000000
M5	162.57155265	0.00000000	-0.00000000
M4	-23.74155941	-0.00000000	-0.00000000
M3	160.20743108	0.00000000	-0.00000000
M2	-19.17019370	-0.00000000	-0.00000000
光阑	-73.99216967	180.00000000	0.00000000
M1	168.13377923	0.00000000	-0.00000000
物平面	0.00803708	-0.00000000	0.00000000

[0217] 图8的表4b

[0218]

表面	入射角[deg]	反射率
M6	8.71355191	0.65746407
M5	0.04144783	0.66566082
M4	6.17488689	0.66169307
M3	9.84785496	0.65503404
M2	9.68325312	0.65540855
M1	17.20204356	0.62927702
总传输		0.0782

[0219] 图8的表5

[0220]

X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
0.00000000	33.91943836	0.00000000
39.06721628	33.65070311	0.00000000
77.39353501	32.85500161	0.00000000
114.21865728	31.55954113	0.00000000
148.74973474	29.79710172	0.00000000
180.16015462	27.59244760	0.00000000
207.60469095	24.95188839	0.00000000
230.25345814	21.86101434	0.00000000
247.34324552	18.29294351	0.00000000
258.23929132	14.22650701	0.00000000
262.49585262	9.66923988	0.00000000
259.90237404	4.67735378	0.00000000
250.50536902	-0.63372866	0.00000000
234.60234893	-6.09139258	0.00000000
212.71071500	-11.47957768	0.00000000
185.51982813	-16.56006824	0.00000000
153.83698419	-21.09555441	0.00000000
118.53749665	-24.86968553	0.00000000
80.52602701	-27.70183298	0.00000000
40.71219752	-29.45685009	0.00000000
0.00000000	-30.05126322	0.00000000
-40.71219752	-29.45685009	0.00000000
-80.52602701	-27.70183298	0.00000000
-118.53749665	-24.86968553	0.00000000
-153.83698419	-21.09555441	0.00000000
-185.51982813	-16.56006824	0.00000000
-212.71071500	-11.47957768	0.00000000
-234.60234893	-6.09139258	0.00000000
-250.50536902	-0.63372866	0.00000000
-259.90237404	4.67735378	0.00000000
-262.49585262	9.66923988	0.00000000
-258.23929132	14.22650701	0.00000000
-247.34324552	18.29294351	0.00000000
-230.25345814	21.86101434	0.00000000
-207.60469095	24.95188839	0.00000000
-180.16015462	27.59244760	0.00000000
-148.74973474	29.79710172	0.00000000
-114.21865728	31.55954113	0.00000000
-77.39353501	32.85500161	0.00000000
-39.06721628	33.65070311	0.00000000

[0221] 图8的表6

[0222] 投射光学单元22的总反射率是7.82%。

[0223] 投射光学单元22具有0.50的数值孔径。在第一成像光平面xz中的缩小因子为4.0(β_x),并且在第二成像光平面yz中的缩小因子为8.0(β_y)。相对于物场4的法线的主射线角

CRA是5.0°。最大光瞳遮蔽为15％。物像偏移d_{OIS}大约为415mm。投射光学单元22的反射镜可以容纳在xyz边长为889mm×860mm×1602mm的长方体中。

[0224] 物平面5和像平面9平行于彼此延伸。

[0225] 最接近晶片的反射镜M5和像平面9之间的工作距离为129mm。平均波前像差rms为30.4mλ。

[0226] 在投射光学单元22中的反射镜M1和M2之间的成像光束路径中第一个第二平面中间像19的上游布置孔径光阑AS。整个成像光束在孔径光阑AS的位置处是完全可到达的。

[0227] 基于图11至图13在下文中解释投射光学单元23的其他实施例,其可以用在根据图1的投射曝光设备1中来代替投射光学单元7。上文中已经在图1至图10的情景下解释的部件和功能由相同的附图标记适当地表示,并且不再详细地讨论。

[0228] 投射光学单元23的基本设计,特别是NI反射镜和GI反射镜的顺序,再次与投射光学单元7和投射光学单元21的设计是相似的。

[0229] 反射镜M1至M8再次实施为自由形式表面,对其适用上文指定的自由形式表面公式(1)。

[0230] 下面的表格再次示出了投射光学单元23的反射镜M1至M8的反射镜参数。

[0231]

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
最大入射角[°]	20.0	76.2	77.4	14.8	78.7	81.0	22.0	7.6
反射表面在x方向上的范围 [mm]	399.2	447.1	565.9	829.9	496.6	329.7	370.5	945.8
反射表面在y方向上的范围[mm]	229.5	251.5	251.8	169.3	249.6	235.8	185.3	919.8
最大反射镜直径[mm]	399.4	447.4	565.9	830.0	496.6	330.1	370.6	946.3

[0232] 所有反射镜M1至M8以及特别是GI反射镜M2、M3、M5和M6,具有小于1的y/x纵横比。再次,在成像光束路径中的最后反射镜,反射镜M8,具有最大反射镜直径,测得近似为950mm。八个反射镜中的六个反射镜具有小于570mm的直径。八个反射镜中的五个反射镜具有小于500mm的直径。八个反射镜中的三个反射镜具有小于400mm的直径。

[0233] 投射光学单元23具有恰好一个第一平面中间像18,再次在成像光束路径中最后的反射镜M8中的通道开口17的区域内。另外,投射光学单元23具有总共三个第二平面中间像19、24和25。投射光学单元23的第一个在成像光束路径中的第二平面中间像24,位于在成像光束路径中的反射镜M1和M2之间,并且是完全可到达的。第二个在成像光束路径中的第二平面中间像19位于在成像光束路径中的反射镜M2和M3之间。第三个在成像光束路径中的第二平面中间像25位于在成像光束路径中的反射镜M3和M4之间。

[0234] 关于反射镜M2:第二平面中间像中的一个第二平面中间像,即中间像24,位于该GI反射镜M2的上游,并且NI反射镜M1在束路径中直接是在束路径中的所述反射镜M2的上游,并且下一个第二平面中间像19位于反射镜M2的下游和GI反射镜M3的上游,该反射镜M3在束路径中直接是在所述反射镜M2的下游。GI反射镜M3也以这种方式位于两个平面中间像19和

25之间。在这种情况下,分别在两个第二平面中间像24和19以及19和25之间的两个GI反射镜M2和M3的布置,导致尽管这两个GI反射镜M2和M3上的入射角大,但这些反射镜M2和M3在y方向上的范围不会变得太大。

[0235] 在投射光学单元23中,第一平面中间像的数量与第二平面中间像的数量差两个。

[0236] 再次,图13示出了反射镜M1至M8的反射表面的边界轮廓。

[0237] 来自投射光学单元23的光学设计数据可以从如下表格获悉,该表格就其设计而言对应于根据图2的投射光学单元7的表格。

[0238]

示例性实施例	图11
NA	0.55
波长	13.5 nm
beta_x	4.5
beta_y	8.0
场尺寸_x	26.0 mm
场尺寸_y	1.0 mm
场曲率	0.012345 1/mm

[0239]

rms	24.8 ml
光阑	AS

[0240] 图11的表1

[0241]

表面	半径x[mm]	屈光力x[1/mm]	半径y[mm]	屈光力y[1/mm]	操作模式
M8	-953.6498674	0.0020852	-863.7070005	0.0023289	REFL
M7	2308.9882772	-0.0008662	391.2204972	-0.0051122	REFL
M6	9658.7357159	-0.0000478	3111.8571118	-0.0027854	REFL
M5	3851.9659125	-0.0001115	5994.4927929	-0.0015541	REFL
M4	-1667.4841416	0.0011730	-752.6104660	0.0027173	REFL
M3	1905.0727177	-0.0002547	-1075.1194517	0.0076679	REFL
M2	2138.0869388	-0.0002430	-864.5423534	0.0089053	REFL
M1	-3536.1125421	0.0005403	-988.4714077	0.0021179	REFL

[0242] 图11的表2

[0243]

系数	M8	M7	M6
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	-953.64986730	2308.98827700	9658.73571600
C7	-2.22708175e-09	-6.91396275e-07	-4.11083096e-07
C9	6.92896088e-09	6.95739894e-07	-1.35296426e-07
C10	-4.33919499e-12	7.10184469e-10	8.68487959e-11
C12	-2.89123145e-11	1.52069726e-09	8.4433536e-11
C14	-8.71987959e-12	2.08177301e-09	5.45808309e-10
C16	-8.74336708e-15	-1.1921338e-12	-3.78983348e-13
C18	3.54027801e-15	-1.48310938e-12	-1.9991786e-12
C20	7.7050072e-15	1.10792541e-11	-8.1961092e-13
C21	-1.337077e-17	1.13443702e-17	4.98626651e-16
C23	-5.92031494e-17	1.2659377e-14	4.44580625e-16
C25	-5.74369237e-17	1.92128159e-14	2.20063337e-15
C27	-1.40128254e-17	5.55778233e-14	3.41024779e-15
C29	-8.8183677e-21	-1.02813716e-17	3.12210591e-19
C31	-4.70913655e-21	-1.49218467e-17	-1.1994085e-17
C33	1.31878574e-20	1.7182799e-17	-3.37395149e-17
C35	8.8318716e-21	2.06086404e-16	-2.46938063e-17
C36	-2.52492021e-23	2.67591142e-20	-4.5558175e-20
C38	-9.83537761e-23	4.15456058e-20	-1.48484206e-20
C40	-1.57747152e-22	1.53357719e-19	3.50389768e-21
C42	-9.70680981e-23	4.17441636e-19	1.61335261e-19
C44	-1.94775827e-23	1.05280588e-18	-1.2699496e-19
C46	-8.68286173e-27	5.15251583e-23	-4.80088793e-22
C48	-3.08227673e-26	-9.29040968e-23	5.06879666e-22
C50	-1.43858909e-26	-4.10730564e-22	1.33502706e-21
C52	8.30889224e-27	-2.05745722e-21	1.93623086e-21
C54	5.30486044e-27	-2.67755405e-21	-2.17618862e-22
C55	-4.63046046e-30	-3.25292546e-25	1.98546568e-24
C57	-9.39092565e-29	-1.69856578e-25	-1.68377598e-24
C59	-2.07380678e-28	-3.16582308e-24	2.04251254e-24
C61	-2.5301093e-28	-1.04673475e-23	3.7329624e-25
C63	-1.42078456e-28	-5.09423332e-24	2.05490534e-23
C65	-2.90099345e-29	-7.85991524e-24	1.49401369e-23
C67	-1.03726667e-32	-1.32354182e-27	2.65357044e-26
C69	3.43484911e-32	-4.85145166e-28	-2.4662259e-26
C71	1.47350771e-31	1.32173476e-26	-7.52616524e-26

[0244]

系数	M8	M7	M6
C73	2.20731256e-31	1.18787482e-25	-1.55971922e-25
C75	1.27957619e-31	3.74259495e-25	-8.48519515e-26
C77	3.05045038e-32	6.69790007e-25	2.4106086e-26
C78	-8.08438843e-35	3.10582806e-30	-3.15506345e-29
C80	-5.33507979e-34	1.46918389e-29	1.34252881e-28
C82	-1.45494891e-33	1.63440897e-28	-1.130906e-28
C84	-1.77334302e-33	8.28609845e-28	-1.42102698e-28
C86	-1.0728849e-33	2.0265052e-27	-7.92059242e-28
C88	-3.14533478e-34	2.00292243e-27	-1.90061294e-27
C90	-3.62310307e-35	4.60528862e-27	-8.19891657e-28
C92	-2.10825946e-38	7.75920339e-33	-4.38295239e-31
C94	-1.89410857e-37	-2.76161652e-32	5.5931353e-31
C96	-6.11342862e-37	-2.56662189e-31	1.52276815e-30
C98	-9.82533213e-37	-2.12912577e-30	2.76638929e-30
C100	-7.57114364e-37	-7.1611517e-30	5.30427726e-30
C102	-2.76706333e-37	-1.49858531e-29	1.03346049e-30
C104	-3.91409133e-38	8.168915e-30	-4.71627921e-31
C105	1.30795789e-40	-1.31817471e-35	1.20977915e-34
C107	9.65901044e-40	-1.26931175e-34	-2.45248062e-33
C109	3.13255514e-39	-1.82499426e-33	4.76819617e-33
C111	4.73813484e-39	-1.26748341e-32	2.71472842e-33
C113	3.46842424e-39	-4.55926104e-32	1.42634982e-32
C115	1.05817389e-39	-9.65149938e-32	4.44412642e-32
C117	3.46863288e-41	-1.10688586e-31	5.15740381e-32
C119	-1.95806808e-41	-9.6895382e-33	1.78585218e-32
C121	-9.86388998e-45	0	0
C123	-1.15483765e-43	0	0
C125	2.80307739e-43	0	0
C127	1.48788179e-42	0	0
C129	2.20554522e-42	0	0
C131	1.73538345e-42	0	0
C133	7.32406904e-43	0	0
C135	1.30647414e-43	0	0
C136	-2.51510668e-46	0	0
C138	-2.18777209e-45	0	0
C140	-8.73933701e-45	0	0
C142	-1.84588291e-44	0	0
C144	-2.24093845e-44	0	0
C146	-1.62951234e-44	0	0
C148	-6.95575174e-45	0	0
C150	-1.60650247e-45	0	0
C152	-1.60339863e-46	0	0

[0245] 图11的表3a

[0246]

系数	M5	M4	M3
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	3851.96591300	-1667.48414200	1905.07271800
C7	1.22859438e-07	1.16740006e-07	3.95673757e-07
C9	9.36510041e-08	4.85163876e-08	3.15401785e-07
C10	-1.19183083e-10	3.19830516e-12	-3.97230764e-10
C12	1.72203066e-10	-1.0052782e-11	-6.69392837e-10
C14	2.23394608e-10	-2.11360925e-10	-7.20620228e-10
C16	-2.31839315e-13	2.59109296e-14	-5.28212155e-13
C18	1.80332614e-13	-4.76153787e-14	1.06006303e-12

[0247]

系数	M5	M4	M3
C20	7.27536115e-13	-1.1206662e-12	1.944371e-12
C21	-7.88583079e-18	8.07826975e-18	4.2907125e-16
C23	-6.29581241e-16	2.42631794e-17	-1.28611937e-15
C25	8.71627214e-16	-4.19446399e-16	-4.69085643e-15
C27	2.55176244e-15	-2.80158755e-15	-5.87158197e-15
C29	-8.64454797e-19	-8.43084834e-21	1.63376273e-18
C31	-6.0647703e-19	1.36024001e-19	3.96140838e-18
C33	-2.34974902e-18	-2.7865049e-18	1.227677e-17
C35	8.87114798e-18	2.14184133e-17	1.31596761e-17
C36	3.3700367e-21	-1.3712054e-23	1.46270175e-21
C38	-1.85528518e-21	-7.61964911e-23	1.70938412e-21
C40	-1.37962106e-20	4.30922944e-22	-7.14839055e-21
C42	-4.62529356e-20	-4.74458048e-20	-2.3077492e-20
C44	-3.12819501e-20	-8.71004582e-20	3.05152745e-20
C46	3.23184954e-23	9.96979971e-26	1.95058108e-24
C48	1.3694096e-23	1.01755658e-25	3.42145549e-24
C50	2.05573669e-22	1.33621582e-23	9.93301807e-23
C52	3.1180598e-22	-7.13156626e-22	4.04026987e-22
C54	3.57860299e-23	-7.82210858e-21	8.44742313e-22
C55	-3.87334641e-26	6.93046716e-30	-6.72095988e-27
C57	1.49329687e-25	8.08596814e-28	-5.74744789e-26
C59	4.19709817e-25	-1.65358077e-27	-1.59309952e-25
C61	3.94020888e-24	2.81149827e-25	-1.55028309e-24
C63	7.23174029e-24	-2.13334271e-24	-5.74854863e-24
C65	1.07149845e-23	-5.99274968e-23	-9.89232845e-24
C67	-4.64943492e-28	-3.25441971e-31	-7.46767666e-30
C69	1.6981346e-29	-6.47924174e-30	7.63657816e-29
C71	-1.86598355e-27	1.21842872e-29	4.99956952e-28
C73	-7.36494557e-27	1.74514795e-27	1.48529228e-27
C75	-2.04730955e-27	9.98234615e-26	-3.46704751e-27
C77	1.99371493e-26	2.58665375e-25	-4.34329914e-26
C78	1.45038539e-31	8.34095716e-35	2.05909149e-32
C80	-2.5293606e-30	-4.82206167e-33	4.8671983e-31
C82	-3.63634853e-30	-1.40771474e-32	5.11840897e-31
C84	-6.53186569e-29	-6.54331204e-31	1.25252e-29
C86	-2.6613913e-28	1.87631998e-30	8.55280419e-29
C88	-4.62635571e-28	1.48298151e-27	2.86137741e-28
C90	-6.18523745e-28	5.36798943e-27	3.48446373e-28
C92	2.32207396e-33	1.42753873e-37	2.44920451e-34
C94	-2.04745568e-33	2.27330575e-35	-1.27641527e-34
C96	-1.76045972e-33	-1.94737917e-34	-3.41179417e-33
C98	4.49216894e-33	-9.91240601e-33	-8.8221502e-33
C100	-8.24120927e-32	3.56554008e-33	-3.7003387e-32
C102	-5.98019017e-31	8.25368113e-30	9.21723637e-32
C104	-7.43854852e-31	2.44582791e-29	1.21518455e-30
C105	9.61099067e-38	-2.13122119e-40	1.57023792e-38
C107	1.33574615e-35	1.00516673e-38	-6.64416881e-37
C109	3.0413733e-36	8.77932337e-38	-4.68884249e-36
C111	2.63488695e-34	-1.86963182e-36	-6.3997021e-35
C113	2.00767073e-33	-3.0673235e-35	-5.08585923e-34
C115	5.44782166e-33	6.82426904e-35	-2.42661715e-33
C117	9.50194881e-33	1.66156597e-32	-5.80105722e-33
C119	1.41231787e-32	3.55214787e-32	-2.94550628e-33

[0248] 图11的表3b

[0249]

系数	M2	M1
KY	0.00000000	0.00000000

[0250]

系数	M2	M1
KX	0.00000000	0.00000000
RX	2138.08693900	-3536.11254200
C7	-5.08202758e-07	2.51152933e-08
C9	-4.64808292e-07	-1.00801413e-07
C10	-5.2152857e-10	2.24633273e-11
C12	-1.2267042e-09	2.81663757e-10
C14	-1.10849009e-09	2.97053626e-10
C16	-2.52456679e-14	7.12707541e-14
C18	-2.43228507e-12	4.33393838e-13
C20	-3.36955187e-12	-1.75916282e-13
C21	-3.84258086e-16	2.33914375e-16
C23	1.24580259e-15	-5.24252881e-16
C25	-7.13518758e-15	9.94837914e-17
C27	-1.09465829e-14	-1.8200099e-16
C29	-2.45456804e-18	-4.06697139e-19
C31	-1.05895518e-18	-9.64572917e-19
C33	-2.56862086e-17	-9.64610367e-20
C35	-3.11915404e-17	-3.47465193e-18
C36	5.42483468e-21	-2.62416646e-21
C38	-1.28767465e-20	-1.44806927e-21
C40	-1.35252884e-20	-1.12861847e-20
C42	-9.46548492e-20	-1.66263444e-20
C44	-3.08566898e-20	-1.69962152e-20
C46	-8.72930921e-24	7.78828244e-24
C48	4.85393634e-23	1.16957458e-24
C50	2.32310873e-23	1.39613061e-23
C52	-2.39006483e-22	-1.04152972e-22
C54	9.02421435e-22	-3.89969663e-22
C55	-1.01540766e-25	1.57448755e-26
C57	2.57150976e-25	1.58418149e-25
C59	4.56583035e-25	1.25865785e-24
C61	6.19287099e-25	3.30511747e-24
C63	1.87389977e-24	3.45411645e-24
C65	9.25959414e-24	2.02675319e-25
C67	1.04592096e-28	-1.69192397e-29
C69	-1.23125975e-27	5.09626594e-28
C71	-3.49347998e-27	1.52966585e-27
C73	-1.24984375e-27	5.22009103e-27
C75	2.53379392e-26	1.58063539e-26
C77	2.22668166e-26	2.90525317e-26
C78	4.36147293e-31	1.14436766e-31
C80	-3.50509868e-30	-4.10818926e-30
C82	-1.09441954e-29	-3.97798422e-29
C84	-2.64435076e-29	-1.48424979e-28
C86	-4.36593909e-30	-2.45523884e-28
C88	1.03536362e-28	-2.03667484e-28
C90	-1.91004648e-28	5.93786093e-30
C92	-3.91796018e-33	-3.34860549e-34
C94	1.20860185e-32	-8.83042357e-33
C96	6.26423498e-32	-3.97981753e-32
C98	1.38594908e-31	-1.28012778e-31
C100	2.04699035e-31	-2.79159426e-31
C102	-6.47529985e-33	-5.09078455e-31
C104	-1.42008486e-30	-5.24494913e-31
C105	-1.83450743e-36	-1.5810545e-36
C107	4.66809471e-36	3.91193275e-35
C109	1.33330289e-34	4.3895162e-34

[0251]

系数	M2	M1
C111	4.18080915e-34	2.21004026e-33
C113	9.08314357e-34	5.17653775e-33
C115	7.49682185e-34	6.37788931e-33
C117	-8.10366391e-34	4.23046932e-33
C119	-2.83722223e-33	2.68970093e-35

[0252] 图11的表3c

[0253]

表面	DCX	DCY	DCZ
像平面	0.00000000	0.00000000	0.00000000
M8	0.00000000	0.00000000	825.93553536
M7	0.00000000	152.41225394	120.73685442
M6	-0.00000000	-86.70381571	1227.10679876
M5	-0.00000000	-288.90332638	1486.61328456
M4	-0.00000000	-788.79112975	1720.09206911
M3	0.00000000	63.19842658	1714.10424934
M2	0.00000000	501.09999256	1469.79865760
光阑	0.00000000	709.45610187	1107.00590480
M1	0.00000000	944.01022630	698.59677889
物平面	0.00000000	1073.94708727	2183.78189551

[0254] 图11的表4a

[0255]

表面	TLA[deg]	TLB[deg]	TLC[deg]
像平面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000
M8	6.09778402	0.00000000	-0.00000000
M7	192.19556804	0.00000000	-0.00000000
M6	-64.93990082	-0.00000000	-0.00000000
M5	-38.55543909	-0.00000000	-0.00000000
M4	77.28091044	-0.00000000	-0.00000000
M3	-14.77992460	0.00000000	-0.00000000
M2	-44.64396244	0.00000000	0.00000000
光阑	24.06892752	180.00000000	0.00000000
M1	192.43462686	-0.00000000	-0.00000000
物平面	-0.00000000	0.00000000	0.00000000

[0256] 图11的表4b

[0257]

表面	入射角[deg]	反射率
M8	6.13281062	0.66174979
M7	0.12234545	0.66566439
M6	76.65954883	0.83082833
M5	77.60306126	0.84505091
M4	12.04904974	0.64926632
M3	75.95982040	0.81978588
M2	74.94335346	0.80291383
M1	17.19094173	0.62933155
总传输		0.0832

[0258] 图11的表5

[0259]

X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
0.00000000	-33.70252519	0.00000000
30.86140168	-33.30508715	0.00000000
60.93202620	-32.11151271	0.00000000

[0260]

X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
89.44636869	-30.12170033	0.00000000
115.68586451	-27.34710426	0.00000000
138.99559433	-23.82429945	0.00000000
158.79775798	-19.62526558	0.00000000
174.60427294	-14.85927900	0.00000000
186.02935604	-9.66597496	0.00000000
192.80157508	-4.20338061	0.00000000
194.77348028	1.36441882	0.00000000
191.92612369	6.87758580	0.00000000
184.36687248	12.18822531	0.00000000
172.32108075	17.16515588	0.00000000
156.11966244	21.69588021	0.00000000
136.18490669	25.68612451	0.00000000
113.01636038	29.05791801	0.00000000
87.17765216	31.74769820	0.00000000
59.28476118	33.70545241	0.00000000
29.99574553	34.89486127	0.00000000
0.00000000	35.29381045	0.00000000
-29.99574553	34.89486127	0.00000000
-59.28476118	33.70545241	0.00000000
-87.17765216	31.74769820	0.00000000
-113.01636038	29.05791801	0.00000000
-136.18490669	25.68612451	0.00000000
-156.11966244	21.69588021	0.00000000
-172.32108075	17.16515588	0.00000000
-184.36687248	12.18822531	0.00000000
-191.92612369	6.87758580	0.00000000
-194.77348028	1.36441882	0.00000000
-192.80157508	-4.20338061	0.00000000
-186.02935604	-9.66597496	0.00000000
-174.60427294	-14.85927900	0.00000000
-158.79775798	-19.62526558	0.00000000
-138.99559433	-23.82429945	0.00000000
-115.68586451	-27.34710426	0.00000000
-89.44636869	-30.12170033	0.00000000
-60.93202620	-32.11151271	0.00000000
-30.86140168	-33.30508715	0.00000000

[0261] 图11的表6

[0262] 投射光学单元23具有8.32%的总传输。

[0263] 投射光学单元23具有0.55的像侧数值孔径。

[0264] 在第一成像光平面xz中,缩小因子β_x为4.50。在第二成像光平面yz中,缩小因子β_y为8.00。物场侧主射线角为5.0°。最大光瞳遮蔽为12%。物像偏移d_{OIS}大约为1080mm。投射光学单元23的反射镜可以容纳在xyz边长为946mm×1860mm×1675mm的长方体中。

[0265] 在投射光学单元23中,物平面5和像平面9平行于彼此延伸。最接近晶片的反射镜M7和像平面9之间的工作距离为94mm。平均波前像差rms近似为24mλ。

[0266] 在反射镜M1和M2之间的成像光束路径中的第一个第二平面中间像24的上游布置孔径光阑AS。整个成像光束在孔径光阑AS的区域中是完全可到达的。

[0267] 基于图14至图16在下文中解释投射光学单元26的其他实施例,其可以用在根据图1的投射曝光设备1中来代替投射光学单元7。上文中已经在图1至图13的情景下解释的部件和功能由相同的附图标记适当地表示,并且不再详细地讨论。

[0268] 反射镜M1、M6和M7实施为NI反射镜并且反射镜M2至M5实施为GI反射镜。GI反射镜

M2至M5具有在相同方向上的偏转效应。总之,以下适用于投射光学单元26的反射镜M1至M7中偏转效应的顺序:RLLLLOR。

[0269] 反射镜M1至M7再次实施为自由形式表面反射镜,对其适用上文指定的自由形式表面公式(1)。

[0270] 下面的表格再次示出了投射光学单元26的反射镜M1至M7的反射镜参数。

[0271]

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
最大入射角[°]	16.9	78.6	75.1	72.2	76.5	16.3	10.0
反射表面在x方向上的范围 [mm]	366.4	442.6	520.2	464.1	182.3	409.8	821.9
反射表面在y方向上的范围[mm]	177.5	393.2	193.4	231.3	260.7	100.6	796.0
最大反射镜直径[mm]	366.5	448.5	520.3	464.1	268.7	409.8	822.4

[0272] 仅反射镜M5具有大于1的y/x纵横比。该反射镜M5的y/x纵横比小于1.5。

[0273] 最后反射镜M7具有最大的反射镜直径,测得近似为820mm。其他的反射镜M1至M6中没有一个具有大于525mm的直径。七个反射镜中的五个反射镜具有小于450mm的最大直径。

[0274] 投射光学单元26再次具有恰好一个第一平面中间像18和两个第二平面中间像19、20。恰好与穿过通道开口17的成像光的通道齐平布置第一平面中间像18。这导致通道开口17的非常小的x范围。布置两个第二平面中间像19、20:第一个在GI反射镜M3和M4之间的成像光束路径中;第二个在GI反射镜M4和M5之间的成像光束路径中。因此,GI反射镜M4再次是在两个第二平面中间像之间的GI反射镜,如同在上文中结合根据图11至图13的实施例已经解释的。

[0275] 投射光学单元26具有:首先,奇数个反射镜;其次,第一平面中间像和第二平面中间像的数量相差恰好为1。这实现了与物位置相比正确的像位置;即“图像翻转”被补偿。

[0276] 再次,图16示出了反射镜M1至M7的反射表面的边界轮廓。

[0277] 来自投射光学单元26的光学设计数据可以从如下表格获悉,该表格就其设计而言对应于根据图2的投射光学单元7的表格。

[0278]

示例性实施例	**图14**
NA	0.45
波长	13.5 nm
beta_x	-4.0
beta_y	-8.0
场尺寸_x	26.0 mm
场尺寸_y	1.2 mm
场曲率	0.0 1/mm
rms	40.1 ml
光阑	AS

[0279] 图14的表1

[0280]

表面	半径x[mm]	屈光力x[1/mm]	半径y[mm]	屈光力y[1/mm]	操作模式
M7	-1118.1920556	0.0017717	-899.8350288	0.0022439	REFL
M6	-77660.0792965	0.0000257	221.9926726	-0.0090093	REFL
M5	-1386.8269930	0.0004288	-2455.8257737	0.0027388	REFL
M4	-811.5247859	0.0008055	-1112.5367564	0.0055003	REFL
M3	-1397.9253073	0.0004552	-2809.2148857	0.0022378	REFL
M2	-16748.6228787	0.0000291	86553.8665992	-0.0000949	REFL
M1	-5806.9159005	0.0003319	-1647.2565533	0.0012601	REFL

[0281] 图14的表2

[0282]

系数	M7	M6	M5
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	-0.00137021	0.91505988	0.56499787
RX	-1118.19205600	-77660.07930000	-1386.82699300
C7	-1.35972277e-09	-1.31702537e-06	8.21566727e-08
C9	-1.19562911e-09	-1.06795699e-06	6.71317569e-08
C10	-1.27946071e-11	6.00960647e-10	-1.85048127e-10
C12	-3.62273134e-11	1.17179851e-09	-7.91150245e-11
C14	-3.22516678e-12	-2.45659314e-08	-3.48012619e-11

系数	M7	M6	M5
C16	-8.90234813e-15	-6.8386461e-14	-8.39554879e-13
C18	-5.48904832e-15	1.19036933e-11	-7.17409427e-14
C20	-3.99556769e-16	8.45160514e-11	3.60144042e-14
C21	-2.1960617e-17	2.49887747e-16	7.12991585e-16
C23	-5.89249041e-17	9.32259724e-15	-2.90210248e-15
C25	-4.55753256e-17	-6.68675048e-14	-3.70422222e-17
C27	-5.5757165e-18	1.19018192e-12	8.51977396e-17
C29	-2.4344109e-21	-8.62777329e-18	1.74126592e-17
C31	-5.55579318e-21	3.34187564e-17	-7.17207054e-18
C33	-3.31675441e-21	-1.29777485e-15	2.10588262e-18
C35	1.75995157e-21	-8.94713659e-16	1.15186427e-18
C36	-1.41908532e-23	3.26000767e-21	-1.19195804e-20
C38	-7.80332525e-23	-6.53124238e-21	9.90671134e-20
C40	-1.13822672e-22	6.68112351e-19	-5.5105019e-20
C42	-5.90298206e-23	-1.86124502e-18	-5.32734848e-22
C44	-6.65947093e-24	-1.01586039e-16	7.15851654e-21
C46	-2.00312205e-27	8.88928654e-24	-9.36621032e-22
C48	-3.84346115e-27	-5.50464203e-23	-3.68359583e-22
C50	-1.21351091e-26	-1.75186317e-21	-7.42676069e-22
C52	-5.94610051e-27	1.06480223e-19	-2.26019232e-22
C54	-1.02529435e-27	6.80466177e-20	6.85884917e-24
C55	-1.87169414e-29	-3.03257207e-27	-3.53966472e-25
C57	-7.63481393e-29	-1.65155904e-26	-6.31531629e-24
C59	-1.618503e-28	3.24021454e-24	-2.08579182e-24
C61	-1.50863465e-28	-3.30781882e-23	-2.85752418e-24
C63	-7.4694491e-29	-2.05676238e-22	-8.81519764e-25
C65	-8.40416665e-30	1.06163773e-21	-2.93156768e-26
C67	3.03979955e-33	0	0
C69	1.86338693e-33	0	0
C71	-6.61723971e-32	0	0
C73	-1.08032051e-31	0	0
C75	-2.27309233e-32	0	0
C77	6.99250984e-33	0	0
C78	-1.01710204e-35	0	0
C80	-1.77734667e-34	0	0
C82	-4.92421677e-34	0	0
C84	-5.90814608e-34	0	0
C86	-3.58119042e-34	0	0
C88	-7.3533067e-35	0	0
C90	9.04662218e-36	0	0

[0283]

[0284] 图14的表3a

系数	M4	M3	M2
KY	0.00000000	0.14280139	0.01218901
KX	-0.07494948	0.00000000	0.00000000
RX	-811.52478590	-1397.92530700	-16748.62288000
C7	-3.86023657e-08	-1.7217439e-07	1.68453717e-07
C9	3.81360594e-07	-2.22668277e-08	5.53150287e-08
C10	-9.50508955e-12	-1.34447743e-10	5.4023144e-11
C12	-5.70678081e-11	9.89796339e-11	1.09720673e-10
C14	8.49743848e-12	-8.20556261e-11	1.13182448e-10
C16	1.61961347e-14	3.16757938e-13	8.17990626e-14
C18	-1.81336141e-12	-1.46692844e-13	-7.87681986e-14
C20	-2.45995083e-12	3.69363439e-13	2.2119085e-13
C21	-6.01959296e-17	2.32061711e-16	4.88073984e-16
C23	9.61849791e-16	-6.62327921e-16	8.33140175e-16

[0285]

[0286]

系数	M4	M3	M2
C25	3.76110948e-15	4.1293339e-16	5.11355813e-16
C27	4.07712151e-16	-1.30372287e-15	5.07663031e-16
C29	-6.19189144e-19	-1.12258072e-18	-8.07168061e-19
C31	1.20524092e-18	3.06340009e-19	3.29075739e-18
C33	1.72295617e-17	-8.88294932e-18	3.4168599e-18
C35	1.70676574e-17	-1.38680217e-17	1.83754623e-18
C36	1.43724929e-22	-7.1900244e-22	-3.39550843e-23
C38	-3.38007799e-22	2.93538162e-21	2.70487171e-21
C40	-2.74909383e-20	-1.10840295e-20	1.63959268e-21
C42	-6.45193579e-20	-3.57255186e-20	6.86550247e-21
C44	7.36421248e-20	-8.97646863e-20	4.94290723e-21
C46	2.3853282e-24	3.37918053e-24	3.13909373e-24
C48	1.56518232e-23	-3.28081782e-24	-6.07559407e-24
C50	3.29980178e-23	1.15298309e-23	-1.68311399e-23
C52	-1.06645652e-22	-1.67150633e-22	-1.09033213e-23
C54	-2.15354941e-22	-3.05800431e-22	5.37428244e-24
C55	1.02369612e-28	7.38084675e-28	9.80514031e-27
C57	-3.04109444e-27	-7.17188177e-27	1.00470224e-26
C59	-3.11173505e-26	3.89129269e-26	-2.43587516e-26
C61	2.38777712e-25	-2.43305684e-26	-7.71285207e-26
C63	-1.38932479e-26	-3.05746638e-25	-4.41126952e-26
C65	-4.39598759e-25	-5.10266314e-25	-3.4826267e-28

[0287] 图14的表3b

[0288]

系数	M1
KY	0.00000000
KX	0.00000000
RX	-5806.91590000
C7	-1.57733574e-08
C9	4.04579031e-08
C10	-4.89660517e-11
C12	4.59750467e-10
C14	8.1358196e-10
C16	2.24075942e-13
C18	-1.3292697e-13
C20	2.50231172e-12
C21	7.03566708e-17
C23	-6.62324975e-17
C25	-8.78933469e-16
C27	-8.82219671e-16
C29	-7.23734311e-19
C31	-1.78828999e-18
C33	2.4711693e-17
C35	1.58549093e-17
C36	-7.87923961e-22
C38	-1.47075761e-21
C40	-6.17727512e-20
C42	-2.51981333e-20
C44	-6.28995506e-20
C46	5.69906696e-24
C48	5.15465198e-23
C50	-4.7110842e-23
C52	-8.65036303e-22
C54	-2.31317136e-22
C55	4.3793195e-27

[0289]

系数	M1
C57	-1.6423552e-27
C59	1.37172536e-25
C61	1.63243103e-24
C63	-6.69935139e-26
C65	6.65963303e-24

[0290] 图14的表3c

[0291]

表面	DCX	DCY	DCZ
像平面	0.00000000	0.00000000	0.00000000
M7	0.00000000	0.00000000	871.29627896
M6	0.00000000	218.32338321	98.52317410
M5	0.00000000	-58.06517479	1076.82261676
M4	-0.00000000	-561.60349183	1493.78229143
M3	-0.00000000	-1208.38154717	1510.41842453
M2	0.00000000	-1670.36640710	1179.32899124
光阑	0.00000000	-1788.84239898	938.34283647
M1	0.00000000	-2045.77302675	415.73295536
物平面	0.00000000	-2170.48986012	1880.60987391

[0292] 图14的表4a

[0293]

表面	TLA[deg]	TLB[deg]	TLC[deg]
像平面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000
M7	7.88800730	0.00000000	-0.00000000
M6	195.77601460	0.00000000	-0.00000000
M5	-56.92538181	0.00000000	-0.00000000
M4	-20.55009475	-0.00000000	-0.00000000
M3	17.07725962	0.00000000	0.00000000
M2	49.72391045	0.00000000	-0.00000000
光阑	164.02654214	-0.00000000	-0.00000000
M1	169.34310441	-0.00000000	-0.00000000
物平面	9.09286877	0.00000000	180.00000000

[0294] 图14的表4b

[0295]

表面	入射角[deg]	反射率
M7	7.88800730	0.65901737
M6	0.00000000	0.66565840
M5	72.70139641	0.76171724
M4	70.92331654	0.72452174
M3	71.44932909	0.73598206
M2	75.90402008	0.81888591
M1	15.52321404	0.63691659
总传输		0.0929

[0296] 图14的表5

[0297]

X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
-0.00000000	60.12634248	0.00000000
-31.00173429	59.39348922	0.00000000
-61.23683000	57.21904481	0.00000000
-89.95971748	53.67233536	0.00000000
-116.46546521	48.86006031	0.00000000
-140.10740705	42.91611197	0.00000000

X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
-160.31308861	35.99125711	0.00000000
-176.59845642	28.24503313	0.00000000
-188.57919514	19.84317315	0.00000000
-195.97740908	10.96270342	0.00000000
-198.62281719	1.80162097	0.00000000
-196.45010574	-7.41479310	0.00000000
-189.49577612	-16.43782216	0.00000000
-177.89719433	-25.01004611	0.00000000
-161.89435001	-32.88564405	0.00000000
-141.83277687	-39.84892316	0.00000000
-118.16525762	-45.72666520	0.00000000
-91.45022545	-50.39326310	0.00000000
-62.34514559	-53.76818640	0.00000000
-31.59291444	-55.80674921	0.00000000
-0.00000000	-56.48822373	0.00000000
31.59291444	-55.80674921	0.00000000
62.34514559	-53.76818640	0.00000000
91.45022545	-50.39326310	0.00000000
118.16525762	-45.72666520	0.00000000
141.83277687	-39.84892316	0.00000000
161.89435001	-32.88564405	0.00000000
177.89719433	-25.01004611	0.00000000
189.49577612	-16.43782216	0.00000000
196.45010574	-7.41479310	0.00000000
198.62281719	1.80162097	0.00000000
195.97740908	10.96270342	0.00000000
188.57919514	19.84317315	0.00000000
176.59845642	28.24503313	0.00000000
160.31308861	35.99125711	0.00000000
140.10740705	42.91611197	0.00000000
116.46546521	48.86006031	0.00000000
89.95971748	53.67233536	0.00000000
61.23683000	57.21904481	0.00000000
31.00173429	59.39348922	0.00000000

[0298]

[0299] 图14的表6

[0300] 投射光学单元26具有在x方向上为13.0mm的两倍和在y方向上为1.2mm的像场尺寸。不同于前述的实施例,在投射光学单元26中的物场4和像场8都是矩形。相应地,场曲率为0。

[0301] 在投射光学单元26中,像侧数值孔径为0.45。在第一成像光平面xz中的缩小因子为4.00(β_x),并且在第二成像光平面yz中的缩小因子为8.00(β_y)。物侧的主射线角CRA为4.2°。光瞳遮蔽为至多13%。

