



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101713864 B

(45) 授权公告日 2013. 10. 30

(21) 申请号 200910252633. 0

(22) 申请日 2005. 12. 22

(30) 优先权数据

60/698, 909 2005. 07. 13 US

1020050420052 2005. 09. 05 DE

60/695, 455 2005. 06. 30 US

1020040633134 2004. 12. 23 DE

60/665, 036 2005. 03. 24 US

(62) 分案原申请数据

200580044848. 3 2005. 12. 22

(73) 专利权人 卡尔蔡司 SMT 有限责任公司

地址 德国上科亨

(72) 发明人 汉斯-于尔根·曼 戴维·谢弗

威廉·乌尔里希

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 邱军

(51) Int. Cl.

G02B 17/06 (2006. 01)

(56) 对比文件

EP 1093021 A2, 2001. 04. 18, 说明书第
0039 — 0042 段, 附图 4.

US 2004/0114217 A1, 2004. 06. 17, 说明书第
0060 — 0066 段、附图 1A.

审查员 佟晓惠

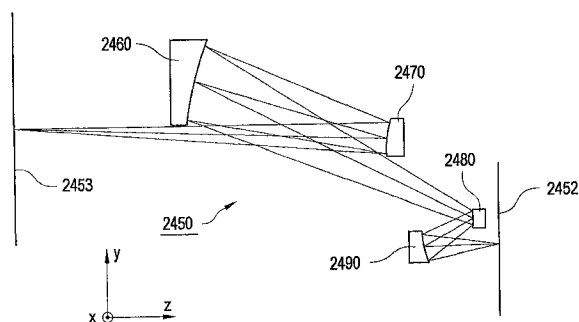
权利要求书2页 说明书72页 附图31页

(54) 发明名称

具有暗化光瞳的大孔径物镜

(57) 摘要

本发明涉及一种物镜, 尤指一种特别在波长 $\leq 193\text{nm}$ 中使用的微光刻投影物镜, 包括有: 第一局部物镜 (100), 具有至少一个镜体, 其中镜体 (S1) 不具有能由光束穿过的孔; 第二局部物镜 (200), 具有至少一个主凹面镜 (SK1) 和副凹面镜 (SK2), 其中主凹面镜 (SK1) 和副凹面镜 (SK2) 都具有能由光束穿过的孔。



1. 一种用于波长 $\leq 193\text{nm}$ 的微光刻投影物镜,其包括:物面(10);像面(20);第一局部镜体组(300.1),至少具有第一镜体和第二镜体;并且第二局部镜体组(200.1),至少具有第三镜体(1020)和第四镜体(1030),其中所述投影物镜的过渡图像(22)在所述第一局部镜体组(300.1)的第一镜体(1000)和所述第二局部镜体组(200.1)的第四镜体(1030)之间的光路中形成,其中所述第三镜体(1020)在从所述物面(10)到所述像面(20)的光路中是倒数第二个镜体,并且所述第三镜体是凹面镜,所述第四镜体是凹面镜,所述第一镜体、所述第二镜体、所述第三镜体和所述第四镜体具有开口,所述第一镜体具有第一镜体直径 d_2 ,所述第四镜体(1030)具有第二镜体直径 d_1 ,所述过渡图像具有到所述第四镜体的第一表面的第一距离 z_1 ,光线射到所述第一表面上,以及具有到所述第一镜体的表面的第二距离 z_2 ,光线射到第一镜体的表面上,并且所述过渡图像的位置符合以下关系式:

$$\frac{d1}{d2} \approx \frac{z1}{z2}。$$

2. 根据权利要求1所述的微光刻投影物镜,其中所述微光刻投影物镜用于 $\leq 100\text{nm}$ 的波长。

3. 一种用于波长 $\leq 193\text{nm}$ 的微光刻投影物镜,其包括:第一局部镜体组(300.1),至少具有第一镜体和第二镜体;并且第二局部镜体组(200.1),至少具有第三镜体(1020)和第四镜体(1030),其中所述第一镜体(1000)的镜表面和所述第四镜体(1030)的镜表面形成双面镜,所述第三镜体和所述第四镜体是凹面镜且具有开口。

4. 根据权利要求3所述的微光刻投影物镜,其中所述微光刻投影物镜用于 $\leq 100\text{nm}$ 的波长。

5. 根据权利要求3所述的微光刻投影物镜,其中,所述双面镜具有开口。

6. 根据权利要求4所述的微光刻投影物镜,其中,所述开口是通孔。

7. 根据权利要求6所述的微光刻投影物镜,其中,所述通孔是圆锥形的。

8. 根据权利要求5-7中任一项所述的微光刻投影物镜,其中,所述投影物镜的过渡图像(22)在所述第一局部镜体组(300.1)的第一镜体(1000)和所述第二局部镜体组(200.1)的第四镜体(1030)之间的光路中形成,其中,所述过渡图像(22)形成于所述开口中或接近所述开口。

9. 根据权利要求1-7中任一项所述的微光刻投影物镜,还包括第三局部镜体组,所述第三局部镜体组包括没有开口的六个镜体(S1-S6)。

10. 根据权利要求9所述微光刻投影物镜,其中,所述微光刻投影物镜具有设置在所述第三局部镜体组的孔径光阑。

11. 根据权利要求1-7中任一项所述的微光刻投影物镜,其中,所述微光刻投影物镜具有设置在所述第一局部镜体组的孔径光阑。

12. 根据权利要求11所述微光刻投影物镜,其中,所述孔径光阑设置在第三镜体上或接近第三镜体。

13. 一种用于波长 $\leq 193\text{nm}$ 的微光刻投影物镜,其包括:物面(10);像面(20);第一局部镜体组(300.1),至少具有第一镜体和第二镜体;并且第二局部镜体组(200.1),至少具有第三镜体(1020)和第四镜体(1030),其中所述投影物镜的过渡图像在所述第一局部镜体组(300.1)的第一镜体(1000)和所述第二局部镜体组(200.1)的第四镜体(1030)之

