



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103635859 B

(45)授权公告日 2016.12.14

(21)申请号 201280026502.0

(22)申请日 2012.05.24

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103635859 A

(43)申请公布日 2014.03.12

(30)优先权数据

102011076752.5 2011.05.31 DE

61/491,523 2011.05.31 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2013.11.29

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2012/059697 2012.05.24

(87)PCT国际申请的公布数据

W02012/163794 EN 2012.12.06

(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 A.沃尔夫

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 葛青

(51)Int.Cl.

G03F 7/20(2006.01)

G02B 17/06(2006.01)

(56)对比文件

CN 103080841 A, 2013.05.01, 说明书第0028-0072段、附图1-5.

US 6307682 B1, 2001.10.23, 全文.

CN 101836151 A, 2010.09.15, 全文.

KR 10-2010-0117281 A, 2010.11.03, 全文.

JP 特开2011-7941 A, 2011.01.13, 全文.

审查员 张乐

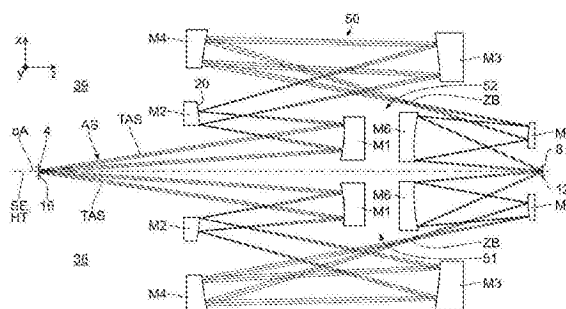
权利要求书2页 说明书8页 附图9页

(54)发明名称

成像光学单元

(57)摘要

一种成像光学单元(50),用于将物场(4)成像至像场(8)中。物场(4)和像场(8)之间的成像光路(AS)被细分为多个部分成像光路(TAS)。成像光学单元(50)实施为使得部分成像光路(TAS)以彼此完全分离且由成像光学单元(50)的光学组件(M1至M6)引导的方式在物场(4)和像场(8)之间延伸,即,在物场(4)和像场(8)之间的光路中的任何位置,部分成像光路(TAS)都不会照在成像光学单元(50)的光束引导表面(20)的相同区域上。这导致分辨能力,尤其是微结构或纳米结构半导体组件的产量增加的成像光学单元。



1. 一种用于将物场(4)成像至像场(8)中的成像光学单元(7;17;28;50;53;56;59),
 - 其中,位于所述物场(4)和所述像场(8)之间的成像光路(27;AS)被细分为多个部分成像光路(22,23;TAS),
 - 其中,所述成像光学单元(7;17;28;50;53;56;59)实施为使得所述部分成像光路(22,23;TAS)以彼此完全分离且由所述成像光学单元(7;17;28;50;53;56;59)的光学组件(18,19;M1至M6;G1,M1至M6)引导的方式在所述物场(4)和所述像场(8)之间延伸,即,在所述物场(4)和所述像场(8)之间的光路中的任何位置,所述部分成像光路(22,23;TAS)都不会照在所述成像光学单元(7;17;28;50;53;56;59)的光束引导表面(20)的相同区域上。
2. 根据权利要求1所述的成像光学单元,其特征在于引导所述部分成像光路(22,23;TAS)的部分光学单元(29,30;51,52;54,55;57,58)的至少两个相互分离的部分光瞳(33至36;41至49)。
3. 根据权利要求1所述的成像光学单元,其特征在于,所述成像光学单元的引导所述部分成像光路(TAS)的部分光学单元(29,30;51,52;54,55;57,58)的部分光瞳(33至36;41至49)以关于中心光轴(oA)的多重对称性布置在所述成像光学单元的光瞳(32;40)中,所述中心光轴(oA)垂直于所述光瞳(32;40)延伸。
4. 根据权利要求3所述的成像光学单元,其特征在于,所述部分光学单元(29,30;51,52;54,55;57,58)布置为具有关于所述光轴(oA)的多重对称性。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的成像光学单元,其特征在于,所述成像光学单元的光学组件(18,19;M1至M6)通过关于镜像对称平面(SE)镜像而相互转换,光轴(oA)在该镜像对称平面中延伸。
6. 根据权利要求1至4中任一项所述的成像光学单元,其特征在于,两个部分光学单元(18,19;29,30;51,52)的光学组件(18,19;M1至M6)各自分别完全布置在两个半空间(38,39)中的一个中,这两个半空间通过半空间分离平面(HT)而彼此分离,光轴(oA)在所述半空间分离平面中延伸。
7. 根据权利要求1至4中任一项所述的成像光学单元,其特征在于,部分光学单元(53,54;57,58)中的至少一个的光学组件(M1至M6;G1,M1至M6)以分布方式布置在两个半空间(38,39)中,这两个半空间通过所述半空间分离平面(HT)而彼此分离。
8. 根据权利要求1至4中任一项所述的成像光学单元,其特征在于,在物方,所述成像光学单元(56)的至少两个部分光学单元(57,58)的部分成像光路(TAS)具有主光线(HS1,HS2),
 - 所述主光线来自中心物场点,
 - 所述主光线在垂直于半空间分离平面(HT)延伸的子午平面(yz)中行进,
 - 所述主光线在相同的半空间(38)中行进。
9. 根据权利要求2至4中任一项所述的成像光学单元,其特征在于,所述部分光学单元(29,30;51,52;54,55;57,58)中的至少一个具有0.2的像方数值孔径。
10. 根据权利要求1至4中任一项所述的成像光学单元,其特征在于,所述成像光学单元实施为反射式光学单元。
11. 根据权利要求1至4中任一项所述的成像光学单元,其特征在于,所述光学组件(60)中的至少一个实施为一体式,并具有至少两个相互分离的光束引导区域(61,62),用于引导

相应的部分成像光路(TAS)。

12.一种光学系统，

-包含用于照明所述物场(4)的照明光学单元(6)，

-包含根据权利要求1至4中任一项所述的成像光学单元。

13.一种投射曝光设备(1)，

-包含根据权利要求12所述的光学系统，

-包含光源(2)，

-包含物保持器(11)，

-包含像保持器(13)。

14.一种用于制造图案化组件的方法，包含以下步骤：

-提供掩模母版(10)和晶片(12)，

-借助于根据权利要求13所述的投射曝光设备，将所述掩模母版(10)上的结构投射在所述晶片(12)的光敏层上，

-在所述晶片(12)上制造微结构或纳米结构。

成像光学单元

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 通过引用将德国专利申请DE 10 2011 076 752.5的内容并入本文。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种用于将物场成像在像场中的成像光学单元。此外，本发明涉及一种包含该类型成像光学单元和用于照明物场的照明光学单元的光学系统、一种包含该类型光学系统和光源的投射曝光设备、一种借助于该类型投射曝光设备制造微结构或纳米结构组件的方法以及一种根据该类型方法制造的图案化组件。

背景技术

[0004] 从US 2010/0231885 A1和US 7,414,781 B2可知引言中提及的类型的成像光学单元。

发明内容

[0005] 本发明的目的是开发一种引言中提及的类型的成像光学单元，使得尤其是用于制造微结构或纳米结构组件的成像光学单元的分辨能力增大。

[0006] 根据本发明，该目的利用包含如下特征的成像光学单元来实现：一种用于将物场成像至像场中的成像光学单元，其中，位于所述物场和所述像场之间的成像光路被细分为多个部分成像光路，其中，所述成像光学单元实施为使得所述部分成像光路以彼此完全分离且由所述成像光学单元的光学组件引导的方式在所述物场和所述像场之间延伸，即，在所述物场和所述像场之间的光路中的任何位置，所述部分成像光路都不会照在所述成像光学单元的光束引导表面的相同区域上。