[0302] 投射光学单元26具有9.29%的总传输。

[0303] 在投射光学单元26中的物像偏移d_{OIS}近似为2170mm。投射光学单元26的反射镜可以容纳在xyz边长为822mm×2551mm×1449mm的长方体中。

[0304] 在投射光学单元26中,物平面5相对于像平面9关于x轴以9.1°倾斜。

[0305] 最接近晶片的反射镜M6和像平面之间的工作距离为80mm。平均波前像差rms近似为35mλ。

[0306] 基于图17至图19在下文中解释投射光学单元27的其他实施例,其可以用在根据图1的投射曝光设备1中来代替投射光学单元7。上文中已经在图1至图16的情景下解释的部件

和功能由相同的附图标记适当地表示,并且不再详细地讨论。

[0307] 投射光学单元27总共具有9个反射镜M1至M9。反射镜M1、M2、M3、M5、M6、M7实施为GI反射镜。其余反射镜M4、M8和M9实施为NI反射镜。如同在上文描述的所有投射光学单元,在成像光束路径中的最后反射镜M9也实施为具有用于投射光学单元27中的成像光3的通道开口17。在投射光学单元27中,成像光束路径具有交叉点。这里,首先在反射镜M2和M3之间的成像光部分束,以及其次在反射镜M6和M7的成像光部分束在交叉区域28中交叉。

[0308] 同样,在投射光学单元27中,有两个第二平面中间像19、20和在反射镜M9中的通道开口17附近出现第一平面中间像18。在投射光学单元27中,两个第二平面中间像中的第一个第二平面中间像19位于成像光束路径中的反射镜M4和M5之间、在反射镜M5处的反射附近。两个第二平面中间像中的第二个第二平面中间像位于在成像光束路径中的反射镜M7和M8之间、在反射镜M7处的反射附近。

[0309] 孔径光阑AS位于反射镜M2和M3之间的成像光束路径中和交叉点28的下游。成像光束在孔径光阑AS的区域中是完全可到达的。

[0310] 反射镜M1至M7再次实施为自由形式表面反射镜,对其适用上文指定的自由形式表面公式(1)。

[0311] 下面的表格再次示出了投射光学单元27的反射镜M1至M9的反射镜参数。

[0312]

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
最大入射角[°]	83.1	75.4	82.3	16.1	78.8	75.6	82.9	75.6	68.8
反射表面在x方向上的范围[mm]	169.8	255.3	441.6	753.3	670.0	589.6	304.4	354.8	750.4
反射表面在y方向上的范围[mm]	326.6	366.7	407.7	134.7	97.9	264.6	132.0	176.2	731.9
最大反射镜直径[mm]	330.5	369.8	442.2	753.3	670.0	589.6	305.5	354.8	751.8

[0313]

[0314] 在投射光学单元27中,反射镜M1和M2具有大于1的y/x纵横比。反射镜M1至M9中没有一个反射镜具有大于2的y/x纵横比。反射镜M1具有在1.9的区域中的最大的y/x纵横比。

[0315] 在投射光学单元27中,反射镜M4具有最大的最大直径,测得为753.3mm。该直径略微大于最后反射镜M9的直径,其具有751.8mm的直径。九个反射镜M1至M9中的五个反射镜具有小于450mm的直径。九个反射镜M1至M9中的四个反射镜具有小于400mm的直径。

[0316] 图19示出了反射镜M1至M9的反射表面的边界轮廓。

[0317] 来自投射光学单元27的光学设计数据可以从如下表格获悉,该表格就其设计而言对应于根据图2至图4的投射光学单元7的表格。

[0318]

示例性实施例	图17
NA	0.5
波长	13.5 nm
beta_x	-4.0
beta_y	-8.0
场尺寸_x	26.0 mm
场尺寸_y	1.0 mm
场曲率	0.012345 1/mm
rms	10.4 ml
光阑	AS

[0319] 图17的表1

[0320]

表面	半径x[mm]	屈光力x[1/mm]	半径y[mm]	屈光力y[1/mm]	操作模式
M9	-866.8072275	0.0022782	-774.1551842	0.0026165	REFL
M8	16799.3113404	-0.0001190	468.0718547	-0.0042729	REFL
M7	-2294.4146894	0.0002863	-1705.1686250	0.0035712	REFL
M6	-1428.0401884	0.0003739	-1527.9490527	0.0049036	REFL
M5	-1803.1480743	0.0003449	1798.9550061	-0.0035758	REFL
M4	-3252.9549354	0.0005968	-979.9292401	0.0021027	REFL
M3	4728.4030238	-0.0000695	9129.5671479	-0.0013325	REFL
M2	5562.6987709	-0.0000997	-5283.6560864	0.0013653	REFL
M1	-60685.4143772	0.0000065	-9650.8869136	0.0010566	REFL

[0321] 图17的表2

[0322]

系数	M9	M8	M7
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	-866.80722750	16799.31134000	-2294.41468900
C7	-1.16750793e-08	8.78095547e-07	-6.17468179e-08
C9	-3.227879e-08	-1.8198111e-06	-1.04202991e-07
C10	1.9034586e-11	6.23675302e-10	7.3871998e-11
C12	-6.93669116e-11	9.021444e-10	-5.40603404e-11
C14	-9.10699557e-12	6.12688457e-09	-6.46020015e-11
C16	3.15819834e-14	1.17072896e-12	-3.52872023e-14
C18	-5.07731957e-14	6.23133942e-12	9.05095754e-13
C20	-3.43495607e-14	-9.16741216e-12	2.0007813e-12
C21	-3.27663144e-17	9.71634515e-16	1.09224112e-16
C23	-1.23584293e-16	9.4783838e-15	4.07690678e-15
C25	-1.48878993e-16	7.54253173e-15	1.5218218e-14
C27	-2.01063297e-17	-1.52044449e-13	6.05641827e-15
C29	1.5610135e-20	8.3013727e-18	5.29921031e-18
C31	-1.99814617e-20	5.36304932e-18	8.07953201e-18
C33	-1.11450808e-19	-2.50804621e-16	-3.2570662e-16
C35	-6.07436807e-20	1.39798089e-15	-8.05811987e-16
C36	-3.55570338e-23	3.89794855e-21	-4.65712112e-22
C38	-2.50288622e-22	2.41971723e-20	-7.26833672e-20
C40	-4.27782804e-22	-6.12588427e-20	-3.22790412e-18
C42	-2.71769746e-22	2.15559322e-18	-1.50014564e-17
C44	-4.35242415e-23	-3.53718368e-18	-2.10967102e-17
C46	3.98426924e-26	-1.32724993e-23	-1.02393958e-22
C48	5.7285325e-27	5.76804727e-24	-1.07933989e-20
C50	-1.74816328e-25	8.93039513e-22	-8.20017408e-20
C52	-2.51560547e-25	-6.17750026e-21	-2.58788551e-19
C54	-5.59816005e-26	-2.62650678e-20	-2.59842357e-19
C55	-2.27621057e-29	-4.92904916e-27	5.63858543e-26
C57	-4.68887693e-28	2.28490721e-25	-1.91342595e-23
C59	-1.21077926e-27	1.24045883e-24	-1.95979904e-22
C61	-1.34960352e-27	6.99435043e-24	-1.01941857e-21
C63	-6.45173081e-28	-3.32275577e-23	-2.41468045e-21
C65	-5.87726468e-29	1.50175538e-22	-1.7630178e-21
C67	4.45396788e-32	5.1119351e-28	-2.04915236e-26
C69	5.51131174e-32	2.63032348e-27	-2.53651339e-25
C71	-2.08374464e-31	7.53232015e-27	-1.75316445e-24
C73	-6.43925301e-31	-1.0184489e-25	-6.62874977e-24
C75	-3.80140733e-31	5.90051712e-25	-1.2861965e-23
C77	-2.62734124e-31	1.34460748e-24	-6.1504095e-24
C78	-1.81539619e-34	1.4112104e-31	-1.28307565e-29
C80	-3.87877832e-34	-3.22975415e-31	-1.77832019e-28
C82	-9.50620474e-34	-2.74623061e-30	-1.52243334e-27
C84	-1.22684771e-33	-1.52852009e-28	-7.00528843e-27
C86	-4.68273715e-34	4.63890933e-28	-2.14475826e-26
C88	-3.31350093e-34	-3.31483992e-27	-3.7840444e-26
C90	-2.36738088e-34	-1.42151698e-26	-6.47532148e-27
C92	-9.00803971e-38	-1.98638804e-33	-4.9137387e-32
C94	4.1621932e-37	-1.61097703e-32	-5.58389838e-31
C96	-3.03008076e-37	-6.312729e-32	-2.80619132e-30
C98	-1.85579089e-36	1.07008134e-30	-9.56158675e-30
C100	-1.23900393e-36	-2.08486148e-31	-2.7250613e-29
C102	-1.34403292e-36	6.69649223e-30	-5.09959978e-29
C104	6.21670071e-37	3.5356384e-29	1.28713474e-29
C105	-1.98093774e-40	0	0
C107	-2.5557529e-39	0	0

[0323]

系数	M9	M8	M7
C109	-1.05792795e-38	0	0
C111	-2.0513119e-38	0	0
C113	-2.38857043e-38	0	0
C115	-1.66561627e-38	0	0
C117	-5.21569492e-39	0	0
C119	-4.32149861e-40	0	0
C121	5.86326897e-43	0	0
C123	1.71432174e-43	0	0
C125	9.72731414e-43	0	0
C127	8.87965167e-43	0	0
C129	-1.24386669e-42	0	0
C131	-6.0507722e-42	0	0
C133	-1.87199557e-42	0	0
C135	-2.70433567e-42	0	0

[0324] 图17的表3a

[0325]

系数	M6	M5	M4
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	-1428.04018800	-1803.14807400	-3252.95493500
C7	4.27764592e-07	1.267072e-07	1.00985236e-07
C9	-6.14217231e-08	-7.14563402e-09	-6.1822491e-08
C10	2.85032609e-10	-1.59934504e-12	-7.25353647e-11
C12	-2.10890593e-10	4.51122111e-10	-5.08897932e-11
C14	-1.04116732e-09	1.3708745e-09	-3.6473465e-10
C16	-5.47215882e-13	-1.15113425e-13	1.49177251e-14
C18	-1.21252244e-12	-6.08056768e-13	2.58895804e-13
C20	-8.04452139e-13	-7.24133342e-12	-1.04297967e-12
C21	6.24395637e-17	1.12122965e-16	3.46316226e-17
C23	-1.22488487e-15	5.31682676e-16	-4.3573283e-17
C25	1.93894654e-15	3.79094438e-15	4.88555627e-16
C27	6.1182821e-15	-8.66426346e-14	7.49855686e-16
C29	-6.02877018e-19	9.12169339e-19	4.78255626e-20
C31	3.15486125e-18	-1.00992269e-18	-6.70828206e-20
C33	1.71876661e-17	9.37575205e-17	6.34973765e-19
C35	8.81823493e-18	3.41647588e-15	1.22964652e-17
C36	1.8107487e-22	-2.89061035e-22	-5.13743928e-23
C38	2.81007224e-21	1.01682473e-21	-5.57192066e-23
C40	2.10783719e-21	-5.76887097e-20	-2.77676738e-21
C42	-2.02106332e-20	-1.68705709e-18	-2.72529513e-20
C44	-2.47262722e-19	1.4815978e-16	8.55807158e-20
C46	-2.18867888e-24	-1.98347379e-24	-9.52054888e-26
C48	-5.58835437e-24	2.67202796e-23	6.51265722e-25
C50	-1.32824471e-22	-6.16516709e-22	3.20028199e-23
C52	-7.55905184e-22	-5.2956271e-20	1.76590223e-22
C54	-1.38795101e-21	1.22196395e-18	-5.1899596e-21
C55	-1.95572414e-27	9.54335495e-28	7.11250833e-29
C57	-1.54116067e-27	5.51567556e-27	8.95991852e-28
C59	-1.10763545e-25	4.96695555e-25	1.69284305e-27
C61	-5.90773942e-25	-2.72829594e-23	-1.5115867e-25
C63	-1.98933904e-24	-4.01265763e-23	2.1243805e-24
C65	1.26252468e-24	-4.02328436e-20	2.08401169e-23
C67	1.81326459e-29	5.67543261e-30	2.714e-32
C69	-5.52644338e-29	-3.72306985e-28	-1.38037069e-30
C71	-6.23281305e-29	2.22465939e-26	-5.8554786e-29

[0326]

系数	M6	M5	M4
C73	1.81738193e-27	-3.90182078e-25	-6.6606928e-27
C75	2.14916057e-26	3.31383345e-23	-1.15631076e-26
C77	2.45531374e-26	-1.08852997e-21	1.19941073e-25
C78	5.61446965e-33	-1.62996535e-33	-6.54978682e-35
C80	-3.14271637e-33	-2.13205986e-32	-3.84844227e-33
C82	3.91267533e-32	-4.18395599e-30	-1.88731708e-32
C84	5.72404322e-31	2.50482179e-28	4.0887544e-30
C86	2.04498774e-29	-6.91099846e-27	3.03868316e-29
C88	1.54960845e-28	6.02044471e-25	-1.88015638e-28
C90	5.17527548e-30	-1.0374045e-23	-3.16125863e-27
C92	-6.42753428e-35	-9.97525491e-36	1.2646031e-37
C94	1.52301705e-35	1.82950393e-33	2.23965486e-35
C96	-1.47788252e-34	-8.72657446e-32	-6.71336498e-34
C98	1.50892249e-34	1.35409691e-31	-1.04126049e-32
C100	3.98962853e-32	-4.13438548e-29	2.263743e-31
C102	3.01155182e-31	3.44434789e-27	1.40136966e-30
C104	-1.89515076e-31	-3.63109737e-26	2.19047602e-29

[0327] 图17的表3b

[0328]

系数	M3	M2	M1
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	4728.40302400	5562.69877100	-60685.41438000
C7	3.61924163e-08	-2.6704986e-08	3.18396583e-08
C9	-9.09400287e-09	4.92069061e-08	-5.61785678e-08
C10	1.66121272e-10	2.85945157e-10	2.00099393e-11
C12	3.14017712e-11	1.7543017e-10	-1.96165665e-11
C14	2.4941173e-11	1.9667076e-11	-1.06060991e-10
C16	2.31506575e-14	-5.96445065e-14	-7.74363249e-14
C18	1.76964023e-13	-8.28471598e-14	-3.1260441e-14
C20	1.63396775e-14	5.89862775e-14	-2.21560889e-13
C21	-7.28717776e-17	-4.02951969e-16	-3.69444556e-17
C23	-3.75579206e-17	3.45033757e-16	-9.78225945e-16
C25	4.59399079e-16	1.24492889e-17	-1.70892112e-16
C27	-1.18304491e-16	-2.78756077e-16	-4.32330918e-16
C29	-7.50643063e-19	-3.0805972e-18	-6.64795481e-20
C31	-9.33852618e-20	1.94354444e-18	9.2062443e-19
C33	1.86784143e-18	1.72349432e-18	-4.0341719e-19
C35	2.66729478e-19	9.34868812e-19	7.75268883e-19
C36	4.01258937e-22	-2.33334008e-21	1.28461574e-19
C38	-8.23187379e-22	-1.92684343e-20	1.99616288e-19
C40	1.49421902e-21	2.31550048e-21	5.47670117e-20
C42	4.72750154e-21	-1.86112917e-21	1.95018351e-20
C44	-2.61134724e-21	9.05455405e-21	3.19738342e-21
C46	-8.1476518e-24	1.04531901e-22	-3.14500232e-22
C48	-4.67926054e-24	-3.07010776e-23	3.55621884e-22
C50	9.96367582e-24	4.05168914e-23	1.15857141e-21
C52	-5.63570004e-24	-4.25589231e-23	1.50292097e-22
C54	-1.96315571e-23	2.69155178e-24	-4.22027773e-23
C55	-6.32105216e-26	2.36074182e-25	-2.0609926e-23
C57	-5.5869514e-26	7.49827714e-25	-2.67127439e-23
C59	-6.03481823e-27	1.27721888e-25	-4.72519756e-24
C61	5.72251835e-26	3.75574802e-25	2.43544621e-24
C63	-4.81078871e-26	1.38096394e-25	-3.61474814e-25
C65	-5.293619e-28	-1.47197601e-25	-2.58312448e-25
C67	-1.05665619e-28	5.70444448e-29	1.04981547e-26

[0329]

系数	M3	M2	M1
C69	-9.35967107e-29	1.54864005e-27	-5.00353406e-26
C71	-7.45163445e-29	8.49518579e-28	-9.69578012e-26
C73	3.23937637e-29	1.17862243e-27	-5.21036133e-26
C75	1.23502373e-28	1.42504572e-27	-5.29641094e-27
C77	1.99884473e-28	-9.05697691e-29	-4.96757793e-29
C78	4.62768807e-31	-3.66791362e-30	1.17108755e-27
C80	2.01004484e-31	-1.33376517e-29	1.96800952e-27
C82	-2.04780369e-31	-9.59453599e-30	4.90123394e-28
C84	-1.83439038e-31	-6.383457e-30	-7.65331985e-28
C86	2.22521716e-31	-1.45702307e-30	-3.04755827e-28
C88	1.4576265e-30	-1.04939729e-30	-1.27821433e-29
C90	4.89653954e-31	1.6223442e-30	2.60372926e-30
C92	1.291584e-33	-4.48909307e-32	4.05041524e-30
C94	1.68046406e-34	-6.48100172e-32	8.44993426e-30
C96	8.98812615e-34	-8.87297065e-32	1.19335237e-31
C98	1.44926189e-33	-3.33931372e-32	-1.58514417e-30
C100	1.61667889e-33	-1.1191494e-32	-4.87213504e-31
C102	2.9240278e-33	-1.34011075e-32	-6.07148296e-33
C104	4.46022792e-34	2.24305766e-33	5.01077783e-33

[0330] 图17的表3c

[0331]

表面	DCX	DCY	DCZ
像平面	0.00000000	0.00000000	0.00000000
M9	0.00000000	0.00000000	713.83346098
M8	0.00000000	-199.50194718	110.47777299
M7	0.00000000	128.62607427	1098.64247245
M6	0.00000000	515.91461114	1356.40753743
M5	0.00000000	742.37411066	1363.84229101
M4	0.00000000	1340.69974378	969.49103752
M3	0.00000000	507.31215558	1051.71634870
光阑	0.00000000	308.06159909	1147.17260780
M2	0.00000000	-176.78443109	1379.45094669
M1	0.00000000	-469.61783006	1834.00281766
物平面	0.00000000	-525.34409896	2142.75119785

[0332] 图17的表4a

[0333]

表面	TLA[deg]	TLB[deg]	TLC[deg]
像平面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000
M9	-9.14833640	0.00000000	-0.00000000
M8	161.66708308	-0.00000000	-0.00000000
M7	52.63856031	-0.00000000	-0.00000000
M6	17.76332452	0.00000000	-0.00000000
M5	-15.75408205	0.00000000	-0.00000000
M4	250.48833875	0.00000000	-0.00000000
M3	164.38361154	-0.00000000	0.00000000
光阑	64.83614755	-0.00000000	180.00000000
M2	138.59631791	-0.00000000	-0.00000000
M1	111.51091807	-0.00000000	0.00000000
物平面	15.48957967	-0.00000000	180.00000000

[0334] 图17的表4b

[0335]

表面	入射角[deg]	反射率
M9	9.10898391	0.65665659
M8	0.15757055	0.66566547

[0336]

表面	入射角[deg]	反射率
M7	70.82640064	0.72236638
M6	74.51795811	0.79553776
M5	71.88564195	0.74519096
M4	13.92249363	0.64314446
M3	80.53767244	0.88529643
M2	73.90465970	0.78455360
M1	78.68907114	0.86057777
总传输		0.0720

[0337] 图17的表5

[0338]

X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
0.00000000	33.09539039	0.00000000
27.98016280	32.83576102	0.00000000
55.32425435	32.05074898	0.00000000
81.40074512	30.72264495	0.00000000
105.58948827	28.82419673	0.00000000
127.29244915	26.32536013	0.00000000
145.94921302	23.20382833	0.00000000
161.05688683	19.45738748	0.00000000
172.19243862	15.11500672	0.00000000
179.03446120	10.24419289	0.00000000
181.38115751	4.95267331	0.00000000
179.16172567	-0.61635830	0.00000000
172.43973897	-6.29280692	0.00000000
161.40839010	-11.88969195	0.00000000
146.37862928	-17.21448827	0.00000000
127.76237102	-22.08081609	0.00000000
106.05334108	-26.31822001	0.00000000
81.80784000	-29.77880701	0.00000000
55.62700619	-32.34167284	0.00000000
28.14162808	-33.91669706	0.00000000
0.00000000	-34.44802533	0.00000000
-28.14162808	-33.91669706	0.00000000
-55.62700619	-32.34167284	0.00000000
-81.80784000	-29.77880701	0.00000000
-106.05334108	-26.31822001	0.00000000
-127.76237102	-22.08081609	0.00000000
-146.37862928	-17.21448827	0.00000000
-161.40839010	-11.88969195	0.00000000
-172.43973897	-6.29280692	0.00000000
-179.16172567	-0.61635830	0.00000000
-181.38115751	4.95267331	0.00000000
-179.03446120	10.24419289	0.00000000
-172.19243862	15.11500672	0.00000000
-161.05688683	19.45738748	0.00000000
-145.94921302	23.20382833	0.00000000
-127.29244915	26.32536013	0.00000000
-105.58948827	28.82419673	0.00000000
-81.40074512	30.72264495	0.00000000
-55.32425435	32.05074898	0.00000000
-27.98016280	32.83576102	0.00000000

[0339] 图17的表6

[0340] 投射光学单元27具有7.2%的总传输。

[0341] 投射光学单元27具有0.50的像侧数值孔径。

[0342] 在第一成像光平面xz中缩小因子为4(β_x)。在第二成像光平面yz中缩小因子为8

(β_y)。物侧主射线角CRA为5.5°。最大光瞳遮蔽为15%。

[0343] 投射光学单元27的物像偏移d_{OIS}大约为530mm。投射光学单元27的反射镜可以容纳在xyz边长为753mm×1869mm×1860mm的长方体中。

[0344] 在投射光学单元27中,物平面5相对于像平面9关于平行于x轴的轴线以15.5%倾斜。

[0345] 最接近晶片的反射镜M8和像平面9之间的工作距离为83mm。平均波前像差rms为10.4mλ。

[0346] 基于图20至图22在下文中解释投射光学单元29的其他实施例,其可以用在根据图1的投射曝光设备1中来代替投射光学单元7。上文中已经在图1至图19的情景下解释的部件和功能由相同的附图标记适当地表示,并且不再详细地讨论。

[0347] 图20示出了投射光学单元29的子午截面。图21示出了投射光学单元29的弧矢视图。再次,图22示出了投射光学单元29的反射镜M1至M9的反射表面的边界轮廓。

[0348] 投射光学单元29具有3个NI反射镜,即反射镜M1、M8和M9。投射光学单元29具有6个GI反射镜,即反射镜M2至M7。

[0349] 反射镜M2至M7均在反射镜偏转效应方面具有相同方向。在这个方面,投射光学单元29与根据图14至图16的投射光学单元26相似。

[0350] 反射镜M1至M7再次实施为自由形式表面反射镜,对其适用上文指定的自由形式表面公式(1)。

[0351] 下面的表格再次示出了投射光学单元29的反射镜M1至M9的反射镜参数。

[0352]

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
最大入射角[°]	12.1	84.2	80.6	79.1	75.8	78.8	85.3	17.9	10.4
反射表面在x方向上的范围[mm]	567.4	681.0	749.5	752.9	644.5	538.0	281.4	589.1	929.8
反射表面在y方向上的范围[mm]	280.0	584.6	369.2	312.1	169.0	98.4	450.0	200.5	889.4
最大反射镜直径[mm]	567.6	681.3	750.7	752.7	644.5	538.1	452.3	589.1	930.3

[0353]

[0354] 除了反射镜M7,投射光学单元29的反射镜中没有一个反射镜具有大于1的y/x纵横比。反射镜M7的y/x纵横比大约为1.6。

[0355] 成像束路径中的最后反射镜M9具有最大的最大直径,测得为930.3mm。所有其他反射镜M1至M8的最大直径小于800mm。九个反射镜M1至M9中的四个反射镜具有小于600mm的最大直径。

[0356] 再次,投射光学单元29具有两个第二平面中间像19、20和在反射镜M9中的通道开口17的区域中的恰好一个第一平面中间像18。两个第二平面中间像中的第一个第二平面中间像19位于成像光束路径中的GI反射镜M4和M5之间。两个第二平面中间像中的第二个第二

平面中间像20位于成像光束路径中的两个GI反射镜M6和M7之间。

[0357] 来自投射光学单元29的光学设计数据可以从如下表格获悉，该表格就其设计而言对应于根据图2的投射光学单元7的表格。

[0358]

示例性实施例	图20
NA	0.5
波长	13.5 nm
beta_x	-4.0
beta_y	-8.0
场尺寸_x	26.0 mm
场尺寸_y	1.2 mm
场曲率	0.0 1/mm
rms	11.4 ml
光阑	AS

[0359] 图20的表1

[0360]

表面	半径x[mm]	屈光力x[1/mm]	半径y[mm]	屈光力y[1/mm]	操作模式
M9	-1221.3204850	0.0016299	-934.3318163	0.0021506	REFL
M8	-4215.6636573	0.0004744	484.8221637	-0.0041252	REFL
M7	-3514.6574105	0.0000960	-8774.5487881	0.0013514	REFL
M6	-1322.0337936	0.0004485	-1544.1607213	0.0043686	REFL
M5	-1225.5513700	0.0004448	-1165.4051512	0.0062957	REFL
M4	-2025.8551251	0.0002369	-3191.5729569	0.0026117	REFL
M3	-2688.6482003	0.0001407	26540.8770199	-0.0003984	REFL
M2	-5902.4437402	0.0000558	6888.6468544	-0.0017631	REFL

[0361]

表面	半径x[mm]	屈光力x[1/mm]	半径y[mm]	屈光力y[1/mm]	操作模式
M1	-8202.7105009	0.0002401	-1786.9980352	0.0011365	REFL

[0362] 图20的表2

[0363]

系数	M9	M8	M7
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	-1221.32048500	-4215.66365700	-3514.65741100
C7	6.48621457e-09	-2.70181739e-07	8.70215332e-08
C9	2.51048646e-09	-2.09527218e-08	1.0113038e-07
C10	1.11165132e-11	1.39330486e-10	1.53416608e-10
C12	-2.91336189e-11	2.28376849e-10	-3.98919589e-10
C14	-3.29969657e-12	-7.78019798e-10	-1.19879074e-10
C16	-3.30962098e-14	-3.14365711e-13	6.78606735e-13
C18	-5.74881439e-15	-1.38334025e-12	2.50172985e-13
C20	1.80725216e-16	-1.91669172e-12	1.37309377e-13
C21	-1.51549926e-17	3.1057383e-17	-1.60011616e-15
C23	-2.05973575e-17	4.30103776e-16	1.40263065e-15
C25	-4.20086457e-17	6.9930155e-16	-8.79758937e-16
C27	-2.12400508e-18	-4.03780946e-14	-1.20104305e-16
C29	1.46401176e-20	3.26975136e-19	-1.42943118e-17
C31	-3.24776004e-20	-1.36352471e-18	4.18802461e-18
C33	-1.58227638e-20	-1.65158046e-17	2.50288724e-18
C35	4.55306998e-22	4.30975727e-17	2.83728882e-19
C36	4.37750241e-25	3.33999042e-22	8.85677189e-21
C38	-6.15751054e-23	7.72867676e-21	-7.76607264e-20
C40	-7.41239376e-23	6.55036238e-20	5.92531624e-21
C42	-4.2219319e-23	1.92030538e-19	-5.82582739e-21
C44	4.71729051e-24	-1.1750837e-18	-4.39302422e-22
C46	-3.00005887e-26	-3.07649844e-24	9.31126292e-23
C48	-5.02441216e-26	-6.78983324e-23	-3.53569596e-22
C50	-5.54469897e-26	-2.02571647e-22	8.15194828e-24
C52	-5.86302543e-27	2.66454688e-21	3.01898725e-24
C54	1.18379859e-26	1.2454532e-20	-1.19322371e-24
C55	-1.46294994e-29	-6.51798397e-28	-2.12225804e-25
C57	-3.92398918e-29	-9.21288857e-27	-4.70156385e-25
C59	-1.07024742e-28	-1.55766648e-26	-2.8868744e-24
C61	-1.03272515e-28	-1.62790893e-24	-4.10931912e-25
C63	-2.52905737e-29	-1.66410272e-23	-3.27456225e-26
C65	6.01515241e-30	1.15374037e-23	5.46227836e-27
C67	-6.77138154e-33	6.29495646e-30	-3.98723172e-27
C69	-3.36895071e-32	2.74167033e-28	-1.31637748e-26
C71	-5.91932375e-32	3.25317607e-27	-1.64283121e-26
C73	-5.65496784e-32	9.06080301e-27	-1.13987301e-27
C75	-4.22550137e-33	-5.47076775e-26	2.26180236e-28
C77	1.86347639e-33	-2.69737159e-25	-2.47129491e-30
C78	-5.69521668e-36	9.676187e-34	-2.32708681e-33
C80	-1.44414441e-36	-1.96827508e-32	-2.4890295e-29
C82	-1.99322435e-34	-1.56292087e-30	-4.63833458e-29
C84	-2.96282143e-34	-1.35084229e-29	-3.19539678e-29
C86	-8.59003806e-35	-1.65029179e-29	2.64292864e-30
C88	2.78969129e-35	2.719885e-28	-3.38078195e-31
C90	2.7443014e-35	5.38264343e-28	-8.02912406e-33
C92	2.63716255e-38	0	0
C94	-1.41483782e-38	0	0

[0364]

系数	M9	M8	M7
C96	-5.25192176e-38	0	0
C98	-2.20234859e-37	0	0
C100	-4.82347119e-38	0	0
C102	1.86723295e-37	0	0
C104	8.8737411e-38	0	0
C105	-4.36464732e-42	0	0
C107	-1.21008936e-40	0	0
C109	-3.65476297e-41	0	0
C111	-6.15824076e-41	0	0
C113	-7.64763975e-41	0	0
C115	-3.96878813e-41	0	0
C117	7.7510377e-41	0	0
C119	5.35056123e-41	0	0

[0365] 图20的表3a

[0366]

系数	M6	M5	M4
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	-1322.03379400	-1225.55137000	-2025.85512500
C7	4.27950112e-08	-5.84703546e-08	-8.97366121e-08
C9	4.17284284e-07	-9.39099159e-07	-8.97651368e-08
C10	-1.7358341e-12	-2.04679461e-11	-3.35542823e-11
C12	-4.21877305e-10	5.37555035e-10	-6.64926214e-11
C14	-3.15656821e-09	-2.68438704e-09	-1.78345381e-11
C16	-1.08839994e-13	-6.61750395e-13	3.15319489e-14
C18	4.01366751e-12	1.44422461e-12	-7.98256204e-15
C20	1.30233138e-11	-1.03660478e-11	-1.25346627e-13
C21	-1.07645526e-17	1.82221706e-17	4.02332593e-17
C23	-2.11833236e-15	-2.48580207e-15	4.75597672e-17
C25	-9.67123493e-15	1.30554838e-14	-2.10674203e-16
C27	-1.33144249e-13	2.09485848e-14	1.99899839e-16
C29	1.88196584e-18	4.56414396e-19	8.74600426e-20
C31	9.71980395e-18	-3.44014518e-18	-8.86388592e-19
C33	1.82639944e-16	8.1516558e-17	1.23472448e-19
C35	1.5126297e-15	2.78986798e-16	1.09548579e-19
C36	-4.625507e-22	2.18674967e-22	1.21593626e-22
C38	-2.76640535e-21	5.38282737e-21	-1.20532003e-21
C40	6.93994125e-20	-2.09335725e-20	1.49330284e-21
C42	6.12829851e-19	-3.19701569e-19	5.02053714e-21
C44	9.01881312e-19	2.42814691e-18	-4.27170182e-21
C46	-1.38069564e-23	-1.2039556e-24	-1.15189186e-24
C48	-2.58649381e-22	7.77124773e-24	3.16705352e-24
C50	-2.90784805e-21	-3.59675767e-22	4.0653013e-24
C52	-5.42006595e-20	-3.5170037e-21	-1.91026596e-23
C54	-2.29979118e-19	-1.07320159e-20	9.44350026e-24
C55	4.3212238e-27	-6.42267011e-28	-6.34734328e-28
C57	1.22210193e-25	-4.99247996e-27	3.71231003e-27
C59	-1.30493616e-24	-1.21918885e-25	1.0081319e-27
C61	-6.14045583e-23	2.30701112e-24	-4.23834329e-26
C63	-2.46817892e-22	-4.92852048e-23	-7.42880115e-26
C65	5.49135377e-21	-9.47901007e-23	3.62157818e-26
C67	7.03790422e-29	5.43910058e-30	3.15461775e-30
C69	2.97708262e-27	8.70163166e-30	-5.37401656e-30
C71	1.01856775e-25	1.02008574e-27	-1.05505788e-29
C73	2.19711129e-24	1.35856777e-26	1.68378824e-29
C75	1.26099993e-23	-2.42376141e-25	1.4961554e-28

[0367]

系数	M6	M5	M4
C77	-7.11644827e-23	7.74230426e-25	-1.92517608e-28
C78	-1.25601496e-32	8.04588789e-34	1.07210323e-33
C80	-1.08697771e-30	1.08540263e-32	-4.28340028e-33
C82	-3.07198117e-29	6.63449584e-31	1.41427412e-33
C84	-8.12369626e-28	-3.04722399e-30	1.04543684e-31
C86	-1.50045253e-26	7.92742778e-29	6.73484186e-31
C88	-6.8056223e-26	-5.58379196e-28	1.28702955e-30
C90	3.36436769e-25	6.19385096e-27	3.17119137e-31

[0368] 图20的表3b

系数	M3	M2	M1
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	-2688.64820000	-5902.44374000	-8202.71050100
C7	-5.4242055e-09	8.83048352e-08	6.2978424e-09
C9	-1.34994231e-08	6.69061957e-08	-2.81576029e-08
C10	-4.50309645e-11	-9.75267665e-11	2.48161861e-11
C12	-9.28536251e-12	-4.70618898e-11	2.99096443e-12
C14	8.67137628e-12	5.02797113e-11	-5.9279665e-11
C16	1.06056197e-13	-3.32025035e-13	-4.50793228e-14
C18	4.2812029e-14	-1.4148906e-13	4.96691078e-14
C20	-8.67184017e-14	-2.05141367e-14	-1.048468e-13
C21	-1.1873352e-16	3.58039305e-17	2.89600708e-17
C23	-2.77948857e-16	-3.09393609e-16	1.28726971e-16
C25	-6.49893216e-17	-3.62342671e-16	5.07326679e-16
C27	6.02898901e-17	-1.8762241e-16	-4.00525976e-16
C29	-1.57467526e-20	6.13077125e-19	6.09790017e-20
C31	-3.54755545e-19	-2.24632097e-19	3.76370302e-19
C33	1.16755371e-19	-7.61264438e-19	1.10116263e-19
C35	-1.70088294e-19	-4.44194779e-19	-2.63499738e-18
C36	-7.01576249e-23	1.88463965e-22	-4.5509124e-23
C38	1.0799985e-21	3.89264895e-22	-4.42107849e-22
C40	-1.82739825e-21	2.09684763e-23	-3.53826268e-22
C42	-4.2205569e-21	-1.20838494e-21	-8.47370257e-21
C44	-3.93429468e-22	-8.84141926e-22	-5.43189415e-21
C46	-4.18972217e-25	-1.84113508e-25	-4.34461019e-25
C48	3.46458657e-24	3.40575576e-24	-7.24968778e-24
C50	5.62145231e-24	5.45106155e-24	-2.09880353e-23
C52	9.15011889e-24	9.21654467e-25	1.16157164e-23
C54	4.19488997e-24	-1.59119253e-24	4.16022167e-23
C55	4.72464228e-28	-1.39930124e-27	7.24355278e-30
C57	-4.91680241e-27	1.56494908e-27	-4.09367164e-28
C59	5.25537606e-27	1.26075995e-26	-2.48389699e-26
C61	3.29546805e-26	1.44671246e-26	-7.79737962e-26
C63	4.56591637e-26	8.83632165e-27	2.60595725e-25
C65	4.78091055e-26	-1.98660532e-27	4.34169209e-25
C67	2.17612083e-30	-8.37804268e-31	1.59224842e-30
C69	-8.5439834e-30	6.28752374e-31	4.76515206e-29
C71	-2.65983135e-29	2.4285503e-30	3.30166016e-28
C73	-5.98513653e-29	1.42242261e-29	7.65304059e-28
C75	-7.69832277e-29	1.55423735e-29	2.64998122e-28
C77	-1.11232906e-28	-9.76791313e-31	-4.26662374e-28
C78	-4.63832043e-34	3.39359504e-33	5.21447544e-34
C80	5.20269628e-33	9.14348231e-34	1.00883236e-32
C82	-1.31600486e-32	-1.12272624e-32	2.25573959e-31
C84	-1.5855366e-31	-1.22099672e-32	1.698327e-30

[0370]

系数	M3	M2	M1
C86	-4.77316653e-31	5.53234051e-33	2.80871381e-30
C88	-9.19684751e-31	9.25716556e-33	-3.34205539e-30
C90	-5.58433631e-31	4.34744206e-34	-8.11996042e-30

[0371] 图20的表3c

[0372]

表面	DCX	DCY	DCZ
像平面	0.00000000	0.00000000	0.00000000
M9	0.00000000	0.00000000	874.92613231
M8	0.00000000	149.96653386	108.05779848
M7	0.00000000	-63.62123637	1200.25946018
M6	0.00000000	-271.52684626	1553.41894167
M5	-0.00000000	-470.91963555	1646.49107699
M4	-0.00000000	-1082.43401319	1575.57656013
M3	-0.00000000	-1402.07740902	1356.86559672
M2	-0.00000000	-1675.34361170	948.86652584
光阑	-0.00000000	-1780.47276911	552.55974886
M1	-0.00000000	-1939.88081432	-48.36287033
物平面	-0.00000000	-2133.49017642	2102.38048006

[0373] 图20的表4a

[0374]

表面	TLA[deg]	TLB[deg]	TLC[deg]
像平面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000
M9	5.53247750	0.00000000	-0.00000000
M8	191.06495501	-0.00000000	-0.00000000
M7	-69.22482399	0.00000000	0.00000000
M6	-42.26836342	0.00000000	-0.00000000
M5	-9.20367069	0.00000000	0.00000000
M4	20.49802677	0.00000000	-0.00000000
M3	45.28410877	0.00000000	-0.00000000
M2	65.66507482	-0.00000000	-0.00000000
光阑	170.67859831	-0.00000000	0.00000000
M1	175.14354488	0.00000000	0.00000000
物平面	0.15719400	-0.00000000	180.00000000

[0375] 图20的表4b

[0376]

表面	入射角[deg]	反射率
M9	5.53247750	0.66251340
M8	0.00000000	0.66565840
M7	80.28977900	0.88208835
M6	72.75376044	0.76274834
M5	74.18154684	0.78956505
M4	76.11675570	0.82230133
M3	79.09716229	0.86620474
M2	80.52187166	0.88509282
M1	10.00034173	0.65468031
总传输		0.0967

[0377] 图20的表5

[0378]

X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
-0.00000000	75.15520054	0.00000000
-47.96870740	74.37166721	0.00000000

[0379]