间的光路中形成,所述第三镜体和所述第四镜体是凹面镜且具有开口,其中所述第三镜体(1020)在从所述物面(10)到所述像面(20)的光路中是倒数第二个镜体,其中所述微光刻投影物镜还包括第三局部镜体组,所述第三局部镜体组包括没有开口的镜体(S1-S6),所述微光刻投影物镜具有设置在所述第三局部镜体组的孔径光阑。

14. 根据权利要求13所述的微光刻投影物镜,其中所述微光刻投影物镜用于 $\leq 100\text{nm}$ 的波长。

15. 根据权利要求13所述微光刻投影物镜,其中,所述微光刻投影物镜具有孔径光阑和遮蔽光阑,且其中所述遮蔽光阑设置在光阑面中,所述光阑面远离于所述微光刻投影物镜的每个所述镜体的位置。

具有暗化光瞳的大孔径物镜

[0001] 本申请是申请日为 2005 年 12 月 22 日且发明名称为“具有暗化光瞳的大孔径物镜”的中国专利申请 No. 200580044848.3 的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉参考

[0003] 本申请要求根据 35U. S. C § 119(e) (1) 于 2005 年 3 月 24 日提交的美国临时申请第 60/665,036 号的优先权、于 2005 年 6 月 30 日提交的美国临时申请第 60/695,455 号的优先权、和于 2005 年 7 月 13 日提交的美国临时申请第 60/698,909 号的优先权,以及根据 35U. S. C. § 119 于 2004 年 12 月 23 日提交的德国专利申请 DE 102004 063 31 3.4 的优先权和于 2005 年 9 月 5 日提交的德国专利申请 DE 10 2005 042 005.2 的优先权和由其产生的所有利益,其全部内容结合于此作为参考。

技术领域

[0004] 本发明涉及一种物镜,特别是一种投影物镜,尤指一种微光刻投影物镜。根据本发明的物镜也适用于显微镜或在检查系统中使用。该物镜可用在所有的波长范围内,也就是可用于 $> 193\text{nm}$ 的波长。一种特别优选的,但并不仅限于此的使用范围是,应用作为微光刻投影物镜装置中的微光刻投影物镜,尤其用于 $\leq 193\text{nm}$ 的波长。

背景技术

[0005] 通常,有三个不同种类的投影物镜,即所谓的折射物镜、反射物镜及折反物镜。折射物镜使用折射元件,例如透镜元件,以使得光线从物面成像到像面中。反射物镜使用反射元件,例如镜体元件,以使得光线从物面成像到像面中,而折反物镜不仅使用折射元件也使用反射元件,以使得光线从物面成像到像面中。

[0006] 在大孔径投影物镜中,特别是对于超紫外光刻技术而言,在大孔径投影物镜的至少一些镜体上出现了大的入射角。大的入射角会导致过度的反射损失,并且造成了 s 偏振光和 p 偏振光的相位差不能矫正或难以矫正。尤其是在微光刻投影物镜的大孔径的部位出现了大的入射角或通过镜体出现非常大的入射角波动。

[0007] 对此需加以说明的是,在根据现有技术的系统中,最后两个镜体的几何上的设置基本上是根据聚焦远心的要求来规定的。

[0008] 在由 US 5,686,728 公开的系统,对于光路中像侧的最后两个镜体提出了一种由凸面镜和凹面镜构成的组合。通过这样的凸面镜与凹面镜的镜体组合虽能满足像侧的聚焦远心的要求,然而光路中的倒数第二的镜体上的入射角、特别是入射角波动还是非常大。

[0009] 在本申请中,将一个区域的,例如在一个镜体上的物面中的环形区域的中心区域点的主光线的入射角看作为在一个镜体上的入射角的大小的一个特征数值。该数值也以 Θ_{CR} 表示。例如在 EP1434093 中公开的那样,如果过渡图像 (Zwischenbild) 位于镜体的物理地点上,该镜体最接近于像面 (Bildebene) 而设置,那么能够实现像侧 (Bildseitig) 的 $NA = 0.5$ 的孔径,然而,入射角在这种系统中是如此的大,以至于在倒数第二个镜体上,从物面到像面的光路中较高的光损失是无法避免的。

[0010] 为了克服这个缺点,例如 US 6,750,948 B2 提出了一种缩微光刻-投影系统,在该系统中至少一个镜体具有一个孔,从而发生了光瞳的暗化。

[0011] 在 US 6,750,948 中描述的系统,人们需容忍光瞳的遮蔽,以使在物镜的大孔径部分中,特别是在光路中倒数第二的镜体上不出现入射角。

[0012] 然而,在 US 6,750,948 中所述系统的缺点是工作距离十分的小,该工作距离包括倒数第二镜体的最终镜体厚度最大仅为 12mm。

[0013] 这种小的工作距离尤其会对镜体的刚性造成问题。

[0014] 但在根据 US 6,750,948 的系统中,工作距离不能加大,因为一旦加大工作距离,则通过光路中倒数第二镜体的小的镜面直径将会急剧地提高光瞳暗化(Pupillenobsuration)。

[0015] US 2004/0114217 示出了具有像侧的很大孔径的暗化系统。

[0016] 该系统的缺点在于,第一局部物镜的镜体按照 US2004/0114217 是穿孔的镜体,也就是带有孔的镜体。

[0017] 在第一局部物镜中具有穿孔的镜体的系统的缺点在于,其不适用于例如 EUV-光刻中所需的较大区域,因为所有的镜体都靠近光瞳设置,因此不能够校正取决于区域的成像偏差,如聚焦远心和扭曲。