[0007] 根据本发明，对物场和像场之间相互分离的部分成像光路的引导得到成像光学单元的总数值孔径，尤其是总像方数值孔径，其由分别引导部分成像光路的部分光学单元的数值孔径构成。这有效地增大了场方总数值孔径。所述总数值孔径可跨越(span)部分光学单元的数值孔径，使得总数值孔径可大于部分光学单元的数值孔径之和。成像光学单元的光瞳可由部分光学单元的在光瞳平面中不彼此重叠的部分光瞳构成。成像光学单元的光瞳遮拦可小于50%，小于40%，小于35%，以及可尤其为31%。光瞳遮拦的百分比数值被定义为光瞳内的由于光瞳遮拦而被遮蔽的面积相对于成像光学单元的光瞳的总面积的比率。

[0008] 至少两个相互分离的部分光瞳首先使部分成像光路能够被单独地引导，此外，产生不同照明角度的照明。多于两个的相互分离的部分光瞳也是可能的，例如部分光学单元的三个或四个相互分离的部分光瞳引导部分成像光路。更大数量的彼此分离的部分光瞳也是可能的，例如五个、六个、七个、八个或者甚至九个部分光瞳。

[0009] 所述成像光学单元的引导所述部分成像光路的所述部分光学单元的所述部分光瞳以关于中心光轴的多重对称性布置在所述成像光学单元的光瞳中，所述中心光轴垂直于所述光瞳延伸，部分光瞳的多重对称布置良好地适配于通常待成像的物体结构的对称性。

多重对称性可为两重、三重、四重对称性或一般地为 n 重对称性。

[0010] 所述部分光学单元布置为具有关于所述光轴的多重对称性,构成成像光学单元的部分光学单元的多重对称布置具有与多重对称布置的部分光瞳的优点对应的优点。

[0011] 所述成像光学单元的光学组件通过关于镜像对称平面镜像而相互转换,所述光轴在该镜像对称平面中延伸,光学组件的镜像对称性减少了用于成像光学单元的制造费用。

[0012] 两个部分光学单元的光学组件各自分别完全布置在两个半空间中的一个中,这两个半空间通过半空间分离平面而彼此分离,所述光轴在所述半空间分离平面中延伸,光学组件的半空间分离有助于设计成像光学单元。半空间分离平面可与镜像对称相符。因为半空间分离甚至可在部分光学单元关于彼此不镜像对称布置时进行,所以这不是强制的。

[0013] 所述部分光学单元中的至少一个的光学组件以分布方式布置在两个半空间中,这两个半空间通过所述半空间分离平面而彼此分离,在该情况下,部分光学单元之一的至少一个光学组件布置在一个半空间中,所述部分光学单元的至少另一光学组件布置在另一半空间中。这样,部分光学单元的相互穿插设计(interpenetrating design)是可能的,这增加了设计自由度。

[0014] 在物方,所述成像光学单元的至少两个部分光学单元的部分成像光路具有主光线,其中,所述主光线来自中心物场点,所述主光线在垂直于半空间分离平面延伸的子午平面中行进,所述主光线在相同的半空间中行进。特别地,还可使用成像的反射式物体。倾斜照明是可能的。

[0015] 所述部分光学单元中的至少一个具有0.2的像方数值孔径,该部分光学单元的像方数值孔径已被证明是有利的。那么,像方总数值孔径例如可为0.5。

[0016] 所述成像光学单元可实施为反射式光学单元,该反射式实施例已被证明是有利的。例如,每个部分光学单元可使用六个反射镜。还可使用不同数量的反射镜,尤其是奇数数量的反射镜。

[0017] 所述光学组件中的至少一个实施为一体式,并具有至少两个相互分离的光束引导区域,用于引导相应的部分成像光路,该光学组件中的至少一个的一体式实施例增加了成像光学单元的稳定性。

[0018] 包含用于照明所述物场的照明光学单元和包含上述成像光学单元的光学系统;包含上述光学系统、光源、物保持器和像保持器的投射曝光设备;包含提供掩模母版和晶片、借助于上述投射曝光设备将所述掩模母版上的结构投射在所述晶片的光敏层上以及在所述晶片上制造微结构或纳米结构的步骤的用于制造微结构或纳米结构组件的方法;以及根据所述方法制造的图案化组件(例如,集成半导体电路、存储器芯片)的优点与上面参考根据本发明的成像光学单元所说明的优点对应。特别地,光源可为EUV光源,其导致投射曝光设备的高结构分辨率。

附图说明

[0019] 参考附图,下面更详细地说明本发明的示例实施例,附图中:

[0020] 图1示意性地示出用于EUV微光刻的投射曝光设备;

[0021] 图2示出投射曝光设备的投射光学单元的实施例的侧视图(垂直于物平面和像平面的平面);

- [0022] 图3示出透射式掩模的平面图,在使用根据图2的投射光学单元时,使用该透射式掩模代替图1示出的反射式掩模用于成像;
- [0023] 图4示出根据图2的投射光学单元的入瞳的平面图;
- [0024] 图5以类似于图2的示意图示出代替根据图2的投射光学单元用于投射曝光设备中的投射光学单元的另一实施例;
- [0025] 图6以类似于图4的示意图示出根据图5的投射光学单元的入瞳;
- [0026] 图7以类似于图6的示意图示出投射光学单元的另一实施例的入瞳;
- [0027] 图8以子午截面示出投射光学单元的另一实施例;
- [0028] 图9以类似于图6的示意图示出根据图8的投射光学单元的入瞳;
- [0029] 图10以子午截面示出投射光学单元的另一实施例;
- [0030] 图11以类似于图6的示意图示出根据图10的投射光学单元的入瞳;
- [0031] 图12以子午截面示出投射光学单元的另一实施例;
- [0032] 图13以类似于图6的示意图示出根据图12的投射光学单元的入瞳;
- [0033] 图14以子午截面示出投射光学单元的另一实施例;
- [0034] 图15以类似于图6的示意图示出根据图14的投射光学单元的入瞳。

具体实施方式

[0035] 用于微光刻的投射曝光设备1具有用于照明光或成像光3的光源2。光源2为EUV光源,其产生例如处于5nm和30nm之间,尤其是处于5nm和15nm之间的波长范围内的光。特别地,光源2可为具有13.5nm或6.9nm的波长的光源。可包含LPP(激光产生的等离子体)光源或GDP(气体放电产生的等离子体)光源。其他的EUV波长也是可能的。通常,甚至任意波长也可用于在投射曝光设备1中引导的照明光3,任意波长例如为可见光波长或可用于微光刻且对于合适的激光光源和/或LED光源来说是可用的其他波长(例如,365nm、248nm、193nm、157nm、129nm、109nm)。图1极其示意性地示出照明光3的光路。

[0036] 照明光学单元6用于将照明光3从光源2向物平面5中的物场4引导。利用投射光学单元或成像光学单元7,物场4以预定的缩小比例成像在像平面9中的像场8中。照明光学单元6和投射光学单元7构成投射曝光设备1的光学系统。图2和其后的图中示出的示例性实施例中的一个可用于投射光学单元7。根据图1的投射光学单元7缩小8倍。还可有其他的缩小比例,例如4x、5x,或者甚至是大于8x的缩小比例。特别地,对于具有EUV波长的照明光3,8x的成像比例是合适的,因为这样可保持例如作为待成像的掩模母版10的反射式掩模上的物方入射角较小。掩模母版10承载利用投射曝光设备1成像的结构。此外,8x的成像比例不会导致必须使用不必要的大掩模。在根据图2及其后的图的实施例中的投射光学单元7的情况下,像平面9布置为平行于物平面5。在该情况下,使反射式掩模10(还称为掩模母版)的一部分成像,所述部分与物场4重合。反射式掩模10由掩模母版或掩模保持器11承载。

[0037] 通过投射光学单元7成像至晶片形式的基板12的表面上,该基板由基板或晶片保持器13承载。图1示意地示出,在掩模母版10和投射光学单元7之间,照明光3的光束14进入所述投射光学单元,在投射光学单元7和基板12之间,照明光3的光束15从投射光学单元7中射出。根据图2的实施例中的投射光学单元7的像方数值孔径可为0.4或甚至更大。这在图1中未按比例表示。

[0038] 为了有助于描述投射曝光设备1和投射光学单元7的多个实施例,在图中示出笛卡尔xyz坐标系,其中,图中示出的各组件的相应位置关系是明显的。在图1中,x方向垂直于示图的平面延伸并进入该平面。y方向向右延伸,而z方向向下延伸。