X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
-94.83418130	72.01003446	0.00000000
-139.51000833	68.04638564	0.00000000
-180.94300303	62.46695638	0.00000000
-218.12954032	55.29607159	0.00000000
-250.13349992	46.62001118	0.00000000
-276.10831313	36.59891053	0.00000000
-295.32537634	25.46381611	0.00000000
-307.20933498	13.50153273	0.00000000
-311.37631602	1.03396852	0.00000000
-307.66695882	-11.59968020	0.00000000
-296.16560163	-24.05538106	0.00000000
-277.19991698	-35.99362549	0.00000000
-251.32062868	-47.08956739	0.00000000
-219.26580101	-57.04356306	0.00000000
-181.91736137	-65.58890956	0.00000000
-140.25750388	-72.49589183	0.00000000
-95.33052822	-77.57496890	0.00000000
-48.21392686	-80.68258848	0.00000000
-0.00000000	-81.72869195	0.00000000
48.21392686	-80.68258848	0.00000000
95.33052822	-77.57496890	0.00000000
140.25750388	-72.49589183	0.00000000
181.91736137	-65.58890956	0.00000000
219.26580101	-57.04356306	0.00000000
251.32062868	-47.08956739	0.00000000
277.19991698	-35.99362549	0.00000000
296.16560163	-24.05538106	0.00000000
307.66695882	-11.59968020	0.00000000
311.37631602	1.03396852	0.00000000
307.20933498	13.50153273	0.00000000
295.32537634	25.46381611	0.00000000
276.10831313	36.59891053	0.00000000
250.13349992	46.62001118	0.00000000
218.12954032	55.29607159	0.00000000
180.94300303	62.46695638	0.00000000
139.51000833	68.04638564	0.00000000
94.83418130	72.01003446	0.00000000
47.96870740	74.37166721	0.00000000

[0380] 图20的表6

[0381] 投射光学单元29具有9.67％的总传输。

[0382] 投射光学单元29的像侧数值孔径为0.50。在第一成像光平面xz中的缩小因子β_x为4。在第二成像光平面yz中的缩小因子β_y为8。同样,这里,两个成像光平面中不同数量的中间像,导致校正由于奇数个反射镜的图像翻转。

[0383] 物侧的主射线角CRA为5.0°。入瞳的最大遮蔽为12％。物像偏移d_{OIS}大约为2150mm。投射光学单元29的反射镜可以容纳在xyz边长为930mm×2542mm×1713mm的长方体中。

[0384] 物平面5相对于像平面9关于x轴以0.2°的角度T倾斜。

[0385] 最接近晶片的反射镜M8和像平面9之间的工作距离为80mm。平均波前像差rms为11.4mλ。

[0386] 在投射光学单元29中的反射镜M1和M2之间的成像光束路径中布置孔径光阑AS。成像光束在孔径光阑AS的区域中是完全可到达的。

[0387] 基于图23至图25在下文中解释投射光学单元30的其他实施例,其可以用在根据图1的投射曝光设备1中来代替投射光学单元7。上文中已经在图1至图22的情景下解释的部件和功能由相同的附图标记适当地表示,并且不再详细地讨论。

[0388] 图23示出了投射光学单元30的子午截面。图24示出了投射光学单元30的弧矢视图。再次,图25示出了投射光学单元30的十个反射镜M1至M10的反射表面的边界轮廓。

[0389] 投射光学单元30具有三个NI反射镜,即反射镜M1、M9和M10。投射光学单元30具有七个GI反射镜,即反射镜M2至M8。

[0390] 反射镜M2至M8均在反射镜偏转效应方面具有相同方向。在这个方面,投射光学单元30与根据图14至图16的投射光学单元26和根据图20至图22的投射光学单元29是相似的。

[0391] 反射镜M1至M10再次实施为自由形式表面反射镜,对其适用上文指定的自由形式表面公式(1)。

[0392] 下面的表格再次示出了投射光学单元30的反射镜M1至M10的反射镜参数。

[0393]

	M1	M2	M3	M4	M5
最大入射角[°]	13.1	83.4	80.9	83.0	81.1
反射表面在x方向上的范围[mm]	585.6	573.4	596.4	684.0	746.7
反射表面在y方向上的范围[mm]	298.5	234.7	366.9	417.9	419.8
最大反射镜直径[mm]	585.6	573.5	603.1	689.3	748.8

[0394]

	M6	M7	M8	M9	M10
最大入射角[°]	83.5	80.6	80.9	24.0	8.2
反射表面在x方向上的范围[mm]	731.5	643.0	524.9	323.8	1008.4
反射表面在y方向上的范围[mm]	262.5	153.0	213.1	258.0	996.9
最大反射镜直径[mm]	733.0	643.0	525.0	324.0	1008.9

[0395] 投射光学单元30的所有反射镜M1至M10具有小于1的y/x纵横比。

[0396] 在成像束路径中的最后反射镜M10具有最大的最大直径,测得为1008.9mm。所有其他反射镜M1至M9的最大直径小于750mm。十个反射镜中的七个反射镜具有小于700mm的最大直径。十个反射镜中的四个反射镜具有小于600mm的最大直径。

[0397] 再次,投射光学单元30具有两个第二平面中间像19、20和在反射镜M10中的通道开口17的区域中的恰好一个第一平面中间像18。第一平面中间像18和通道开口17之间的距离小于最后反射镜M10和像场8之间的距离的三分之一。

[0398] 在投射光学单元30中,两个第二平面中间像中的第一个第二平面中间像19位于成像光3在GI反射镜M4处的反射的区域中。两个第二平面成像中间像中的第二个第二平面中间像20位于在成像光束路径中在GI反射镜M6处反射的区域中。

[0399] 来自投射光学单元30的光学设计数据可以从如下表格中获悉,该表格就其设计而言对应于根据图2的投射光学单元7的表格。

[0400]

示例性实施例	图23
NA	0.55
波长	13.5 nm
beta_x	4.0
beta_y	-8.0
场尺寸_x	26.0 mm
场尺寸_y	1.0 mm
场曲率	-0.012345 1/mm
rms	10.4 ml
光阑	AS

[0401] 图23的表1

[0402]

表面	半径x[mm]	屈光力x[1/mm]	半径y[mm]	屈光力y[1/mm]	操作模式
M10	-975.5487706	0.0020377	-962.5583837	0.0020905	REFL
M9	1786.9869429	-0.0011192	611.2039578	-0.0032722	REFL
M8	-2095.9442088	0.0002189	3875.9706125	-0.0022490	REFL
M7	-1045.4690941	0.0004223	-10312.0596231	0.0008787	REFL
M6	-1215.3805004	0.0002681	-38549.7142600	0.0003185	REFL
M5	-1644.5074901	0.0002579	-2517.0332413	0.0037473	REFL
M4	-214162.6635241	0.0000017	-3370.4881649	0.0032692	REFL
M3	4047.7543473	-0.0000871	-7308.5674280	0.0015528	REFL
M2	5005.1733746	-0.0000808	1156.6671379	-0.0085532	REFL
M1	-3798.9753152	0.0005177	-1377.9111045	0.0014761	REFL

[0403] 图23的表2

[0404]

系数	M10	M9	M8
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	-975.54877060	1786.98694300	-2095.94420900
C7	-5.95804097e-09	-8.03929648e-07	8.3011434e-08
C9	1.52364857e-08	7.43589206e-07	4.7181499e-07
C10	9.28099e-13	2.37499492e-10	-2.02775452e-11
C12	-2.03295286e-11	1.68623915e-09	9.33342076e-10
C14	-3.41805e-12	1.15900623e-09	1.88007174e-09
C16	-1.42799093e-14	-2.01463554e-12	6.11396757e-13
C18	4.97214041e-15	2.06895474e-13	4.85149273e-12
C20	1.32525577e-14	2.94709467e-12	8.94508956e-12
C21	1.49502256e-18	2.85556664e-16	-7.74114074e-17
C23	-3.1935411e-17	9.04365887e-15	4.65092634e-15
C25	-3.31420566e-17	1.05454924e-14	3.08749913e-14
C27	-5.86281511e-18	7.34133351e-15	5.17090551e-14
C29	-1.26997904e-20	5.76866938e-18	9.30619914e-19
C31	-7.76177662e-21	-1.79812907e-17	4.34796101e-17
C33	1.50829309e-20	8.14507407e-18	2.19762816e-16
C35	1.22801974e-20	2.27167577e-17	2.99980346e-16
C36	2.1467814e-24	7.6583843e-20	-1.11004135e-21
C38	-4.69712554e-23	6.25650447e-20	4.461594e-20
C40	-7.77443045e-23	3.54035566e-20	4.26992684e-19
C42	-4.52759935e-23	2.60958385e-20	1.54031954e-18
C44	-4.5075988e-24	-1.97889894e-19	1.4763913e-18
C46	-1.2818549e-26	-2.24761699e-22	5.00232186e-23
C48	-1.56907351e-26	-9.99234563e-23	3.46718952e-22
C50	7.63880336e-27	3.04672894e-22	2.81615015e-21
C52	2.62423865e-26	1.12872852e-21	7.73566576e-21
C54	1.3223325e-26	-1.39660252e-21	7.25601264e-21
C55	-4.91404028e-31	-1.7749894e-24	7.28168609e-27
C57	-5.49015313e-29	-4.18918707e-25	-2.27362519e-25
C59	-1.19636029e-28	2.37980171e-24	1.10460061e-24
C61	-1.21575333e-28	1.30384498e-24	7.85664558e-24
C63	-4.81080894e-29	3.8847099e-24	3.09055201e-23
C65	-1.11934428e-29	6.79231048e-24	6.70387564e-23
C67	-3.35019698e-32	-2.38620726e-28	-2.44599566e-28
C69	-5.67292204e-32	-1.19770461e-27	1.34268575e-27
C71	-6.03548629e-32	-8.03882829e-27	1.73920457e-26

系数	M10	M9	M8
C73	6.30996158e-33	-1.53983174e-26	1.45057385e-25
C75	5.19267709e-32	-6.20914706e-26	4.77275337e-25
C77	1.23924124e-32	4.47651624e-26	6.11524253e-25
C78	-2.3725453e-36	2.34547492e-29	4.49789027e-32
C80	-8.83337074e-35	1.30801418e-30	5.00787029e-30
C82	-3.20486752e-34	-5.45618829e-29	6.24961973e-29
C84	-4.31424577e-34	-1.19872753e-28	6.80689304e-28
C86	-2.83533832e-34	-1.66096044e-29	3.1258368e-27
C88	-8.20994418e-35	-2.02826868e-28	6.05199729e-27
C90	-1.16789084e-35	-6.83570559e-29	2.9852638e-27
C92	-2.843655e-38	1.53289092e-32	1.35088954e-33
C94	3.36094687e-38	-1.7850554e-32	4.90992003e-32
C96	1.49968333e-37	4.20515949e-32	9.22306786e-31
C98	1.69899738e-37	1.4826376e-31	6.47768699e-30
C100	8.80150382e-38	4.50266357e-31	2.24773669e-29
C102	-7.03462778e-38	1.46581483e-30	3.28786082e-29
C104	-2.97045845e-38	-3.94310002e-31	5.81148918e-30
C105	-4.76141065e-42	-1.41949569e-34	-1.69050404e-37
C107	1.6878978e-40	4.95411568e-35	6.59328032e-37
C109	2.60807696e-40	9.52116258e-34	3.43622241e-34
C111	3.44175669e-40	2.38482471e-33	3.4960256e-33
C113	3.99153873e-40	2.88133837e-33	1.87453448e-32
C115	1.03370812e-40	7.70741325e-34	5.38181997e-32
C117	-1.35912164e-40	5.14237082e-33	6.45183346e-32
C119	-2.83877758e-41	1.15789492e-34	5.47296591e-34
C121	-5.9855365e-44	0	0
C123	-3.58371657e-43	0	0
C125	-6.74451435e-43	0	0
C127	-5.68244733e-43	0	0
C129	-8.7411743e-44	0	0
C131	2.72373418e-43	0	0
C133	3.47596581e-43	0	0
C135	1.15763536e-43	0	0
C136	7.3034626e-48	0	0
C138	-4.12182647e-46	0	0
C140	-1.49526036e-45	0	0
C142	-3.2358839e-45	0	0
C144	-4.18920423e-45	0	0
C146	-3.39263213e-45	0	0
C148	-1.33209474e-45	0	0
C150	-1.863829e-47	0	0
C152	6.14799467e-47	0	0

[0405]

[0406] 图23的表3a

系数	M7	M6	M5
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	-1045.46909400	-1215.38050000	-1644.50749000
C7	9.5792129e-08	9.85907747e-08	1.54027134e-07
C9	6.62613291e-08	-2.44290281e-08	-9.05741401e-09
C10	-7.40502097e-11	-4.12531064e-11	-3.18252976e-11
C12	4.08948603e-10	-2.13920421e-10	1.69205919e-10
C14	-9.87692725e-10	9.31726672e-11	-1.13306483e-12
C16	2.14106934e-13	6.28352563e-14	-2.24154389e-13
C18	3.43955471e-13	4.40526697e-13	1.46427009e-15
C20	1.97092267e-12	-5.12351393e-13	-5.17690392e-15

[0407]

[0408]

系数	M7	M6	M5
C21	-2.27675195e-16	1.18505694e-16	2.22667245e-16
C23	2.42352609e-16	-4.14773002e-16	1.79837464e-17
C25	8.58109566e-15	-1.56476746e-15	1.13489728e-16
C27	-2.25847919e-14	1.80874528e-15	2.01629864e-16
C29	-9.27614962e-19	-3.8444837e-19	-6.10856847e-19
C31	7.90475103e-19	6.61811399e-19	-4.27607556e-19
C33	-8.76130063e-18	6.63551226e-18	-3.51912523e-19
C35	-1.35523796e-18	-1.18525201e-17	-6.95837547e-19
C36	1.98141766e-22	2.92380598e-22	-4.45944546e-22
C38	3.654101e-21	1.43515228e-21	4.39560373e-22
C40	3.03300085e-21	-7.04841407e-21	1.80506109e-21
C42	3.96315687e-19	-2.20895897e-20	3.79556064e-21
C44	-7.54291762e-19	4.26828311e-20	6.39845413e-21
C46	1.35299802e-23	8.61301054e-24	2.48638664e-24
C48	1.7517203e-24	-5.90539907e-25	-2.7786426e-24
C50	3.03043526e-22	1.90322534e-23	-1.2995714e-23
C52	4.48492838e-22	1.34714972e-22	-3.17115678e-23
C54	2.61364128e-21	-2.00099998e-22	-2.27789546e-23
C55	2.62872082e-27	-3.52236706e-27	4.46219179e-28
C57	-8.29018857e-26	-7.37835617e-27	3.23080215e-27
C59	-9.87595964e-26	2.59399915e-28	5.88214824e-27
C61	-1.33683359e-24	-1.20217809e-25	2.37543587e-26
C63	2.38226885e-24	-5.62138903e-25	-1.29437348e-26
C65	1.12061078e-23	1.57580136e-24	-5.84130015e-26
C67	-8.62369094e-29	-3.44232588e-29	-1.30394282e-30
C69	1.0856691e-28	6.66914299e-29	5.00509797e-30
C71	-2.00936961e-27	1.43708604e-28	3.39871859e-29
C73	-9.21543403e-27	3.23430874e-28	2.92457247e-28
C75	-8.74991463e-26	3.06388254e-28	6.08263151e-28
C77	-7.71033623e-25	-1.17311277e-26	3.80152335e-28
C78	-6.23778722e-33	1.26615681e-32	-4.13882349e-33
C80	6.21014273e-31	3.5254233e-33	-1.46703005e-32
C82	8.95894887e-31	-2.19232643e-31	1.85054171e-32
C84	-2.18641836e-31	-1.17554177e-30	-1.84470244e-32
C86	1.3695322e-29	5.18933781e-30	-9.47400187e-32
C88	1.75395859e-27	-9.16361654e-30	4.88248476e-31
C90	-1.43209341e-26	7.8544656e-29	1.17574141e-30
C92	2.05090173e-34	3.9960171e-35	-1.08187025e-35
C94	-7.60088632e-34	-1.09957929e-34	-1.18791897e-35
C96	1.00872099e-32	4.54994406e-34	-3.05105106e-34
C98	2.26804397e-31	4.51060461e-33	-2.50549956e-33
C100	2.46369136e-30	-4.31519977e-32	-7.93503412e-33
C102	1.13090407e-29	1.35113735e-31	-1.22506006e-32
C104	1.44593604e-29	-3.99172166e-31	-9.13299628e-33
C105	-4.19017572e-38	-1.38399499e-38	1.89493701e-38
C107	-1.50992299e-36	-1.40332039e-38	2.1432617e-38
C109	-4.25127052e-36	3.01861848e-37	1.09876139e-38
C111	1.05208601e-34	-6.8370801e-37	1.2616574e-36
C113	1.76414667e-33	-6.60279764e-36	7.4946947e-36
C115	3.99316502e-33	9.13127758e-35	1.86018645e-35
C117	1.48508087e-32	-3.68280235e-34	2.26682249e-35
C119	7.17664912e-31	8.31069559e-34	1.34001465e-35

[0409] 图23的表3b

[0410]

系数	M4	M3	M2
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	-214162.66350000	4047.75434700	5005.17337500
C7	2.98068193e-07	-3.40159923e-08	1.53289528e-07
C9	5.61609225e-08	-1.0109082e-07	-1.19599907e-06
C10	-2.31126138e-10	-1.13587051e-10	-1.71565532e-10
C12	-9.68157642e-12	-1.96351094e-12	-9.69554638e-10
C14	1.78309191e-11	-2.07056507e-10	2.52024483e-09
C16	-1.43916345e-13	-1.39220002e-13	-3.34685833e-13
C18	-1.38913507e-13	-6.9799513e-14	2.79609875e-12
C20	-4.27413144e-14	-5.7781008e-13	-3.54664231e-14
C21	-4.76669999e-16	-2.33642412e-16	5.21059427e-16
C23	4.42788651e-16	-7.61513304e-17	1.96357314e-15
C25	3.27344931e-17	-6.04184022e-16	-6.04569672e-16
C27	-6.38302953e-17	-1.53772654e-15	-5.41292875e-14
C29	-1.40930006e-18	1.96589441e-19	-2.38101659e-18
C31	3.79697584e-19	-6.83863216e-19	-1.51800562e-17
C33	3.33127907e-19	-2.23362525e-18	-8.74528208e-17
C35	-1.65970278e-20	-5.24001813e-18	4.78342984e-16
C36	2.46259394e-21	-7.31967756e-22	-1.77577302e-21
C38	-9.63192307e-22	6.52093992e-22	4.99470817e-21
C40	-4.6441045e-22	-2.83339637e-21	5.13512935e-20
C42	6.32863913e-22	-1.31280497e-20	8.91850061e-19
C44	5.74325671e-22	-2.16776697e-20	-3.00994968e-18
C46	6.35531003e-24	3.38804527e-24	-5.59164118e-24
C48	-5.57913557e-25	-3.20270766e-24	-8.48881414e-24
C50	-1.7256835e-24	-1.3538911e-23	2.8296468e-22
C52	-3.33754858e-24	-6.04654145e-23	-6.46376294e-21
C54	3.48516782e-25	-7.28443369e-23	1.32941809e-20
C55	-5.23980471e-27	-3.85287855e-27	-4.04572356e-27
C57	-4.69201423e-27	1.14702936e-26	-4.39721795e-27
C59	-3.05001052e-27	1.13591604e-26	-1.44344469e-25
C61	8.5077925e-28	-2.82985611e-26	-5.73252344e-24
C63	-1.61770546e-26	-9.78900011e-26	2.58611178e-23
C65	-1.33708124e-26	-1.27638251e-25	-1.54141621e-23
C67	-1.10490492e-29	-1.44433652e-29	1.70927884e-28
C69	-4.15774494e-30	4.27636912e-29	-8.23476294e-29
C71	-2.07939058e-29	8.82142368e-29	-2.37746803e-28
C73	6.3114047e-29	1.79835007e-28	5.30603865e-26
C75	1.19639508e-28	-2.14539274e-28	6.20757645e-26
C77	1.38131207e-29	-6.24476296e-28	-2.94223714e-25
C78	-1.27622264e-33	8.64007915e-32	-4.19387448e-33
C80	4.1304249e-32	-9.26936252e-32	-3.59838074e-31
C82	3.73020917e-32	8.32970473e-32	4.82922533e-31
C84	-3.48343186e-32	4.58966665e-31	1.04705138e-29
C86	-1.27316151e-31	1.50473043e-31	-1.405332e-28
C88	1.02926202e-31	-4.84455042e-30	-1.06018689e-27
C90	1.5520292e-31	-5.08388151e-30	2.33228215e-27
C92	-5.77087985e-36	-2.3208429e-35	-4.51778365e-34
C94	3.27155345e-35	-2.05177822e-34	5.85507675e-34
C96	2.22541179e-34	-1.4182386e-34	-5.47410971e-33
C98	1.2929922e-34	-7.3618392e-34	-2.13598023e-31
C100	-1.21610939e-33	-3.56951639e-34	-1.18107064e-30
C102	-1.38966172e-33	-2.11845232e-32	3.21534062e-30
C104	-2.04957978e-34	-1.52325188e-32	-7.77916404e-30
C105	2.32832807e-38	-3.20761498e-37	5.85487373e-38
C107	-1.15973567e-37	1.32126849e-37	1.86190597e-36

[0411]

系数	M4	M3	M2
C109	-1.3025795e-37	-6.18369858e-37	2.34340078e-36
C111	-6.82017694e-37	-2.75175491e-36	9.43098976e-35
C113	7.41982901e-37	-3.00662899e-36	1.09550777e-33
C115	2.83757994e-36	5.08471416e-36	5.96651054e-33
C117	2.33564828e-36	-2.86756309e-35	-1.87181852e-33
C119	-6.03189805e-37	-1.32771814e-35	1.02742882e-32

[0412] 图23的表3c

[0413]

系数	M1
KY	0.00000000
KX	0.00000000
RX	-3798.97531500
C7	-4.03766338e-09
C9	4.3194842e-09
C10	6.01080824e-11
C12	1.63211364e-11
C14	-3.27624583e-11
C16	3.92017522e-15
C18	-2.92031813e-14
C20	2.05676259e-14
C21	3.06304743e-17
C23	-2.76883852e-17
C25	-6.03618233e-17
C27	-1.63598483e-16
C29	-1.25011464e-19
C31	1.42263601e-19
C33	2.19802e-19
C35	-7.16733765e-19
C36	-2.29879048e-22
C38	-4.25456289e-23
C40	6.77664934e-22
C42	-5.73097971e-23
C44	1.03597287e-20
C46	1.49835059e-25
C48	-4.94722185e-26
C50	-4.46231936e-24
C52	3.41955215e-24
C54	-9.96533789e-24
C55	3.57497059e-28
C57	-2.65994162e-27
C59	-3.06521007e-26
C61	-6.30968074e-26
C63	-1.0307333e-25
C65	-3.32819547e-25
C67	1.85388921e-30
C69	-3.53159276e-30
C71	3.10470607e-29
C73	4.14868733e-29
C75	-7.66872797e-29
C77	8.66901471e-28
C78	4.01154289e-33
C80	1.8007793e-32
C82	2.61587328e-31
C84	1.39265589e-30
C86	3.42875335e-30

[0414]

系数	M1
C88	4.66556397e-30
C90	5.03706516e-30
C92	-1.9480775e-36
C94	2.1044583e-35
C96	3.40943999e-34
C98	-1.69349476e-34
C100	-2.17147474e-34
C102	-4.10866825e-33
C104	-2.24081208e-32
C105	-1.3866307e-38
C107	5.17463408e-39
C109	-8.29771816e-37
C111	-8.04376424e-36
C113	-2.81931438e-35
C115	-6.54260577e-35
C117	-5.75688991e-35
C119	2.42635211e-36

[0415] 图23的表3d

[0416]

表面	DCX	DCY	DCZ
像平面	0.00000000	0.00000000	0.00000000
M10	0.00000000	0.00000000	887.59443974
M9	0.00000000	172.59978370	121.13732975
M8	-0.00000000	-99.24967241	1334.28063207
M7	-0.00000000	-43.11388355	1572.24075699
M6	-0.00000000	112.95031228	1761.46566363
M5	-0.00000000	503.77097618	2006.77295677
M4	-0.00000000	1183.14523455	2114.39526090
M3	-0.00000000	1743.06358961	1985.12864378
M2	-0.00000000	2003.97800329	1804.40694815
光阑	-0.00000000	2113.61386051	1637.66603203
M1	-0.00000000	2492.77847092	1061.00930582
物平面	-0.00000000	2076.12855898	3021.09698946

[0417] 图23的表4a

[0418]

表面	TLA[deg]	TLB[deg]	TLC[deg]
像平面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000
M10	6.34541885	0.00000000	-0.00000000
M9	192.66070633	0.00000000	-0.00000000
M8	89.67846951	0.00000000	0.00000000
M7	63.60604245	0.00000000	-0.00000000
M6	41.30053662	-0.00000000	0.00000000
M5	20.55849861	-0.00000000	-0.00000000
M4	-1.99914258	-0.00000000	-0.00000000
M3	-23.85411988	-0.00000000	-0.00000000
M2	-45.69125060	-0.00000000	0.00000000
光阑	-3.79702826	180.00000000	-0.00000000
M1	202.66318975	0.00000000	-0.00000000
物平面	17.00057091	-0.00000000	0.00000000

[0419] 图23的表4b

[0420]

表面	入射角[deg]	反射率
M10	6.31397756	0.66150254

[0421]

表面	入射角[deg]	反射率
M9	0.06437817	0.66566199
M8	76.73613039	0.83201039
M7	77.24808925	0.83978524
M6	80.62494847	0.88641903
M5	77.75809141	0.84731989
M4	79.54253199	0.87222913
M3	79.84982464	0.87631951
M2	78.33671121	0.85563145
M1	10.48014292	0.65352413
总传输		0.0988

[0422] 图23的表5

[0423]

X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
0.00000000	58.63894911	0.00000000
42.42944258	58.04084453	0.00000000
83.98447050	56.24367346	0.00000000
123.78358698	53.24189366	0.00000000
160.93247075	49.03816514	0.00000000
194.52480961	43.66001421	0.00000000
223.65792956	37.17775396	0.00000000
247.46839690	29.71554726	0.00000000
265.18506321	21.45178837	0.00000000
276.18941267	12.61227118	0.00000000
280.07094098	3.45771151	0.00000000
276.66743077	-5.73341781	0.00000000
266.08310291	-14.68331396	0.00000000
248.68009273	-23.13096284	0.00000000
225.04389947	-30.84493482	0.00000000
195.93172761	-37.63275631	0.00000000
162.21535772	-43.34567089	0.00000000
124.82654256	-47.87714206	0.00000000
84.71129442	-51.15623627	0.00000000
42.80037098	-53.13928275	0.00000000
0.00000000	-53.80277791	0.00000000
-42.80037098	-53.13928275	0.00000000
-84.71129442	-51.15623627	0.00000000
-124.82654256	-47.87714206	0.00000000
-162.21535772	-43.34567089	0.00000000
-195.93172761	-37.63275631	0.00000000
-225.04389947	-30.84493482	0.00000000
-248.68009273	-23.13096284	0.00000000
-266.08310291	-14.68331396	0.00000000
-276.66743077	-5.73341781	0.00000000
-280.07094098	3.45771151	0.00000000
-276.18941267	12.61227118	0.00000000
-265.18506321	21.45178837	0.00000000
-247.46839690	29.71554726	0.00000000
-223.65792956	37.17775396	0.00000000
-194.52480961	43.66001421	0.00000000
-160.93247075	49.03816514	0.00000000
-123.78358698	53.24189366	0.00000000
-83.98447050	56.24367346	0.00000000
-42.42944258	58.04084453	0.00000000

[0424] 图23的表6投射光学单元30具有9.88%的总传输。

[0425] 投射光学单元30的像侧数值孔径为0.55。在第一成像光平面xz中的缩小因子β_x为

4。在第二成像光平面yz中的缩小因子β_y为8。

[0426] 物侧的主射线角CRA为5.0°。入瞳的最大遮蔽为20％。物像偏移d_{OIS}大约为2080mm。投射光学单元30的反射镜可以容纳在xyz边长为1008mm×3091mm×2029mm的长方体中。

[0427] 物平面5相对于像平面9关于x轴以17°的角度T倾斜。

[0428] 最接近晶片的反射镜M10和像平面9之间的工作距离为87mm。平均波前像差rms为10.60mλ。

[0429] 在投射光学单元30中的反射镜M1和M2之间的成像光束路径中布置孔径光阑AS。成像光束在孔径光阑AS的区域中是完全可到达的。

[0430] 基于图26至图28在下文中解释投射光学单元31的其他实施例,其可以用在根据图1的投射曝光设备1中来代替投射光学单元7。上文中已经在图1至图25的情景下解释的部件和功能由相同的附图标记适当地表示,并且不再详细地讨论。

[0431] 图26示出了投射光学单元31的子午截面。图27示出了投射光学单元31的弧矢视图。再次,图28示出了投射光学单元31的十个反射镜M1至M10的反射表面的边界轮廓。

[0432] 投射光学单元31具有三个NI反射镜,即反射镜M1、M9和M10。投射光学单元31具有七个GI反射镜,即反射镜M2至M8。

[0433] 反射镜M2至M8均在反射镜偏转效应方面具有相同方向。在这个方面,投射光学单元31与根据图23至图25的投射光学单元30相似。

[0434] 反射镜M1至M10再次实施为自由形式表面反射镜,对其适用上文指定的自由形式表面公式(1)。

[0435] 下面的表格再次示出了投射光学单元31的反射镜M1至M10的反射镜参数。

[0436]

	M1	M2	M3	M4	M5
最大入射角[°]	12.8	82.0	79.3	83.0	80.4

反射表面在x方向上的范围[mm]	507.0	348.8	349.6	328.9	399.0
反射表面在y方向上的范围[mm]	266.7	235.5	309.7	283.1	329.1
最大反射镜直径[mm]	507.1	349.1	385.0	408.8	421.5

[0437]

	M6	M7	M8	M9	M10
最大入射角[°]	83.0	80.4	79.5	21.6	7.0
反射表面在x方向上的范围[mm]	388.8	358.0	290.1	233.2	891.4
反射表面在y方向上的范围[mm]	194.1	117.0	206.0	197.3	879.5
最大反射镜直径[mm]	393.8	358.0	290.3	234.2	892.0

[0438] 投射光学单元31的所有反射镜M1至M10具有小于1的y/x纵横比。

[0439] 在成像束路径中的最后反射镜M10具有最大的最大直径,测得为892.0mm。所有其他反射镜M1至M9的最大直径小于550mm。十个反射镜中的八个反射镜具有小于500mm的最大直径。十个反射镜中的六个反射镜具有小于400mm的最大直径。

[0440] 再次,投射光学单元31具有两个第二平面中间像19、20和在反射镜M10中的通道开口17的区域中的恰好一个第一平面中间像18。两个第二平面成像中间像中的第一个第二平面中间像19在成像束路径中位于在GI反射镜M4处反射的区域中。两个第二平面成像中间像中的第二个第二平面中间像20在成像束路径中位于在GI反射镜M7处反射的区域中。

[0441] 反射镜M7(参见图28)包含具有基本形状GF的反射表面边界轮廓RK,该基本形状GF再次对应于投射光学单元31的物场4的或像场8的弯曲的基本形状。两个轮廓凸起KA沿着该边界轮廓RK的侧边缘布置,其在图28中的顶部处示出并且是相对于基本形状GF的长侧边缘。这些轮廓凸起KA的功能对应于上文中参考在根据图2至图4的实施例中的投射光学单元7的反射镜M6已经解释的功能。

[0442] 来自投射光学单元31的光学设计数据可以从如下表格中获悉,该表格就其设计而言对应于根据图2的投射光学单元7的表格。

[0443]

示例性实施例	图26
NA	0.55
波长	13.5 nm
beta_x	4.0
beta_y	-7.5
场尺寸_x	26.0 mm
场尺寸_y	1.0 mm
场曲率	-0.012345 1/mm
rms	7.8 ml
光阑	AS

[0444] 图26的表1

[0445]

表面	半径x[mm]	屈光力x[1/mm]	半径y[mm]	屈光力y[1/mm]	操作模式
M10	-850.9984003	0.0023394	-842.5330814	0.0023847	REFL
M9	690.4525083	-0.0028966	439.5683912	-0.0045499	REFL
M8	-1626.5101949	0.0003056	18899.4493659	-0.0004259	REFL
M7	-894.6483361	0.0005281	-33415.4312586	0.0002534	REFL
M6	-1304.5130313	0.0002811	-18951.9259358	0.0005756	REFL
M5	-2002.4714622	0.0002249	-1848.6392687	0.0048054	REFL
M4	-13571.6618991	0.0000291	-2667.7243909	0.0038029	REFL
M3	2929.4401727	-0.0001380	-5283.0628904	0.0018729	REFL
M2	1765.1515098	-0.0002484	1283.3399004	-0.0071079	REFL
M1	-2088.8983816	0.0009404	-1280.5878935	0.0015901	REFL

[0446] 图26的表2

[0447]

系数	M10	M9	M8
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	-850.99840030	690.45250830	-1626.51019500
C7	-7.03002946e-09	-1.12832575e-06	6.12641257e-08
C9	1.55280432e-08	1.2159954e-06	1.3921232e-07
C10	-1.12111283e-11	1.70900183e-09	-1.05449944e-10
C12	-3.09329566e-11	5.22963449e-09	5.54183446e-10
C14	-1.74817678e-12	1.12031112e-09	3.43759946e-10
C16	-1.17459377e-14	-1.10629457e-11	1.01509149e-12
C18	6.10523134e-15	9.95900689e-12	6.2656672e-13
C20	1.61333143e-14	-4.44954285e-12	1.72502948e-12
C21	-1.59220258e-17	1.52048436e-14	5.145233e-16
C23	-7.04797949e-17	6.22062916e-14	5.09268635e-17
C25	-5.27874467e-17	7.53214031e-14	2.67922335e-15
C27	-1.10240684e-17	1.53301075e-14	7.76389234e-15
C29	-2.16726344e-20	-1.38206693e-16	-2.15656063e-18
C31	-9.04198121e-21	3.08632687e-17	-8.64279245e-18
C33	2.30879218e-20	-5.76656034e-17	1.5099794e-17

[0448]

系数	M10	M9	M8
C35	1.00834913e-20	-1.03425145e-16	2.63359643e-17
C36	-2.14878734e-23	7.59951862e-20	-9.46694556e-21
C38	-1.19644095e-22	6.67732433e-19	1.9173226e-21
C40	-1.66028267e-22	1.35355603e-18	-6.98066679e-20
C42	-9.26934025e-23	6.38737212e-19	-5.18396999e-20
C44	-2.71890576e-23	1.08072084e-19	2.45233569e-19
C46	-3.03368513e-26	-2.20243567e-21	1.5327447e-22
C48	-3.19077558e-26	-2.43245202e-21	1.04282583e-21
C50	1.16311692e-26	-7.73188086e-21	-1.17201163e-21
C52	1.8557501e-26	-1.40710351e-20	-4.02316222e-21
C54	-1.13552496e-26	-1.34258539e-20	5.39197892e-21
C55	-3.49082911e-29	-5.77685598e-24	1.5698251e-24
C57	-3.19623602e-28	3.81572271e-23	-2.70267218e-24
C59	-6.62888681e-28	1.13738432e-22	-2.77569561e-24
C61	-5.49474662e-28	9.8457023e-23	-8.1161275e-24
C63	-2.33723415e-28	6.44703944e-23	-8.56751222e-24
C65	-6.11229244e-29	-7.54582826e-23	4.1168243e-23
C67	-8.43043691e-32	-2.50016809e-26	-1.2946523e-26
C69	-2.12547632e-31	5.66061831e-26	-9.65290282e-26
C71	-1.79344385e-31	4.54813421e-25	-6.79293961e-26
C73	1.06815298e-31	1.29533612e-24	4.956337e-25
C75	1.05755587e-31	1.55384636e-24	6.14365077e-25
C77	8.46368304e-33	5.60304945e-25	-3.49493613e-25
C78	1.06144694e-35	8.75573136e-28	-1.03825281e-28
C80	7.27835685e-34	-2.58893701e-27	2.13916224e-28
C82	2.42013765e-33	-1.2067901e-26	1.24128655e-28
C84	2.59612915e-33	-1.49597539e-26	1.36300786e-27
C86	8.89251311e-34	-5.08486485e-27	2.54214587e-27
C88	4.24278168e-35	-4.81867076e-27	2.75194399e-27
C90	-8.34509197e-36	5.09469282e-27	-5.79969549e-27
C92	1.70298609e-37	8.27996984e-31	4.94243267e-31
C94	7.35037693e-37	-5.9450189e-30	3.34975554e-30
C96	1.54424725e-36	-2.94477093e-29	8.03367696e-30
C98	6.13331746e-37	-1.01069595e-28	-3.3727749e-29
C100	-1.28065428e-36	-2.0690222e-28	-7.64674986e-29
C102	-9.35297851e-37	-2.09170374e-28	-3.50268561e-29
C104	-8.72230446e-38	-1.92939795e-29	1.77267398e-29
C105	-4.33579071e-40	-3.92839494e-32	2.73420503e-33
C107	-6.67869952e-39	1.31611785e-31	-6.73493598e-33
C109	-2.55657274e-38	9.19416961e-31	-8.86390859e-34
C111	-4.10862904e-38	1.67494418e-30	-1.04183129e-31
C113	-3.02138728e-38	1.02449935e-30	-3.89787802e-31
C115	-1.06320348e-38	-3.76885269e-31	-4.0813407e-31
C117	-2.62841711e-39	-3.60960998e-31	-6.43010051e-32
C119	-3.19060904e-40	-9.39336476e-32	7.0451153e-31
C121	-8.77211122e-43	-4.89468126e-35	-7.66026768e-36
C123	-3.85601224e-42	6.89110707e-35	-3.23128947e-35
C125	-9.53448338e-42	6.3366408e-34	-2.45165302e-34
C127	-9.67154428e-42	2.01379939e-33	6.53749443e-34
C129	6.71055197e-43	6.28157945e-33	2.58964212e-33
C131	6.86184229e-42	9.91715428e-33	3.69905543e-33
C133	3.00403221e-42	9.21971687e-33	2.53197671e-33
C135	2.12945038e-43	1.25764882e-33	4.45495448e-33
C136	1.13878838e-45	6.8751793e-37	-2.4618018e-38
C138	1.87411622e-44	-2.13811275e-36	5.65630181e-38
C140	8.54897409e-44	-2.28771775e-35	-2.62366196e-37
C142	1.78978429e-43	-5.83739868e-35	2.3076713e-36
C144	1.87587925e-43	-6.00556142e-35	1.27178851e-35

[0449]

系数	M10	M9	M8
C146	9.29426856e-44	-4.29425805e-37	2.38221259e-35
C148	2.25947742e-44	4.99346508e-35	2.24046545e-35
C150	5.2803677e-45	4.17428318e-35	1.09648004e-35
C152	5.67509953e-46	6.18032669e-36	9.30861482e-36
C154	7.54374179e-49	0	0
C156	4.33032443e-48	0	0
C158	1.44192772e-47	0	0
C160	2.32499596e-47	0	0
C162	1.17862963e-47	0	0
C164	-1.16609868e-47	0	0
C166	-1.42697874e-47	0	0
C168	-4.03481152e-48	0	0
C170	-2.03671085e-49	0	0
C171	-1.661131e-51	0	0
C173	-2.82534838e-50	0	0
C175	-1.41975872e-49	0	0
C177	-3.59720313e-49	0	0
C179	-5.05571087e-49	0	0
C181	-3.89904427e-49	0	0
C183	-1.57429847e-49	0	0
C185	-4.02999425e-50	0	0
C187	-1.06893714e-50	0	0
C189	-1.25335447e-51	0	0

[0450] 图26的表3a

[0451]

系数	M7	M6	M5
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	-894.64833610	-1304.51303100	-2002.47146200
C7	1.08112771e-07	1.04335481e-07	1.10979512e-07
C9	-1.13000051e-07	-2.20798445e-08	6.00145368e-09
C10	-1.17589399e-10	-4.78714462e-11	6.40363293e-11
C12	4.20978683e-10	-2.5290518e-10	1.95262505e-10
C14	-1.39671003e-09	4.11188896e-10	-1.57759281e-11
C16	-1.06370796e-13	2.58531409e-14	-2.55096961e-13
C18	1.63118441e-12	-5.99630932e-13	-4.64367829e-13
C20	-5.21760043e-12	-1.84885391e-12	1.78763837e-13
C21	-4.20095046e-16	5.35288064e-18	4.78304505e-16
C23	-1.28788127e-15	1.16592841e-15	6.76366991e-16
C25	2.24603177e-14	-4.24493445e-16	6.43409213e-16
C27	-6.66272337e-14	1.37793734e-14	-1.3197354e-16
C29	3.41059778e-18	9.53689977e-20	-2.58200642e-19
C31	-3.68397697e-18	-2.92104626e-19	-1.45175003e-18
C33	1.52001612e-16	-6.90020201e-18	-1.00464425e-18
C35	-4.91058447e-16	-1.20787125e-16	-2.98913737e-19
C36	4.98603076e-21	-1.41092473e-21	-2.74358727e-21
C38	-9.16903491e-21	1.97406532e-21	5.24074149e-22
C40	-1.47271995e-19	-3.34460739e-20	1.40871746e-20
C42	3.07422757e-18	1.06724041e-19	9.53341509e-21
C44	-6.2957705e-18	1.32000706e-18	1.47064843e-20
C46	-1.85365336e-22	4.76594089e-24	8.2933825e-24
C48	-1.28210118e-21	2.58185303e-23	6.44879498e-24
C50	-8.73336698e-21	-1.26595369e-22	-1.53890294e-23
C52	-1.99451811e-20	-3.26154339e-21	9.77860571e-24
C54	-1.35148582e-19	-7.66852471e-21	7.3231509e-25
C55	-2.04919022e-25	-2.00836232e-25	1.76764762e-25