[0018] 所有在现有技术公开的系统的另一个缺点是,不适用于具有足够反射性及角带宽度小于 50nm 的结构的分辨率。

[0019] 所有背景技术公开的物镜,尤其是应用在缩微光刻的投影系统中时的另一个缺点是,必须应用不同的玻璃种类或相对窄带的,并因此很昂贵的激光器来校正彩色成像误差或者使之最小化。

[0020] 宽带光源,例如发光二极管(所谓的 LEDs)也被开发用于 UV 区,将产生如此强烈的彩色像差,因此它作为光源不能应用到传统的、折射光刻系统中。发光二极管,所谓的蓝色,特别是 UV 区中的 LEDs 发出例如 365nm、280nm 或 227nm 的波长。该发光二极管的带宽为 $\pm 20\text{nm}$ 和 $\pm 50\text{nm}$ 之间。光输出功率的数值小于等于 100mW。

发明内容

[0021] 因此,本发明的目的在于,克服现有技术中的缺点。

[0022] 特别地提出了一种大孔径物镜,尤其是一种投影物镜,其特征在于,一方面具有小的入射角,另一方面,在特别优选的实施例中规定了一种物理学上最接近于像面设置的镜体的足够的工作距离。优选地设置有像侧的聚焦远心的光线导向。

[0023] 在本发明的另外一个、第二个方面尤其也提出了一种系统,利用该系统可以分辨小于 50nm 的结构。这尤其适用于,以 $\leq 193\text{nm}$ 、特别是 $\leq 157\text{nm}$ 、更优选是 $\leq 100\text{nm}$ 的波长来工作的系统。

[0024] 在本发明的另外一个、第三个方面尤其也提出了一种系统,其可以使用宽带的光源(例如 LEDs),或者其可以使用不同的、分离的例如 633nm 和 248nm 的光波长。

[0025] 根据本发明的微光刻投影物镜优选地划分为具有至少一个镜体的第一局部物镜和具有至少二个其它第二镜体的第二局部物镜。

[0026] 前述的任务在本发明的第一个方面通过一种物镜,特别是一种微光刻投影物镜来

实现,该物镜包括有第一局部物镜,它具有至少一个镜体;还包括第二局部物镜,它具有主凹面镜和副凹面镜,其中第一局部物镜的镜体不具有由光束穿过的孔,该光束从物侧到像侧穿过投影物镜。根据本发明,第二局部物镜的至少两个镜体具有由光束的穿孔,这些镜体设计为凹面镜,即设计为主凹面镜和副凹面镜。在本申请中,“镜体”应始终理解为镜面表面的光学地使用的区域。该光学地使用的区域是指光束射到的区域,该光束从物面到像面穿过物镜。由于第二个局部物镜的两个镜体设计为凹面镜,因此可以使主凹面镜与像面具有一个距离,其大于 12mm,特别是大于 15mm。

[0027] 主凹面镜至像面的这样大的距离可以一方面实现待照明的物体,例如晶片能够在像面中方便地搬动操纵,但另一方面也实现了具有足够镜体厚度的镜体的设计方案,这又提高了镜体的稳定性,这是因为镜体和像面之间具有足够的结构空间。主凹面镜至像面的距离应理解为主凹面镜的镜面的顶点至像面的距离。

[0028] 该距离特别优选地为大于 12mm、特别是大于 15mm、特别优选地大于 30mm、尤其大于 60mm。

[0029] 通过根据投影物镜的主凹面镜的光瞳的暗化,该投影物镜具有用于由光束的孔,该光束穿过投影物镜,因此能够使得投影系统具有像侧的数值孔径 NA, $NA > 0.4$ 、优选 $NA > 0.5$ 、更优选 $NA > 0.6$ 、特别优选地 $NA > 0.7$ 。

[0030] 对于具有波长 $\geq 157\text{nm}$ 的 VUV 投影物镜、DUV 投影物镜及 UV 投影物镜,主凹面镜可以设计为 Mangin 镜。在 Mangin 镜中,入射光束穿过透镜材料,例如波长为 157nm 的 CaF_2 或者波长 193nm 的 SiO_2 ,并且反射到透镜的背面,该透镜可以具有反射涂层。通过这种方式能够形成很厚进而稳定的镜体,该镜体仅至像面仅有很小的距离,在该距离中设置有待照明的物体。

[0031] 在本发明的一个特别优选的实施例中,第一局部物镜的至少一个镜体具有反射的表面,光束投射到该表面上,该光束从物面到像面穿过微光刻投影物镜,并且反射的表面构成第一外轴的扇形段。

[0032] 根据本发明的物镜,特别是微光刻投影物镜具有对称轴线,该对称轴线也称为光学轴线。在一种优选的实施例中,镜体旋转对称于光学轴线。镜体的外轴的扇形段或所谓的轴外 (Off-Axis)-扇形段是指镜体扇形段,该镜体扇形段仅包括围绕该轴线旋转对称的镜面的一部分,即镜体的外轴部分。

[0033] 除第一局部物镜(称之为所谓的物镜的区域组)和第二局部物镜(也称为中继组)之外,在一种优选的实施例中,微光刻投影物镜还包括第三局部物镜,该第三局部物镜在从物面到像面的光路中,设计在第一局部物镜之后,第二局部物镜之前。

[0034] 第三局部物镜也称为所谓的变倍组。

[0035] 在本发明的一个特别有利的设计方案中,在总共由三个局部物镜或者三个局部组构成的投影物镜中,第一局部物镜(所谓的区域组)将物体成像到第一过渡图像上。

[0036] 因为第一局部物镜位于整个物镜的局部中,该第一局部物镜具有小的孔径,所以即使在使用外轴的或所谓的轴外 (Off-Axis)-扇形段时也实现了无暗化的光线导向。通过第一局部物镜中轴外 (Off-Axis)-扇形段的使用可以使与区域有关的成像偏差,例如聚焦远心和扭曲得以校正,这是因为轴外 (Off-Axis)-扇形段可以靠近区域地 (feldnah) 设置。