[0039] 投射曝光设备1是扫描曝光机(scanner)类型的。在操作投射曝光设备1期间,在y方向上扫描掩模母版10和基板12。步进曝光机(stepper)类型的投射曝光设备1也是可能的,其中,掩模母版10和基板12在y方向上的步进式位移发生在基板12的单独(individual)曝光期间。

[0040] 参考图8及其后的图以及尤其是参考图13和13,下面还说明了关于投射光学单元7的构造的具体示例。

[0041] 还可使用如图2的平面图中所示的相位掩模形式的透射式掩模作为掩模母版10,而不是如根据图1实施例的掩模母版10的情况下的反射式掩模。

[0042] 为了使相位掩模16成像,图2示出可用于代替根据图1的布置的投射光学单元7的投射光学单元17。与上面参考根据图1的示意图而说明的组件对应的组件具有相同的参考符号,并将不再被特别详细地描述。

[0043] 投射光学单元17以1x的成像比例将物场4成像在像场8中。

[0044] 投射光学单元17具有两个平面反射镜18、19,其反射表面20面向彼此并在分别在平行于yx平面的平面中彼此平行地延伸。投射光学单元17以Mach-Zehnder干涉仪的方式构造。反射镜18、19构成投射光学单元17的部分光学单元。

[0045] 相位掩模16具有平行于y方向延伸的线结构21。用于照明相位掩模16的照明光学单元6实施为使得照明光3以准直形式照在相位掩模16上。由于相位掩模16的线性结构化,所以照明光3会发生衍射。根据照明光3的波长调整线结构21的间距,使得在z方向上照在相位掩模16上的照明光3分为第-1衍射级22和第1衍射级23。一方面照明光3的第-1衍射级22的光线,以及另一方面照明光3的第1衍射级23的光线都分别以完全相同的第-1和第1衍射角离开相位掩模16,并分别以所述第-1和第1衍射角进入投射光学单元17,所述光线在相位掩模16处衍射。因此,照明光3正好在两个离散的光瞳位置25和26处通过图4的平面图中示出的入瞳24。在该情况中,光瞳位置25表示第-1衍射级22的照明角度。光瞳位置26表示第1衍射级23的照明角度。

[0046] 两个衍射级22、23表示照明光3在位于物场4和像场8之间的投射光学单元17中的总成像光路27的部分成像光路。两个部分成像光路22、23以彼此完全分离且由投射光学单元17的光学组件引导(即,由平面反射镜18、19引导)的方式在物场4和像场8之间行进。第-1衍射级22仅由位于图2右侧的平面反射镜19反射。第1衍射级23仅由位于图2左侧的平面反射镜18反射。在物场4和像场8之间的成像光路27中的任何位置,两个部分成像光路22、23都不照在投射光学单元17的光束引导表面的相同区域上,即,平面反射镜18、19的反射表面20的相同区域上。

[0047] 图4中入瞳24的由NA标明的直径表示投射光学单元17的有效数值孔径。由于成像比例为1x,所以物方数值孔径NA具有与像方数值孔径NA完全相同的尺寸。光瞳位置25、26的直径SNA表示衍射级22、23的子孔径。在相位掩模16的完全准直照明的理想情况下,子孔径SNA实际上为零。一般而言,下式适用: $SNA \ll NA$ 。对于比率,例如可适用 $2 < NA/SNA < 100$ 。

[0048] 以非常简单的方式构造的投射光学单元17使得可以获得非常高的有效NA以及因

此相应高的分辨能力,这可用于投射成像甚至非常小的结构,即,精细线结构21。

[0049] 参考图5和6,下面说明投射光学单元28的另一实施例,其可用于代替根据图2的投射光学单元17。与上面参考图1至4已经说明的组件对应的组件具有相同的参考符号并将不再被更明确地论述。

[0050] 投射光学单元28不再要求完全或几乎完全准直的照明。投射光学单元28包含总共四个部分透镜,根据图5,沿着xz中心平面以截面图示出其中两个部分透镜,即部分透镜29和30。投射光学单元28的总成像光路由AS指示。仅由部分透镜中的一个引导的成像光路由TAS指示。

[0051] 基本在xz平面中或邻近该xz平面行进的第一衍射级31表示在物场4和像场8之间的部分成像光路,所述光路由部分透镜29引导。

[0052] 基本在xz平面中或邻近该xz平面行进的第-1衍射级31a表示在物场4和像场8之间的部分成像光路,所述光路由部分透镜30引导。

[0053] 图6示出投射光学单元28的入瞳32。在入瞳32的直径内,即在有效数值孔径NA内,部分光瞳33至36布置在四个象限中。布置在图6中的入瞳32的左象限中的部分光瞳33被分配给第一衍射级31。布置在图6的右象限中的部分光瞳34被分配给第-1衍射级31a。相应地,在图中分别布置在上象限和下象限中的另外两个部分光瞳35、36被分配给在yz平面中偏转的另外两个部分透镜(未示出)的第+/-1衍射级。

[0054] 部分光瞳33至36各具有圆形边界。部分光瞳33至36在入瞳32中各具有相同的直径SNA。在根据图6的实施例的情况下,以下适用: $SNA = NA / (1 + \sqrt{2})$ 。

[0055] 部分光瞳33至36在入瞳32中彼此完全分离,即未重叠。在四个部分光瞳33至36之外,遮拦面积37出现在入瞳32中,所述遮拦面不用于通过成像光。投射光学单元28具有31%的光瞳遮拦。在该情况下,光瞳遮拦表示遮拦面积37(即由于光瞳遮拦导致的入瞳32中被遮蔽的面积)相对于入瞳32的总面积的比率。

[0056] 部分光瞳33至36布置在由入瞳32预定的光瞳平面中,所述光瞳平面平行于xy平面,具有关于中心光轴oA的四重对称性。光轴oA垂直于入瞳32的光瞳平面延伸。光轴oA垂直于物平面5延伸。光轴oA垂直于像平面9延伸。

[0057] 根据部分光瞳33至36关于光轴oA的布置的四重对称性,投射光学单元28的部分透镜29、30和另外两个部分透镜(图5未示出)还以关于光轴oA的多重对称性布置。投射光学单元28的部分光学单元,即,例如部分光学单元29和30,通过关于镜像对称平面SE镜像而彼此转换,光轴oA在镜像对称平面SE中延伸。在两个部分光学单元29、30的情况下,镜像对称平面SE垂直于图5中的像平面延伸,即是平行于yz平面的平面。用于投射光学单元28的其他两个部分透镜(未示出)的另外的镜像对称平面与图5中的示图平面重合。

[0058] 两个部分光学单元29、30的光学组件完全在各自的两个半空间38、39之一中延伸,两个半空间38、39通过半空间分离平面HT而彼此分离,光轴oA在半空间分离平面HT中延伸。在根据图5的实施例的情况下,半空间分离平面HT与镜像对称平面SE重合。

[0059] 部分光瞳33至36布置为使得可利用投射光学单元28适宜地并以良好的高分辨率成像质量成像相位掩模16上的在x方向和/或y方向上延伸的结构。

[0060] 图7以类似于图6的示图示出投射光学单元(未示出)的另一实施例的具有总共九

个部分光瞳41至49的入瞳40。与上面参考根据图1至6的实施例已经说明的组件对应的组件具有相同的参考符号并将不再被更明确地论述。

[0061] 部分光瞳41居中地位于入瞳40中,并在入瞳40中具有直径 $SNA1$ 。另外四个部分光瞳42至45以与根据图5和6实施例的部分光瞳33至36相当的方式布置在入瞳40的四个象限中。部分光瞳42至45在入瞳40中也具有直径 $SNA1$ 。与根据图6的情况相比,在根据图7的布置的情况中的比率 $SNA1/NA$ 较小。在各个情况下,在周向方向上,在部分光瞳42至45中的相邻部分光瞳之间,其余四个部分光瞳46至49位于入瞳40中,并在入瞳40中具有直径 $SNA2$ 。 $SNA1 > SNA2$ 适用。此外,部分光瞳41至49在入瞳40中不重叠。所有的部分光瞳41至49彼此在空间上分离。