[0452]

系数	M7	M6	M5
C57	-2.13209361e-25	2.12156909e-25	1.07292061e-25
C59	6.67031327e-24	-6.13616768e-25	-2.86382758e-25
C61	-1.2510699e-22	4.10599237e-24	-5.40705817e-25
C63	-5.62409591e-22	6.38112745e-23	-5.83425481e-25
C65	-2.932744e-23	-3.11441795e-23	-1.829156e-24
C67	9.07561132e-27	-1.37972111e-27	9.8408785e-29
C69	1.12029331e-25	1.70924762e-27	-2.63624292e-28
C71	2.34177287e-25	9.92372194e-27	-1.3177282e-27
C73	4.9855072e-24	-5.32263488e-26	-1.64852392e-28
C75	1.07981493e-23	-8.2123685e-25	1.25617763e-27
C77	4.20616759e-23	1.17407193e-25	9.365847e-27
C78	5.17650497e-30	8.29545495e-30	-4.04537672e-30
C80	8.1321703e-29	-2.18697679e-29	-2.11123385e-30
C82	-5.05010944e-28	5.08995306e-29	1.04180761e-29
C84	4.1407741e-27	1.63285579e-28	3.49688833e-29
C86	7.54993507e-26	4.12929765e-28	2.55288354e-29
C88	2.95901058e-25	3.9753868e-27	2.10034523e-29
C90	-4.47805219e-25	2.10900597e-26	4.9364073e-29
C92	-3.17297336e-31	2.7136031e-32	-1.0925254e-32
C94	-4.39871315e-30	7.74413927e-32	-7.37173106e-33
C96	-2.21978454e-30	-1.3340811e-30	2.05419638e-32
C98	-3.51293551e-29	-6.54025347e-30	-4.22617588e-32
C100	-1.7393042e-27	1.14443482e-29	-3.18007759e-32
C102	2.21659182e-27	1.63902209e-29	-9.69320597e-32
C104	-2.261453e-26	-3.72776469e-28	-4.37544226e-31
C105	-4.12534461e-35	-1.14480182e-34	3.01382907e-35
C107	-2.76513255e-33	2.48225368e-34	3.82965838e-35
C109	6.66123874e-33	7.08107492e-34	-2.24841818e-34
C111	5.68286568e-32	1.28989041e-32	-8.72165939e-34
C113	-2.21079604e-30	6.06542575e-32	-7.27967829e-34
C115	-2.37579413e-29	-2.19301557e-31	-4.91779127e-34
C117	-6.27847083e-30	-2.24385315e-31	-2.37594002e-34
C119	-4.78585387e-29	2.80185274e-30	-1.6756456e-34
C121	3.90632846e-36	-3.01907852e-37	1.34464067e-37
C123	6.26723855e-35	-7.38603762e-36	6.76565399e-38
C125	1.05715992e-34	9.61938133e-36	-1.51891289e-37
C127	-3.09523937e-33	-8.01514865e-35	5.00274107e-37
C129	1.20382485e-32	-1.890792e-34	8.2689123e-37
C131	1.5791079e-31	1.25739753e-33	1.40678273e-36
C133	-4.84783534e-31	6.43336332e-34	2.19255971e-36
C135	3.25553962e-30	-1.01661431e-32	7.71863723e-36
C136	-6.44594661e-41	5.18329556e-40	-3.10095869e-41
C138	3.35868415e-38	6.80645707e-39	-4.35334696e-41
C140	1.80786666e-37	1.78639777e-38	2.42366057e-39
C142	-2.38820743e-36	-9.21396534e-38	1.02431909e-38
C144	-2.22167615e-35	3.78975523e-37	1.04663468e-38
C146	3.32759736e-34	-2.96891077e-37	6.10106481e-39
C148	2.06724289e-33	-1.82263628e-36	-4.98328999e-40
C150	-3.9794396e-33	-7.77903373e-37	-3.42284275e-39
C152	2.3470777e-32	1.47710607e-35	-1.59359975e-38

[0453] 图26的表3b

[0454]

系数	M4	M3	M2
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	-13571.66190000	2929.44017300	1765.15151000

[0455]

系数	M4	M3	M2
C7	2.4867906e-07	4.08857083e-08	-5.7556894e-09
C9	1.31816749e-07	-9.89325337e-08	-1.14539535e-06
C10	-1.48061453e-10	-9.97694826e-11	-5.45484776e-11
C12	-1.21532663e-10	2.57218721e-10	-6.04005833e-10
C14	1.16631039e-10	-4.04653062e-10	2.16860795e-09
C16	-1.2664286e-14	-5.04233236e-14	2.44731848e-13
C18	-5.47315517e-13	3.35933025e-13	2.42823996e-12
C20	2.41591161e-13	-8.111824e-13	-7.35728966e-14
C21	-1.59004743e-16	-1.59830806e-15	-2.30482615e-15
C23	1.04464337e-15	-2.87520329e-16	-4.20889256e-16
C25	-1.55721846e-15	8.61175146e-16	-7.33809515e-15
C27	7.50169667e-16	-4.10119512e-15	-2.88368567e-14
C29	-2.18585533e-18	-6.13843321e-19	1.48260706e-17
C31	2.70123455e-18	-1.38332816e-18	-2.53495907e-17
C33	-4.38939645e-18	5.67758167e-18	5.60276862e-17
C35	1.86451426e-18	-1.33485001e-17	1.48945852e-16
C36	5.00909256e-21	-5.45445522e-21	-4.95064554e-21
C38	-3.00745498e-21	6.14787355e-21	-4.91817794e-20
C40	1.78924217e-20	-3.67760273e-21	1.6957518e-19
C42	-6.33866332e-21	2.49007667e-20	-2.45066144e-19
C44	-9.33191026e-21	-7.67966033e-20	2.10705647e-19
C46	2.84838666e-23	5.43800202e-23	1.29798113e-22
C48	3.60495373e-23	1.02681305e-22	7.8287201e-23
C50	1.16022145e-22	4.84478465e-23	-1.64313217e-21
C52	-7.7979898e-24	2.37125083e-22	1.04461941e-21
C54	-8.35587682e-23	-3.51811104e-22	-5.38944309e-21
C55	1.14055283e-26	-2.62138126e-25	-4.35489266e-25
C57	-2.65384423e-26	-3.11299601e-25	-1.3762689e-24
C59	-3.70188932e-25	-9.09956536e-25	5.9051924e-25
C61	3.01756263e-25	-8.80462249e-25	4.52988194e-24
C63	-4.07672634e-25	1.39144761e-24	-2.30701197e-23
C65	1.09635103e-24	-5.99660749e-25	-3.82791002e-23
C67	-1.38494804e-27	-2.82529724e-27	-2.5491701e-27
C69	-2.73347994e-27	-6.39440845e-27	-4.86335108e-27
C71	-5.51982944e-27	-7.63567546e-27	4.16119656e-26
C73	-2.9413266e-27	-7.47710103e-27	1.53698552e-25
C75	-8.74573032e-28	1.49764036e-27	3.27774011e-25
C77	7.16378196e-27	5.65452184e-27	9.56022723e-25
C78	-2.49097034e-30	1.18516516e-29	1.89603348e-29
C80	-1.94277476e-30	6.00108899e-30	1.24066875e-28
C82	4.00548354e-30	4.83120236e-29	4.6099092e-29
C84	-4.09297855e-30	4.89571367e-29	-1.18235574e-28
C86	-2.79175815e-29	-4.54130678e-30	-3.51054923e-29
C88	3.46634258e-29	-5.10942244e-29	-3.26522615e-28
C90	-6.98750754e-29	3.42818363e-30	-3.78078944e-27
C92	2.78034443e-32	7.07006655e-32	8.91891738e-32
C94	6.87000404e-32	1.91992861e-31	1.68682533e-31
C96	1.31346242e-31	3.33161247e-31	-5.25800206e-31
C98	1.91021348e-31	3.25505098e-31	-5.93272094e-30
C100	1.22327875e-31	1.57698995e-31	-1.54795048e-29
C102	4.57847514e-32	-1.14929139e-31	-1.44958724e-29
C104	-2.87175318e-31	-3.24308979e-31	-3.25867584e-29
C105	7.49234545e-35	-2.23778665e-34	-3.95765903e-34
C107	1.36436739e-34	-5.50218186e-35	-4.14957517e-33
C109	4.06669286e-35	-1.30072273e-33	-3.38295815e-33
C111	1.44266678e-34	-2.12805306e-33	1.03803927e-33
C113	7.55798972e-34	-5.77392498e-34	1.72138239e-32
C115	1.24090466e-33	4.04630096e-35	3.80780335e-32

[0456]

系数	M4	M3	M2
C117	-1.51672627e-33	2.20736189e-33	3.60119016e-32
C119	2.54322977e-33	-1.94012119e-33	3.7836678e-31
C121	-1.47062443e-37	-4.95634083e-37	-6.48736325e-37
C123	-6.76764495e-37	-2.62857791e-36	-3.07063488e-36
C125	-1.52780264e-36	-5.42778062e-36	-8.49236895e-36
C127	-2.43152897e-36	-6.8744822e-36	6.411214e-35
C129	-3.9070541e-36	-2.64110857e-36	3.34055113e-34
C131	-1.52422552e-36	-4.57033388e-36	4.96867057e-34
C133	-6.94885323e-37	1.42202438e-35	3.35741831e-34
C135	4.46614262e-36	-4.43260704e-36	-1.41983923e-33
C136	-5.82720549e-40	1.2738577e-39	2.95962778e-39
C138	-1.48616538e-39	4.40022068e-40	4.81277463e-38
C140	-1.59901737e-39	1.67191433e-38	6.61371003e-38
C142	-4.27476461e-39	3.36569747e-38	8.78235469e-38
C144	-7.9967858e-39	2.28602413e-38	-3.4335812e-37
C146	-2.28492536e-38	1.51730517e-39	-1.52442242e-36
C148	-1.59254776e-38	-1.46051228e-38	-1.97429432e-36
C150	2.45997969e-38	2.36937048e-38	-1.26580266e-36
C152	-3.70175785e-38	-4.00174707e-39	1.93212266e-36

[0457] 图26的表3c

[0458]

系数	M1
KY	0.00000000
KX	0.00000000
RX	-2088.89838200
C7	-3.42683525e-08
C9	-1.6512688e-08
C10	4.38584664e-11
C12	4.18259048e-11
C14	-4.6250256e-12
C16	2.38962576e-14
C18	-1.19663942e-13
C20	2.61037397e-13
C21	2.63044596e-17
C23	-2.37150015e-17
C25	1.57559118e-16
C27	4.7889248e-16
C29	7.53232216e-20
C31	-2.05517927e-19
C33	-1.61629336e-19
C35	1.45937682e-18
C36	4.9764225e-23
C38	-3.27842891e-22
C40	-2.80802645e-21
C42	2.769078e-21
C44	1.47214512e-21
C46	4.70047246e-25
C48	7.39186519e-24
C50	7.57901529e-23
C52	1.65362047e-22
C54	1.09834948e-22
C55	3.21208271e-27
C57	5.61919098e-27
C59	1.22809043e-25

系数	M1
C61	5.60328258e-25
C63	5.47540805e-25
C65	-1.79792769e-25
C67	4.27223866e-31
C69	-1.52895416e-28
C71	-1.99104409e-27
C73	-8.52429426e-27
C75	-1.37557711e-26
C77	-4.93968315e-27
C78	-6.87550869e-32
C80	-7.80050004e-32
C82	-2.51344446e-30
C84	-2.2898419e-29
C86	-6.02505261e-29
C88	-3.61828628e-29
C90	5.5528325e-30
C92	-9.50562723e-36
C94	1.49044558e-33
C96	2.78503789e-32
C98	1.77498716e-31
C100	5.21503374e-31
C102	5.64843247e-31
C104	1.0992411e-31
C105	6.42767711e-37
C107	1.21466068e-36
C109	2.44962564e-35
C111	3.69492236e-34
C113	1.7711647e-33
C115	3.09168063e-33
C117	1.83366676e-33
C119	1.3402897e-34
C121	6.32273889e-41
C123	-7.53170421e-39
C125	-1.44659913e-37
C127	-1.19754969e-36
C129	-5.25380881e-36
C131	-1.09748045e-35
C133	-9.51371783e-36
C135	-1.14567726e-36
C136	-2.32228213e-42
C138	-8.71321698e-42
C140	-1.04819209e-40
C142	-2.03692092e-39
C144	-1.44529556e-38
C146	-4.48708715e-38
C148	-6.21272731e-38
C150	-3.74464272e-38
C152	-8.57142389e-39

[0460] 图26的表3d

[0461]

表面	DCX	DCY	DCZ
像平面	0.00000000	0.00000000	0.00000000
M10	0.00000000	0.00000000	786.31794313
M9	0.00000000	135.66761714	90.09404872
M8	-0.00000000	-80.64099022	1189.77813151
M7	-0.00000000	-15.95855480	1398.24950705
M6	0.00000000	93.52154823	1507.83829965

[0462]

表面	DCX	DCY	DCZ
M5	0.00000000	413.44248899	1650.69955943
M4	-0.00000000	950.27772844	1645.50394918
M3	-0.00000000	1417.56980610	1433.50578895
M2	-0.00000000	1602.36234269	1221.51469689
光阑	-0.00000000	1657.11014994	1042.75065199
M1	-0.00000000	1849.90639774	413.22704495
物平面	0.00000000	1995.41823598	2076.33636439

[0463] 图26的表4a

[0464]

表面	TLA[deg]	TLB[deg]	TLC[deg]
像平面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000
M10	5.51329727	0.00000000	-0.00000000
M9	191.07732290	0.00000000	-0.00000000
M8	86.94524857	-0.00000000	0.00000000
M7	58.89543640	0.00000000	-0.00000000
M6	34.54583072	0.00000000	0.00000000
M5	11.75436531	0.00000000	-0.00000000
M4	-12.47852673	0.00000000	0.00000000
M3	-36.66195105	-0.00000000	-0.00000000
M2	-60.94687944	-0.00000000	0.00000000
光阑	-17.62929935	180.00000000	-0.00000000
M1	186.01364938	-0.00000000	-0.00000000
物平面	-0.00029494	0.00000000	0.00000000

[0465] 图26的表4b

[0466]

表面	入射角[deg]	反射率
M10	5.47743096	0.66257916
M9	0.16980600	0.66566578
M8	75.61143735	0.81411830
M7	76.33505862	0.82576260
M6	79.43553650	0.87079247
M5	76.98906045	0.83587884
M4	78.63034221	0.85975915
M3	78.33822296	0.85565285
M2	77.33481505	0.84108094
M1	10.82988596	0.65263931
总传输		0.0872

[0467] 图26的表5

[0468]

X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
0.00000000	55.07179086	0.00000000
28.32134635	54.58202803	0.00000000
55.98211712	53.09558841	0.00000000
82.33019561	50.57144987	0.00000000
106.73054258	46.97017287	0.00000000
128.57548660	42.28058930	0.00000000
147.29804478	36.53990071	0.00000000
162.38870287	29.84523566	0.00000000
173.41580382	22.35491655	0.00000000
180.04860871	14.27850894	0.00000000
182.08062285	5.85873273	0.00000000
179.44972021	-2.65150686	0.00000000
172.25003968	-11.00899969	0.00000000
160.72981012	-18.99114170	0.00000000

[0469]

X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
145.27218516	-26.39671205	0.00000000
126.36269179	-33.04140748	0.00000000
104.55198226	-38.75465411	0.00000000
80.42276570	-43.38151418	0.00000000
54.56592829	-46.78945614	0.00000000
27.56670420	-48.87682670	0.00000000
0.00000000	-49.57985235	0.00000000
-27.56670420	-48.87682670	0.00000000
-54.56592829	-46.78945614	0.00000000
-80.42276570	-43.38151418	0.00000000
-104.55198226	-38.75465411	0.00000000
-126.36269179	-33.04140748	0.00000000
-145.27218516	-26.39671205	0.00000000
-160.72981012	-18.99114170	0.00000000
-172.25003968	-11.00899969	0.00000000
-179.44972021	-2.65150686	0.00000000
-182.08062285	5.85873273	0.00000000
-180.04860871	14.27850894	0.00000000
-173.41580382	22.35491655	0.00000000
-162.38870287	29.84523566	0.00000000
-147.29804478	36.53990071	0.00000000
-128.57548660	42.28058930	0.00000000
-106.73054258	46.97017287	0.00000000
-82.33019561	50.57144987	0.00000000
-55.98211712	53.09558841	0.00000000
-28.32134635	54.58202803	0.00000000

[0470] 图26的表6

[0471] 投射光学单元31具有8.72%的总传输。

[0472] 投射光学单元31的像侧数值孔径为0.55。在第一成像光平面xz中的缩小因子β_x为4。在第二成像光平面yz中的缩小因子β_y为7.5。

[0473] 物侧主射线角CRA为5.0°。入瞳的最大遮蔽为16%。物像偏移d_{OIS}大约为3230mm。投射光学单元31的反射镜可以容纳在xyz边长为891mm×2395mm×1615mm的长方体中。

[0474] 在投射光学单元31中,物平面5平行于像平面9延伸。

[0475] 最接近晶片的反射镜M10和像平面9之间的工作距离为65mm。平均波前像差rms为7.65mλ。

[0476] 在投射光学单元31中的反射镜M1和M2之间的成像光束路径中布置孔径光阑AS。成像光束在孔径光阑AS的区域中是完全可到达的。

[0477] 基于图29至图31在下文中解释投射光学单元32的其他实施例,其可以用在根据图1的投射曝光设备1中来代替投射光学单元7。上文中已经在图1至图28的情景下解释的部件和功能由相同的附图标记适当地表示,并且不再详细地讨论。

[0478] 图29示出了投射光学单元32的子午截面。图30示出了投射光学单元32的弧矢视图。再次,图31示出了投射光学单元32的七个反射镜M1至M7的反射表面的边界轮廓。

[0479] 投射光学单元32具有三个NI反射镜,即反射镜M1、M6和M7。投射光学单元32具有四个GI反射镜,即反射镜M2至M5。

[0480] 反射镜M2至M8均在反射镜偏转效应方面具有相同方向。在这个方面,投射光学单元32与根据图14至图16的投射光学单元26相似。

[0481] 反射镜M1至M7再次实施为自由形式表面反射镜,对其适用上文指定的自由形式表面公式(1)。

[0482] 下面的表格再次示出了投射光学单元32的反射镜M1至M7的反射镜参数。

[0483]

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
最大入射角[°]	17.4	76.8	74.4	73.1	77.0	14.7	8.0
反射表面在x方向上的范围[mm]	376.0	475.6	562.6	479.7	181.9	468.4	902.7
反射表面在y方向上的范围[mm]	182.5	372.5	198.5	263.3	288.3	109.2	874.7
最大反射镜直径[mm]	376.1	476.1	562.6	479.7	294.6	468.4	903.2

[0484] 投射光学单元32的反射镜M1至M7中的六个反射镜具有小于1的y/x纵横比。反射镜M5的y/x纵横比小于1.6。

[0485] 成像束路径中的最后反射镜M7具有最大的最大直径,测得为903.2mm。所有其他反射镜M1至M6的最大直径小于600mm。七个反射镜中的五个反射镜具有小于500mm的最大直径。

[0486] 再次,投射光学单元32具有两个第二平面中间像19、20和在反射镜M7中的通道开口17的区域中的恰好一个第一平面中间像18。两个第二平面中间像中的第一个第二平面中间像19位于在成像束路径中的反射镜M3和M4之间。两个第二平面中间像中的第二个第二平面中间像20位于成像束路径中的反射镜M4和M5之间。

[0487] 投射光学单元32的像侧数值孔径为0.45。在第一成像光平面xz中的缩小因子β_x为4。在第二成像光平面yz中的缩小因子β_y为8。

[0488] 物侧主射线角CRA为5.2°。物像偏移d_{OIS}近似为2470mm。

[0489] 最接近晶片的反射镜M7和像平面9之间的工作距离为87mm。平均波前像差rms为30.60mλ。

[0490] 在投射光学单元32中的反射镜M1和M2之间的成像光束路径中布置孔径光阑AS。成像光束在孔径光阑AS的区域中是完全可到达的。

[0491] 基于图32和图34在下文中解释投射光学单元33的其他实施例,其可以用在根据图1的投射曝光设备1中来代替投射光学单元7。上文中已经在图1至图31的情景下解释的部件和功能由相同的附图标记适当地表示,并且不再详细地讨论。

[0492] 根据图32和34的投射光学单元33在弧矢平面xz中缩小至四分之一以及在子午平面yz中缩小至八分之一。

[0493] 图32示出了在子午截面中的投射光学单元33,即在yz平面中的成像光3的束路径(参见图2中的单独射线15)。图34以视图示出了投射光学单元33,其中单独射线15投射至xz平面上,即在弧矢视图中。子午平面yz也称为第二成像光平面。第一成像光平面xz_{HR}是通过第一笛卡尔物场坐标x和当前成像光主要传播方向z_{HR}在成像光3的束路径的各位置处跨越的平面。成像光主要传播方向z_{HR}是中心场点的主射线16的束方向。通常,在反射镜M1至M6处

的每个反射镜反射处,改变成像光主要传播方向z_{HR}。这改变可以描述为当前成像光主要传播方向z_{HR}关于第一笛卡尔物场坐标x倾斜约倾斜角度,该倾斜角度等于中心场点的该主射线16在各个考虑的反射镜M1至M6处的偏转角度。对应的第一成像光平面xz_{HR}在图32中用虚线示出并且均垂直于附图的平面(yz平面)。

[0494] 继而,为了简化的目的,第一成像光平面xz_{HR}也称为第一成像光平面xz。

[0495] 第二成像光平面yz同样地包含成像光主要传播方向z_{HR}并且垂直于第一成像光平面xz_{HR}。

[0496] 由于投射光学单元33仅在子午平面yz内折叠,第二成像光平面yz重合于子午平面。

[0497] 图32示出了从三个物场点各发出的三个单独射线15的束路径,这三个物场点在图32中的y方向上彼此间隔开。所示出的是这两个物场点各自的上彗形射线和下彗形射线,以及主射线16,即通过在投射光学单元33的光瞳平面中的光瞳的中心的单独射线15。从物场4出发,主射线16包括与物平面5的法线成5.2°的角CRA。

[0498] 物平面5平行于像平面9。

[0499] 投射光学单元33具有0.55的像侧数值孔径。

[0500] 根据图32,投射光学单元总共具有六个反射镜,从物场4出发以单独射线15的束路径的顺序将所述反射镜编号为M1至M6。

[0501] 图32示出了反射镜M1至M6的计算的反射表面的截面。使用这些计算反射表面的部分。只有该反射镜表面的实际使用区域,加上延伸部分,实际出现在真实的反射镜M1至M6中。通过反射镜体,以已知方式承载使用的反射表面。

[0502] 根据图32的投射光学单元33中,所有反射镜M1至M6配置为法线入射的反射镜,即成像光3以小于45°的入射角照射至其上的反射镜。因此,总之,根据图32的投射光学单元7具有法线入射的六个反射镜M1至M6。这些法线入射的反射镜也称为NI(法线入射)反射镜。

[0503] 投射光学单元7不具有掠入射的反射镜(GI反射镜,掠入射反射镜)。

[0504] 原则上,投射光学单元的所有描述的示例性实施例可以关于平行于xz平面延伸的平面镜像,而其在过程中不改变基本成像性质。

[0505] 反射镜M1至M6承载优化反射镜M1至M6对成像光3的反射率的涂层。这些高反射的层可以实施为多层层,可以用不同材料制造连续的层。也可以使用替代的材料层。典型的多层层可以具有五十个双层,其分别由一层钼和一层硅制成。这些可以包含由例如C(碳)、B_4C(碳化硼)制成的附加分离层,并且可以由朝向真空的保护层或保护层系统终止。

[0506] 可以在DE 101 55 711 A中找到关于NI反射镜(法线入射反射镜)的反射率的其他信息。

[0507] 投射光学单元33的完全反射率或系统传输,呈现为投射光学单元33的所有反射镜M1至M8的反射率的乘积,近似为R＝7.0％。

[0508] 反射镜M6(即在成像束路径中像场8的上游的最后反射镜)具有通道开口17,该通道开口用于从倒数第三反射镜M4向倒数第二反射镜M5反射的成像光3的通过。围绕通道开口17以反射方式使用反射镜M6。其他反射镜M1至M5中没有一个反射镜具有通道开口,并且在没有间隙的连续区域中以反射方式使用所述反射镜。

[0509] 在第一成像光平面xz中,投射光学单元33在反射镜M4和M5之间的成像光束路径中

具有恰好一个第一平面中间像18。该第一平面中间像18位于通道开口17的区域中。通道开口17和像场8之间的距离是通道开口17和第一平面中间像18之间的距离的四倍多。

[0510] 在垂直于第一成像光平面xz的第二成像光平面yz中,成像光3通过恰好两个第二平面中间像19和20。这两个第二平面中间像中的第一个第二平面中间像19位于在成像光束路径中的反射镜M1和M2之间。两个第二平面中间像中的另一个第二平面中间像20位于成像光束路径中的反射镜M4和M5之间、在第一平面中间像18的区域中。因此,第一平面中间像18和第二平面中间像20都位于在反射镜M6中的通道开口17的区域中。成像光3的整个束在通道开口17的位置处具有小的直径。相应地,通道开口17的直径可以选择为小的,而不会削减在反射镜M4和M5之间的部分束路径中的成像光3。

[0511] 第一平面中间像的数量(即在投射光学单元33中恰好一个第一平面中间像)和第二平面中间像的数量(即在投射光学单元33中恰好两个第二平面中间像)在投射光学单元33中彼此不同。在投射光学单元33中,中间像的该数量相差恰好一个。

[0512] 第二成像光平面yz与反射镜M1至M6的折叠平面重合,该第二成像光平面yz中出现较多数量中间像,即两个第二平面中间像19和20。该折叠平面是在对应的反射镜M1至M6处反射时中心场点的主射线16的入射平面。通常,第二平面中间像不垂直于限定成像光主要传播方向z_{HR}的中心场点的主光线16。中间像倾斜角度,即与该垂直布置的偏差,理论上是任意的并且可以在0°和+/-89°之间。

[0513] 可以在中间像18、19、20的区域中布置辅助装置18a、19a、20a。这些辅助装置18a至20a可以是至少在截面中限定成像光束的边界的场光阑。类型为UNICOM的场强度规定装置(特别是具有在x方向上错开的指形光阑),也可以布置在中间像18至20的中间像平面中的一个中。

[0514] 反射镜M1至M6实施为不可能用旋转对称函数描述的自由形式表面。投射光学单元33的其他实施例也是可能的,其中反射镜M1至M6中的至少一个反射镜实施为旋转对称非球面。从DE 10 2010 029 050 A1已知这种旋转对称非球面的非球面公式。所有反射镜M1至M6实施为这种非球面也是可能的。

[0515] 下表总结了投射光学单元33的反射镜M1至M6的参数“最大入射角”、“反射表面在x方向上的范围”、“反射表面在y方向上的范围”和“最大反射镜直径”:

[0516]

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
最大入射角[°]	12.7	12.5	17.5	13.5	22.0	10.9
反射表面在x方向上的范围[mm]	763.7	426.9	524.9	913.0	407.7	793.7
反射表面在y方向上的范围[mm]	315.7	148.3	256.7	354.4	206.6	767.7
最大反射镜直径[mm]	763.9	426.9	524.9	913.0	407.8	793.8

[0517] 所有反射镜M1至M6上的成像光的最大入射角小于25°。该最大入射角出现在反射镜M5上且是22.0°。

[0518] 成像光3在物场4下游的成像光束路径中的前四个反射镜M1至M4上的入射角最大值小于20°。在前四个反射镜M1至M4上的该最大的入射角出现在反射镜M3上并且是17.5°。

[0519] 在投射光学单元33的反射镜M1至M6的反射镜M4处,y/x纵横比最强地偏离于值1,并且在那它具有约为1:2.6的值。在所有其它反射镜中,y/x纵横比在1:1至1:2.5之间的范围中。反射镜M1至M4的x/y纵横比各大于2:1。

[0520] 反射镜M4具有直径为913mm的最大的最大反射镜半径。其他反射镜M1至M3、M5、M6中没有一个具有大于800mm的最大直径。

[0521] 在投射光学单元33中的反射镜M2和M3之间的成像光束路径中布置光瞳限定孔径光阑AS。在孔径光阑AS的区域中,整个成像光在其整个圆周上是可到达的。孔径光阑AS限制整个成像光束的整个外部的横截面。孔径光阑AS在空间上与第二平面中间像19相邻地布置。该布置使得可以相对于在反射镜M2和M3之间的成像光部分束少量折叠在反射镜M1和M2之间的成像光部分束,并且因此导致在反射镜M2上成像光3的进入射线的最大入射角相应较低。

[0522] 来自投射光学单元33的反射镜M1至M6的反射表面的光学设计数据可以从如下表格中获悉,该表格就其设计而言对应于根据图2的投射光学单元7的表格。

[0523]

示例性实施例	图32
NA	0.55
波长	13.5 nm
beta_x	4.0
beta_y	-8.0
场尺寸_x	26.0 mm
场尺寸_y	1.025 mm
场曲率	0.012055 1/mm
rms	14.8 ml
光阑	AS

[0524] 图32的表1

[0525]

表面	半径x[mm]	屈光力x[1/mm]	半径y[mm]	屈光力y[1/mm]	操作模式
M6	-858.8749765	0.0023024	-737.8428816	0.0027415	REFL
M5	11682.0944369	-0.0001709	534.1551388	-0.0037506	REFL
M4	-1809.2188844	0.0010846	-1922.0843519	0.0010605	REFL
M3	6440.5662221	-0.0003000	-50750.8327561	0.0000408	REFL
M2	4674.6964470	-0.0004248	-1689.0780794	0.0011926	REFL
M1	-3024.6211530	0.0006495	-1563.8351466	0.0013020	REFL

[0526] 图32的表2

[0527]

系数	M6	M5	M4
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	-858.87497650	11682.09444000	-1809.21888400
C7	-1.75601165e-08	9.76351323e-07	9.24894814e-09
C9	4.12151659e-08	-1.56366742e-06	-1.30495858e-08
C10	-2.3717266e-11	4.05325511e-10	-5.79972529e-12
C12	-7.77186732e-11	8.75399624e-10	-3.79452218e-12
C14	-9.96610891e-12	4.36073106e-09	-4.96523891e-13
C16	-4.78999259e-14	1.32627983e-12	3.34101424e-15
C18	3.80178838e-14	2.2544009e-12	-4.32759723e-15
C20	6.511239e-14	-1.98197357e-11	1.12275782e-14
C21	-3.92631731e-17	5.49613894e-16	-2.56249544e-18
C23	-1.90245505e-16	4.01086987e-15	-4.40565287e-18
C25	-1.74273842e-16	-1.5885968e-14	8.76955689e-18
C27	-2.10056418e-17	7.29644441e-14	-4.39478392e-17
C29	-6.92447499e-20	7.26806853e-19	-1.16221193e-21
C31	-9.67320853e-22	-9.07342399e-18	2.09560033e-20
C33	1.58051548e-19	8.64687575e-17	9.71341566e-20
C35	1.31073342e-19	-6.14527486e-16	1.0702907e-19
C36	-7.37235909e-23	1.62385505e-21	-1.65841605e-24
C38	-3.82619485e-22	-2.24043808e-21	-2.45488766e-24
C40	-6.28798296e-22	9.40837613e-20	-4.20470613e-23
C42	-3.62609295e-22	-1.26850842e-18	3.32122136e-22
C44	-1.13486477e-23	2.74573501e-18	1.21683021e-22

系数	M6	M5	M4
C46	-1.37331048e-25	4.2081407e-23	5.7969842e-27
C48	-1.47293299e-25	2.88686689e-22	-2.23585834e-26
C50	2.07891229e-25	-2.45657195e-22	-8.67407678e-25
C52	5.16694591e-25	4.84753531e-21	-2.97297137e-24
C54	2.27538477e-25	6.32501824e-21	-1.05704009e-23
C55	-3.24119108e-29	-3.08147298e-26	5.64088431e-30
C57	-6.41610415e-28	3.57346972e-25	-2.00859294e-29
C59	-1.69412665e-27	2.06843583e-24	-9.52490119e-29
C61	-1.72411595e-27	-2.47503441e-24	1.97416699e-27
C63	-5.7995256e-28	4.01267717e-23	-3.83090877e-26
C65	-1.635162e-29	-4.62428375e-23	1.21532476e-25
C67	1.22726086e-31	-1.2494157e-27	-6.17049136e-32
C69	2.84133671e-31	-5.44453482e-27	-7.76588296e-31
C71	4.44381319e-31	-3.78606642e-26	-2.18932157e-31
C73	1.77800746e-30	-4.15333379e-26	1.78648032e-29
C75	1.6160079e-30	-1.24201006e-25	3.46971259e-29
C77	3.10049067e-31	-3.13835508e-25	-2.00008177e-29
C78	-4.00765463e-34	3.71999699e-31	-2.61982192e-35
C80	-2.12693373e-33	-8.2624255e-30	5.31477481e-34
C82	-4.00467472e-33	-9.39873312e-29	8.16603132e-33
C84	-6.27063161e-33	-1.0314431e-28	1.14008163e-32
C86	-3.54293249e-33	9.4886599e-28	-3.12780164e-32
C88	-9.29818695e-34	-5.58939473e-27	2.06573781e-30
C90	-7.896513e-34	-1.32131239e-27	-6.03635915e-30
C92	-5.73838546e-37	1.70280303e-32	2.4443233e-37
C94	-3.39136484e-36	9.34845871e-32	5.29050095e-36
C96	-2.86917081e-36	5.06073109e-31	3.61960832e-35
C98	5.07534678e-37	3.15612468e-30	4.78854298e-35
C100	-2.99347712e-36	-6.44314e-30	5.76086779e-35
C102	-1.31255149e-36	3.67811047e-29	4.76487931e-34
C104	1.74787841e-36	-1.59011113e-29	2.31589865e-32
C105	-1.31762349e-40	1.09344483e-36	5.14787253e-41
C107	3.54057177e-39	1.10846109e-34	-2.64963079e-39
C109	-1.78073131e-39	1.72014461e-33	-6.49527987e-38
C111	-1.55177824e-39	3.05219736e-33	-3.04866424e-37
C113	9.44170173e-40	-1.606718e-32	3.01731009e-37
C115	-6.64945728e-39	-5.29558524e-33	6.40489097e-37
C117	-3.11940525e-39	7.18345117e-32	-4.90591508e-35
C119	5.50110677e-39	7.25898814e-31	6.03700342e-35
C121	-9.71158605e-43	-6.95775525e-38	-3.26101881e-43
C123	7.23217134e-43	-3.34409103e-37	-1.06619266e-41
C125	-5.69478444e-43	-2.68711867e-36	-1.08286695e-40
C127	1.01640903e-41	-1.59432765e-35	-5.65210621e-40
C129	3.54945098e-41	-6.92583272e-35	-6.24703952e-40
C131	5.75167037e-41	1.44445437e-34	-5.42019444e-39
C133	3.08126364e-41	-1.06727558e-33	-1.50612862e-38
C135	2.19317005e-42	-4.78626916e-33	-4.47539966e-37
C136	-2.9364696e-46	-2.35545286e-41	-3.64930823e-47
C138	-1.90854146e-44	-2.28045861e-40	4.04460613e-45
C140	-4.87396267e-44	-1.12315129e-38	1.50547812e-43
C142	-1.22392623e-43	-5.18269145e-39	1.08187079e-42
C144	-1.5701492e-43	8.12616097e-38	2.14893577e-42
C146	-1.41544082e-43	7.94029513e-37	-2.09572031e-41
C148	-4.16578745e-44	-1.02187357e-37	-5.68091764e-42
C150	-4.93563592e-45	2.08165148e-36	4.3697037e-40
C152	-1.23605467e-44	9.57945472e-36	5.32462749e-40

[0528]

[0529] 图32的表3a

[0530]

系数	M3	M2	M1
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	6440.56622200	4674.69644700	-3024.62115300
C7	-2.75621082e-08	1.33344077e-07	8.13680852e-09
C9	2.13772967e-07	-4.88439323e-07	-5.25766875e-08
C10	9.05428093e-11	2.4651278e-10	-4.04575459e-12
C12	9.97338804e-11	3.42470844e-10	-1.29491379e-11
C14	8.68032839e-11	7.31944141e-10	7.96400769e-12
C16	-2.05047244e-13	-1.75843577e-13	5.544904e-16
C18	1.34167844e-13	-1.38921296e-12	-7.29182129e-15
C20	1.73209287e-13	-1.66984422e-12	3.01026401e-14
C21	9.16122712e-17	4.83036548e-16	-8.06064519e-19
C23	-1.09772479e-16	1.07200979e-15	-1.50707101e-18
C25	-7.56588666e-16	5.73756053e-15	-8.45373733e-18
C27	-1.67309364e-15	4.42677763e-15	3.25143759e-17
C29	2.16545447e-19	-1.13834484e-18	-9.71555651e-22
C31	-5.68407901e-19	-8.59930026e-18	1.00947506e-21
C33	-6.38803875e-18	-1.94419133e-17	-2.20716112e-20
C35	-6.0317108e-18	-1.84553665e-16	-9.50209226e-19
C36	4.37147715e-22	8.94388533e-22	3.17263448e-25
C38	-2.31254227e-22	5.73932727e-21	-5.13351486e-24
C40	-4.04758904e-21	1.11881151e-20	3.52315788e-23
C42	-3.17472839e-20	3.32163198e-19	6.48990287e-22
C44	-9.85162714e-20	1.8034724e-18	7.74038563e-21
C46	-4.1324221e-24	1.07264182e-23	6.57538448e-27
C48	-1.08450683e-23	1.14076514e-22	-1.23024327e-27
C50	3.68038057e-23	1.77193073e-21	-5.48205165e-26
C52	2.16095044e-22	6.33924939e-21	-2.14983022e-24
C54	2.41539568e-22	3.18513118e-20	4.11656476e-23
C55	-5.4475152e-27	8.76303942e-27	-2.46528392e-30
C57	8.2180888e-27	-4.28356923e-26	1.32430341e-28
C59	1.53403997e-25	-9.18224618e-25	-1.73597019e-28
C61	4.03258962e-25	2.60047232e-24	-4.7745939e-27
C63	3.53575651e-24	-7.63901326e-23	-6.04547381e-26
C65	8.31549041e-24	-4.35078172e-22	-7.54618751e-25
C67	9.87087274e-29	-3.56838335e-28	-8.88835362e-32
C69	6.42776984e-28	-2.84407951e-27	-5.61337491e-31
C71	1.01602965e-27	-4.57862438e-26	-4.00758063e-30
C73	1.41613033e-30	-6.37072226e-25	9.87094819e-30
C75	4.43477538e-27	-1.92873559e-24	1.24431428e-28
C77	5.64483223e-27	-2.99431785e-24	-1.94178739e-27
C78	6.57189519e-32	-3.55474086e-32	4.93765851e-36
C80	-3.95411808e-31	-6.34983549e-32	-1.37798134e-33
C82	-6.45360265e-30	5.97194435e-30	-1.79738233e-33
C84	-1.76221617e-29	-3.4243908e-28	9.45814317e-32
C86	-4.93632546e-29	-2.90233773e-27	4.84143104e-31
C88	-3.47366201e-28	1.64734281e-26	2.85035612e-30
C90	-5.69693718e-28	8.7332442e-26	3.51411701e-29
C92	-9.41428626e-34	4.07301235e-33	4.99363876e-37
C94	-9.52828137e-33	3.91076643e-32	6.51134396e-36
C96	-4.03443132e-32	6.72956002e-31	4.31274648e-35
C98	-8.16791536e-32	1.07442969e-29	2.93394382e-34
C100	-5.06109148e-31	1.46674302e-28	-1.25604389e-33
C102	-2.27324283e-30	4.12153973e-28	-4.12484361e-33
C104	-3.25497507e-30	3.17476096e-28	7.96225335e-32