[0037] 此外,在第一局部物镜中可以形成易接近的光瞳面,其或者直接设置在镜体

上,或者可以设置在第一局部物镜的两个镜体之间,并且在其中可以设有一个孔径光阑及规定光瞳暗化的遮蔽元件。通过设置在光瞳面中的用于光瞳暗化的遮蔽元件,实现了与区域无关的光瞳暗化。如果遮蔽元件不设置在光瞳面中,从而形成一种与区域有关的光瞳暗化。但是与区域有关的光瞳暗化不适用于用来光刻成像的缩微光刻中的投影物镜,这是因为由此会产生分辨率取决于区域的变化。

[0038] 在一种特别有利的实施例中,第一局部物镜包括两个以上的,即四个镜体,其中尤其是第一局部物镜的四个镜体的镜体排列是凹-凸-凸-凹会特别有利。

[0039] 第一局部物镜的四个镜体的镜体排列也可以备选地是凸-凹-凸-凹。在一种特别有利的实施例中,第一镜体的曲率半径选择很大,尤其是大于10000mm。在此,对于第一局部物镜的四个镜体的镜体排列可以是平-凹-凸-凹或凹-凹-凸-凹。

[0040] 在一种改进的实施例中,第一局部物镜可以包括六个镜体。对于第一局部物镜的六个镜体可以考虑不同的镜体排列。那么在第一实施例中镜体排列为凸-凹-凸-凹-凹-凸,在第二实施例中镜体排列为凸-凹-凹-凸-凸-凹,在第三实施例中镜体排列为凹-凹-凸-凹-凸-凹,在第四实施例中镜体排列为凹-凸-凹-凹-凸-凹,在第五实施例中镜体排列为凹-凸-凹-凸-凸-凹。

[0041] 在一种优选的实施例中,第一局部物镜的第一镜体的曲率半径选择地很大,优选大于10000mm。因此,在第一局部物镜中也可以是以下的镜体排列,因为第一镜体可以设计成或是平的或是凸的或是凹的:

[0042] 凹-凹-凸-凹-凹-凸

[0043] 平-凹-凸-凹-凹-凸

[0044] 凸-凹-凸-凹-凸-凹

[0045] 平-凹-凸-凹-凸-凹

[0046] 凸-凸-凹-凹-凸-凹

[0047] 平-凸-凹-凹-凸-凹

[0048] 凸-凸-凹-凸-凸-凹

[0049] 平-凸-凹-凸-凸-凹

[0050] 为了尤其是在第一局部物镜中从物面到像面的光路中的两个镜体上实现小的入射角,优选地在第一局部物镜中从物面到像面的光路中的第二个镜体设计为凹面镜。

[0051] 在一种改进的实施例中,物镜,特别是微光刻投影物镜包括有第三局部物镜,其也称为变倍组。第三局部物镜优选由至少两个镜体构成,在一种特别有利的实施例中由正好两个镜体构成。该第三局部物镜的任务在于,将小孔径的物镜部分转换为大孔径的物镜部分,基本上就是调整成像比例或成像倍数。当变倍组的两个镜体的一个设计为凸面镜,另一个设计为凹面时,是特别有利的。如果这些镜体被称为第三镜体和第四镜体的变倍组,那么这意味着,或者优选地将第三镜体设计为凸面而将第四镜体设计为凹面,或者由优选地将第三镜体设计为凹面而将第四镜体设计为凸面。

[0052] 微光刻投影物镜优选地这样设计,使第一局部物镜将物面成像成第一过渡图像,第三局部物镜将第一过渡图像成像为第二过渡图像,第二局部物镜将第二过渡图像成像到像面中。

[0053] 为了使镜体孔和由此所需的暗化,特别是光瞳暗化保持较小,有利地是将这些孔,

也就是镜体孔尽可能地保持较小。如果按照本发明的另一个方面,在包括多个镜体的微光刻投影物镜中,系统的多个过渡图像在镜孔附近的各个局部物镜之间形成,那么这又是可能的。当第一过渡图像物理意义上靠近于第四镜体并且第二过渡图像靠近于第三镜体,那是特别有利的。物理意义上靠近意味着:各自过渡图像与镜面的顶点的距离具有一个沿着光学轴线测量的、小于物镜的结构长度的 $1/10$ 的距离。物镜的结构长度是指沿着光学轴线从物面到像面的距离。

[0054] 如上所述,第三局部物镜产生第二过渡图像,该第二过渡图像通常通过第三镜体上的优选位置对于像面是不易接近的。第二过渡图像通过第二局部物镜优选地在像面中形成,从而能够在像面之前确保一个考虑到必要的镜体厚度而足够的工作距离。

[0055] 第三镜体和副凹面镜的直径优选地不会像 US 2004/0114217 A1 中的那样相互之间有很大的差别,而是基本上相同的数量等级。在一种优选的实施例中,两个镜体的直径的差别仅为系数 2。

[0056] 根据一种特别优选的实施例,在第三镜体和副凹面镜基本上具有相同的直径的这种系统中建议:副凹面镜 ($d1$) 的直径 $d1$ 和第三镜体 ($d2$) 的直径 $d2$ 以及两个镜面到过渡图像的距离 $z1$ 和 $z2$ 满足以下条件:

$$[0057] \quad \frac{d1}{d2} \approx \frac{z1}{z2}$$

[0058] 也就是说, $\frac{d1}{d2}$ 的比值约等于 $\frac{z1}{z2}$ 的比值。

[0059] 在此, $d1$ 表示副凹面镜的直径, $d2$ 表示第三镜体的直径, $z1$ 表示副凹面镜的镜面到过渡图像的距离, $z2$ 表示第三镜体的镜面到过渡图像的距离。