[0062] 部分光瞳42至49与入瞳40内切,使得围绕部分光瞳42至49的周向线与围绕所述入瞳40的周向线相接。

[0063] 包含部分透镜或部分光学单元(具有部分光瞳41至49)的投射光学单元的构造使得甚至可将相对复杂的结构成像在掩模母版上,即反射式掩模10和/或相位掩模16。

[0064] 分配有部分光瞳41至49的部分光学单元也彼此在空间上分离。

[0065] 参考图8和9,下面描述投射光学单元50的另一实施例,其可用于代替投射光学单元7、17和28。上面参考图1至7已经说明的组件和功能具有相同的参考符号并将不再被更明确地论述。投射光学单元50以与根据5的投射光学单元28相当的方式总共具有四个部分透镜或部分光学单元,其中两个部分透镜51、52在图8中示出。投射光学单元50整体实施为只包含反射镜的光学单元,即反射式光学单元。部分透镜51、52的反射镜M1至M6按它们从物场4开始反射成像光3的顺序连续编号。

[0066] 以与投射光学单元28的部分透镜29、30相当的方式,部分透镜51、52也关于镜像对称平面SE镜像对称,并通过半空间分离平面HT而彼此分离。这相应地适用于投射光学单元50的在图8中未示出的两个部分透镜。

[0067] 在光学设计方面,部分透镜51对应于US 7,414,781 B2的图12中公开的成像光学单元。

[0068] 在投射光学单元50的情况下,部分光瞳在入瞳中的布置对应于投射光学单元28的布置。图9再次示出投射光学单元50的所述部分光瞳的布置。部分光瞳33对应于部分透镜51的入瞳。部分光瞳34对应于部分透镜52的入瞳。根据图9的具有部分光瞳35和36的另外两个部分透镜(图8中未示出)的相应反射镜M1至M6以相应构造且以在 $+/-y$ 方向上与xz平面(图8的示图平面)隔开的方式布置。对于这两个未示出的部分透镜,根据图8的示图平面一方面表示镜像对称平面,另一方面表示半空间分离平面。这些另外的部分透镜以与部分透镜51、52相同的方式构造。

[0069] 部分透镜51、52各具有在反射镜M4和M5之间的相应部分成像光路中的中间像ZB。部分透镜51、52的两个中间像ZB布置为使得它们在空间上彼此完全分离。

[0070] 参考图10和11,下面说明投射光学单元53的另一实施例,其可用于代替投射光学单元50。与上面参考图1和9,尤其是参考图8和9已经说明的组件和功能对应的组件和功能具有相同的参考符号并将不再被更明确地论述。

[0071] 与投射光学单元50的以通过半空间分离平面HT而彼此完全分离的方式布置的部分透镜51、52相比,投射光学单元53的部分透镜54、55的布置使得部分透镜54、55的反射镜

M1至M4分别均布置在两个半空间38、39中的一个中,而反射镜M5、M6布置在两个半空间38、39中的另一个中。在部分透镜54的情况下,反射镜M1至M4布置在半空间38中,而反射镜M5和M6布置在半空间39中。在部分透镜55的情况下,反射镜M1至M4布置在半空间39中,而反射镜M5和M6布置在半空间38中。因此,部分透镜54、55具有相互穿插的设计。尽管两个半空间中有该布置,但两个部分透镜54、55仍能通过关于镜像对称平面SE镜像而彼此转换。

[0072] 与根据图11的部分光瞳35、36相关联的另外两个部分透镜(图10中未示出)相应地设有以分布方式布置在通过图10的示图平面而彼此分离的两个半空间中的反射镜M1至M6。

[0073] 参考图12和13,下面描述投射光学单元56的另一实施例。与上面参考图1至11已经说明的组件对应的组件具有相同的参考符号并将不再被更明确地论述。

[0074] 例如,与根据图8和10的示图相比,图12示出平行于yz平面得到的子午截面。

[0075] 投射光学单元56的部分透镜57属于根据图13的部分光瞳35。部分透镜58属于根据图13的部分光瞳36。因此属于部分光瞳35的部分透镜57的部分成像光路具有主光线HS1,其从物场4的中心点发出,即从中心物场点发出。相应地,部分透镜58具有主光线HS2,其同样从中心物场点发出。两个部分透镜57、58的两个主光线HS1、HS2在yz平面中行进,即在两个半空间38、39之间,在垂直于主分离平面HT(平行于xz平面)延伸的平面中行进。从物场4开始,两个主光线HS1、HS2在相同的半空间38中行进。例如,这可区分投射光学单元56与投射光学单元50、53,在投射光学单元50、53中,两个部分光学单元的来自中心物场点的主光线分别关于彼此镜像对称且在不同的半空间38、39中行进。

[0076] 投射光学单元56的来自相同半空间的两个主光线HS1、HS2的路线使得可使用反射式掩模10,那么,该反射式掩模通过投射光学单元56成像。用于照明这种反射式掩模10的照明光路BS由图12中的箭头指示。以关于光轴oA的角度照在物场4上的这种照明还称为倾斜照明。倾斜照明由以下事实定义:照明光瞳的中心不位于投射光学单元56的光轴oA上。这由图13中的入瞳32的坐标示图阐明。在坐标(0,0)处,光轴与光瞳平面相交,入瞳32位于光瞳平面中。入瞳32的中心位于坐标(0,NA/2)处。

[0077] 两个部分透镜57、58不能通过关于包含光轴且垂直于图12的示图平面的平面镜像而彼此转换。在物场4和第一法线入射反射镜M1之间,部分透镜58具有掠入射反射镜GI。为了该应用,法线入射反射镜是具有至多30°入射角的反射镜。掠入射反射镜是具有至少60°入射角的反射镜。

[0078] 除了掠入射反射镜GI,部分透镜58还具有位于部分成像光路的进一步路线中的六个反射镜M1至M6。部分透镜57具有位于物场4和像场8之间的六个反射镜M1至M6。因此,两个部分透镜57、58具有不同数量的反射镜。

[0079] 参考图14和15,下面描述投射光学单元59的另一实施例,其可用于代替上述投射光学单元。与上面参考图1至13已经说明的组件和功能对应的组件和功能具有相同的参考符号并将不再被更明确地论述。

[0080] 与根据图8的投射光学单元50相比,投射光学单元59具有代替两个部分透镜51、52的反射镜M6的一体实施的反射镜组件60,所述反射镜M6实施为彼此分离。所述反射镜组件具有两个相互分离的光束引导区域61、62,用于以经由两个部分透镜51、52引导的方式来分别引导投射光学单元59的部分透镜51和部分透镜52的各自成像光,即,用于引导投射光学单元59的相应部分成像光路。

[0081] 一体式反射镜组件60在整体上甚至可具有四个相互分离的光束引导区域,用于引导分配给投射光学单元59的部分光瞳33至36的部分成像光路。这些附加部分透镜(图14中未示出)的另外两个光束引导区域以在 $\pm y$ 方向上与图14的示图平面隔开的方式布置,并属于投射光学单元59的在图14中未示出的两个部分透镜。

[0082] 为了制造图案化组件,即,例如集成电路形式的半导体组件,例如存储器芯片形式的半导体组件,首先提供掩模母版10和晶片12。然后,借助于投射曝光设备1,将掩模母版10上的结构投射在晶片12的光敏层上。然后通过显影光敏层在晶片12上制造微结构或纳米结构。由于通过彼此分离延伸的部分成像光路引导成像光3,因此确保以高数值孔径以及因此以相应高结构分辨率使物场成像。