[0531]

系数	M3	M2	M1
C105	-2.84264594e-37	-8.01264065e-37	6.15642053e-41
C107	4.14759235e-36	2.17790829e-35	6.4351619e-39
C109	1.13957341e-34	3.89579308e-34	2.3184794e-38
C111	3.64220606e-34	1.62536408e-32	-7.22249316e-37
C113	4.64657733e-34	1.53002667e-31	-5.7129879e-36
C115	2.88642202e-34	1.00791788e-30	-2.03780388e-35
C117	7.44826089e-33	-4.72609071e-31	-5.56109055e-35
C119	1.00966682e-32	-7.69819227e-30	-6.86936805e-34
C121	3.10161513e-39	-1.4205369e-38	-9.82000697e-43
C123	4.61926649e-38	-8.58182682e-38	-2.14923463e-41
C125	2.73215469e-37	-4.42601259e-36	-1.52471202e-40
C127	9.55584866e-37	-5.38081705e-35	-1.039324e-39
C129	4.89550473e-36	-1.37871892e-33	-4.79859802e-39
C131	2.76267148e-35	-1.46401094e-32	3.70949403e-38
C133	1.08744782e-34	-3.75359399e-32	5.38604799e-38
C135	1.43759826e-34	-3.76390962e-32	-1.31857729e-36
C136	3.12192213e-43	8.75181853e-42	-2.53432908e-46
C138	-1.15972236e-41	-2.91207673e-40	-1.15659019e-44
C140	-6.88975315e-40	-6.99129714e-39	-4.69836892e-44
C142	-2.90125414e-39	-2.13001905e-37	1.46558091e-42
C144	-4.26224447e-39	-2.15878626e-36	2.57968797e-41
C146	2.12388457e-38	-1.92354163e-35	8.70323809e-41
C148	1.00587068e-37	-1.25257261e-34	3.0826717e-40
C150	2.69054759e-37	-1.60142154e-34	2.17287446e-40
C152	3.45264757e-37	4.28993407e-35	3.7668963e-39

[0532] 图32的表3b

[0533]

表面	DCX	DCY	DCZ
像平面	0.00000000	0.00000000	0.00000000
M6	0.00000000	0.00000000	680.26363148
M5	0.00000000	175.01413342	115.40717146
0	0.00000000	67.03531830	696.81352059
M4	0.00000000	-177.89118720	2015.60763050
M3	0.00000000	463.67514111	1019.61228072
光阑	0.00000000	437.35060541	1536.16364485
M2	0.00000000	411.13780579	2050.52247554
M1	0.00000000	916.20837074	360.59865458
物平面	0.00000000	1103.19655335	2500.12593849

[0534] 图32的表4a

[0535]

表面	TLA[deg]	TLB[deg]	TLC[deg]
像平面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000
M6	8.60749020	0.00000000	-0.00000000
M5	13.86804194	180.00000000	0.00000000
光阑	1.91361326	0.00000000	-0.00000000
M4	21.65427373	0.00000000	-0.00000000
M3	17.85241632	180.00000000	0.00000000
AS	-1.32428889	0.00000000	-0.00000000
M2	9.77865522	0.00000000	-0.00000000
M1	5.82256804	180.00000000	0.00000000
物平面	0.00521430	0.00000000	-0.00000000

[0536] 图32的表4b

[0537]

表面	入射角[deg]	反射率
M6	8.60749020	0.65767358
M5	3.34693847	0.66458709
M4	11.13317026	0.65184268
M3	14.93502767	0.63931878
M2	6.86126657	0.66070757
M1	10.81735374	0.65267164
总传输		0.0785

[0538] 图32的表5

[0539]

X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
-0.00000000	-112.29771418	0.00000000
-33.95300806	-110.50829091	0.00000000
-67.19709735	-105.23305301	0.00000000
-99.02112992	-96.74222105	0.00000000
-128.70836648	-85.46276877	0.00000000
-155.53408145	-71.94865414	0.00000000
-178.77033514	-56.83454541	0.00000000
-197.70656829	-40.78032165	0.00000000
-211.69220377	-24.42406785	0.00000000
-220.19846094	-8.34604314	0.00000000
-222.88505781	6.96008041	0.00000000
-219.65050117	21.10835728	0.00000000
-210.64850400	33.82750503	0.00000000
-196.26500687	44.95249418	0.00000000
-177.06410535	54.40979859	0.00000000
-153.72103885	62.20042270	0.00000000
-126.96076580	68.38008729	0.00000000
-97.51311407	73.03741008	0.00000000
-66.08745553	76.27157774	0.00000000
-33.36449943	78.17125573	0.00000000
-0.00000000	78.79727683	0.00000000
33.36449943	78.17125573	0.00000000
66.08745553	76.27157774	0.00000000
97.51311407	73.03741008	0.00000000
126.96076580	68.38008729	0.00000000
153.72103885	62.20042270	0.00000000
177.06410535	54.40979859	0.00000000
196.26500687	44.95249418	0.00000000
210.64850400	33.82750503	0.00000000
219.65050117	21.10835728	0.00000000
222.88505781	6.96008041	0.00000000
220.19846094	-8.34604314	0.00000000
211.69220377	-24.42406785	0.00000000
197.70656829	-40.78032165	0.00000000
178.77033514	-56.83454541	0.00000000
155.53408145	-71.94865414	0.00000000
128.70836648	-85.46276877	0.00000000
99.02112992	-96.74222105	0.00000000
67.19709735	-105.23305301	0.00000000
33.95300806	-110.50829091	0.00000000

[0540] 图32的表6

[0541] 投射光学单元33的总反射率近似为7.85%。

[0542] 反射镜的参考轴线通常相对于像平面9的法线倾斜,如通过表中的倾斜值所明确的。

[0543] 像场8具有13mm的两倍的x范围和1mm的y范围。优化投射光学单元33用于13.5nm的照明光3的操作波长。

[0544] 从在照明光3的所有射线在光阑表面上的交叉点出现光阑的光阑表面的边缘(也参见图32的表6),在像侧,该照明光3的所有射线在具有完整的像侧远心孔径的光阑表面的方向上在场中心点处传播。当光阑实施为孔径光阑时,边缘是内边缘。

[0545] 光阑AS可以位于平面中或者具有三维的实施例。光阑AS在扫描方向(y)上的范围可以小于在交叉扫描方向(x)上的范围。

[0546] 投射光学单元33在z方向上的安装长度(即在物平面5和像平面9之间的距离)近似为2500mm。

[0547] 在投射光学单元33中,光瞳遮蔽是入瞳的完整孔径的15%。因此,由于通道开口17而遮蔽小于15%的数值孔径。以与上文结合光阑18所解释的光阑边缘的构造类似的方式构造遮蔽边缘。在作为遮蔽光阑的实施例的情况下,边缘是光阑的外边缘。在投射光学单元33的系统光瞳中,由于遮蔽而不能被照明的表面小于完整系统光瞳的表面的0.15^2。在系统光瞳内的非照明表面可以在x方向上具有与y方向上不同的范围。在系统光瞳中的非照明表面可以是圆形、椭圆形、正方形或者矩形。另外,在系统光瞳中不能被照明的该表面可以在x方向上和/或在y方向上关于系统光瞳的中心偏心。

[0548] 在中心物场点和中心像场点之间的y距离d_{OIS}(物像偏移)近似为1100mm。在反射镜M5和像平面9之间的工作距离为90mm。

[0549] 投射光学单元33的反射镜可以容纳在xyz边长为913mm×1418mm×1984mm的长方体中。

[0550] 投射光学单元33在像侧近似是远心的。

[0551] 基于图33和图35在下文中解释投射光学单元34的其他实施例,其可以用在根据图1的投射曝光设备1中来代替投射光学单元7。再次,图33示出了子午截面,图35示出了投射光学单元34的弧矢视图。上文中已经在图1至图32和图34的情景下解释的部件和功能由相同的附图标记适当地表示,并且不再详细地讨论。

[0552] 反射镜M1至M6再次实施为自由形式表面反射镜,对其适用上文指定的自由形式表面公式(1)。

[0553] 下面的表格再次示出了投射光学单元34的反射镜M1至M6的反射镜参数。

[0554]

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
最大入射角[°]	9.0	14.2	16.6	11.3	21.4	9.7
反射表面在x方向上的范围[mm]	509.7	525.9	442.0	857.3	464.6	950.6
反射表面在y方向上的范围[mm]	210.7	153.5	171.9	293.9	172.2	917.1
最大反射镜直径[mm]	509.7	526.0	442.1	857.3	464.6	950.9

[0555] 反射镜M1至M6都不具有大于1的y/x纵横比。反射镜M2具有近似为1:3.4的最小的y/x纵横比。

[0556] 这里,反射镜M6具有最大的最大反射镜直径,测得为950.9mm。

[0557] 来自投射光学单元34的光学设计数据可以从如下表格中获悉,该表格就其设计而言对应于根据图2的投射光学单元7的表格。

[0558]

示例性实施例	图33
NA	0.55
波长	13.5 nm
beta_x	4.0
beta_y	-8.0
场尺寸_x	26.0 mm
场尺寸_y	1.2 mm
场曲率	0.012345 1/mm
rms	15.3 ml
光阑	AS

[0559] 图33的表1

[0560]

表面	半径x[mm]	屈光力x[1/mm]	半径y[mm]	屈光力y[1/mm]	操作模式
M6	-1006.7284257	0.0019693	-842.2517827	0.0023954	REFL
M5	5965.3172078	-0.0003353	391.8243663	-0.0051043	REFL
M4	-1561.8151501	0.0012619	-1649.3044398	0.0012306	REFL
M3	1880.6366574	-0.0010299	3383.4646405	-0.0006104	REFL
M2	-5843.2989604	0.0003379	-914.8700717	0.0022144	REFL
M1	-4100.6049314	0.0004851	-898.9161353	0.0022371	REFL

[0561] 图33的表2

[0562]

系数	M6	M5	M4
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	-1006.72842600	5965.31720800	-1561.81515000
C7	-2.36080773e-08	1.28554798e-06	3.94514132e-09
C9	-4.2069464e-09	1.07681842e-06	-1.62903175e-09
C10	-1.17644873e-11	4.17941495e-10	-6.48276378e-12
C12	-3.59134517e-11	2.88742693e-09	1.76483997e-11
C14	-1.63305797e-11	6.95203918e-09	3.4186017e-13
C16	-3.32910335e-14	1.11774422e-12	7.60337079e-16
C18	-3.36483434e-14	1.32703447e-11	6.40178912e-15
C20	-7.90772381e-15	1.3867734e-11	2.20113512e-14
C21	-2.39696783e-17	7.7521509e-16	-5.4865664e-18
C23	-7.21389701e-17	1.13884842e-14	4.97674411e-18
C25	-8.58520679e-17	5.1496675e-14	1.61922965e-17
C27	-2.49737385e-17	1.03640903e-13	5.2042106e-17
C29	-2.36771533e-20	6.69920634e-18	-2.46740499e-21
C31	-7.23068755e-20	7.48829488e-17	2.94884664e-20
C33	-5.04364058e-20	3.19263293e-16	9.68386762e-20
C35	-8.81491788e-21	4.7637767e-17	1.61788245e-19
C36	-3.07931348e-23	1.88599363e-21	-4.7228178e-25
C38	-1.2368233e-22	3.86262162e-20	1.5000994e-23
C40	-2.10717929e-22	3.74624343e-19	-1.71575087e-22
C42	-1.55975256e-22	5.55280341e-19	-2.29927658e-21
C44	-3.49712831e-23	2.54793079e-19	-4.86801861e-21
C46	-2.66204224e-26	6.027065e-24	8.05564747e-27
C48	-1.06852252e-25	1.35565132e-22	-2.12494726e-26
C50	-1.39905245e-25	1.28558155e-21	3.31373857e-25
C52	-7.38507052e-26	3.91068516e-21	5.70573409e-24
C54	-1.20370276e-26	-7.12291126e-21	1.41345158e-24
C55	-2.69457175e-29	-2.23174837e-27	-2.1395474e-30
C57	-1.77986898e-28	3.32509965e-25	-1.48447807e-28
C59	-3.66895205e-28	3.53118757e-24	3.27794124e-28
C61	-3.98218369e-28	2.6586045e-23	1.89615686e-26
C63	-2.03566054e-28	4.0294128e-23	1.00894697e-25
C65	-5.30268041e-29	3.23594134e-22	1.13309229e-25
C67	-3.0047318e-32	2.9829458e-28	-1.83843732e-32
C69	-1.55074503e-31	7.06201039e-27	-2.03057508e-31
C71	-4.70669939e-31	7.46696177e-26	1.53278455e-30
C73	-3.89482265e-31	1.82406791e-25	-5.45541074e-29
C75	-8.18915595e-32	8.6022715e-25	-3.66861957e-28
C77	-8.15530371e-33	6.57527779e-25	-1.39584841e-28
C78	-3.3235481e-35	6.71728717e-32	1.15787845e-35
C80	-2.61100277e-34	-1.18245822e-30	1.13061166e-33
C82	-1.07477883e-33	3.624861e-29	3.47838169e-33
C84	-1.84308773e-33	-9.0142297e-29	-5.12555002e-32
C86	-1.82743964e-33	-1.42012455e-27	-5.72799315e-31
C88	-9.28722157e-34	-1.85608864e-27	-1.62324547e-30
C90	-1.04744708e-34	-2.7671563e-26	-3.15634748e-31
C92	-1.28436626e-37	-3.28236635e-33	4.59915186e-38
C94	-4.58925734e-37	-6.13084953e-32	1.76190676e-36
C96	1.46331065e-37	-1.19479671e-30	1.11464545e-35
C98	5.73381884e-37	-1.06320106e-29	9.94287718e-36
C100	2.03899668e-37	-2.83336892e-29	1.19466153e-33
C102	-3.72313868e-37	-1.09821473e-28	6.56891196e-33

系数	M6	M5	M4
C104	-1.33892457e-37	8.26930634e-29	6.75668551e-34
C105	2.54605643e-42	-2.91865459e-37	-2.91255207e-41
C107	4.2759669e-40	4.89002957e-36	-3.18092396e-39
C109	1.37326821e-39	-5.61432253e-34	-2.61564889e-38
C111	2.26926013e-39	-8.66021369e-33	-3.59867394e-38
C113	3.77714415e-39	-1.88255881e-32	1.06600252e-36
C115	3.89548381e-39	-7.64730421e-32	6.80748387e-36
C117	2.09996643e-39	-3.16857153e-32	2.850714e-36
C119	2.54320661e-40	3.19444666e-31	-1.04473406e-35
C121	1.21614444e-43	2.32998757e-38	0
C123	6.49368051e-44	5.04254106e-37	0
C125	-2.89343618e-42	7.30943297e-36	0
C127	-6.07402874e-42	1.21067923e-34	0
C129	-6.32771343e-42	7.23619769e-34	0
C131	-3.36969492e-42	1.2428046e-33	0
C133	-2.104793e-43	3.52791806e-33	0
C135	1.77306314e-43	-1.02737596e-32	0
C136	-1.52575809e-46	2.12924071e-42	0
C138	-2.30237851e-45	2.07292225e-40	0
C140	-7.87878875e-45	4.36510753e-39	0
C142	-1.5800379e-44	9.4878367e-38	0
C144	-2.52175277e-44	9.4252e-37	0
C146	-2.658207e-44	3.21331684e-36	0
C148	-1.73727174e-44	1.06350303e-35	0
C150	-6.65813017e-45	-1.05592399e-35	0
C152	-8.98636196e-46	3.26212163e-35	0

[0563]

[0564] 图33的表3a

系数	M3	M2	M1
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	1880.63665700	-5843.29896000	-4100.60493100
C7	-4.94029343e-08	1.49179578e-07	7.73453613e-09
C9	1.90649177e-07	-1.56715489e-08	3.20483091e-08
C10	8.97962559e-11	1.04449418e-10	-2.45522201e-11
C12	-8.62966033e-10	-3.739312e-12	-1.01617201e-10
C14	1.72078355e-10	-1.31318293e-10	-2.77000383e-10
C16	-2.00154532e-13	-9.73768186e-14	2.03576356e-14
C18	-9.11364311e-13	-1.58355358e-13	1.94910249e-13
C20	-2.01758014e-12	4.96235302e-13	-6.81883948e-13
C21	7.35882998e-16	8.20220031e-17	-4.61681069e-18
C23	4.83251272e-16	1.51701684e-16	-7.82206035e-18
C25	2.49131175e-15	-7.21394993e-16	3.21596342e-16
C27	-4.5294101e-15	-2.73671786e-15	-1.27108558e-15
C29	1.74504569e-18	-1.9860959e-21	-2.12228815e-20
C31	-2.18679872e-18	5.75861209e-19	-2.22428091e-19
C33	-9.36508454e-18	-1.31083424e-18	-9.06535225e-20
C35	-4.96430229e-17	-3.13301142e-17	-3.51793744e-17
C36	3.43328396e-22	8.20150186e-23	3.04376562e-23
C38	-1.35049644e-20	1.73800191e-21	1.58444309e-22
C40	7.32106265e-21	2.64009548e-20	1.87047244e-21
C42	4.07732261e-19	2.4290507e-19	1.91910499e-20
C44	6.44543663e-19	9.92250873e-19	-1.3098699e-19
C46	-1.1357514e-23	-6.85737803e-25	-6.72152116e-26
C48	1.88750153e-23	-8.28542257e-24	9.48692673e-25
C50	2.43074745e-22	1.86471291e-22	2.91710329e-24

[0565]

[0566]

系数	M3	M2	M1
C52	4.11977741e-22	2.03147349e-21	-2.07056289e-23
C54	4.49237652e-21	3.61364485e-23	-2.45380768e-23
C55	-1.28868081e-27	1.40543445e-27	-8.73981974e-28
C57	3.3048524e-25	-3.74175772e-26	-2.95434759e-28
C59	3.91588107e-25	-5.74632156e-25	6.78617966e-27
C61	-1.12703785e-23	-9.65404462e-24	-5.41578074e-25
C63	-5.52941228e-23	-6.43759572e-23	-3.28650311e-24
C65	-1.17857183e-24	-2.55557626e-22	1.29846463e-24
C67	5.60276243e-30	1.246671e-29	2.14903234e-30
C69	-2.96093489e-28	1.81147151e-28	6.03676056e-30
C71	-1.53896678e-26	1.04355606e-27	6.52210129e-29
C73	-5.38762556e-27	-6.35307839e-26	2.61271121e-28
C75	7.03953591e-26	-3.37289815e-25	3.72205453e-28
C77	-2.39732418e-25	4.3699226e-25	6.61454986e-26
C78	-7.38287739e-32	-5.15111147e-33	7.78620254e-33
C80	-8.0679497e-30	5.93676557e-31	-1.10593906e-32
C82	-1.86642027e-29	7.6402297e-30	-7.5135761e-31
C84	1.46666077e-28	1.53054394e-28	4.2156926e-30
C86	1.16839579e-27	1.93800725e-27	7.20454782e-29
C88	2.71039548e-27	9.64306599e-27	2.63101456e-28
C90	-5.57449245e-27	3.35251116e-26	1.62675507e-28
C92	6.90715973e-35	-7.74524297e-35	-1.59436458e-35
C94	-3.53289956e-33	-9.77085827e-34	-6.04425154e-35
C96	1.38988534e-31	-2.7791015e-32	-8.37212226e-34
C98	1.05676201e-30	4.47091465e-32	-4.218493e-33
C100	-2.8300685e-31	4.8671863e-30	-9.32282295e-33
C102	-4.21395731e-30	1.61442883e-29	-2.37304382e-32
C104	4.27990879e-30	-4.06284648e-29	-3.24174527e-30
C105	8.74018101e-37	9.1640292e-39	-2.68034362e-38
C107	7.20609305e-35	-3.31672266e-36	6.17847878e-38
C109	3.05138754e-34	-4.71797412e-35	6.49183349e-36
C111	-1.16191956e-33	-6.0757407e-34	1.55751393e-35
C113	-1.12796824e-32	-1.48310841e-32	-4.66813792e-34
C115	-4.60817817e-32	-1.3034314e-31	-2.94237332e-33
C117	-5.07248021e-32	-5.0498434e-31	-8.09943855e-33
C119	3.25810602e-31	-1.65054488e-30	-1.34504174e-32

[0567] 图33的表3b

[0568]

表面	DCX	DCY	DCZ
像平面	0.00000000	0.00000000	0.00000000
M6	0.00000000	0.00000000	823.56702252
M5	0.00000000	180.17345446	156.98468248
M4	0.00000000	-344.49567167	2142.94126767
M3	0.00000000	169.32702293	1392.39086385
光阑	0.00000000	124.47525498	1855.02797681
M2	0.00000000	62.86723152	2490.50255031
M1	0.00000000	488.47152498	1529.14826845
物平面	0.00000000	177.89305993	3000.03510500

[0569] 图33的表4a

[0570]

表面	TLA[deg]	TLB[deg]	TLC[deg]
像平面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000
M6	7.56264709	0.00000000	-0.00000000
M5	14.96206408	180.00000000	0.00000000
M4	24.59708091	0.00000000	-0.00000000

[0571]

表面	TLA[deg]	TLB[deg]	TLC[deg]
M3	19.96636844	180.00000000	0.00000000
光阑	8.44368788	0.00000000	-0.00000000
M2	14.70850835	0.00000000	-0.00000000
M1	17.90125287	180.00000000	0.00000000
物平面	16.92289808	0.00000000	-0.00000000

[0572] 图33的表4b

[0573]

表面	入射角[deg]	反射率
M6	7.56264709	0.65958150
M5	0.16323010	0.66566562
M4	9.79824693	0.65514770
M3	14.42895939	0.64127863
M2	9.17109930	0.65652593
M1	5.97835478	0.66195441
总传输		0.0802

[0574] 图33的表5

[0575]

X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
-0.00000000	-74.47687523	0.00000000
-33.42303871	-73.30016348	0.00000000
-66.20895326	-69.81789891	0.00000000
-97.69836577	-64.16914383	0.00000000
-127.19700543	-56.57212560	0.00000000
-153.97830881	-47.30798153	0.00000000
-177.30271236	-36.70256857	0.00000000
-196.45254533	-25.10940417	0.00000000
-210.77915870	-12.89656449	0.00000000
-219.75712654	-0.43675223	0.00000000
-223.03684474	11.90374040	0.00000000
-220.48252499	23.78006122	0.00000000
-212.18414282	34.88544628	0.00000000
-198.44034760	44.96581894	0.00000000
-179.71982840	53.82983649	0.00000000
-156.61422236	61.35361805	0.00000000
-129.79477480	67.47742250	0.00000000
-99.97891473	72.19240955	0.00000000
-67.90733792	75.52146833	0.00000000
-34.33014480	77.49927798	0.00000000
-0.00000000	78.15483696	0.00000000
34.33014480	77.49927798	0.00000000
67.90733792	75.52146833	0.00000000
99.97891473	72.19240955	0.00000000
129.79477480	67.47742250	0.00000000
156.61422236	61.35361805	0.00000000
179.71982840	53.82983649	0.00000000
198.44034760	44.96581894	0.00000000
212.18414282	34.88544628	0.00000000
220.48252499	23.78006122	0.00000000
223.03684474	11.90374040	0.00000000
219.75712654	-0.43675223	0.00000000
210.77915870	-12.89656449	0.00000000
196.45254533	-25.10940417	0.00000000
177.30271236	-36.70256857	0.00000000
153.97830881	-47.30798153	0.00000000
127.19700543	-56.57212560	0.00000000

[0576]

X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
97.69836577	-64.16914383	0.00000000
66.20895326	-69.81789891	0.00000000
33.42303871	-73.30016348	0.00000000

[0577] 图33的表6

[0578] 投射光学单元34的总反射率近似为8.02%。

[0579] 投射光学单元34具有0.55的像侧数值孔径。在第一成像光平面xz中,投射光学单元34具有4.00的缩小因子β_x。在第二成像光平面yz中,投射光学单元21具有-8.00的缩小因子β_y。物侧主射线角为5.2°。投射光学单元34的安装长度近似为3000mm。光瞳遮蔽为9%。物像偏移d_{OIS}近似为177.89mm并且因此显著小于根据图32的投射光学单元7的物像偏移d_{OIS}。

[0580] 投射光学单元34的反射镜可以容纳在xyz边长为951mm×1047mm×2380mm的长方体中。

[0581] 掩模母版10以及因此物平面5相对于像平面9关于x轴以10°的角T倾斜。在图33中指出该倾斜角T。

[0582] 最接近晶片的反射镜M5和像平面9之间的工作距离大约为126mm。

[0583] 在下面的表I和表II中再次总结上文描述的投射光学单元的一些数据。对应的第一列用于将数据分配到对应的示例性实施例。

[0584] 下面的表I总结了以下光学参数:数值孔径(NA)、在x方向上的像场范围(场尺寸X)、在y方向上的像场范围(场尺寸Y)、像场曲率(场曲率)和总反射率或系统传输(传输)。

[0585] 下面的表II指定以下参数:“反射镜类型的顺序”(反射镜类型次序)、“反射镜偏转效应的顺序”(反射镜旋转次序)、“在xz平面中屈光能力顺序”(x屈光力次序)和“在yz平面中屈光能力顺序”(y屈光力次序)。这些顺序分别以在束路径中的最后反射镜开始,即跟随相反的束方向。举例而言,顺序“ROLLRRRL”涉及根据图2的实施例中按顺序M8至M1的偏转效应。

[0586]

图	NA	场尺寸 X	场尺寸 Y	场曲率	传输%
2	0.55	26	1	0.0123455	8.02
5	0.5	26	1.2	0	9.11
8	0.5	26	1	-0.0123455	7.82
11	0.55	26	1	0.0123455	8.32
14	0.45	26	1.2	0	9.29
17	0.5	26	1	0.0123455	7.2
20	0.5	26	1.2	0	9.67
23	0.55	26	1	-0.0123455	9.88
26	0.55	26	1	-0.0123455	8.72

[0587]

[0588] 表I

[0589]

图	反射镜类型次序	反射镜旋转次序	x 屈光力次序	y 屈光力次序
2	NNGGNGGN	R0LLRRRL	+---+--+	+-++++++
5	NNGGNGGN	RRLLRRRL	+-++++-+	+-++++++
8	NNNNNN	L0LRLR	+-+-+-	+-++++
11	NNGGNGGN	R0LLRRRL	+---+--+	+---++++
14	NNGGGGN	R0LLLLR	+++++++	+-+++-+
17	NNGGGNGGG	L0RRRRRRR	+-++++--+	+-++-+-++
20	NNGGGGGGN	R0LLLLLLR	+++++++++	+-++++--+
23	NNGGGGGGGN	R0RRRRRRRL	+-+++++--+	+--+++++-+
26	NNGGGGGGGN	R0RRRRRRRL	+-+++++--+	+--+++++-+

[0590] 表II

[0591] 在反射镜类型中,规格“N”涉及法线入射(NI)反射镜,规格“G”涉及掠入射(GI)反射镜。在屈光能力顺序中,“+”表示凹面反射镜表面,“-”表示凸面反射镜表面。在比较在x和y中的屈光能力顺序时,可以看到所有示例性实施例具有在x和y中不同的屈光能力顺序,除了例如根据图5的实施例。这些在x和y中的屈光能力具有不同符号的反射镜表示鞍形或复曲面表面。就在示例性实施例中的一个中出现GI反射镜而言,如可以从表II中的反射镜类型顺序中获悉,这些反射镜分别至少成对出现。

[0592] 为了制造微结构化部件或纳米结构化部件,如下使用投射曝光设备1:首先,提供反射掩模10或掩模母版以及基板或晶片11。随后,借助于投射曝光设备1,将在掩模母版10上的结构投射到晶片11的感光层上。然后,通过使感光层显影来制造在晶片11上的微结构或纳米结构以及因此制造微结构化部件。

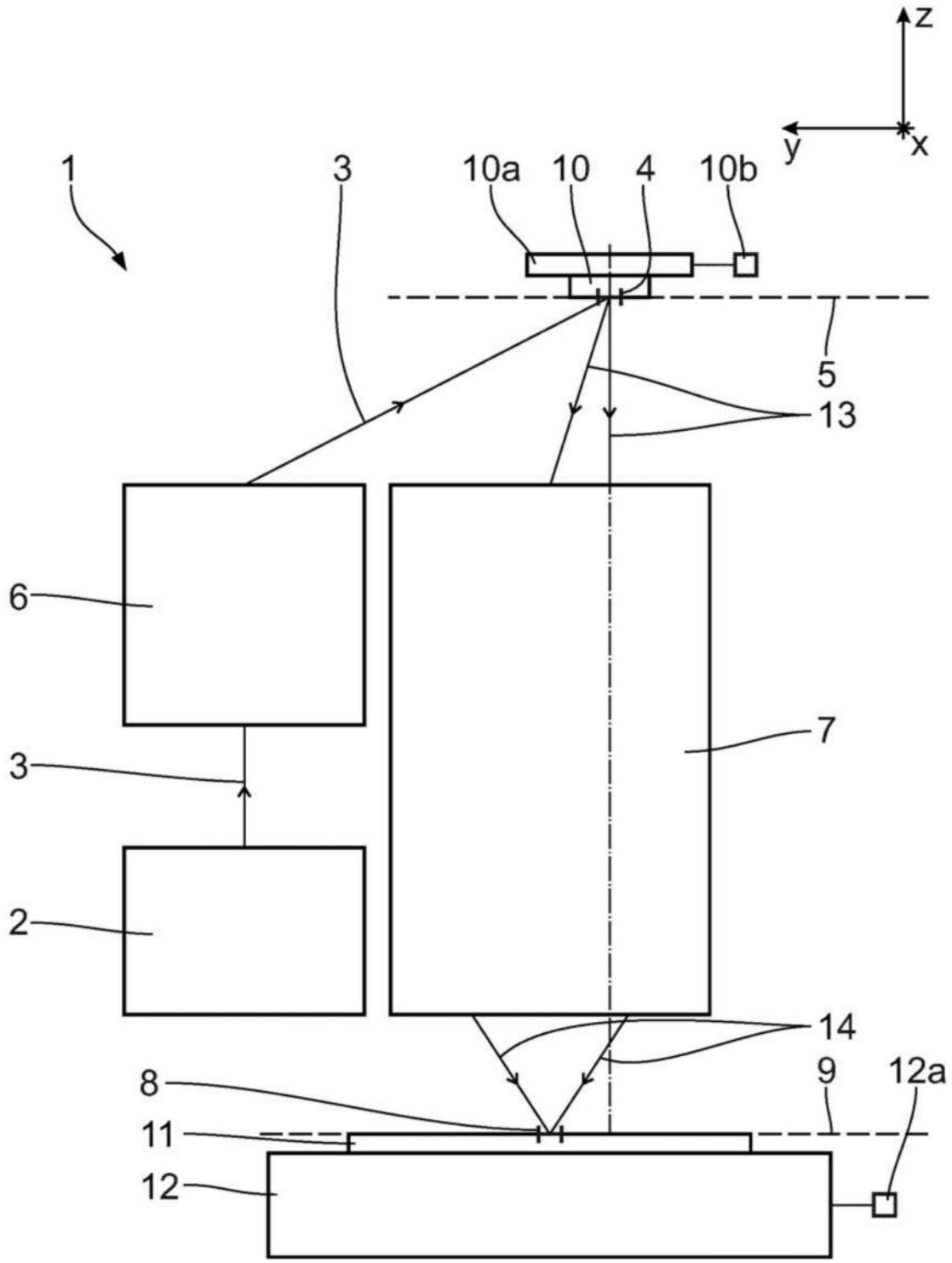


图1

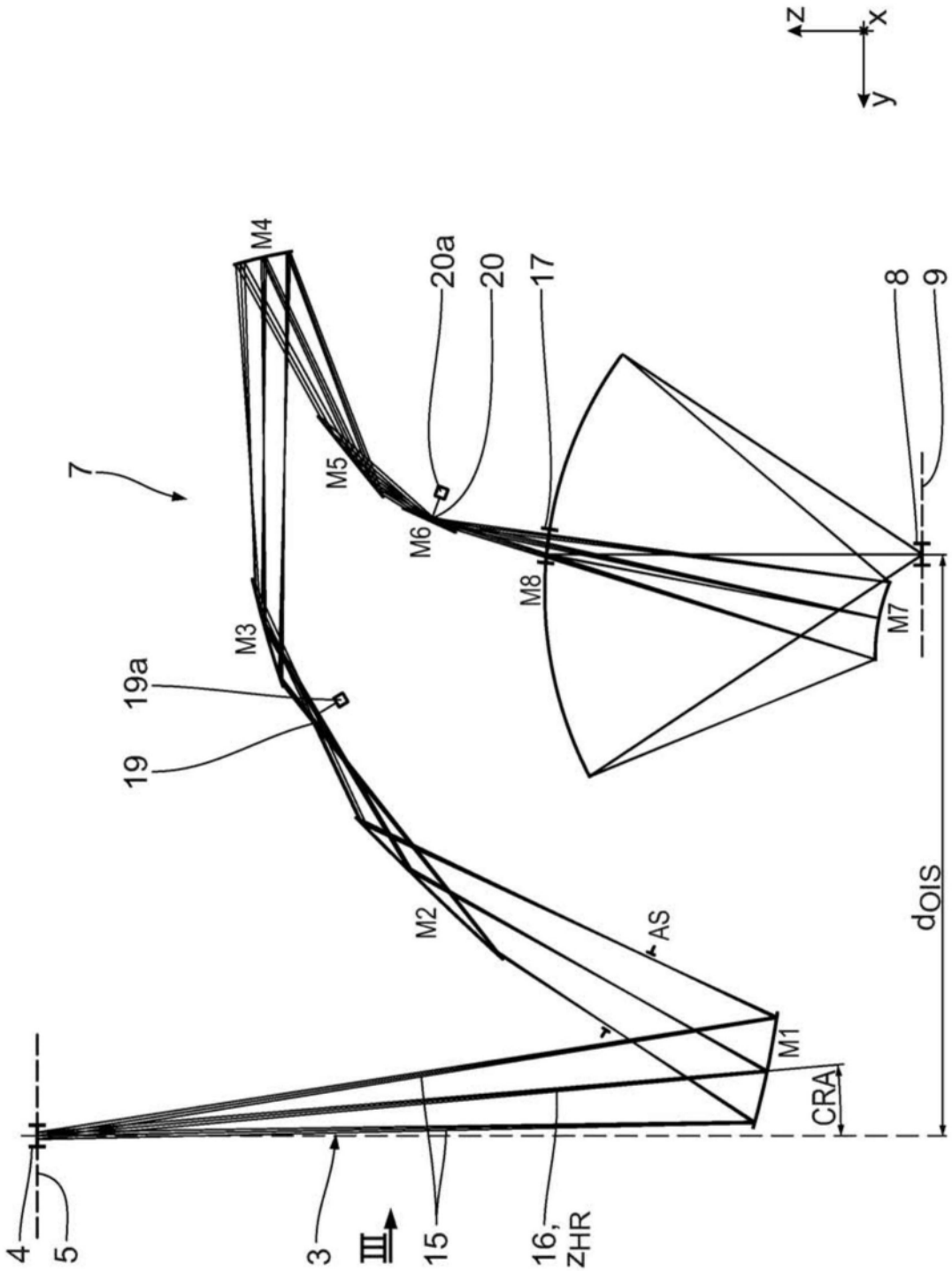

z
x
y
7
M4
20a
20
17
8
9
M5
M6
M8
M7
M3
19a
19
M2
AS
dOIS
M1
CRA
4
5
3
III
15
16,
ZHR