[0060] 发明者业已发现,当满足该条件时,系统的暗化将最小。特别可以防止光瞳暗化的不希望地放大。

[0061] 在本发明的一种特别有利的实施例,从物面到像面的光路中的倒数第四和最后一个镜体的镜面设计为双面镜。在这种双面镜中应用了基片的两个反射的正面和背面,其中在双面镜中安置例如孔的形式的孔径孔。在这种双面镜中,基片的两侧在正面和背面都分别气相喷镀有高反射的涂层,例如波长为 $\lambda = 13\text{nm}$ 的 x 光刻层由 Mo/Si 制成的 40 层对。在具有三个局部物镜的系统中,从物面到像面的光路中的倒数第四镜体、第三镜体和最后一个镜体是副凹面镜。

[0062] 这种双面镜具有的优点是,其可以如透镜一样制造和理解。但是也有可能采用两个镜体的设计方案。然而,两个镜体必须以一种材料制成,该材料具有较大的刚性(例如碳化硅)。

[0063] 根据有利的实施例提出,为了达到尽可能小的暗化,双面镜的孔径孔(这里指通孔)设计为圆锥形的。

[0064] 通过双面镜的设计方案实现了高机械稳定性。

[0065] 为了保证到像面足够的距离,Mangin 镜也可以在 UV、DUV- 或 VUV 区中的波长上使用。

[0066] Mangin 镜的设计方案例如在光学百科全书的 223 页中有说明。

[0067] 在本发明的一种特别有利的设计方案中,在镜体上的小入射角这样地实现,即在从物面到像面的光路中的第二镜体设计为凹面镜。

[0068] 在本发明的另一个优选实施例中,系统的孔径光阑和暗化光阑不在一个地方,而是设置在两个相互共轭的光阑面中,其中光阑面又是对于投影物镜的入射光瞳的共轭平面,也就是所谓的光瞳面。

[0069] 通过暗化光阑,如孔径光阑远离于镜体的设置,不仅提供了光学上的优点,也提供了机械上的优点。直接设置在镜体之前的孔径光阑或暗化光阑将强制地双倍地由光束穿过,以至于出现无法避免的光阑阻,该光阑阻将影响成像质量。从机械的方面来看,孔径光阑或暗化光阑接近于镜体设置是很困难的,因为一方面所需的结构空间自身相互受到限制和局限,另一方面机械性的位置公差必须保持很小。如果像 US 6,750,648 公开的那样,通过镜体上的抗反射膜实现了暗化光阑,那么更换暗化光阑只能通过更换整个镜体来实现,该暗化光阑也成为遮蔽光阑,这将会很复杂并且昂贵。当孔径光阑向外限制光束并且规定外部的半径,即所谓的孔径半径时,通过遮蔽光阑就规定了与区域无关的暗化,那就是说光束的内部半径,它从物面到像面将穿过投影系统。

[0070] 根据本发明的特别的设计方案,提出了一种具有第二局部物镜的微光刻投影物镜,该局部物镜包括两个凹面镜,但该投影物镜仅具有一个第一局部物镜,其称为所谓的区域组。区域组仅包括所谓的轴外 (Off-Axis)- 镜体扇形段。该物镜不具有第三局部物镜,也就是并没有带镜体的变倍组,该变倍组具有用于光束的通道。这种物镜的优点在于,通过取消变倍组可以省掉两个镜体。因此,能够增大光传输并且降低制造成本。在本物镜中,变倍组的效果,即从小孔径的区域组到大孔径的孔径组的中转将通过区域组和孔径组自己来完成。在优选的实施例中,区域组包括六个镜体,镜体排列例如是凹-凹-凸-凹-凸-凹或凹-凸-凹-凸-凸-凹。在这种物镜的特别优选的实施例中能够特别地实现无主射角并且孔径 $NA = 0.7$ 。

[0071] 根据本发明的第二个方面,提出一种物镜,利用该系统可以分辨出在 50nm 的范围内和更少,在波长 $\leq 193\text{nm}$ 、特别是 $\leq 157\text{nm}$ 、更优选是 $\leq 100\text{nm}$ 时的结构尺寸的构造。本发明的第二个方面通过一个系统而实现,其中该系统这样构成,即像侧的数值孔径 NA 大于 0.7。数值孔径优选大于 0.72,优选大于 0.80,更优选大于 0.90。

[0072] 另外,根据本发明的第二个方面的物镜优选具有八个以上的镜体,特别是至少十个。可选地或额外地,根据本发明的第二个方面的物镜可以具有图像区,其中至少一个图像区尺寸或图像区度量大于 1mm。

[0073] 在一个特别的实施例中,大数值孔径的系统的特征在于,主光线到所有镜体上的中心区域点 (feldpunkt) 的入射角小于 30° 。

[0074] 根据本发明的第二个方面,在系统的一个优选实施例中,该系统具有两个子系统,第一个子系统和第二个子系统。

[0075] 第一子系统优选地包括不带有中心孔的镜体,该镜体优选地相对于投影物镜的主轴外轴地设置。因此,该镜体通过轴外 (Off-Axis)- 扇形段形成。第一子系统也称为区域组。

[0076] 第二子系统包括具有至少一个带有中心孔的镜体,第二子系统也称为孔径组。

[0077] 在根据本发明的第二个方面的第一个实施例中,区域组包括八个镜体,其划分为具有六个镜体的第一局部物镜子系统和具有两个镜体的第二局部物镜系统。区域组的镜体排列优选地为凹-凹-凸-凹-凹-凸-凸-凹。由于区域组包括八个镜体,因此与相关