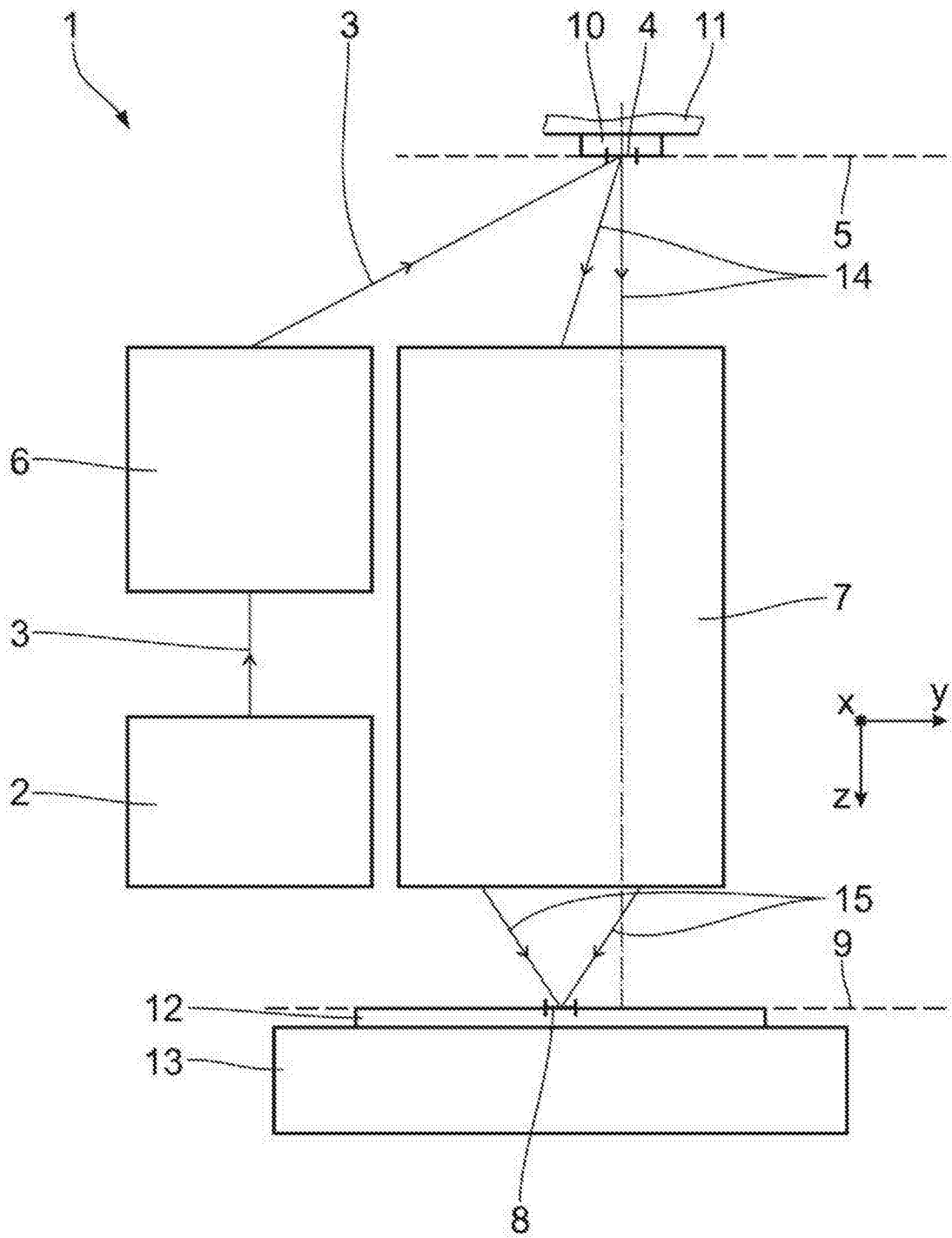


图1

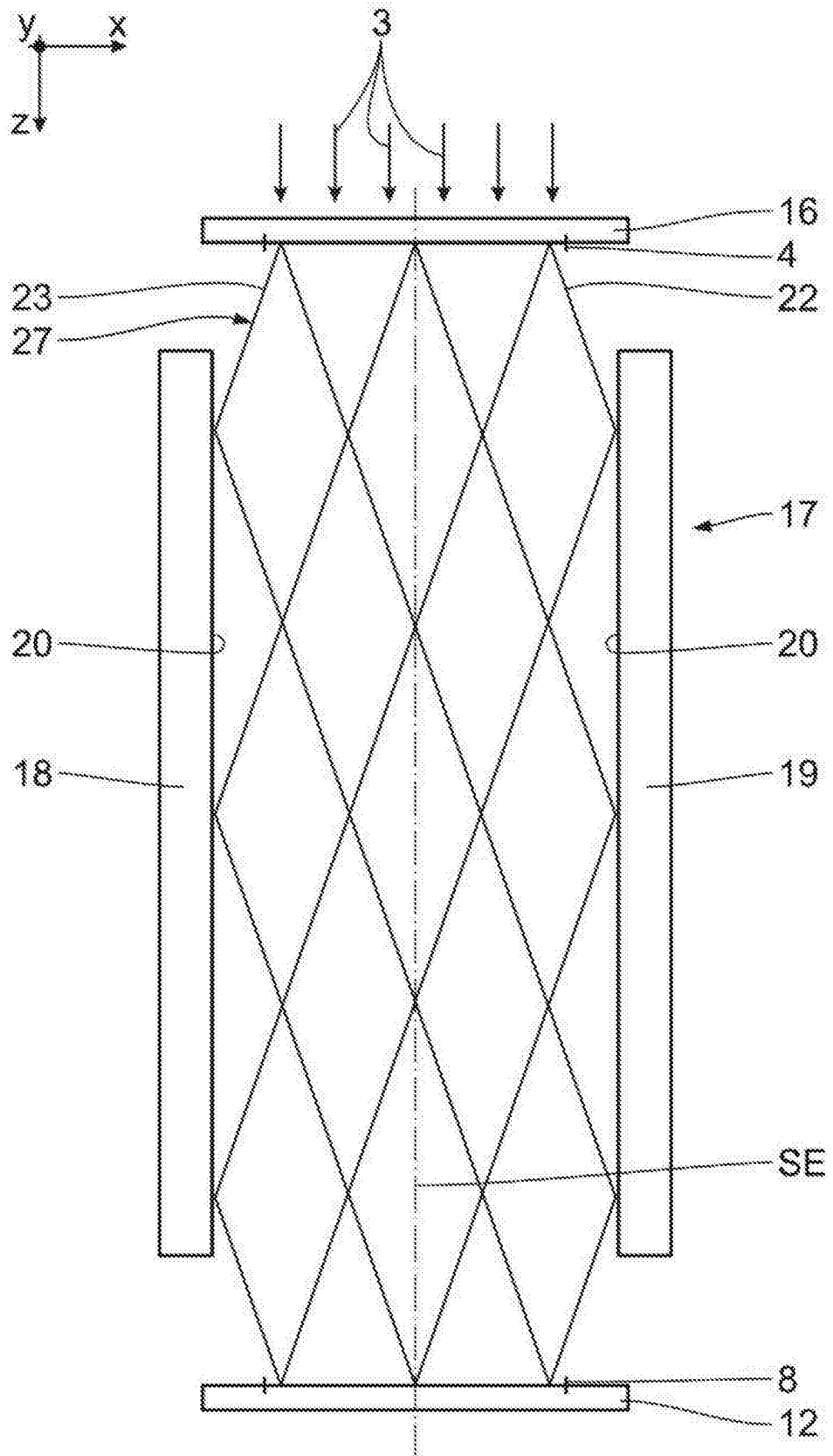


图2

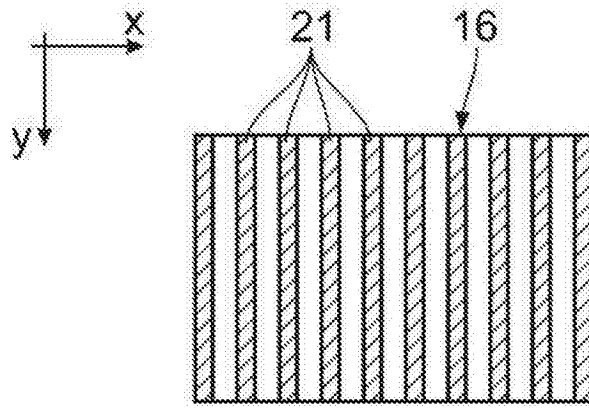


图3

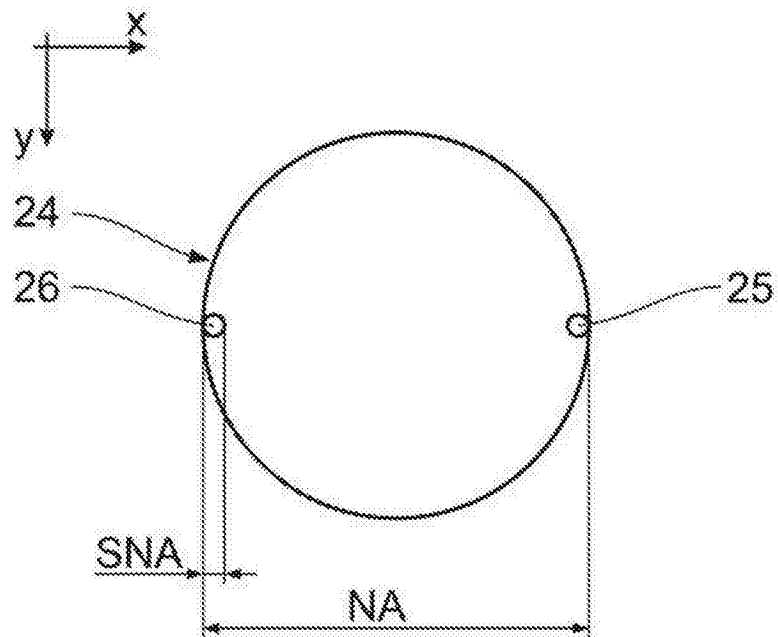