图2

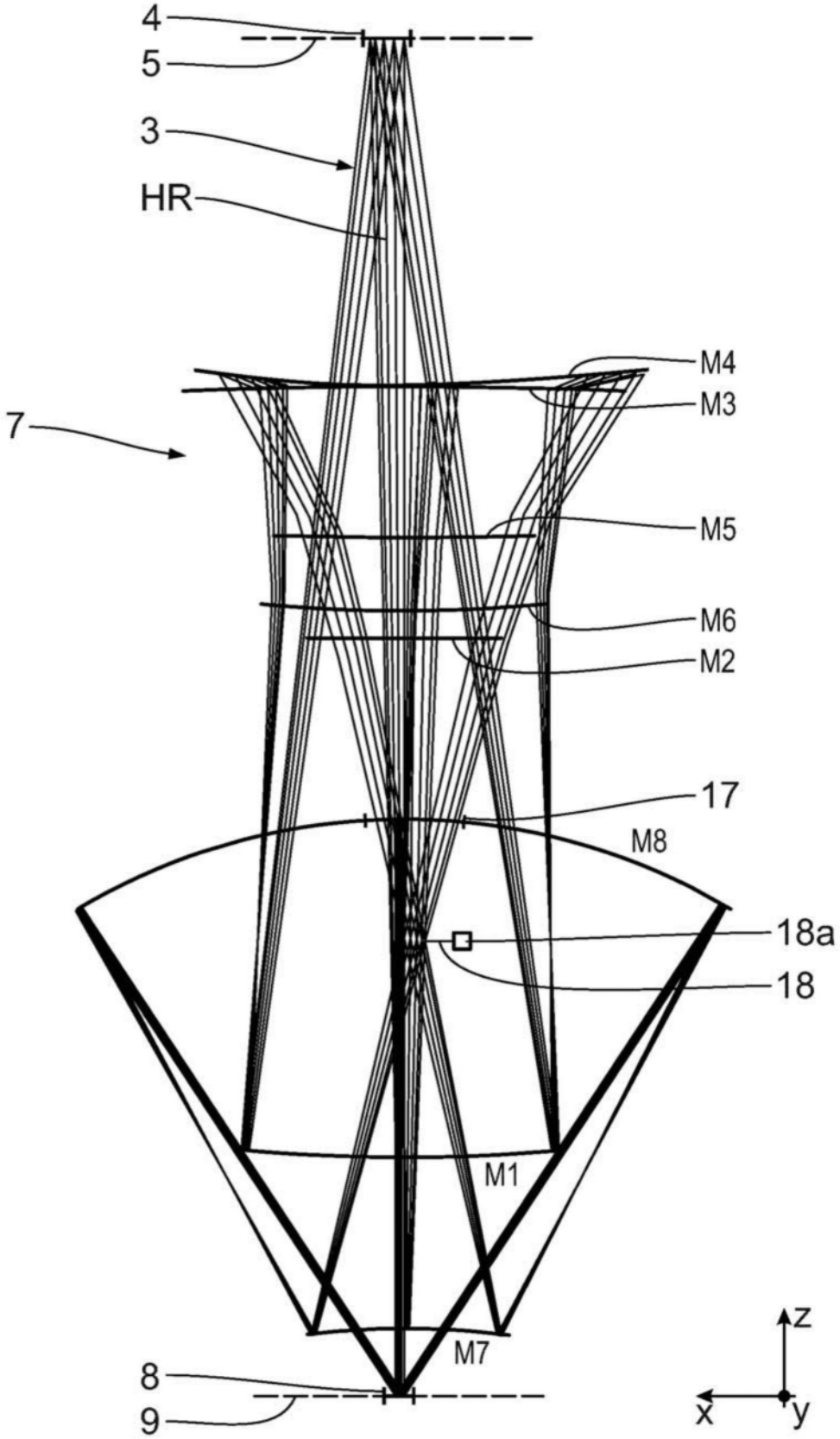


图3

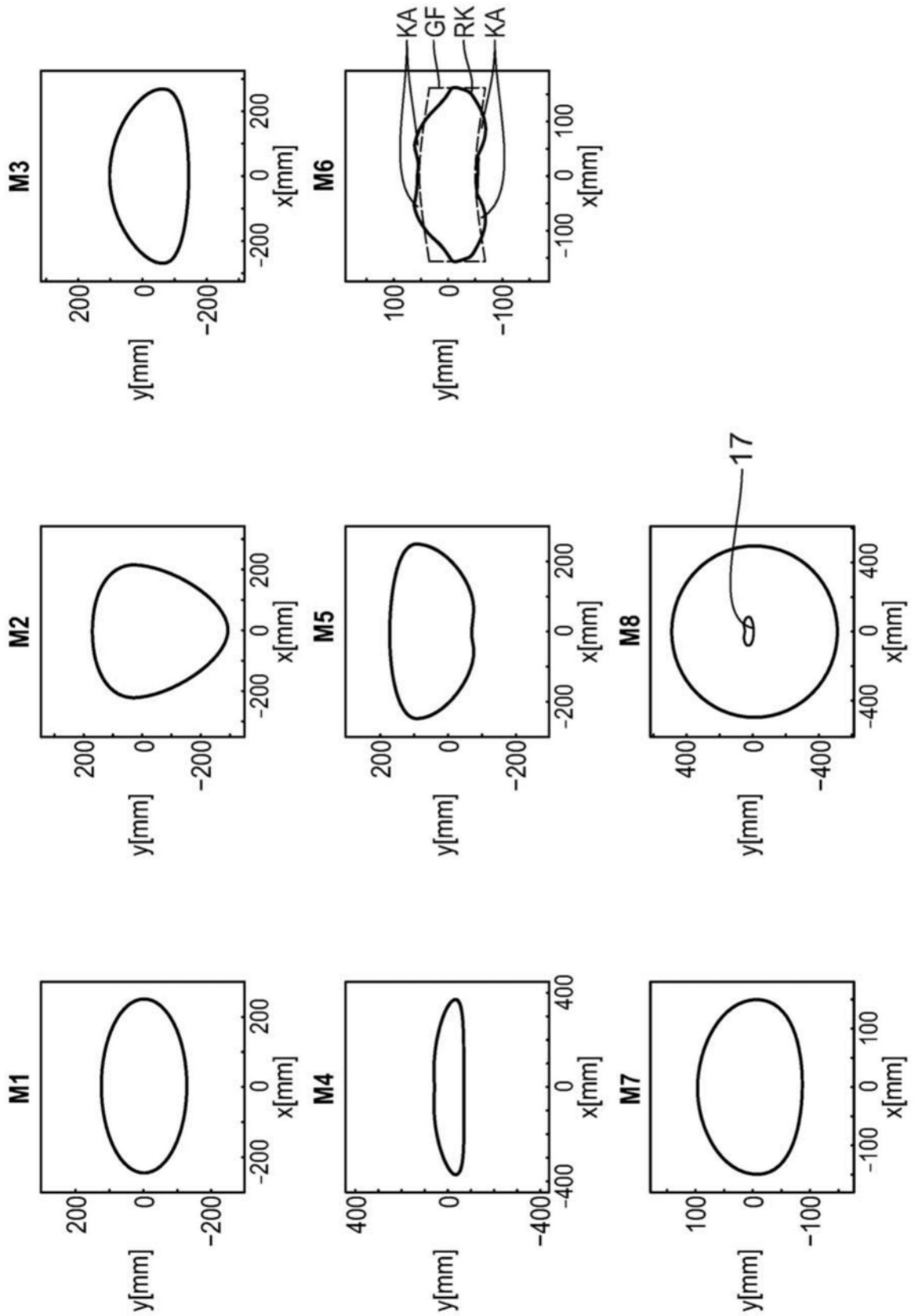


图4

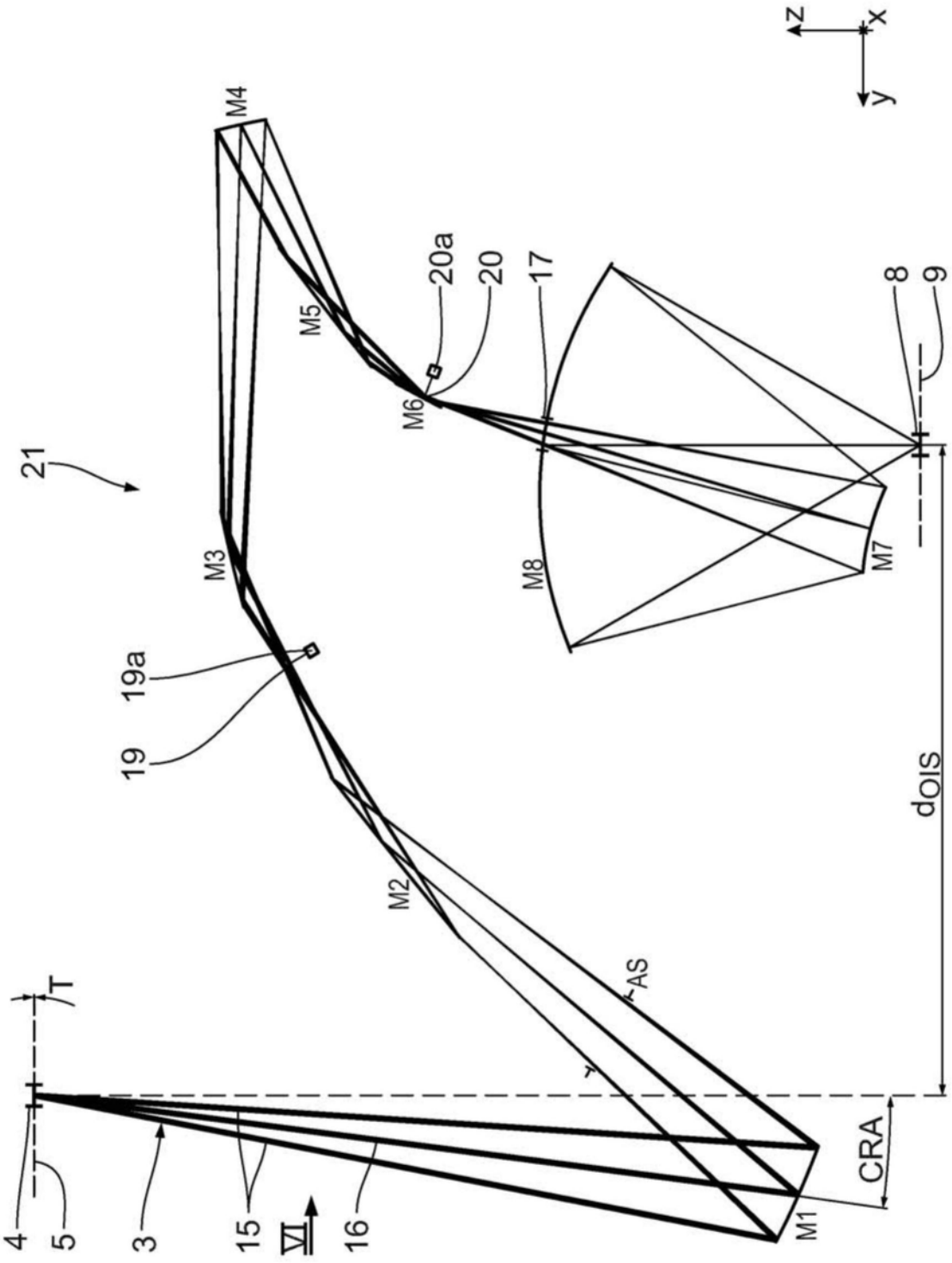

z
x
y
M4
M5
20a
20
17
8
9
21
M6
M3
M8
M7
19a
19
dOIS
M2
AS
T
CRA
4
5
3
15
VI
16
M1

图5

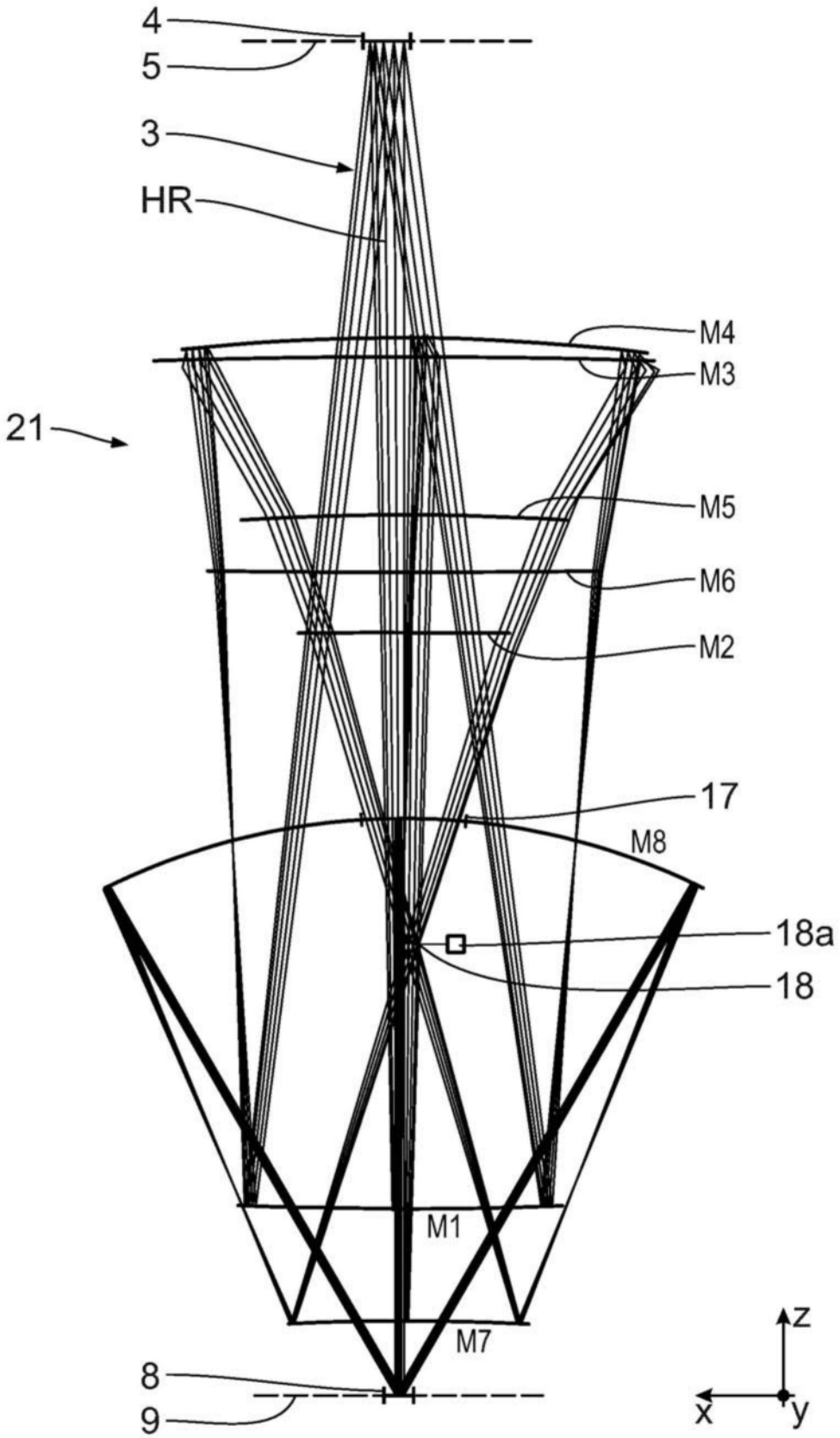


图6

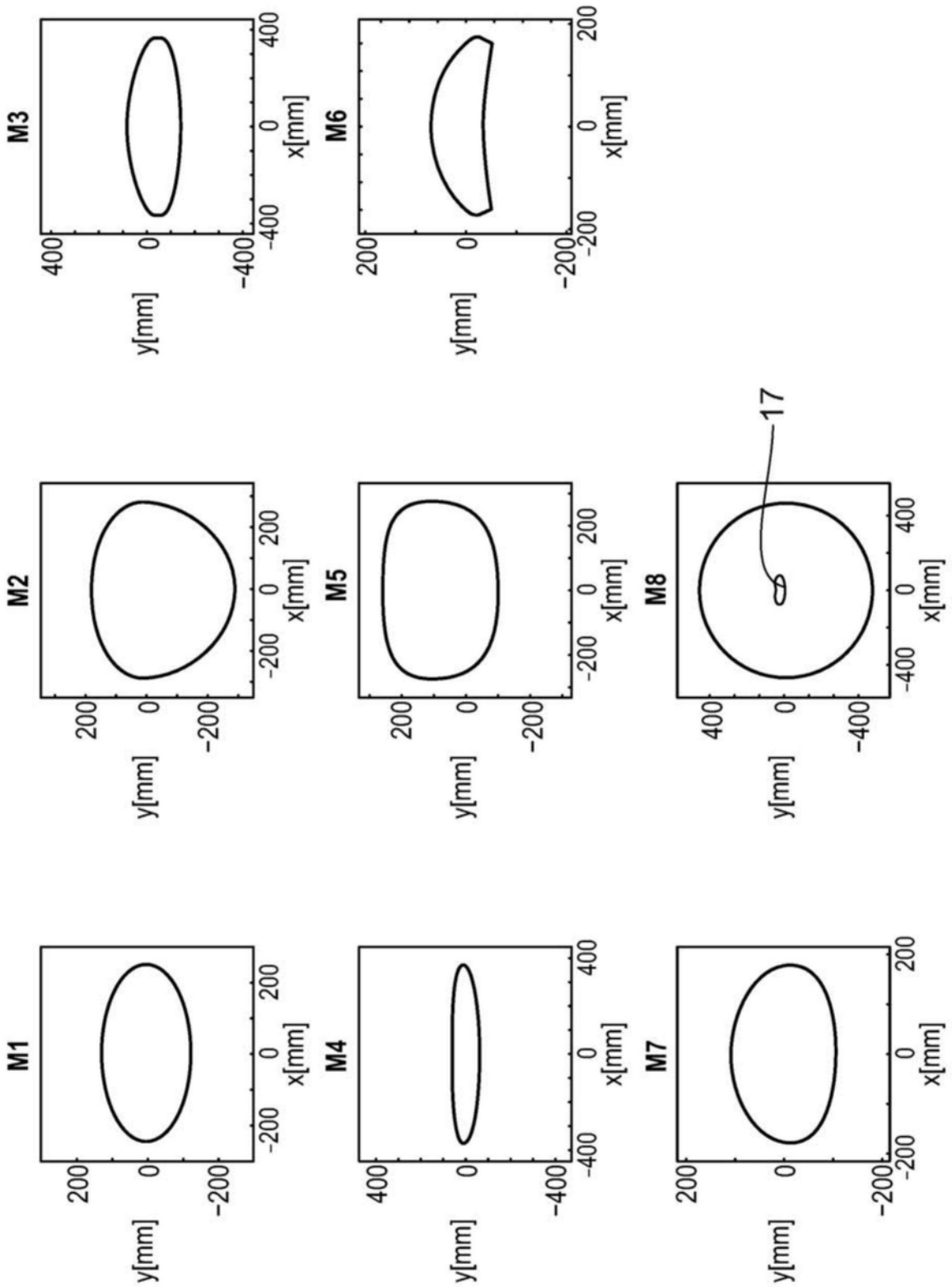


图7

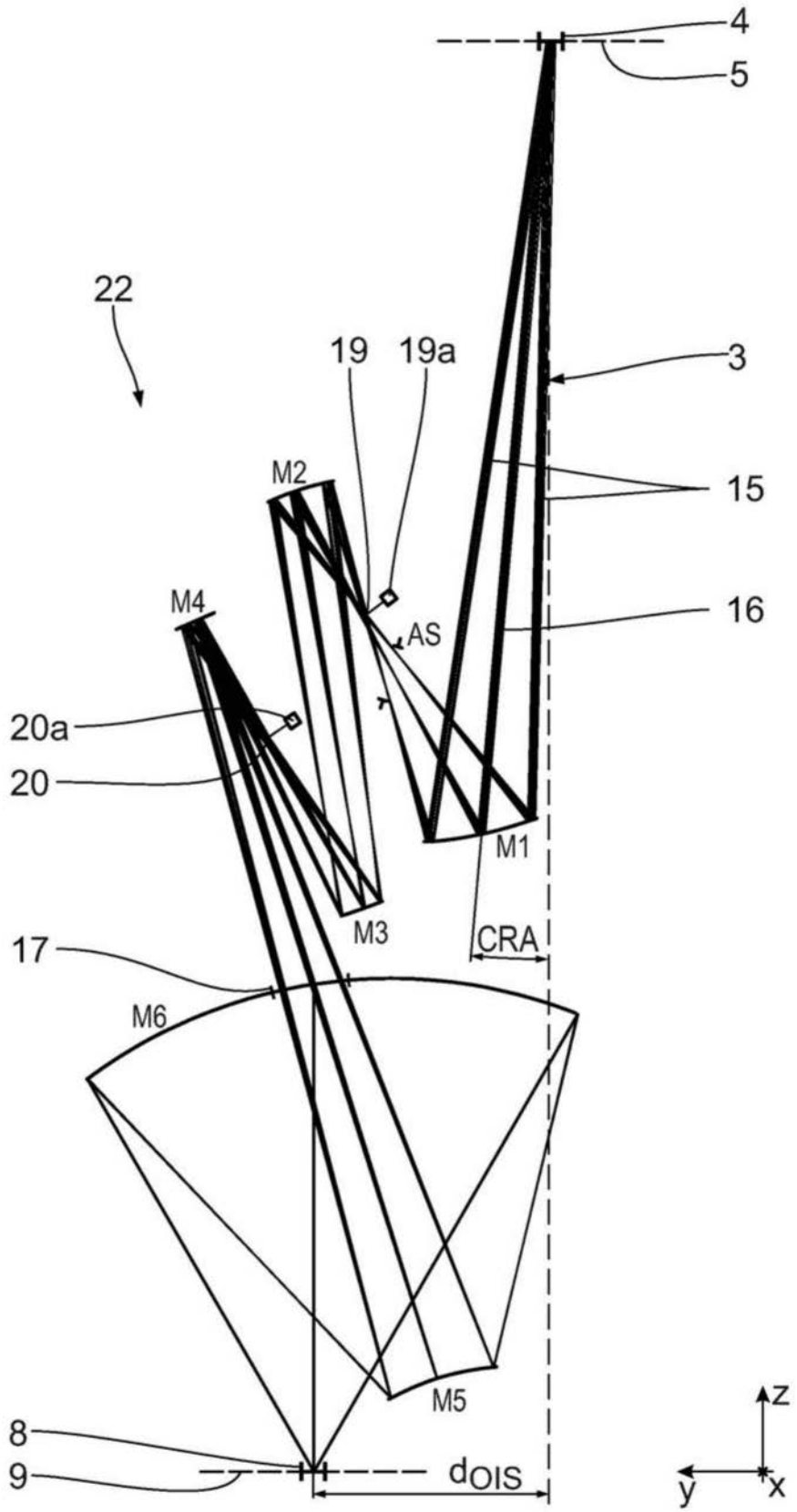


图8

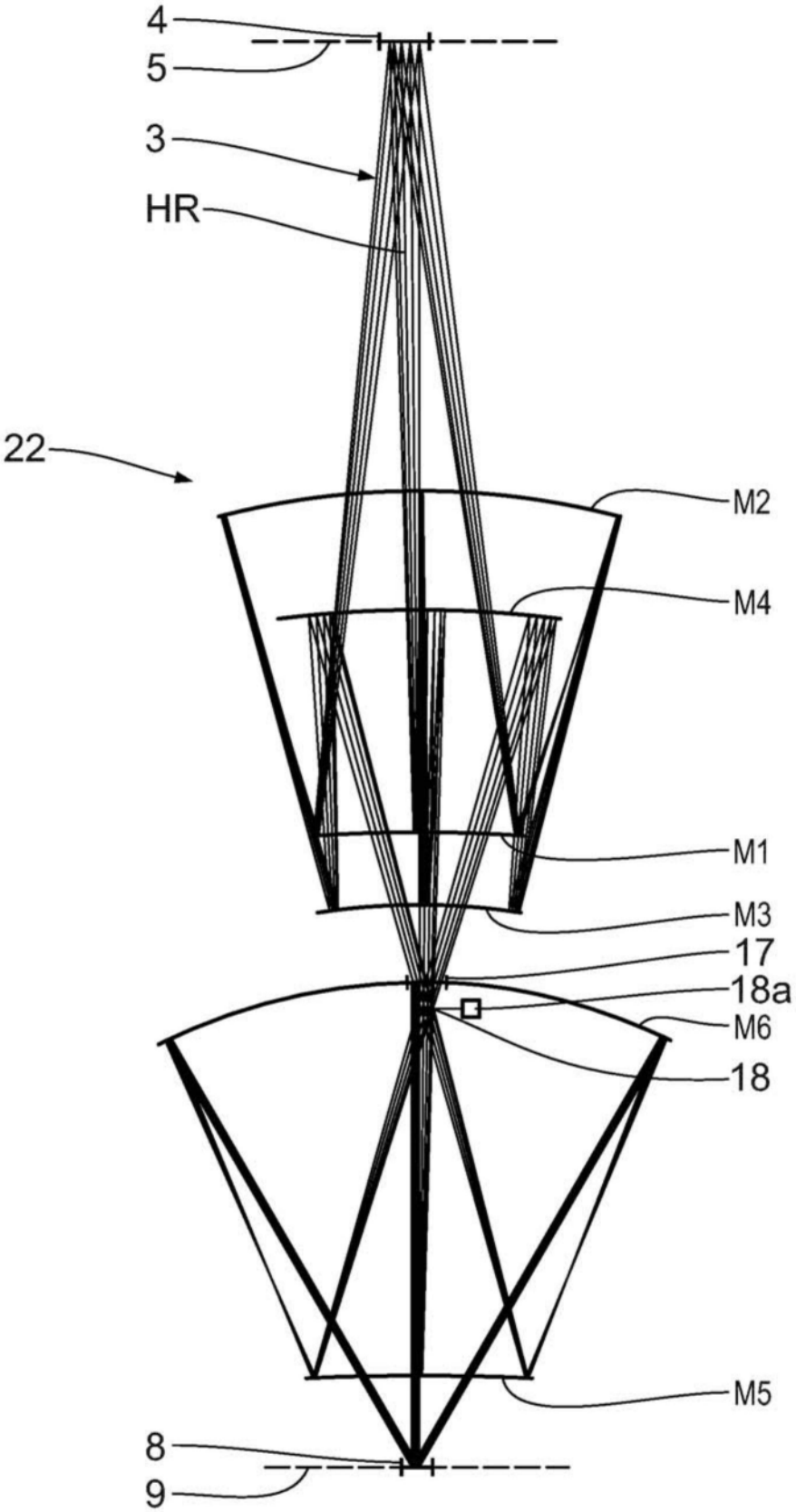


图9

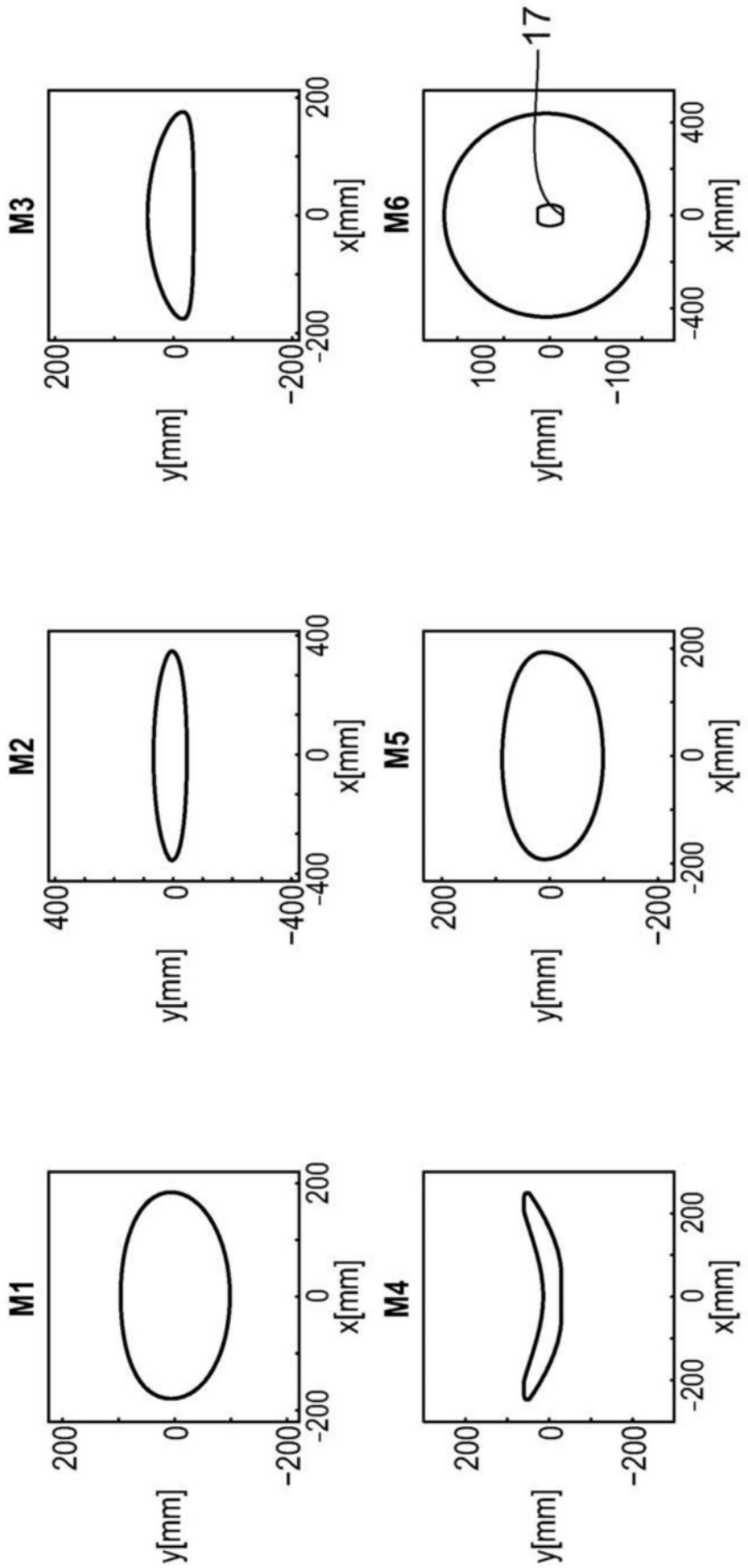


图10

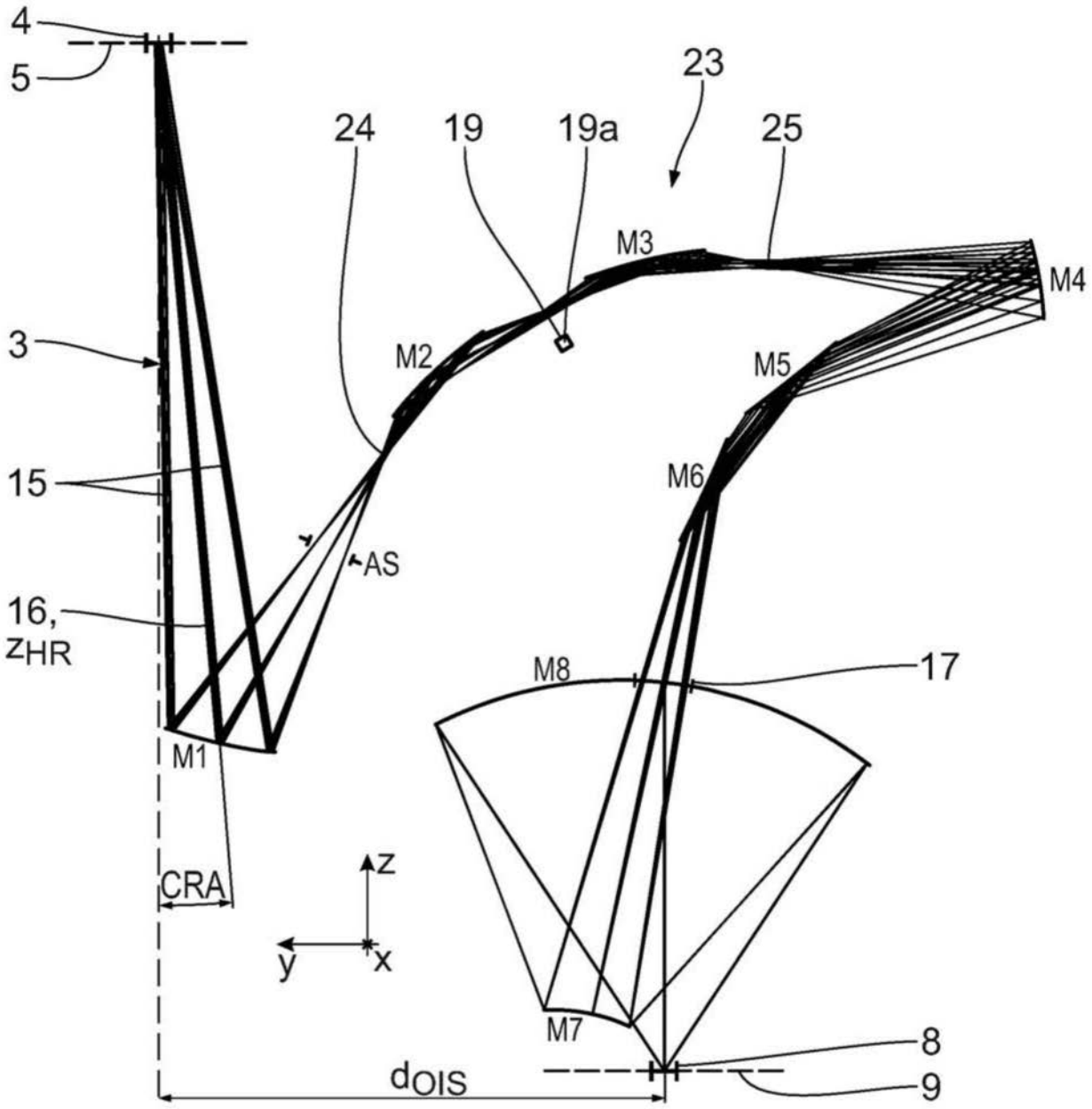

4
5
23
24
19
19a
25
M3
M4
3
M2
M5
15
M6
AS
16,
zHR
M8
17
M1
CRA
z
y
x
M7
8
dOIS
9