区域有关的图像误差被很好地校正。

[0078] 进一步根据本发明的第二个方面,在第一实施例中,孔径组包括两个凹面镜。

[0079] 进一步根据本发明的第二个方面,在第二个实施例中,区域组包括六个镜体,其镜体排列为凹-凹-凸-凹-凸-凹。区域组划分为具有四个镜体的第一局部物镜子系统和具有两个镜体的第二局部物镜子系统。孔径组包括:第一局部物镜子系统,由两个凹面镜构成;第二局部物镜子系统,由两个凹面镜构成。总之,在根据第二实施例的物镜中,总共形成了三个过渡图像。第二实施例的特征在于,在很小的入射角时实现很大的孔径。在根据本发明的另一第二方面的第二实施例中,主光线到中心区域点的入射角小于 30° 。此外,根据本发明的另一第二方面的第二实施例,系统的特征在于镜体之间的偏移距离大。

[0080] 在根据本发明的第二方面的第三实施例中,区域组包括六个镜体,其镜体排列为凸-凹-凹-凸-凸-凹。孔径组也划分为第一局部物镜子系统和第二局部物镜子系统。孔径组中的镜体排列为:凸-凹-凹-凹。物镜总共具有两个过渡图像。物镜尤其表征出很大的孔径。

[0081] 在本发明的第三方面中,系统具有至少八个镜体,其中系统这样构成,即像侧的数值孔径 NA 大于 0.5,尤其大于 0.7,其中在物面和像面的光束路径中最大形成一个过渡图像。

[0082] 在备选的实施例中,进一步根据本发明的第三方面的系统具有两个局部物镜,并且第二物镜具有至少一个镜体,该镜体具有用于穿过光束的孔。在特别的实施例中,该系统的特征在于,主光线至所有镜体上的中心区域点的入射角小于 30° ,优选小于 26° 。

[0083] 在根据本发明的第三方面的系统的一个优选的实施例中,第一子系统仅包括不带中心孔的镜体,该镜体优选地外轴于投影物镜的主轴设置。该镜体通过所谓的轴外(Off-Axis)-扇形段形成。第一子系统也称为区域组。

[0084] 第二子系统优选地包括至少一个具有中心孔的镜体。第二子系统也称为孔径组。

[0085] 在一个优选的实施例中,区域组包括六个镜体,其镜体排列为凸-凹-凹-凸-凸-凹,并且具有光瞳中的中心遮蔽元件,该中心遮蔽元件在面积上要小于总的照明光瞳的 12%。该实施例的优点在于,光瞳的遮蔽很少。该实施例的另一优点在于,入射光瞳具有负的截距。这实现了在照明系统中放弃两个镜体,因此提高了用于整体系统的传输。

[0086] 在本发明的可选实施例中,区域组包括六个镜体,其镜体排列为凹-凹-凸-凹-凹-凸,其中第一镜体的曲率半径这样大,以至于其也可以设计为平的或凸的。入射光瞳的截距在该实施例中设计为正的,从而在区域组中的镜面上出现特别小的入射角,该入射角 $< 26^{\circ}$ 。

[0087] 无需实施发明,也可以提出一些系统,在这些系统中,主光线在标度线上平行于光学轴线。为了实施对于该系统的照明,或者必须使用传输标度线(transmissionsmaske),或者在使用反射标度线(REFL 反射值 exionsmaske)时,在光线路径中安置光线分配器或半透射的镜体。

[0088] 在优选实施例中,孔径组包括两个镜体。优选地,孔径组的第一镜体是凸面镜,孔径组的第二镜体是凹面镜。

[0089] 在本发明的特别优选的实施例中,区域组和孔径组之间正好形成过渡图像。

[0090] 在优选的实施例中,在孔径组的第一镜体和第八镜体之间的光路中设置光阑,也就是在孔径组的第二镜体和第七镜体之间。通过孔径光阑这样的设置,可以将该孔径光阑设计为虹膜光阑,因而有足够有效的结构空间。

[0091] 可选地,光阑也被设置在区域组附近或设置在一个镜体上。

[0092] 根据本申请的物镜,特别是投影物镜的其它有利的设计方案及其应用尤其在从属权利要求和所属的附图说明中作了描述。

[0093] 这里所述的物镜,尤其是用作光刻-投影曝光装置中的投影物镜。在光刻-投影曝光装置中,照明系统照射设有构造的掩膜(标度线),该标度线通过投影物镜成像到光敏基片上。这种光刻投影曝光装置已由背景技术充分的公开,例如 US 5,212,588, US 5,003,567, US 6,452,661 或 US 6,195,201 的 EUV-光刻,以及 US 6,512,641 和 EP 1069448 的波长 $\leq 193\text{nm}$ 的光刻。

[0094] 特别优选的是双面磨平的照明系统,尤其是在该系统中区域磨平镜体的区域磨面具有标度线平面中所要曝光的区域的形式,也就是在区域磨面的所要曝光的环形区域上的区域磨面设计成环形。在这种系统中不需要形成区域的镜体。

[0095] 微观结构的半导体组件将通过许多单一且复杂的工序步骤来制造。在此,一个重要的工序是对光敏基片(晶片)的曝光,例如具有光胶剂(Fotolack)的硅化基底。在此,在制造单一的所谓涂层或层时,使相应的标度线通过投影物镜成像到晶片上。

[0096] 综上所述,本发明中说明的物镜,特别是所描述的投影物镜具有以下章节所述的优点,该优点可以单独体现或综合的体现。

[0097] 所描述的反射式的投影物镜的优点是大的像侧的数值孔径。投影物镜可以具有大的像侧的数值孔径,并且具有相对小的光线入射角,该光线射到投影物镜的反射元件上。相应地能够降低被反射元件反射的光线的强度波动,与投影物镜相比较,在这种投影物镜中,光线在较宽角度范围内射到一个或多个反射元件上。降低了的强度波动将便于实现更好的图像质量。此外,在此示出的投影物镜的某些实施例具有大的像侧的数值孔径以及相对大的工作距离,这使得有足够的结构空间例如用于晶片层,并且能够方便地接近像面。例如,像侧的工作距离可达为 15mm 或 15mm 以上。