图4

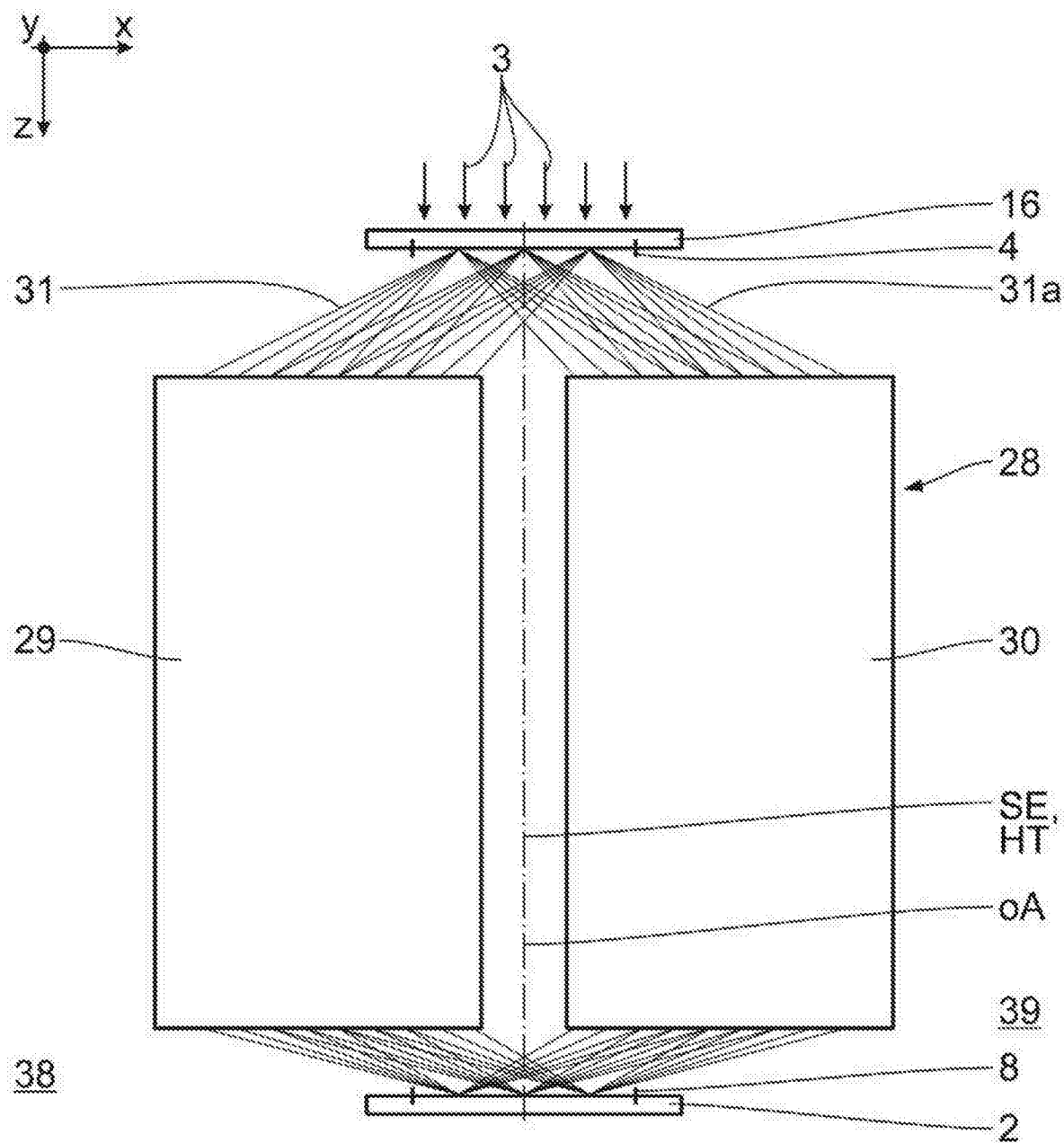


图5

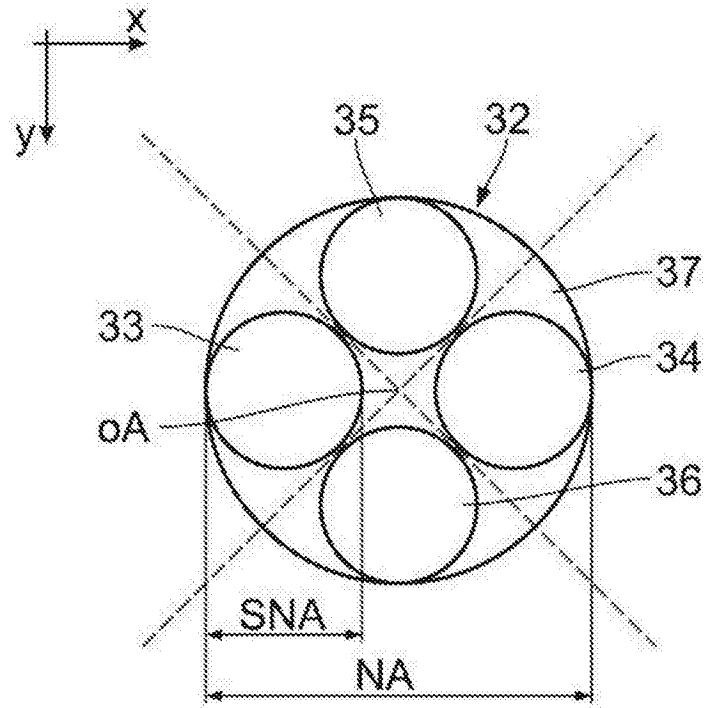


图6

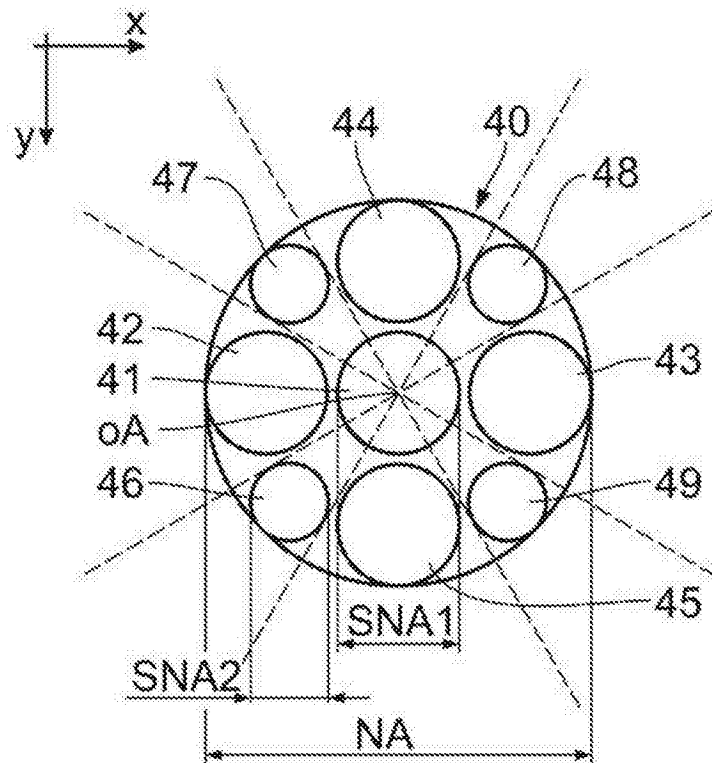


图7