图11

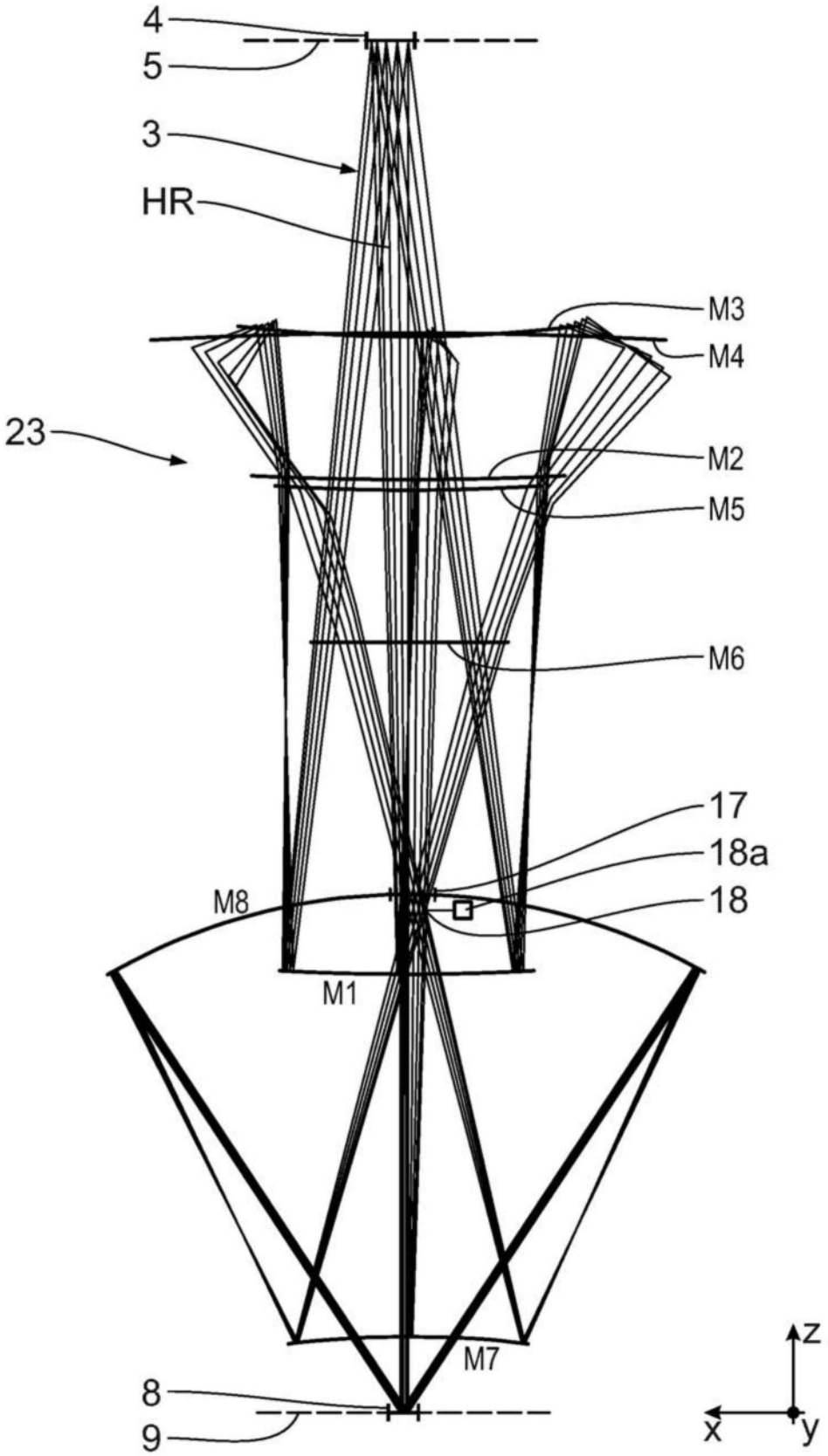


图12

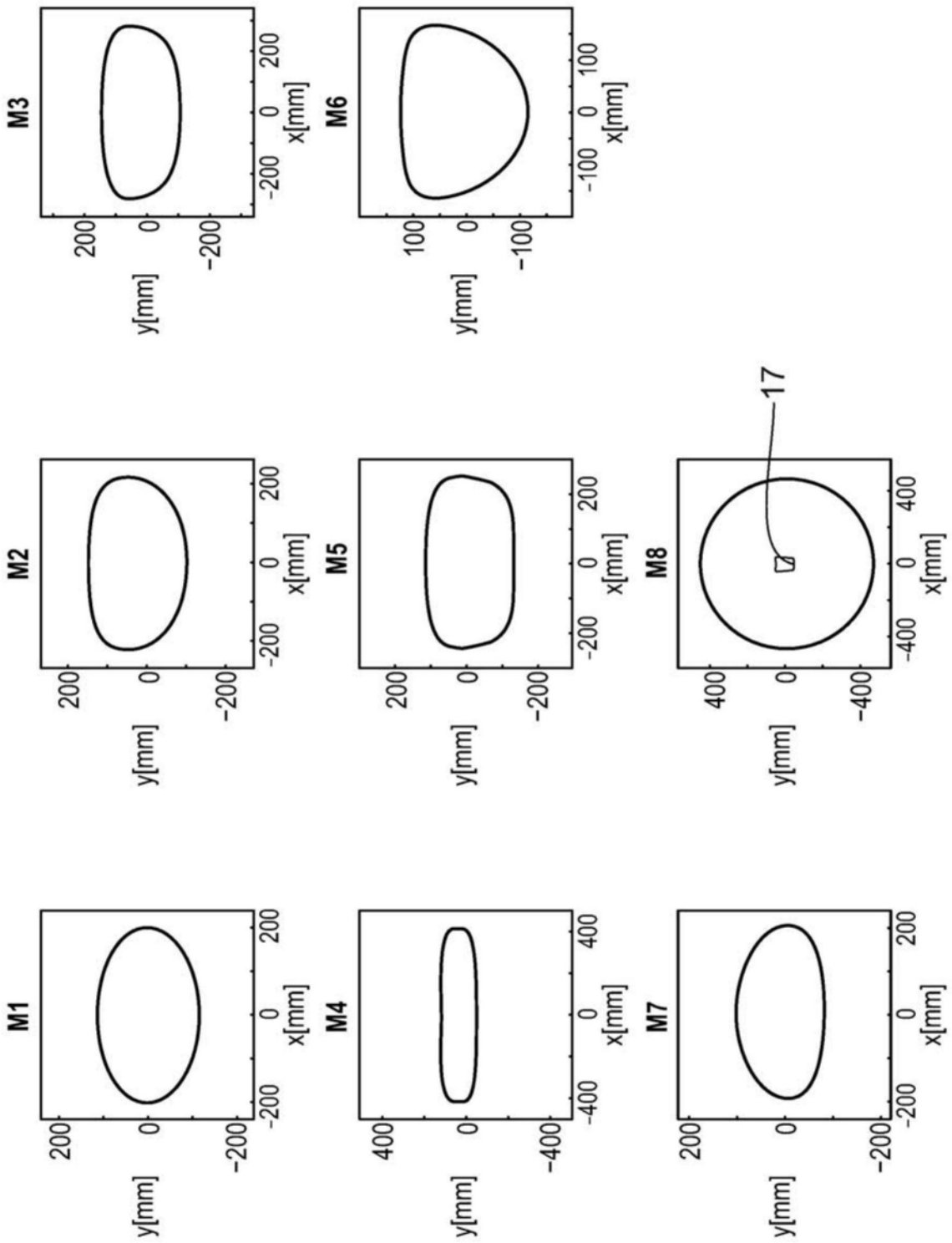


图13

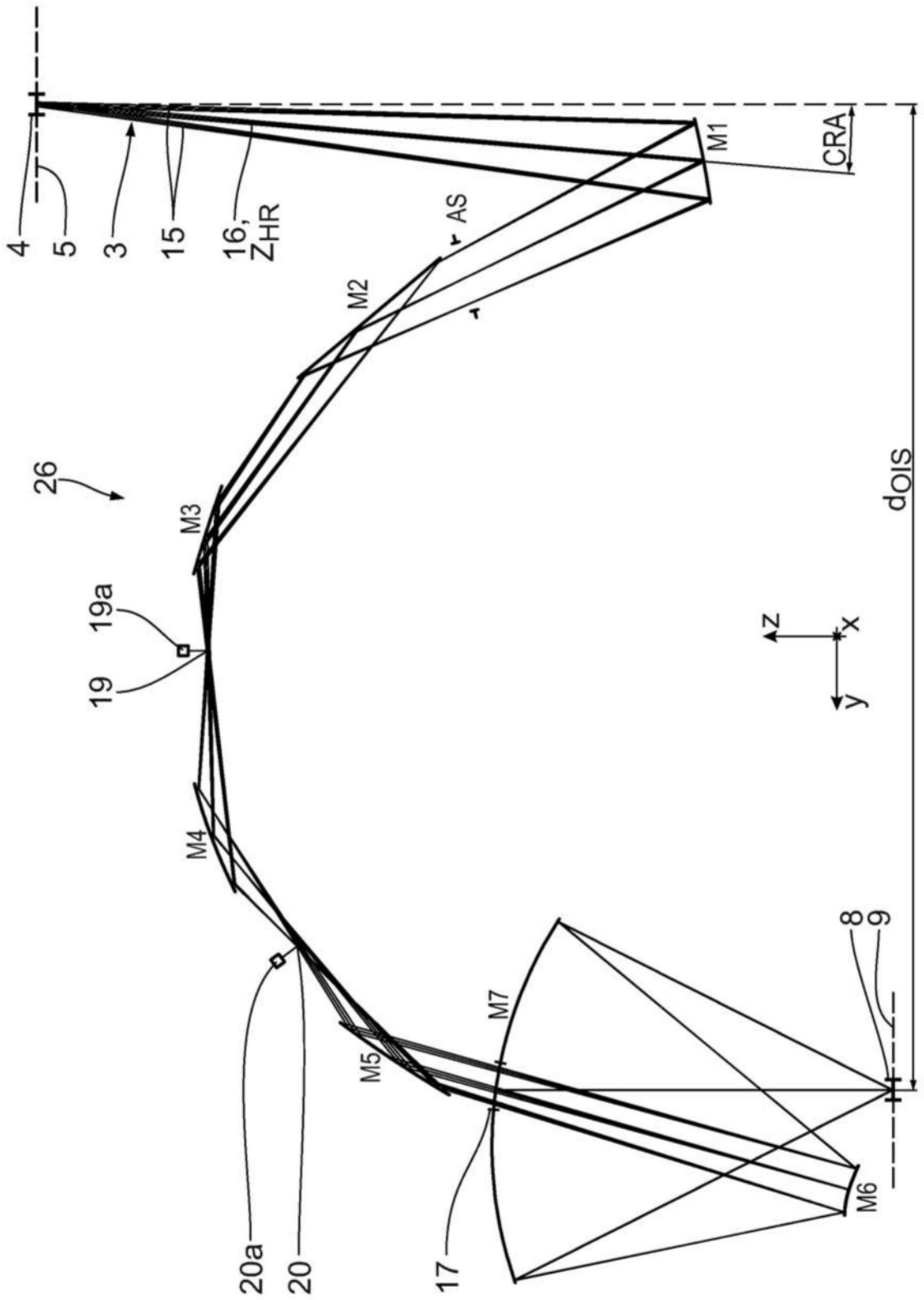

4
5
3
15
16,
ZHR
M1
CRA
AS
M2
26
M3
19a
19
M4
M5
M7
M6
8
9
20a
20
17
dOIS
z
x
y

图14

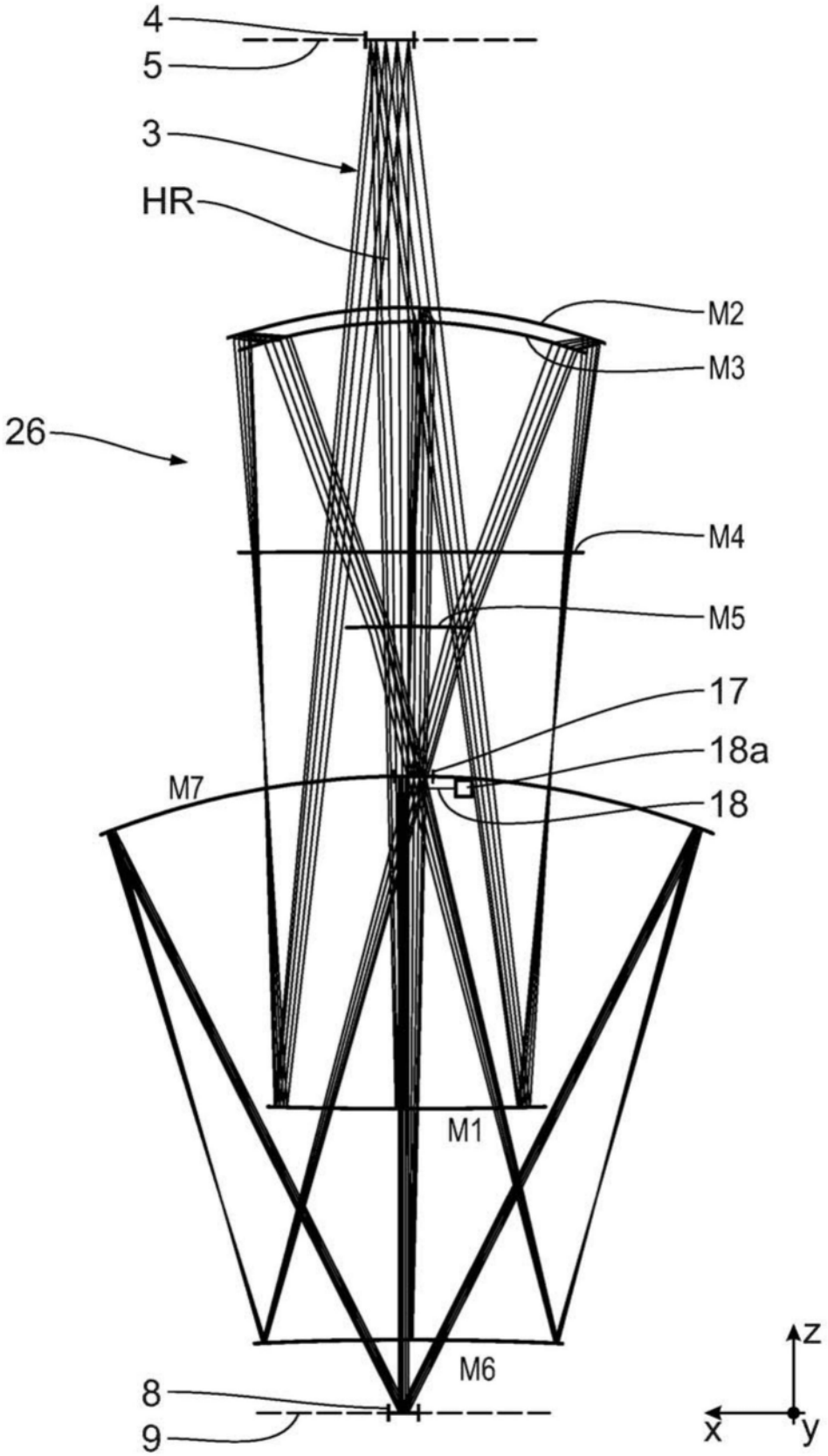


图15

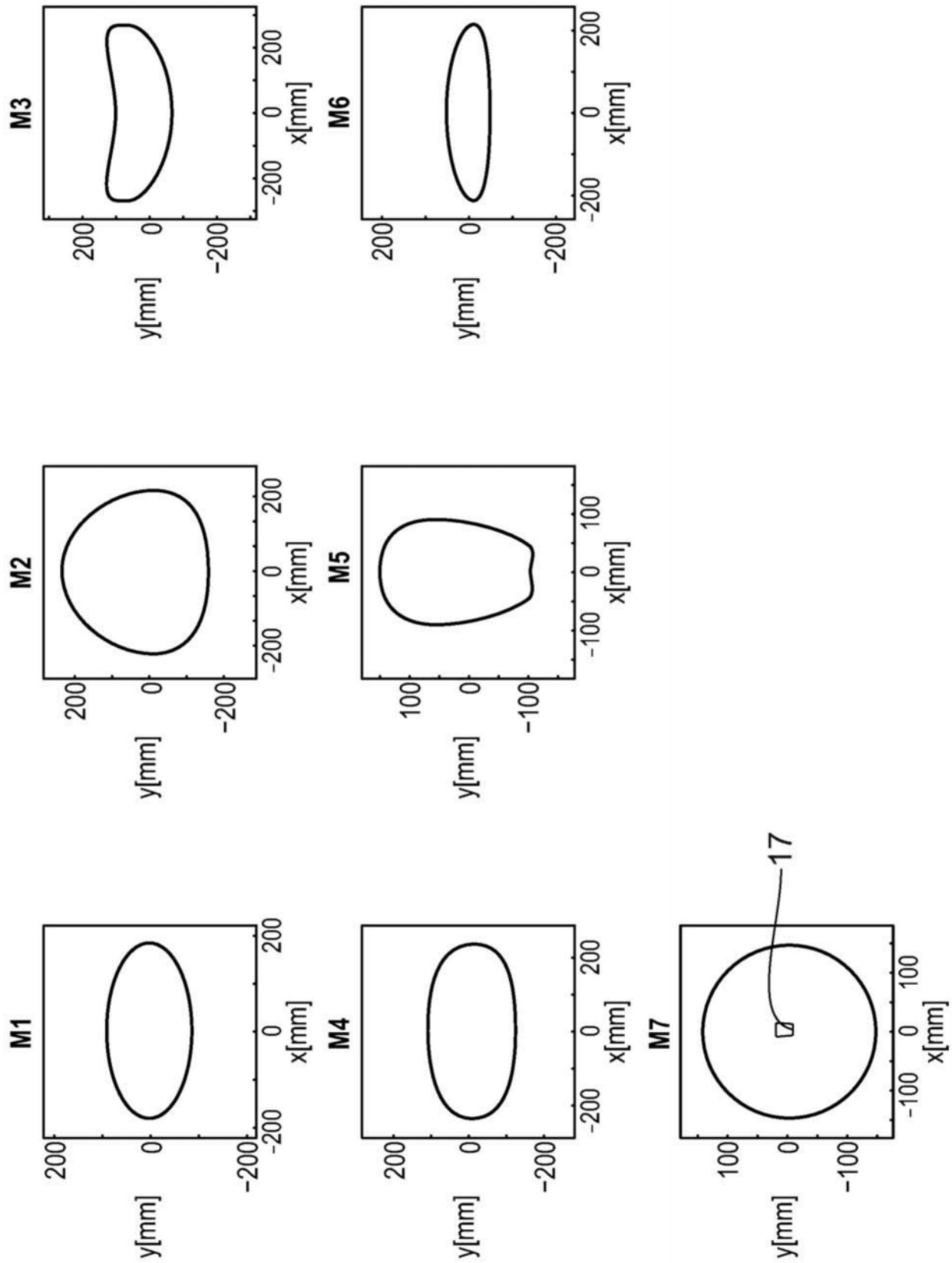


图16

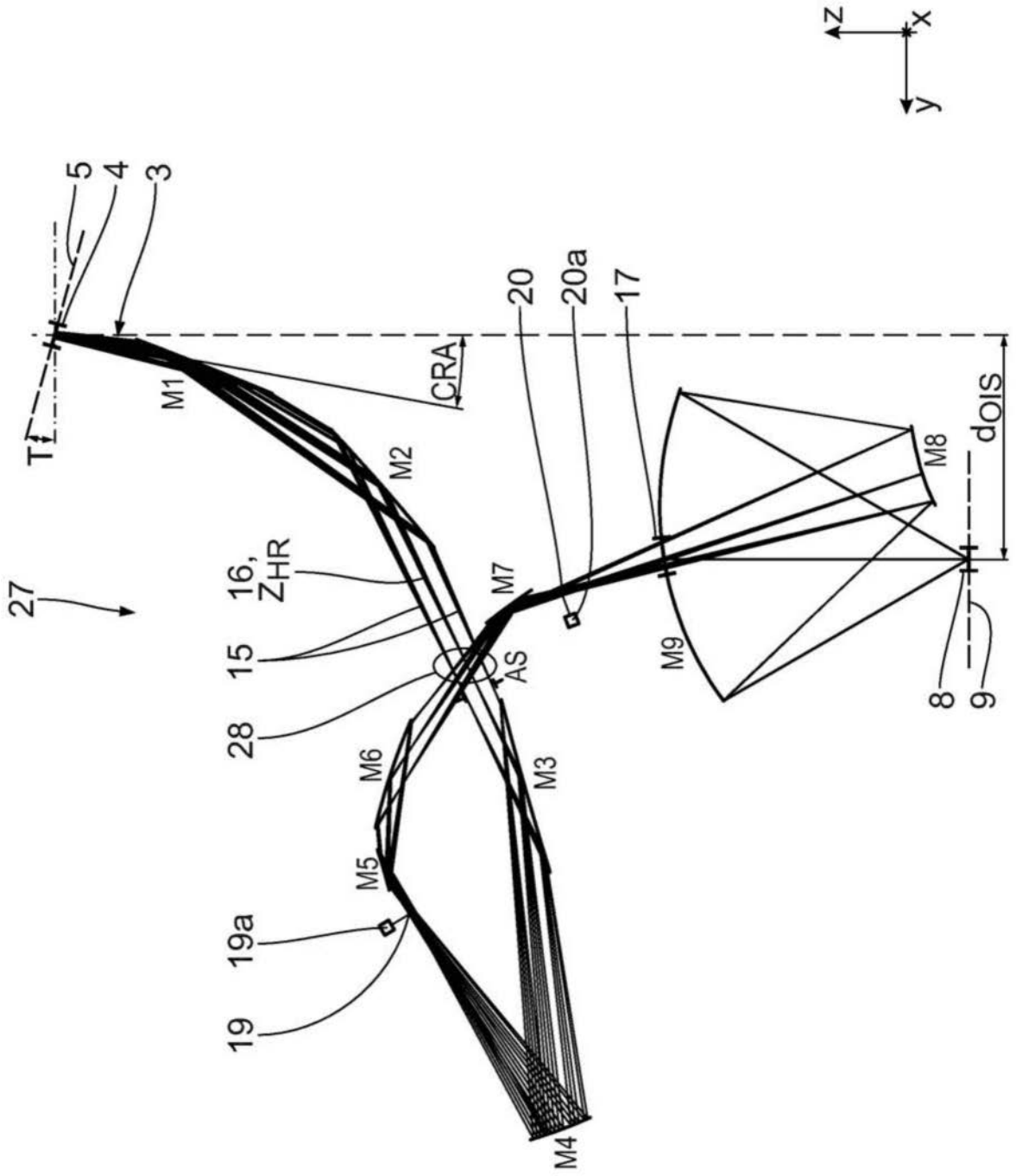

z
x
y
5
4
3
T
M1
M2
CRA
20
20a
17
M8
dOIS
27
16,
ZHR
15
28
M7
AS
M9
8
9
M6
M3
M5
19a
19
M4

图17

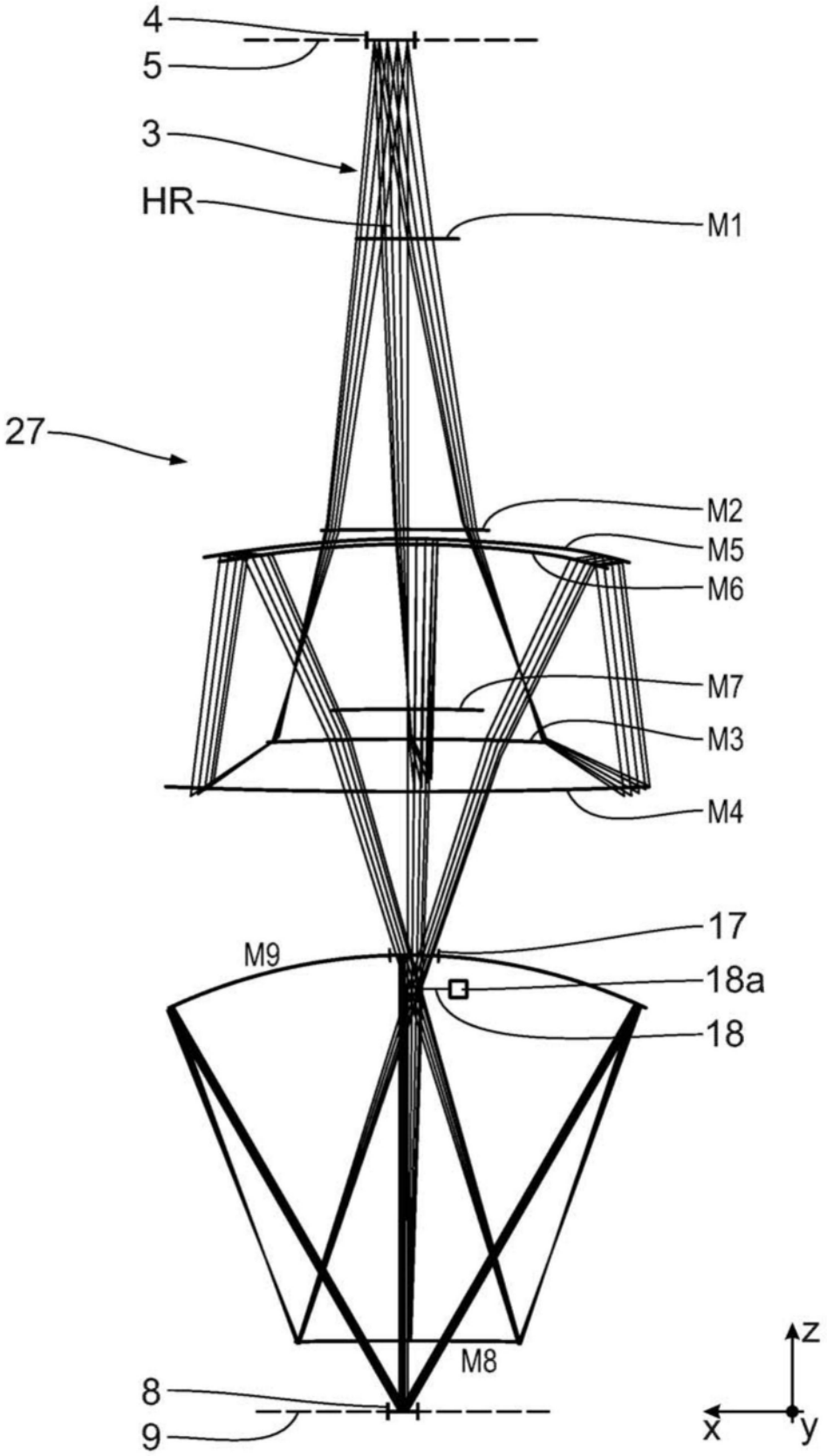


图18

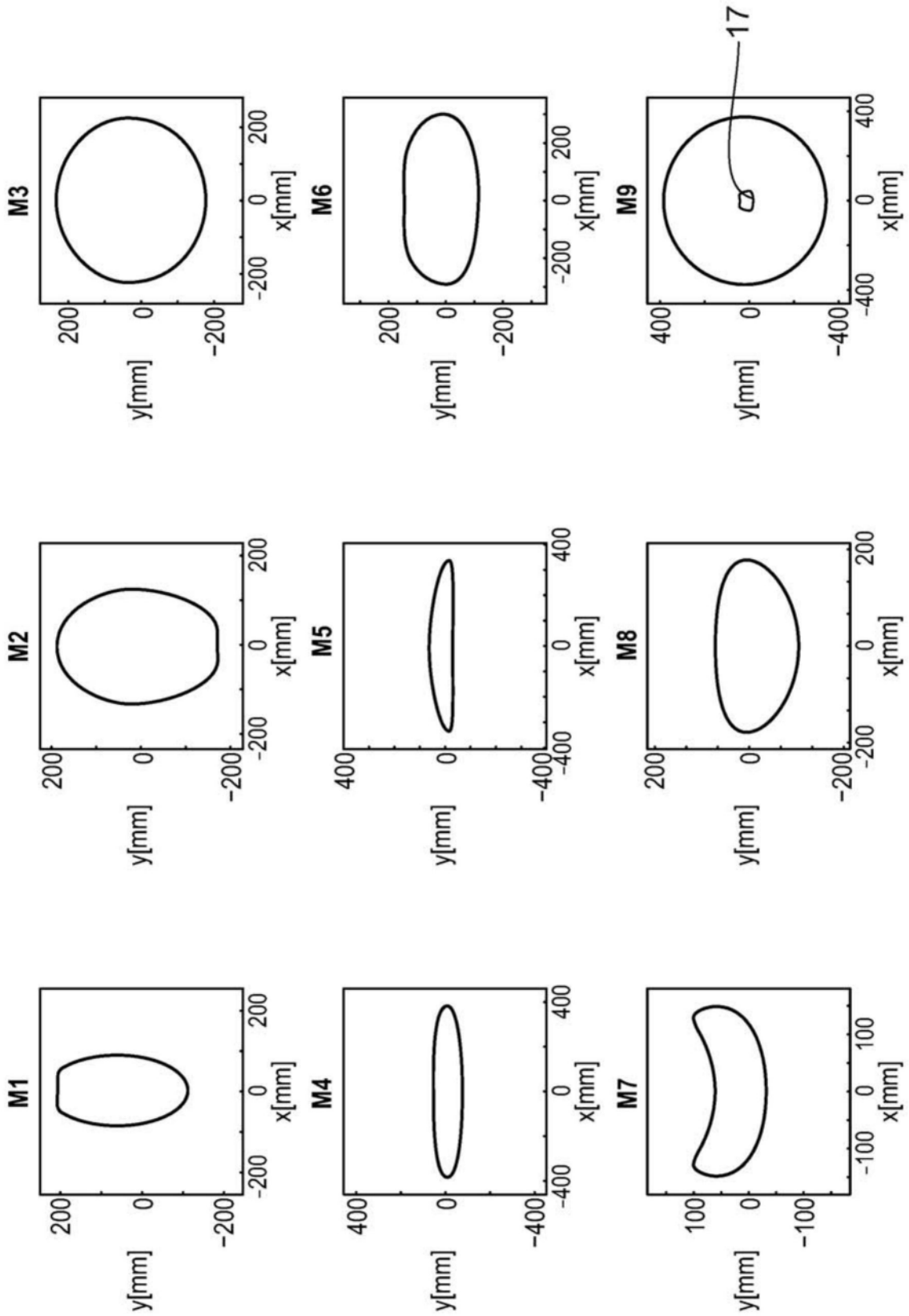


图19

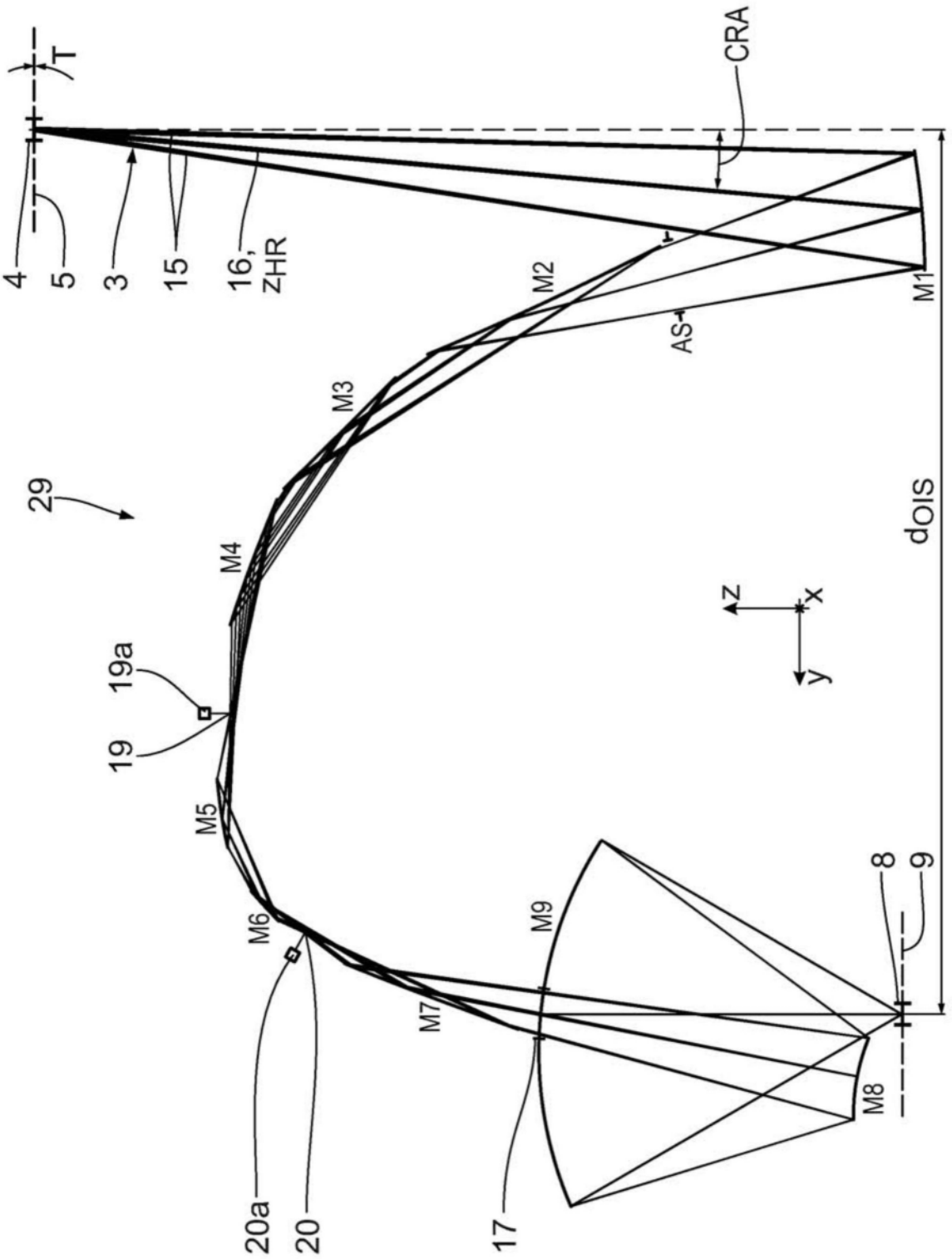

T
CRA
4
5
3
15
16,
zHR
M2
M1
AS
M3
29
M4
dOIS
z
x
y
19a
19
M5
8
9
M6
M9
M7
M8
20a
20
17

图20

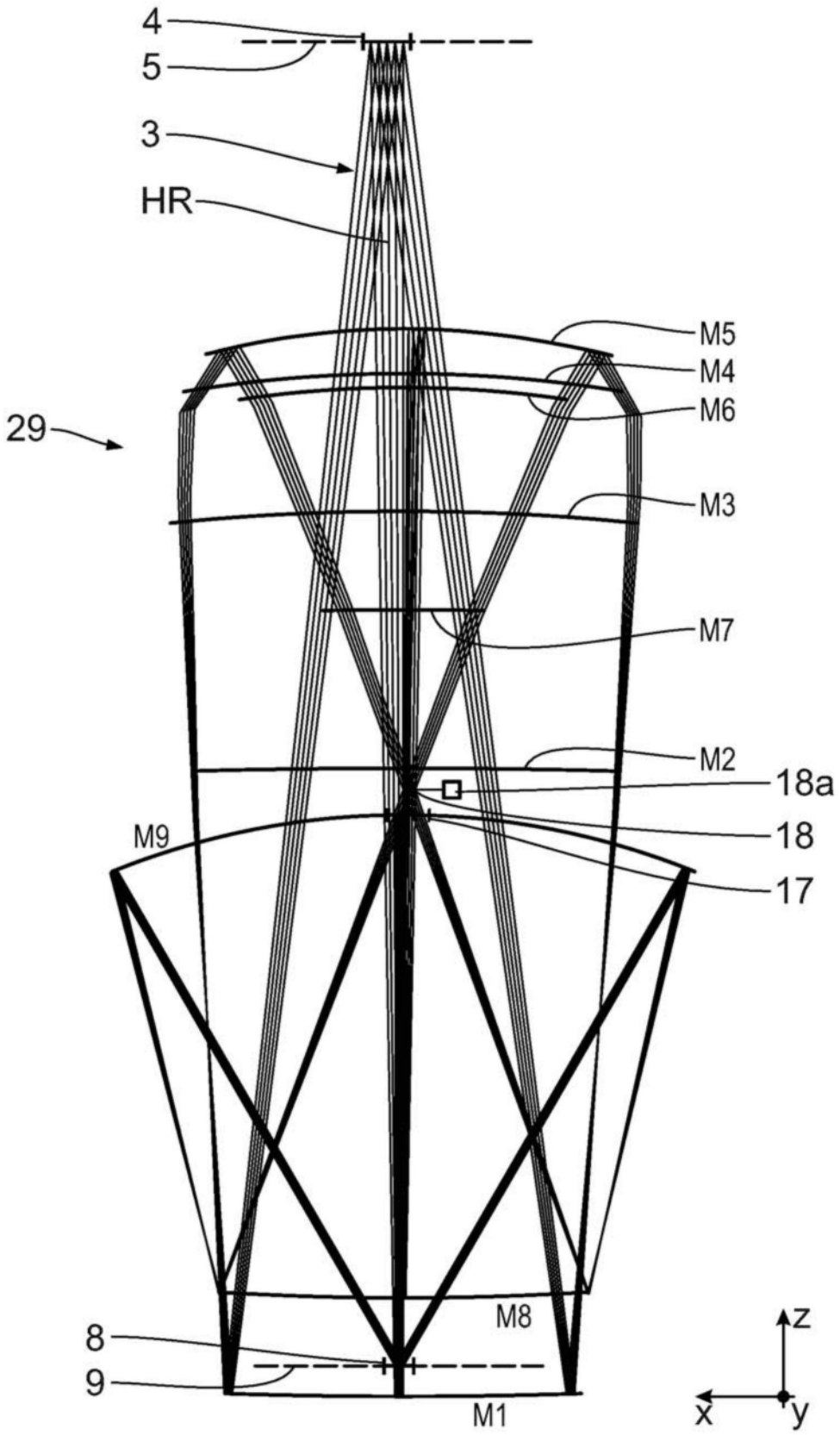


图21

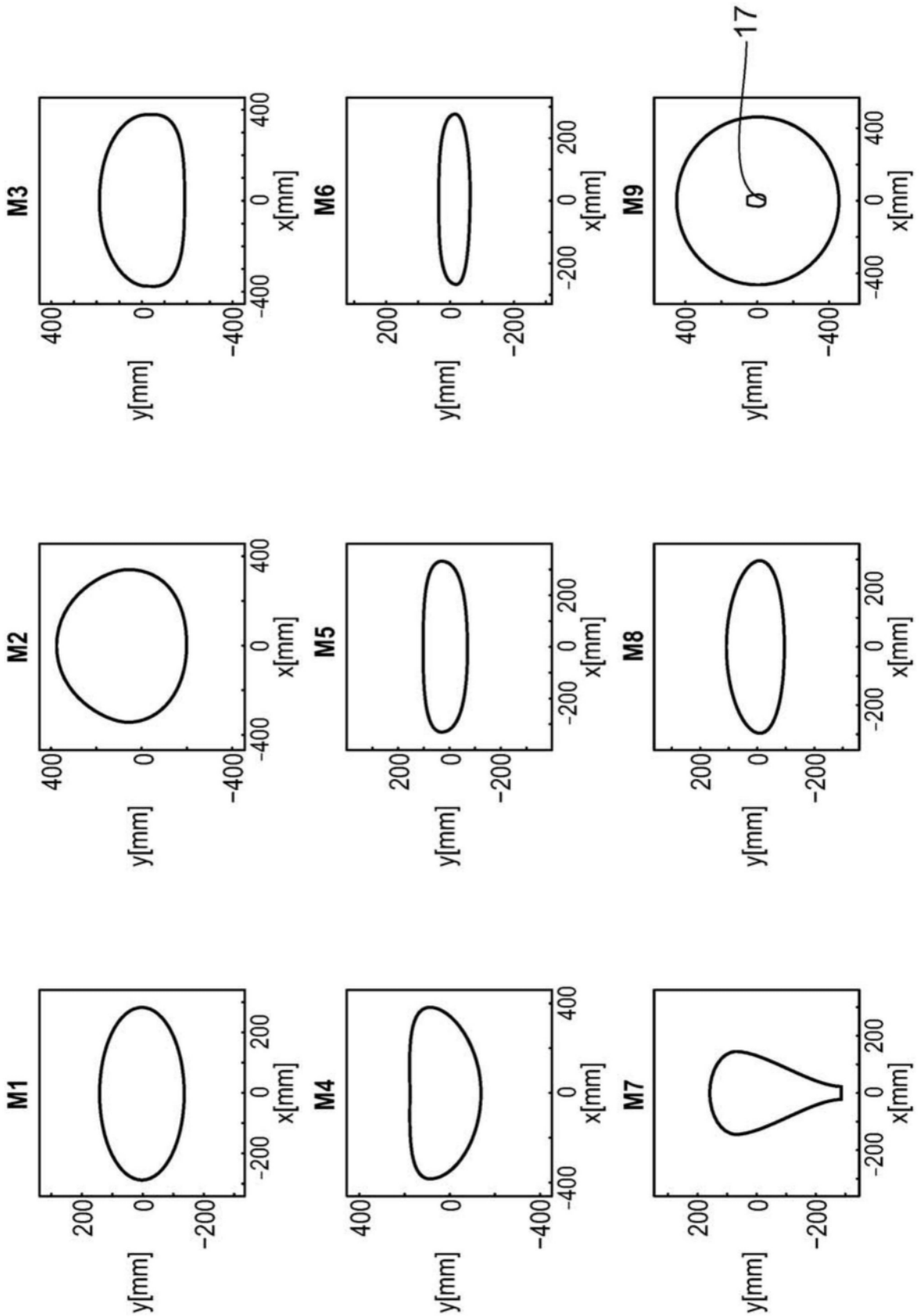


图22

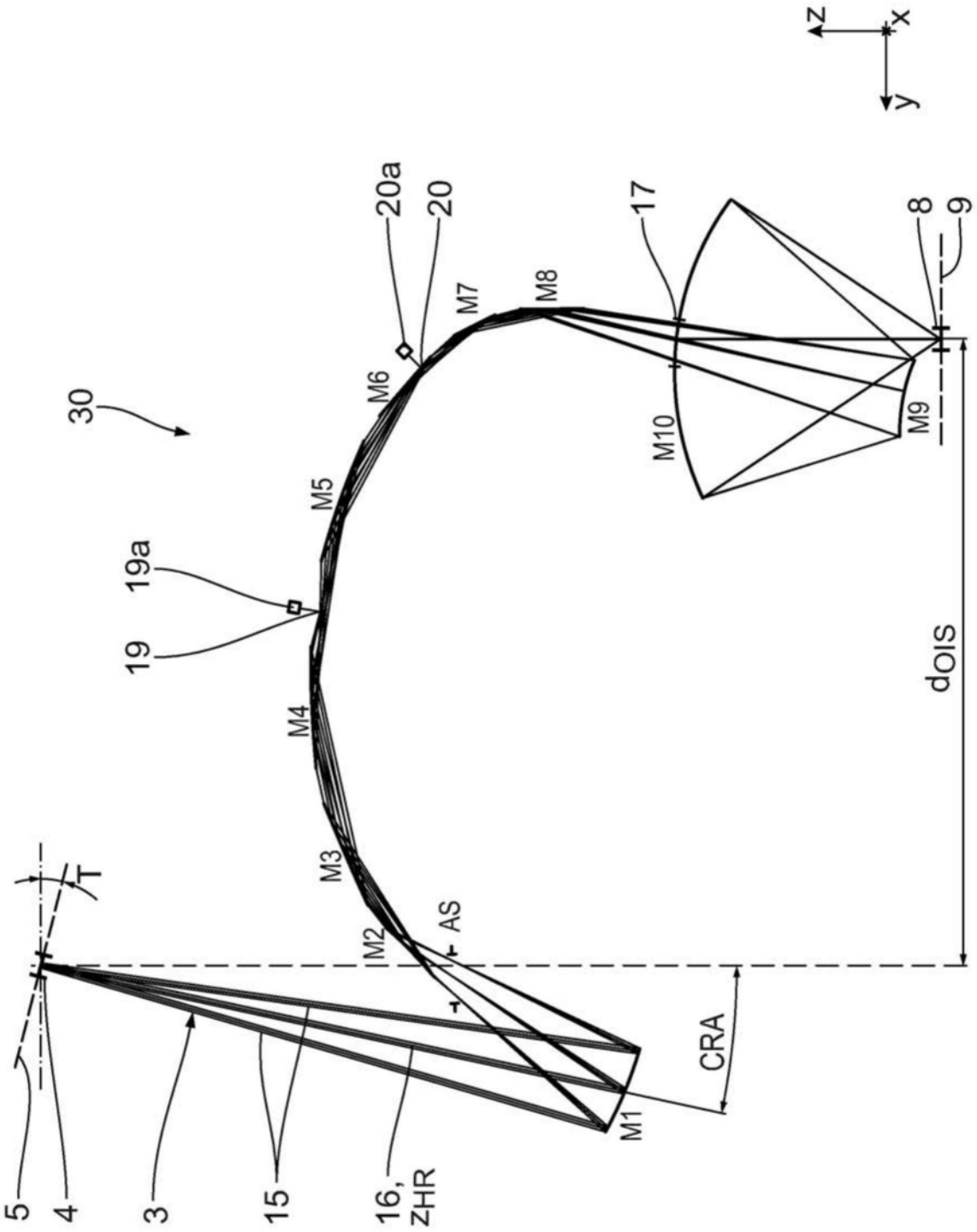

z
x
y
30
20a
20
17
8
9
M7
M8
M6
M10
M9
M5
19a
19
M4
dOIS
M3
T
AS
M2
CRA
M1
5
4
3
15
16,
zHR