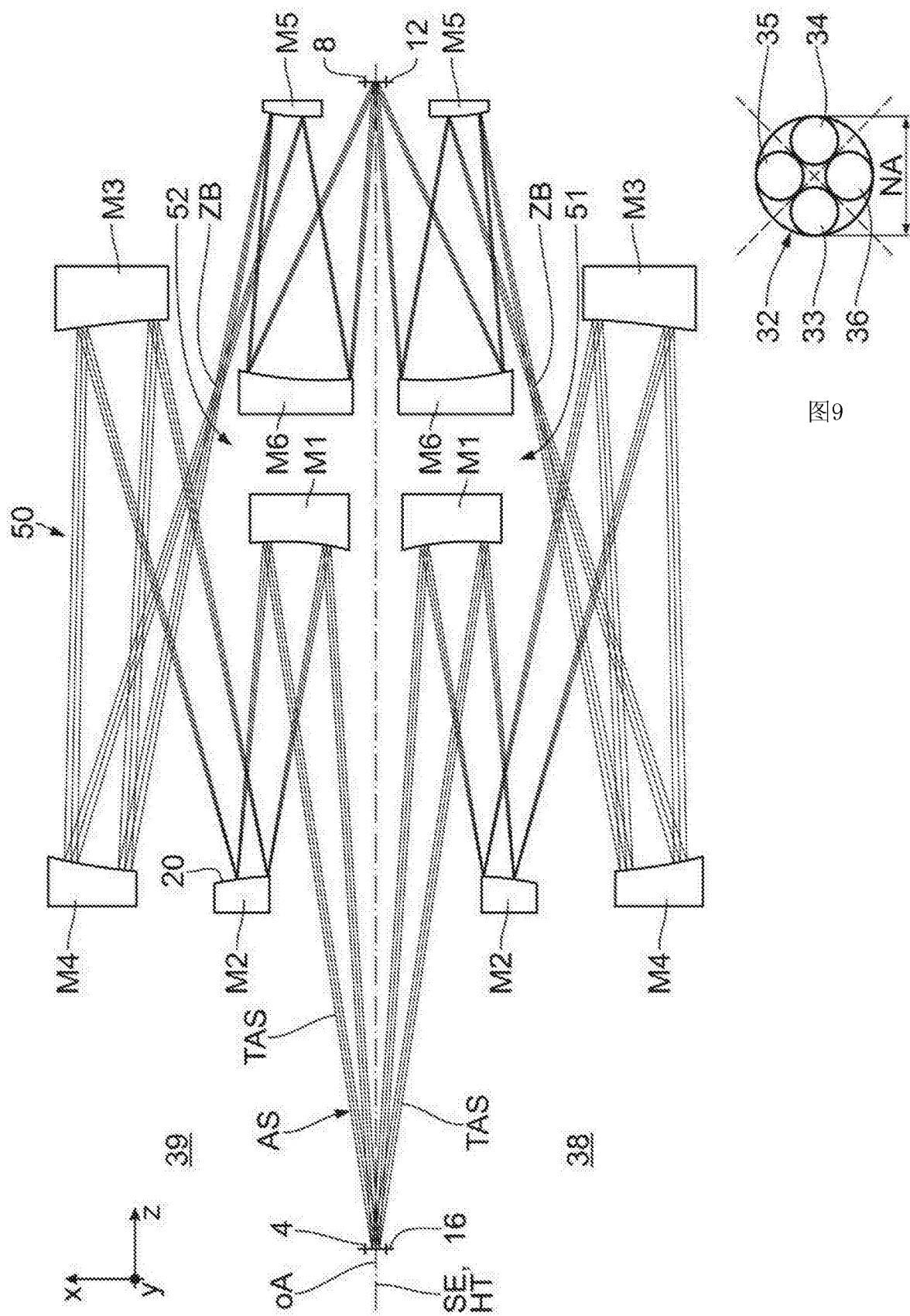


图9

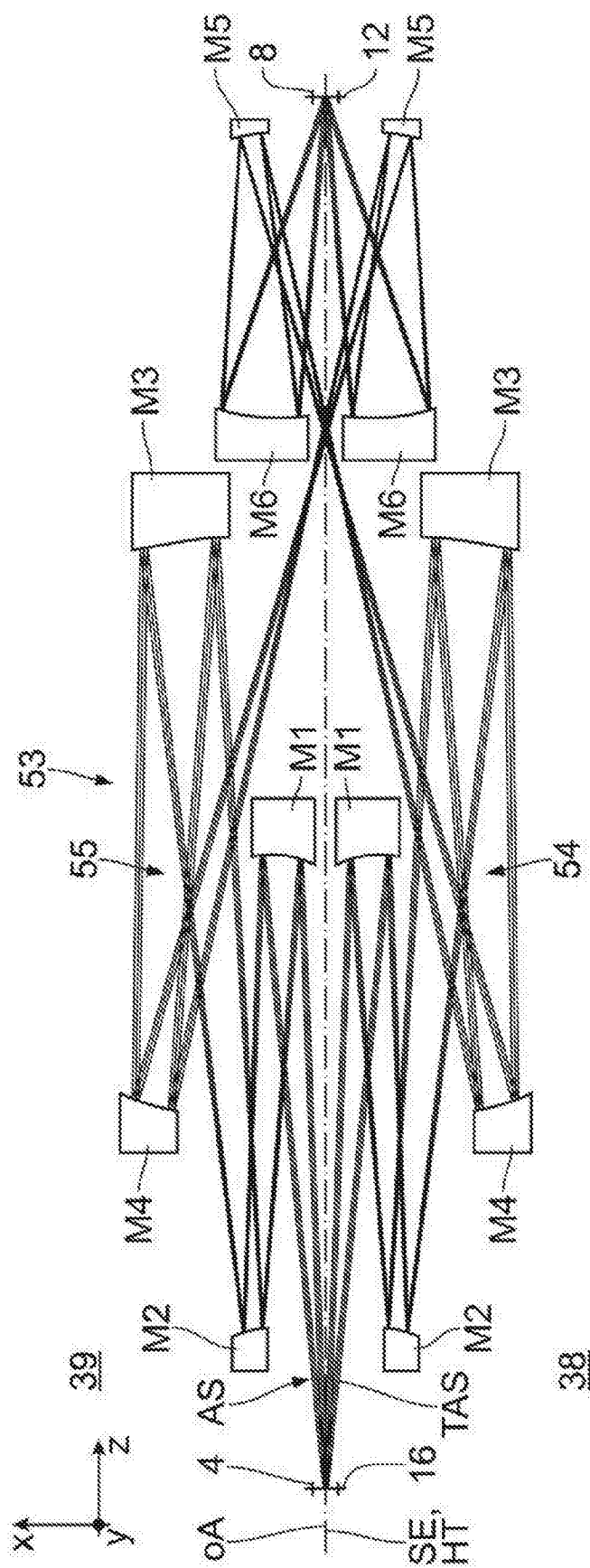


图10

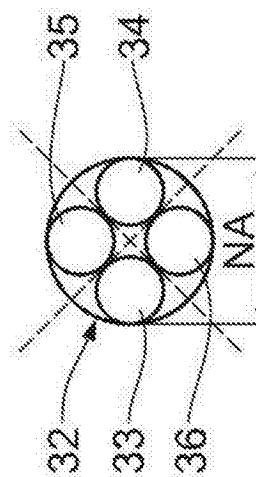


图11

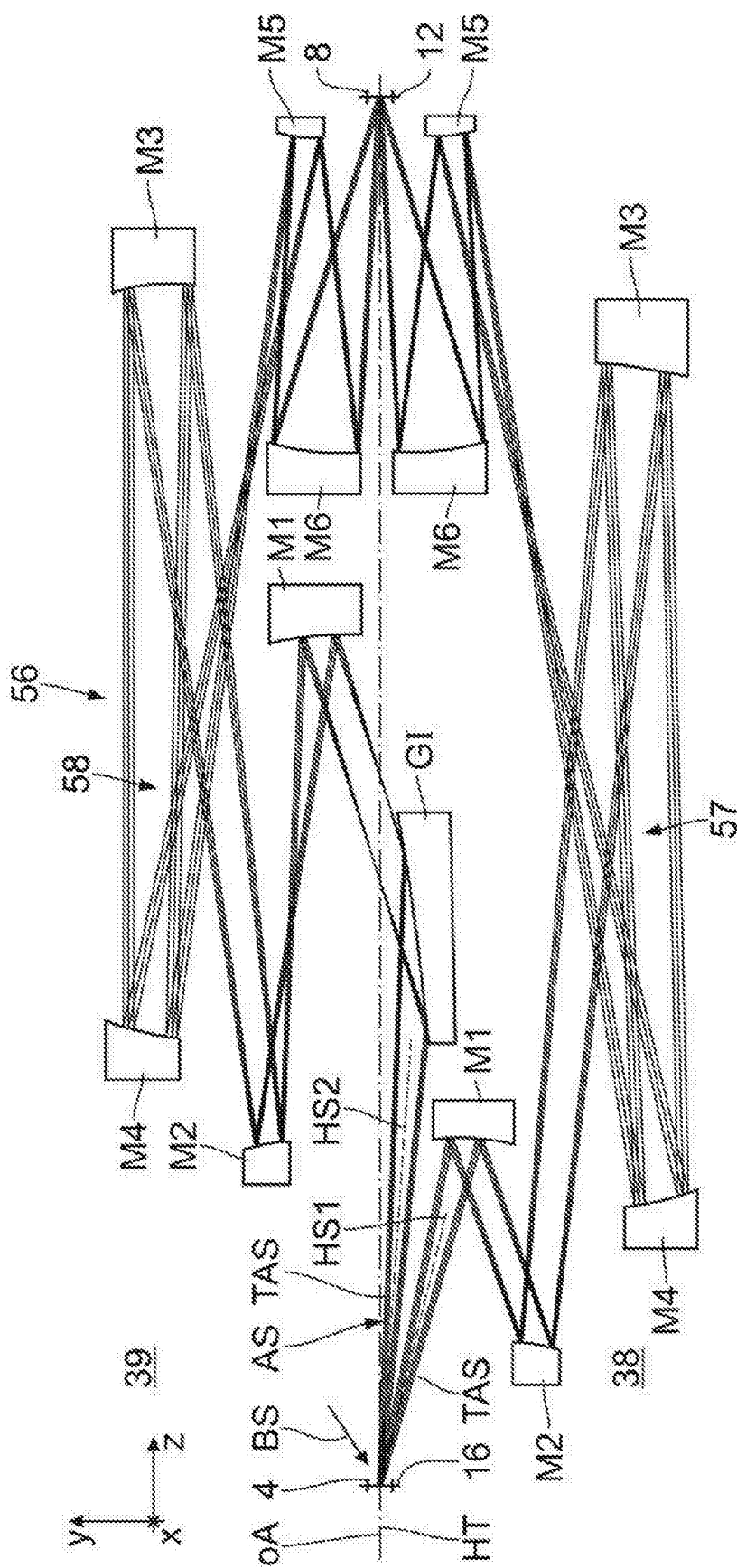