图23

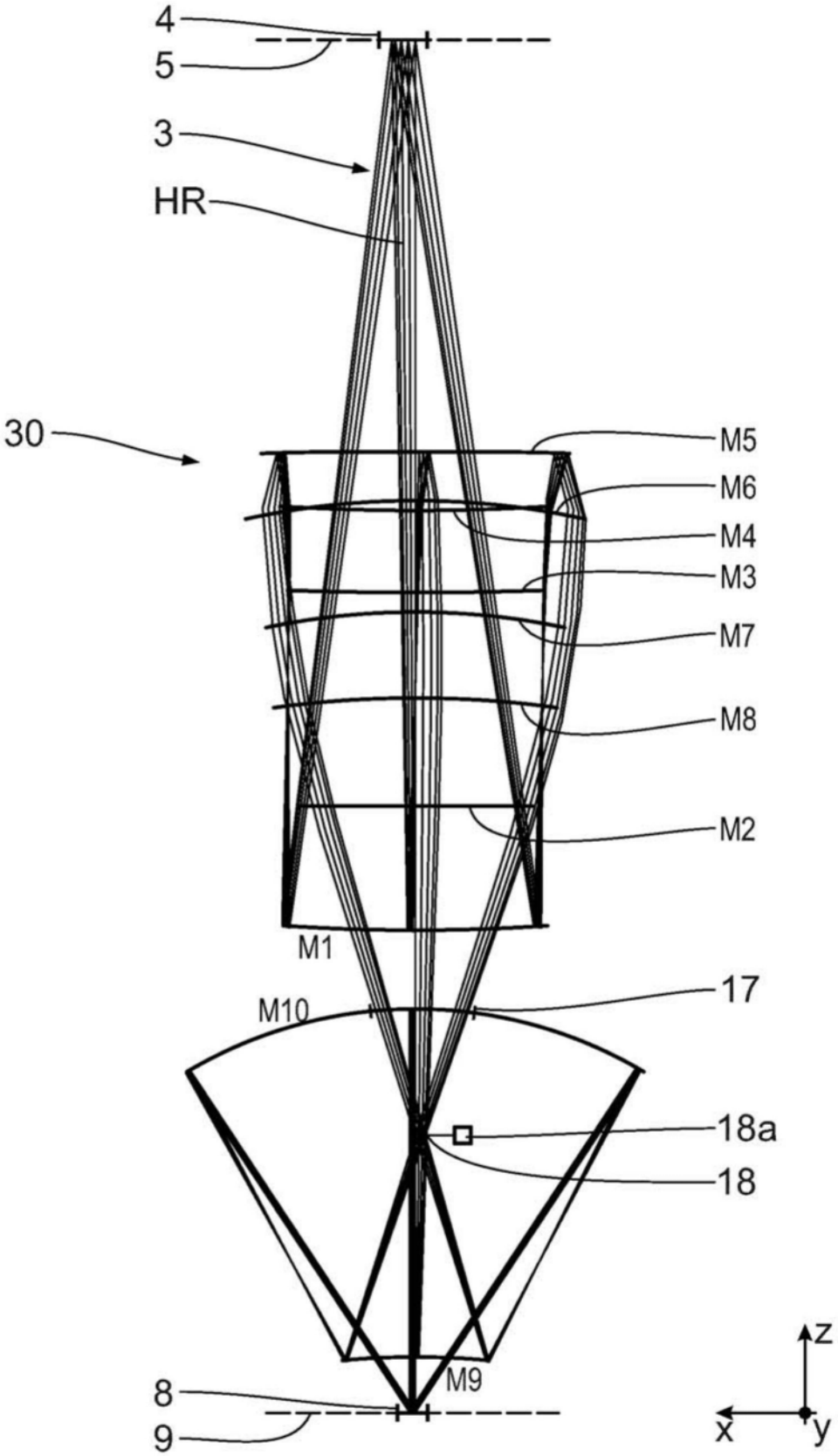


图24

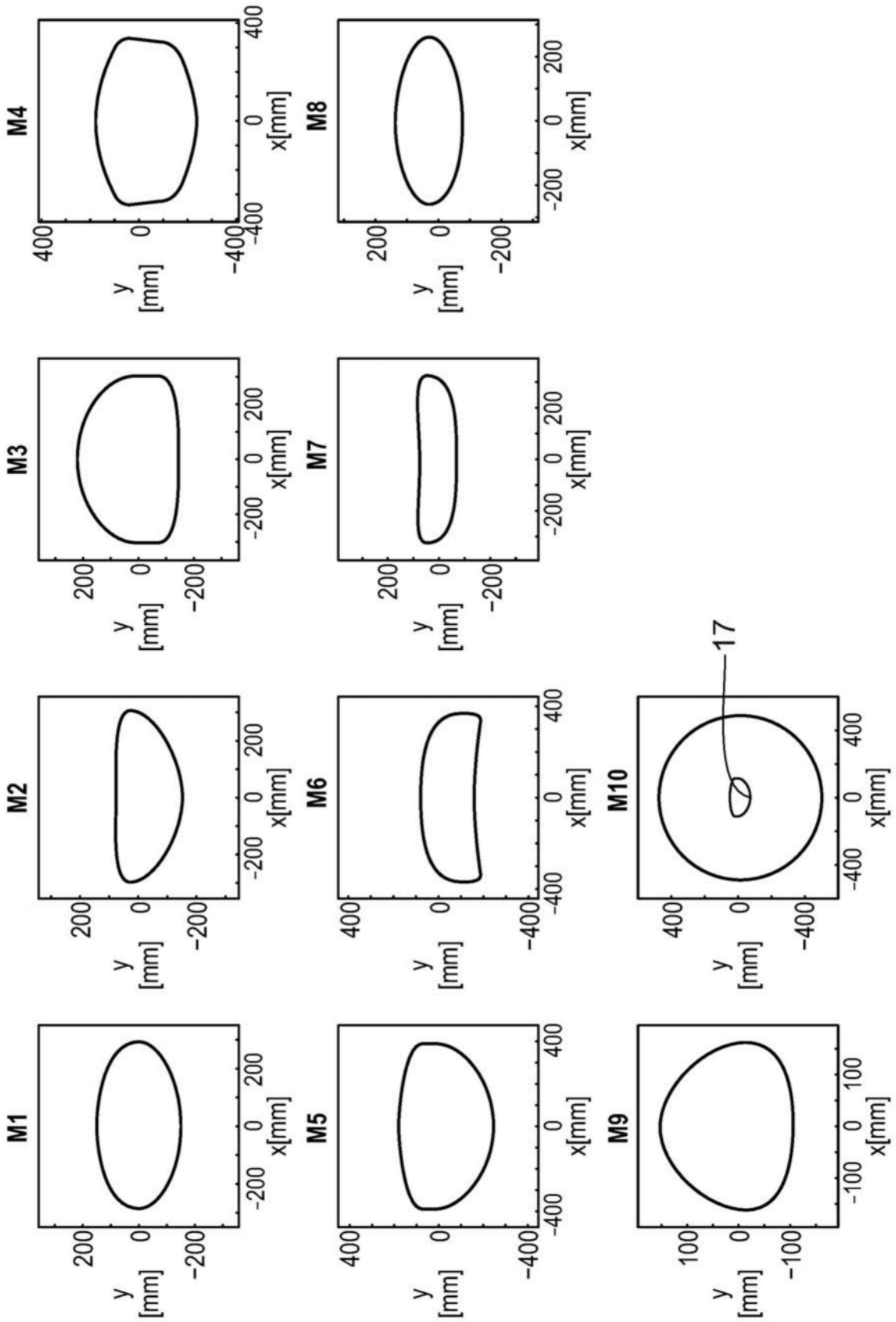


图25

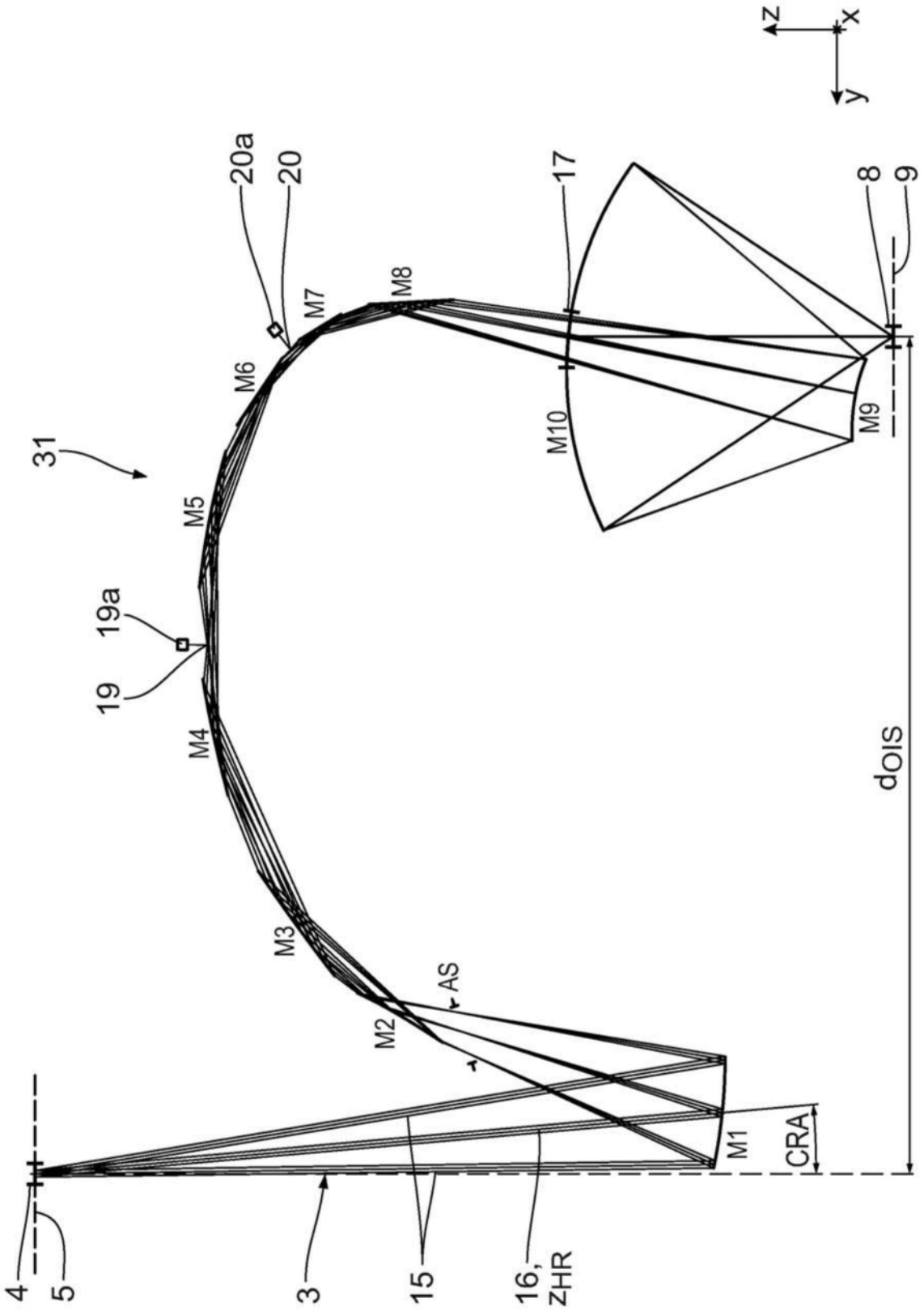

z
x
y
20a
20
17
8
9
M8
M7
M6
M10
M9
31
M5
19a
19
M4
dOIS
M3
AS
M2
M1
CRA
4
5
3
15
16,
zHR

图26

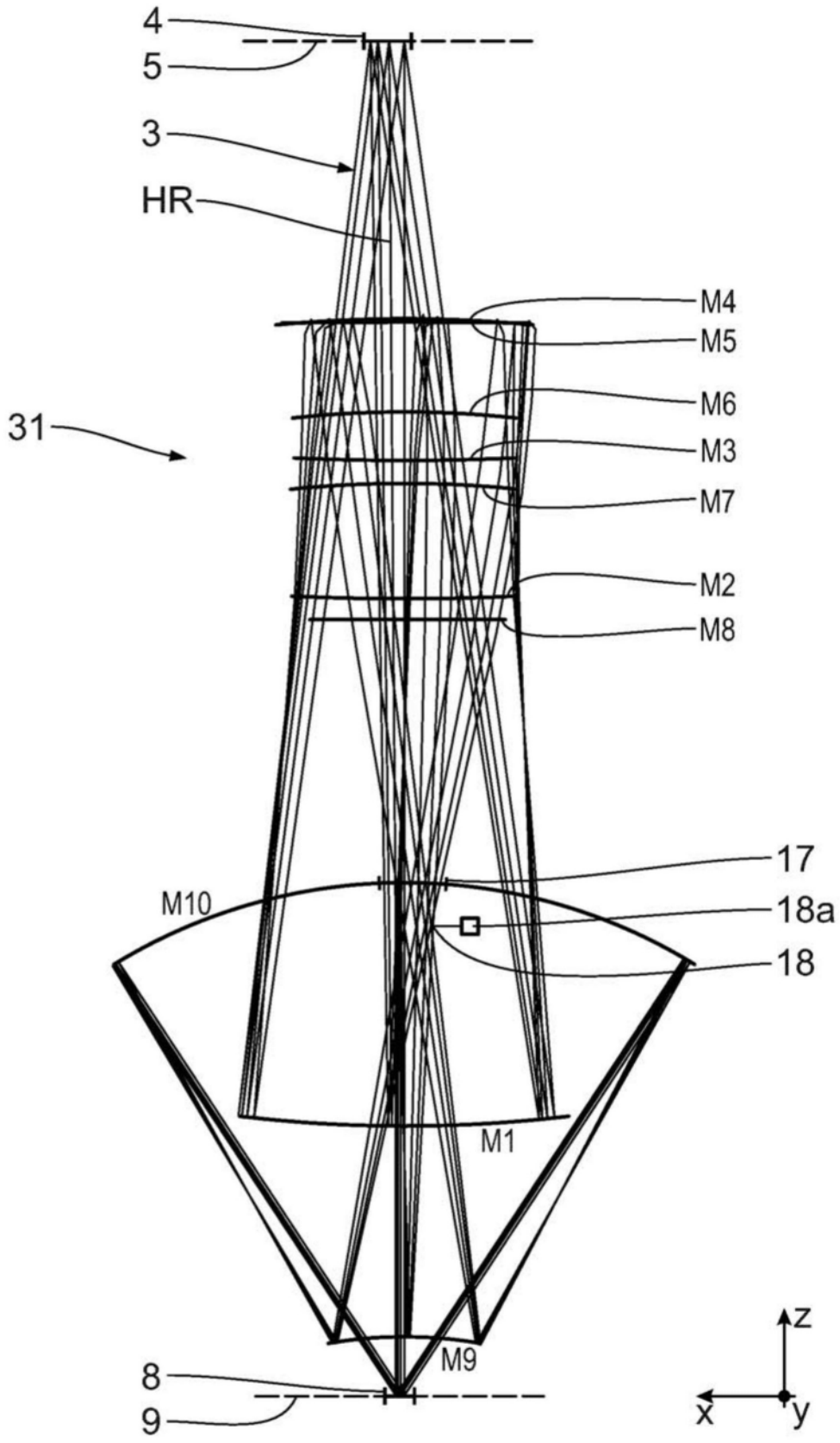


图27

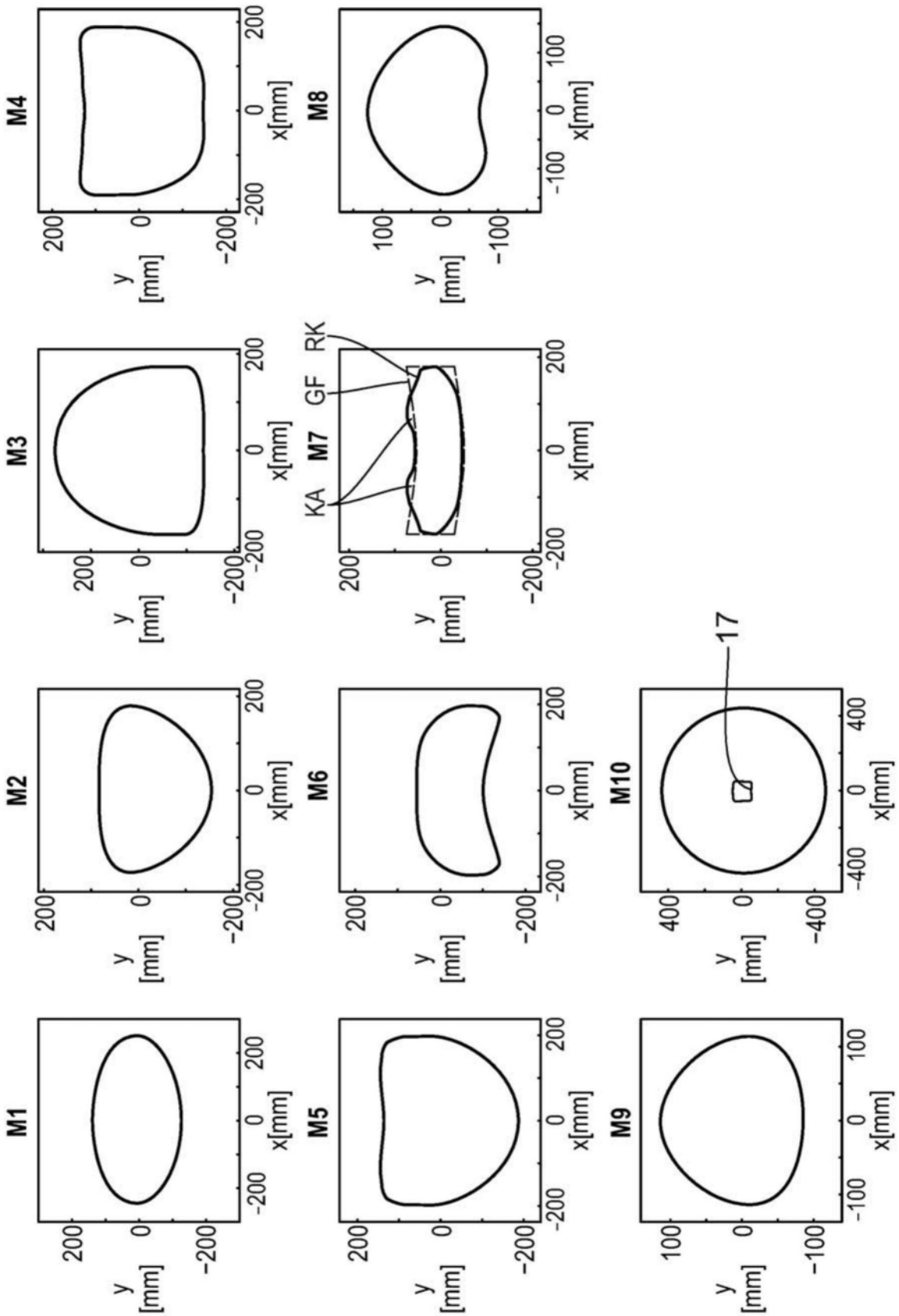


图28

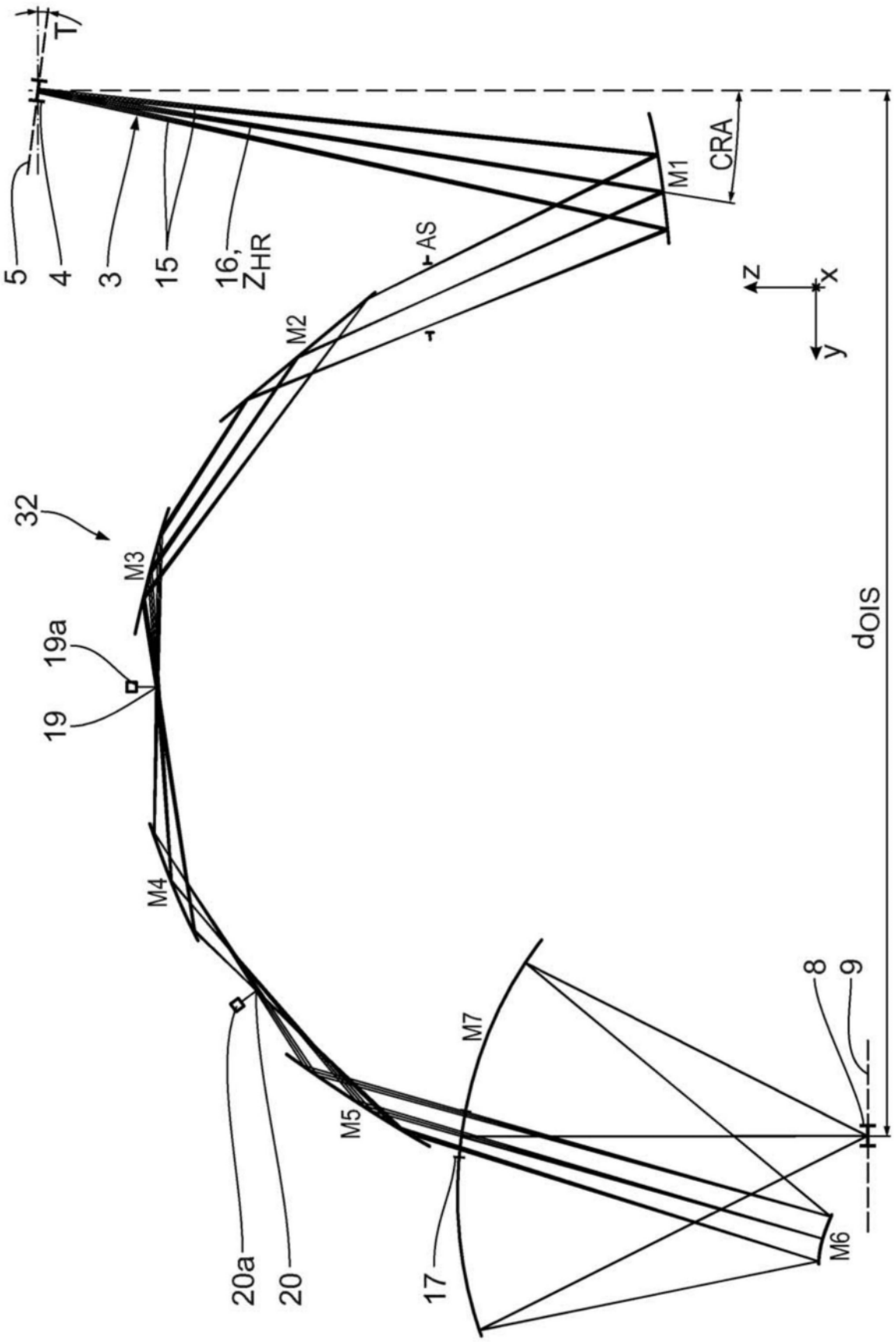

T
5
4
3
15
16,
Z_{HR}
AS
M1
CRA
M2
z
x
y
32
M3
19a
19
M4
d_{OIS}
8
9
M7
M5
20a
20
17
M6

图29

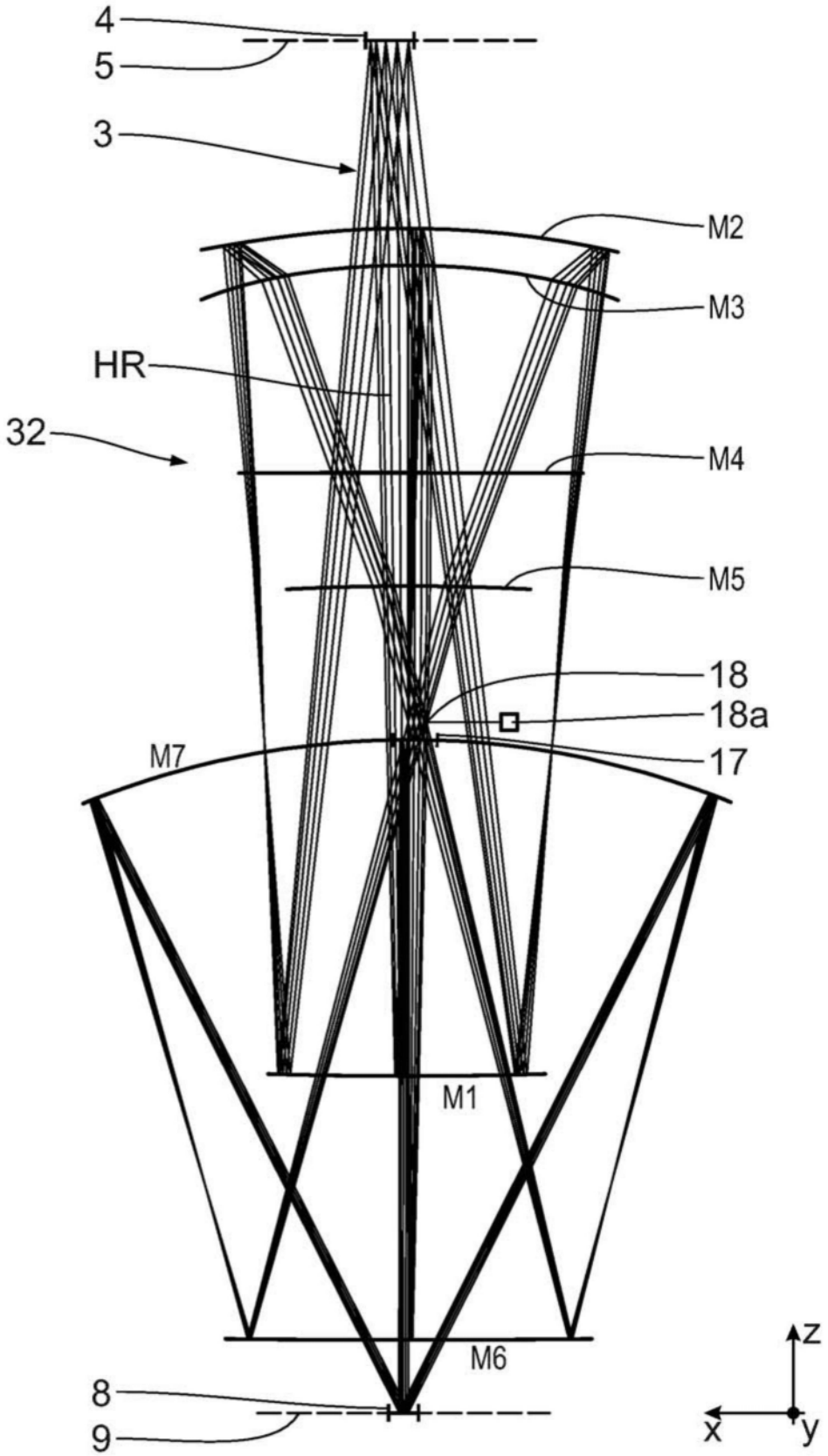


图30

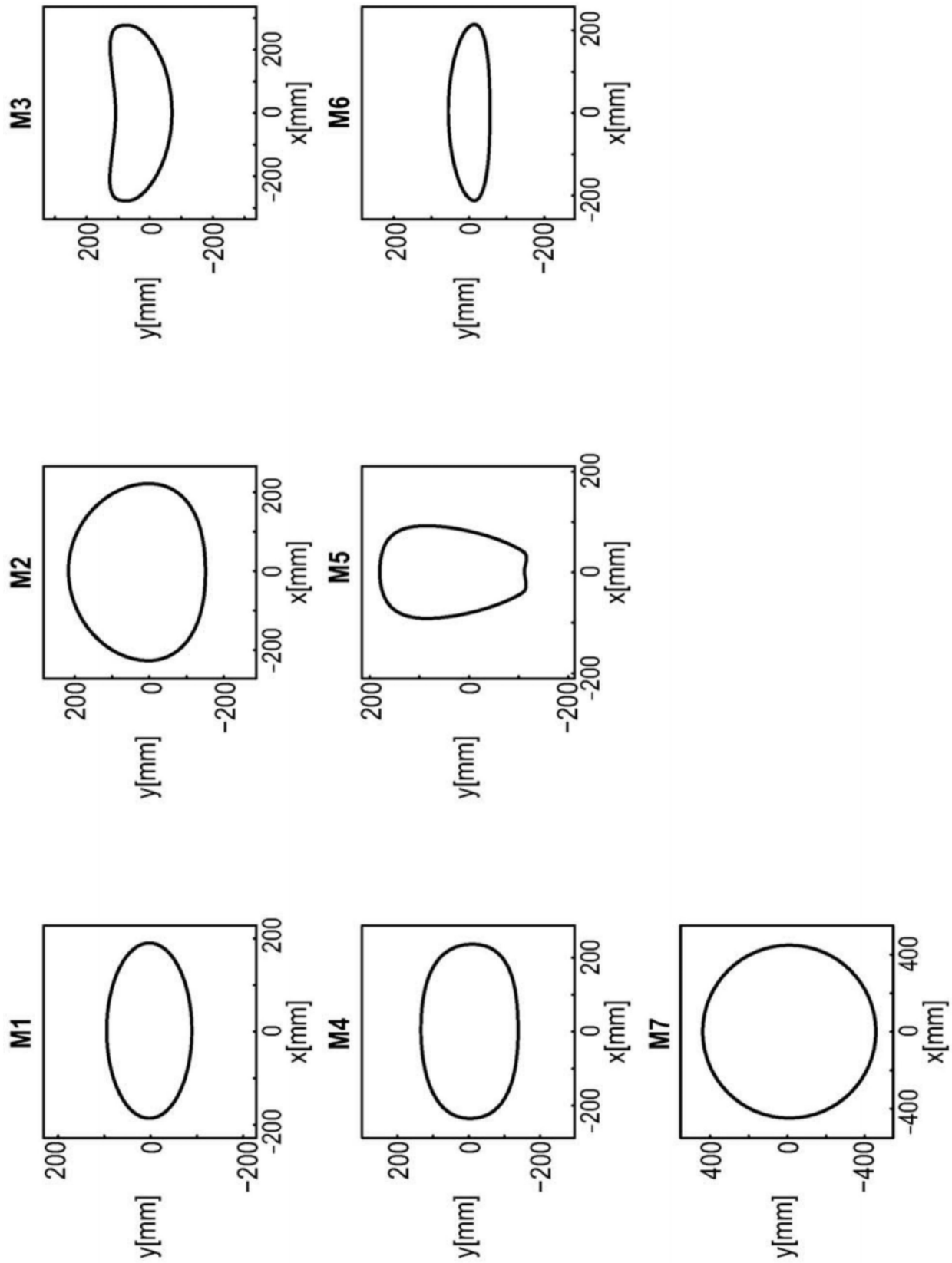


图31

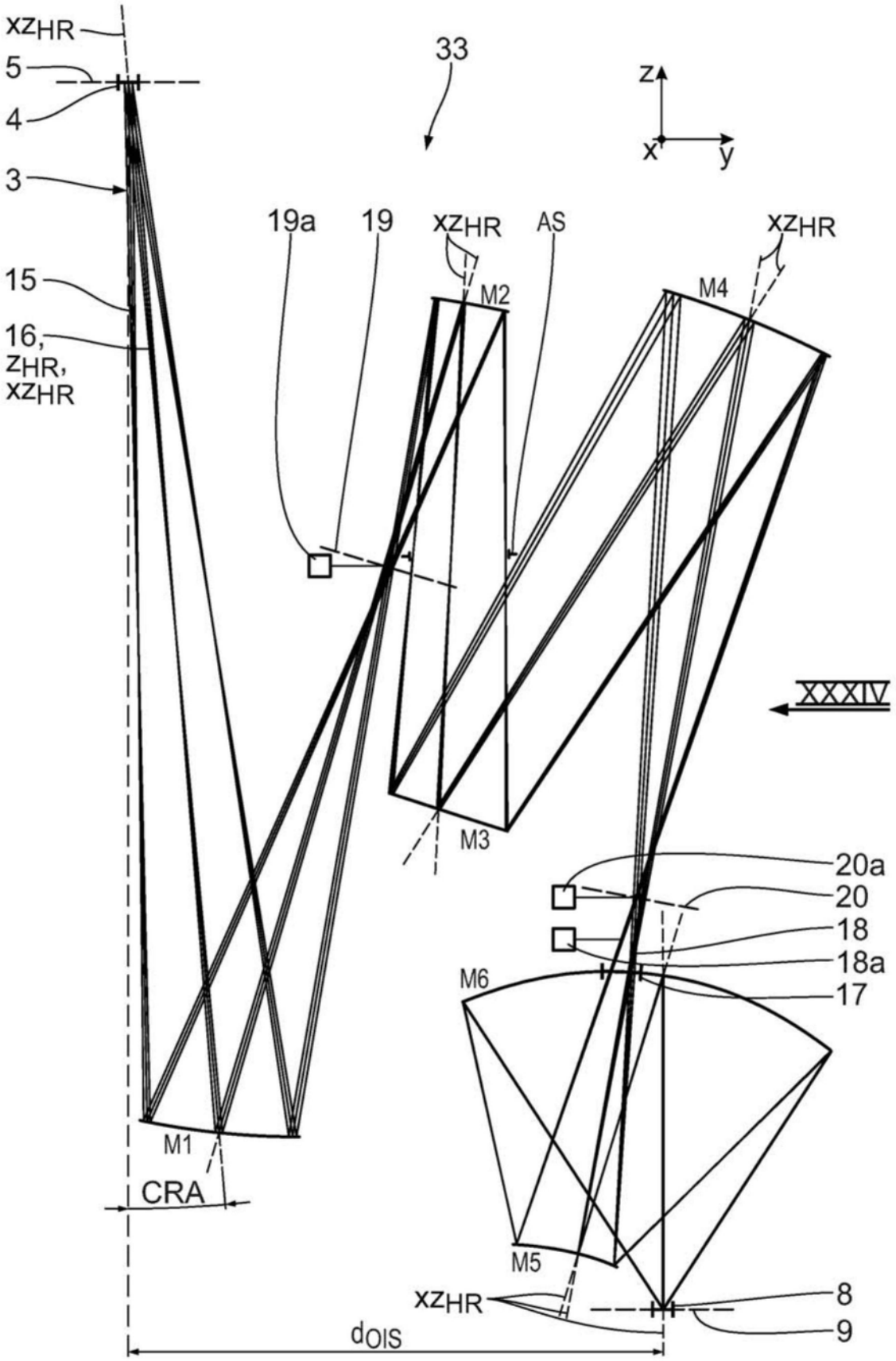

xzHR
5
4
3
33
z
x
y
19a
19
xzHR
AS
xzHR
M2
M4
15
16,
zHR,
xzHR
XXXIV
M3
20a
20
18
18a
17
M6
M1
CRA
M5
xzHR
8
9
dOIS

图32

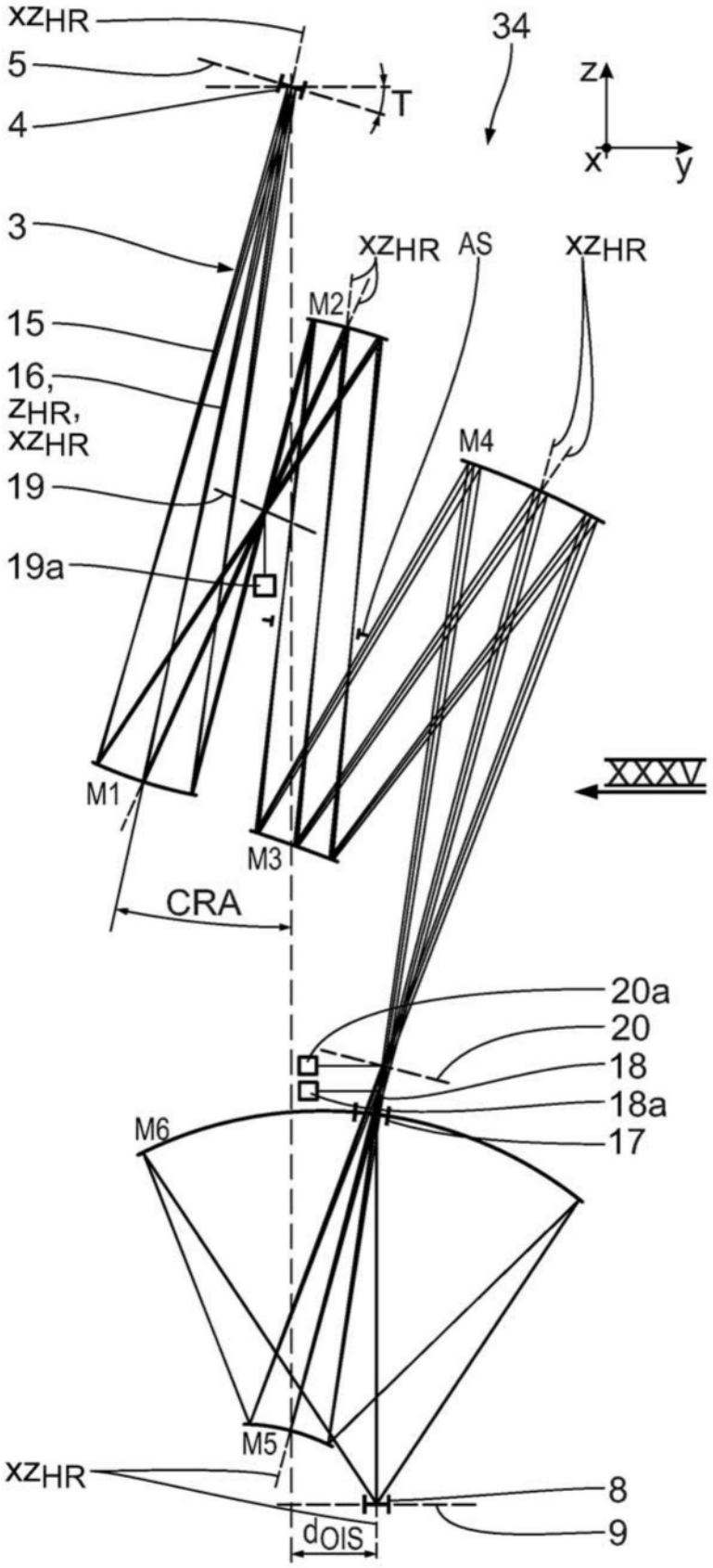

XZHR
5
4
T
34
z
x
y
3
XZHR
AS
XZHR
M2
15
16,
ZHR,
XZHR
M4
19
19a
XXXV
M1
M3
CRA
20a
20
18
18a
17
M6
M5
XZHR
8
9
dOIS

图33

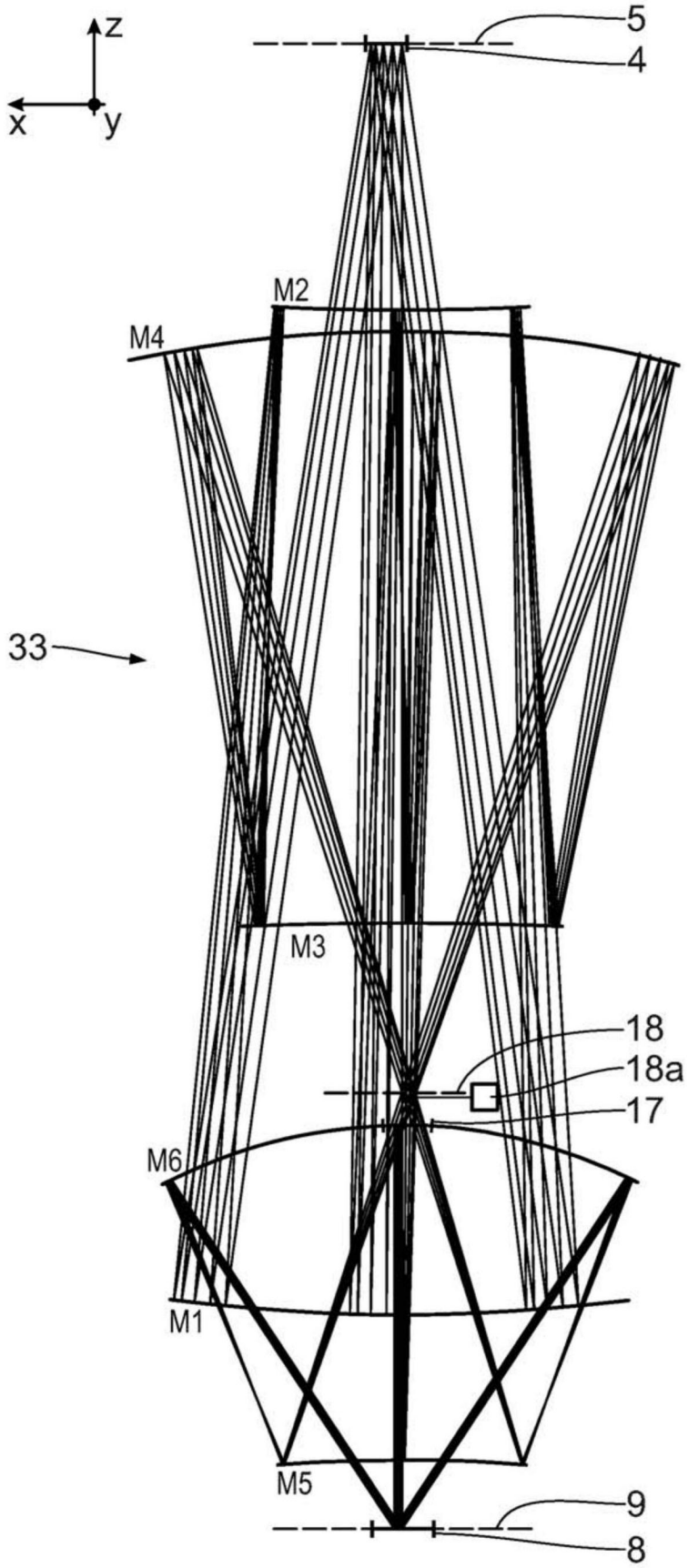


图34

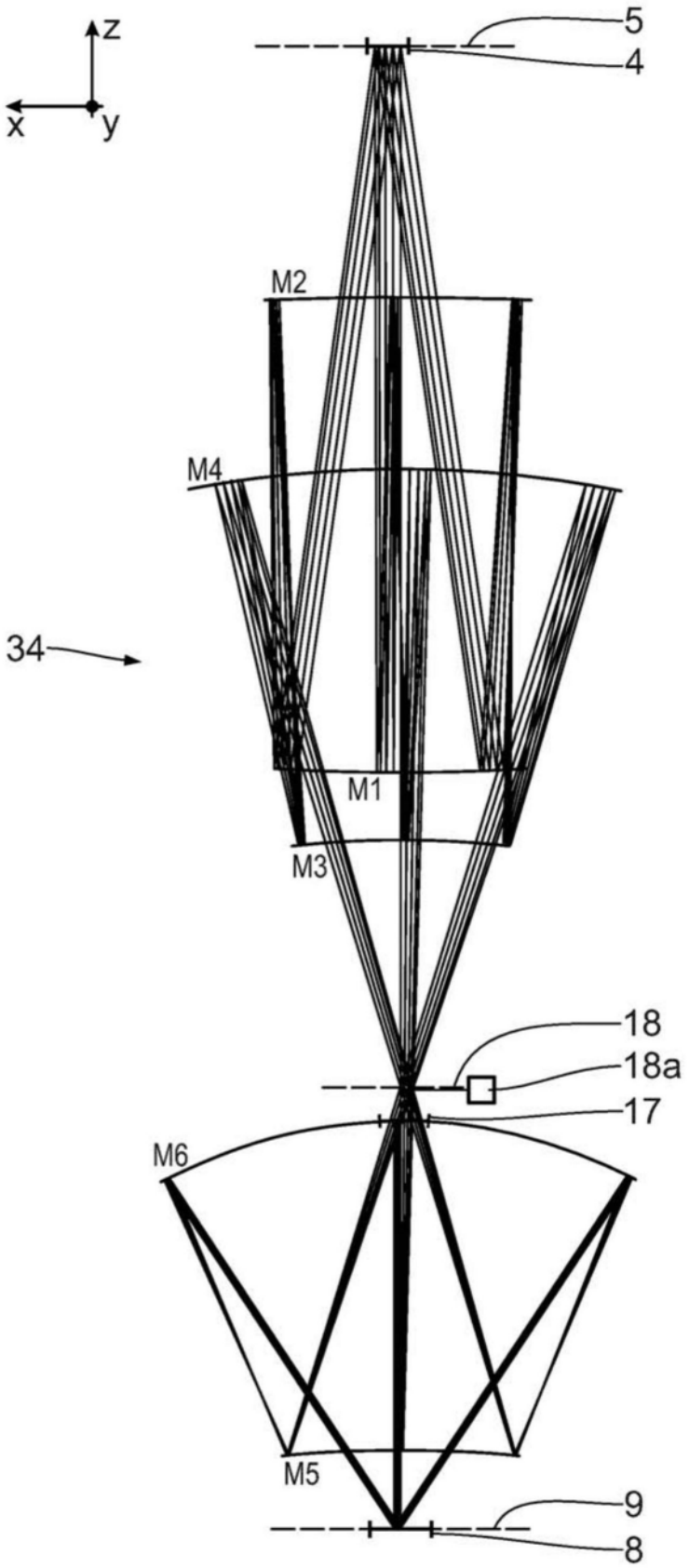


图35