图12

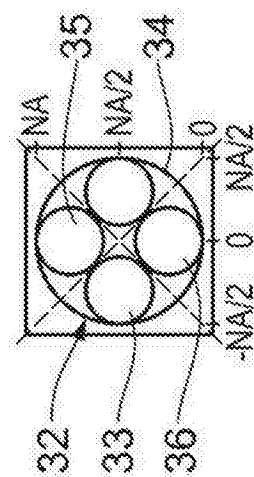


图13

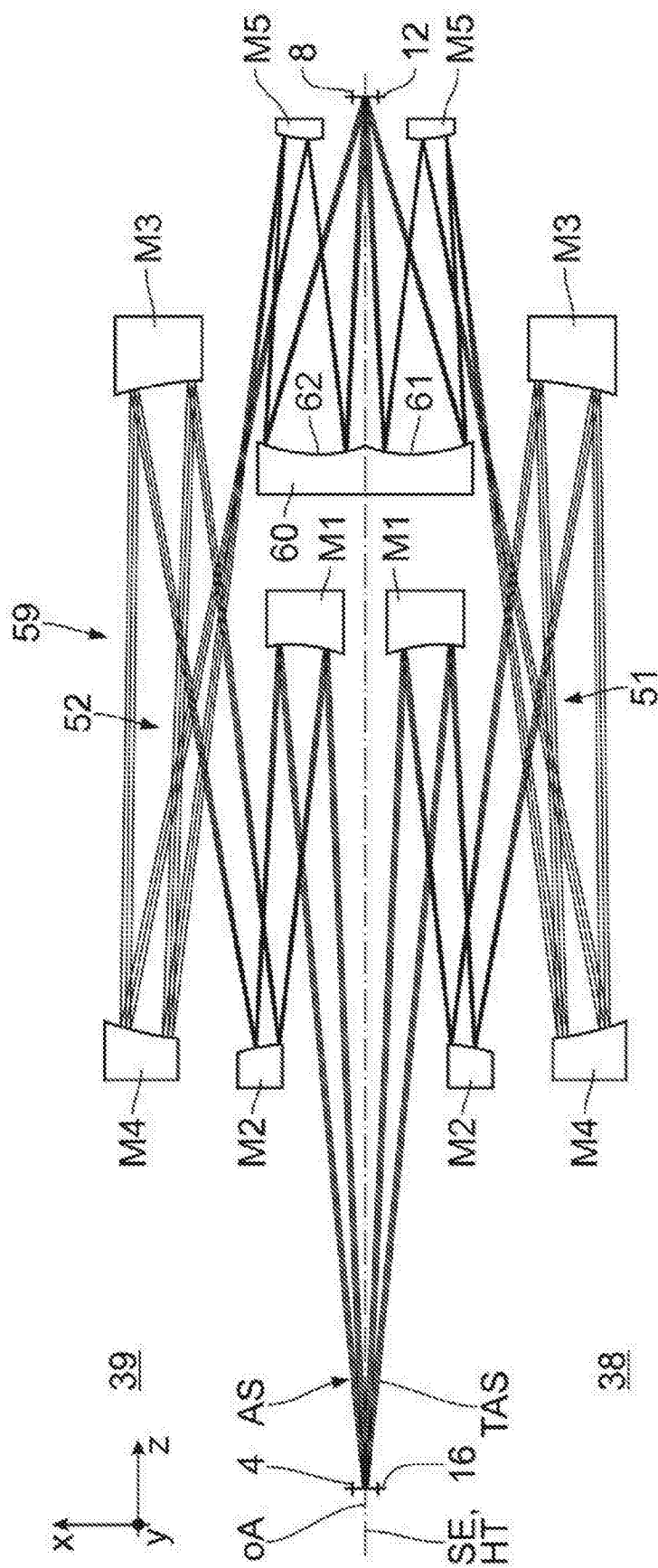


图14

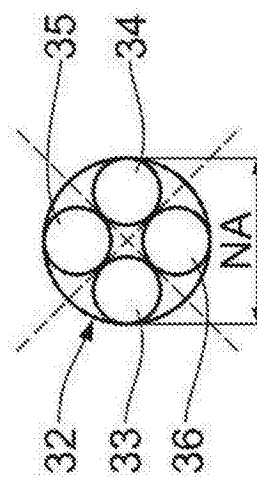


图15