[0098] 此外,在一些实施例中,投影物镜是像侧聚焦远心的。在某些实施例中,投影物镜包括有镜体,这些镜体具有用于穿过光线的孔,其结构使得光瞳只是出现小的暗化。某些实施例的特征在于,很高的分辨率。例如能够分辨出构造宽度 $\leq 50\text{nm}$ 的投影物镜构造。这种高分辨率可以在根据本发明的投影物镜中与较高的像侧的数值孔径一同实现。投影物镜优选地设计用于短波,例如 10nm 和 30nm 的波长。

[0099] 投影物镜具有小投影误差的成像。在某些实施例中,投影物镜具有小于或等于 $10\text{m}\lambda$ 的波前误差。在一些实施例中,数值上的偏差最好校正到 1nm。

[0100] 投影物镜可以包括一个或多个光瞳面,所述投影物镜为了在光瞳面里安装孔径光阑或暗化光阑或者遮蔽光阑,可以设计为容易触及的。

[0101] 此处所述的投影物镜可以设计用于在多个不同的波长中时工作,例如可见光范围中的波长或 UV-波长。更特别优选的是,该实施例设计用于在 EUV-波长时工作。在本发明的另一设计方案中可以有多个实施例设计成用在一种或多种波长中或者在一种波长范围中。

[0102] 在投影物镜的某些实施例中,在相对大的像侧孔径中在标度线上具有很小的角度。例如,照明系统的光线能够以相对于光学轴线 $< 10^\circ$ 或小于更小的角度(如大约 7°)射到标度线上,其中投影物镜具有大于或等于 0.4 的像侧的数值孔径。

[0103] 在某些实施例中,投影物镜的特性是能够降低照明系统的复杂性。例如投影物镜的射入光瞳在光路中的位置位于物面之前。换句话说,主光线从不同区域点相互参照地并且参照光学轴线地发散地射出。这使投影物镜的入射光瞳或照明系统的出射光瞳容易靠近,然而在照明系统中并不需要一个光学元件,例如是望远系统(teleskopsystem),以使得在投影物镜的入射光瞳处上成像出照明系统的出射光瞳。

[0104] 在某些实施例中,投影物镜可以具有接近于某个位置的相对大的工作空间,在该位置上光学轴线相交于物面。这能够使得元件,特别是照明系统的元件接近于标度线设置。在一些实施例中,这可以能够这样来实现,即投影物镜这样构成或设计,使镜体在物理意义上最靠近于物面定位,相对远地远离于光学轴线。在这样的多个实施例中,从投影物镜的标度线射向第一镜体的光束与从投影物镜的从第二镜体射向第三镜体的光束相交。

[0105] 通过公开,在本申请中也包括了特征的所有组合,尽管这些特征只是单独地提出,而不是明确地按组合来描述。

附图说明

[0106] 本发明现在根据附图来详细地说明,但这些实施例并不构成对本发明的限定。本发明的其它优点和特征将由以下示例的说明书来提出。示出:

[0107] 图 1a:缩微光刻-投影曝光装置的示意图,

[0108] 图 1b:射到一个像面的物体上的光线锥体(Stahlkonus),

[0109] 图 1c:镜面的截面图,穿过投影物镜的光线的多条光线射到该镜面上,

[0110] 图 1d:具有孔的镜体的示例,该孔用于透射光束,

[0111] 图 1e:不具有用于光束的孔的镜体的示例,

[0112] 图 1f:子午平面中的局部物镜的示例,

[0113] 图 1g:子午平面中的可选局部物镜的示例,

[0114] 图 1h:在子午平面中由具有孔的镜体构成的局部物镜,

[0115] 图 1i:局部物镜的可选示例,该局部物镜由多个镜体构成,这些镜体都在子午平面中并含有孔,

[0116] 图 1j:在镜体上带有暗化光阑或遮蔽光阑的投影物镜的设计方案,

[0117] 图 1k:在两个镜体之间的光路中带有遮蔽光阑的投影物镜的设计方案,

[0118] 图 1l-m:在两个镜体之间的光路中带有遮蔽光阑以及固定装置的投影物镜的设计方案,

[0119] 图 1n:环形区的示例,例如在像面中形成该环形区,

[0120] 图 1o:像侧的自由工作距离的定义,

[0121] 图 1p:在物镜部分中带有较差的光路的投影物镜的设计方案,

[0122] 图 1q:带有数值孔径 $NA = 0.54$ 并六倍放大的 8 镜体系统的第一实施例,

[0123] 图 2:带有数值孔径 $NA = 0.5$ 并四倍放大的 8 镜体系统的第二实施例,

[0124] 图 3:带有数值孔径 $NA = 0.5$ 并五倍放大的 8 镜体系统的第三实施例,

- [0125] 图 4 :带有数值孔径 $NA = 0.5$ 并六倍放大的 8 镜体系统的第四实施例,
- [0126] 图 5 :带有数值孔径 $NA = 0.5$ 并八倍放大的 8 镜体系统的第五实施例,
- [0127] 图 6a :带有数值孔径 $NA = 0.6$ 并 8 倍放大的 8 镜体系统的第六实施例,
- [0128] 图 6b :带有数值孔径 $NA = 0.6$ 并 8 倍放大的 8 镜体系统的第七实施例,
- [0129] 图 6c :带有数值孔径 $NA = 0.6$ 并 8 倍放大的 8 镜体系统的第八实施例,
- [0130] 图 6d :带有数值孔径 $NA = 0.6$ 并 8 倍放大的 8 镜体系统的第九实施例,
- [0131] 图 6e :带有数值孔径 $NA = 0.7$ 并 8 倍放大的 8 镜体系统的第十实施例,
- [0132] 图 7 :带有数值孔径 $NA = 0.75$ 并八倍放大的 10 镜体系统的第一实施例,
- [0133] 图 8 :带有数值孔径 $NA = 0.75$ 并八倍放大的 10 镜体系统的第二实施例,
- [0134] 图 9 :带有两个过渡图像的 10 镜体物镜的第三实施例,
- [0135] 图 10 :带有数值孔径 $NA = 0.72$ 并八倍放大的 10 镜体系统的第四实施例,
- [0136] 图 11 :带有数值孔径 $NA = 0.70$ 并八倍放大的 10 镜体系统的第五实施例,
- [0137] 图 12 :带有数值孔径 $NA = 0.72$ 并八倍放大的 10 镜体系统的第六实施例,
- [0138] 图 13 :在第二或第三局部物镜的范围内的第二过渡图像的位置,
- [0139] 图 14 :在第二或第三局部物镜的双镜体中的最佳化的过渡图像位置,
- [0140] 图 15 :带有 Mangin 镜体的第二局部物镜的实施例,
- [0141] 图 16 : $NA = 0.7$ 并八倍放大的 10 镜体系统的第七实施例,
- [0142] 图 17 : $NA = 0.5$ 并八倍放大且凹面镜作为在从物面到像面的光路中的第二镜体的 6 镜体系统的第一实施例,
- [0143] 图 18 : $NA = 0.5$ 并八倍放大的另一 6 镜体系统的实施例,
- [0144] 图 19 :具有微光刻投影物镜的照明系统,该投影物镜具有暗化光阑,
- [0145] 图 20 :带有用于小于 50nm 结构成像的大孔径 $NA = 0.72$ 的 10 镜体物镜的第一实施例,
- [0146] 图 21 :带有用于小于 50nm 结构的成像的大孔径 $NA = 0.85$ 的 10 镜体物镜的第二实施例,
- [0147] 图 22 :带有用于小于 50nm 结构的成像的大孔径 $NA = 0.90$ 的 10 镜体物镜的第三实施例,
- [0148] 图 23 :带有像侧的数值孔径 $NA = 0.70$ 并八倍放大的 8 镜体系统的第一实施例,
- [0149] 图 24 :带有像侧的数值孔径 $NA = 0.70$ 并八倍放大的 8 镜体系统的第二实施例。

具体实施方式

[0150] 在图 1a 到 1p 中根据附图详细地说明了总的发明理念,该发明理念使用在许多个实施例中并涉及到多个实施例。

[0151] 在图 1a 中示出了缩微光刻-投影曝光装置 2100。缩微光刻-投影曝光装置包括:光源 2110;照明系统 2120;投影物镜 2101 以及结构支承或工作面 2130。此外,示出了笛卡尔的坐标系统。光源 2110 的光线输送到照明系统 2120。照明系统 2120 将影响来自于光源 2110 的光线,或者在该照明系统对光线进行均匀化,或在其中将光线的光束 2122 引导到掩膜 2140 上,该膜位于物面 2103 中,投影物镜 2101 使从掩膜 2140 反射到基片面 2150 上的光线成像,该基片面位于像面 2102 中。投影物镜 2101 的像侧上的光束以参考标识 2152

表示。基片 2150 由结构支承 2130 支撑或支承,其中结构支承 2130 使基片 2150 相对于投影物体 2101 运动,从而投影物镜 2101 将掩膜 2140 在基片 2150 的不同部位上成像。

[0152] 投影物镜 2101 包括光学轴线 2105。如图 1a 中所示,投影物镜 2101 使一部分的掩膜 2140 在像面 2102 中成像,该部分掩膜不包括投影物镜 2101 的光学轴线。在未示出的可选设计方案中,也可以使位于投影物镜的光学轴线 HA 上的物体在像面 2102 中成像。光源 2110 这样来选择,即该光源提供工作波长 λ 的电磁光线,缩微光刻-投影曝光装置 2100 通过该光线来工作。在多个实施例中,光源 2110 是一种激光光源,例如激光等离子光源,用于发射 EUV 光线或波长 248nm 的 KrF 激光或 193nm 的 ArF 激光。可选地,也可以不使用激光光源,例如用发光二极管(LED),其发射电磁光谱中蓝色或 UV 区中的光线,该光线例如是 365nm、280nm 或 227nm 的波长。

[0153] 缩微光刻-投影曝光装置的工作波长 λ 位于电磁光谱的紫外线区或超紫外线(EUV)区中。工作波长可小于等于 400nm,小于等于 300nm,特别小于等于 200nm,尤其小于等于 100nm。在实施例中,工作波长可以例如设置在 193nm 的范围内,优选在 157nm 的范围内,更优选在 EUV 波长范围内,尤其在 13nm 左右的范围内。

[0154] 使用特别短波的光线是尤其理想的,因为总的来看,投影物镜的分辨率与使用的工作波长大约是成比例的。所以,使用较短的波长的投影物镜比同样使用较长波长的物镜能够分辨出图像的更小的结构。

[0155] 照明系统 2120 包括光学组件,其具有带有更加均匀的强度轮廓的准直的光线。照明系统 2120 还包括另外的光学仪器,以使光束 2122 引导到掩膜 2140 上。在特别优选的实施例中,照明系统包括另外的组件,这些组件具有光束的某种偏振特征。

[0156] 像面 2103 至物面 2102 的距离为 L,该距离也称为投影物镜 2101 的结构长度 BL。一般来说,该结构长度取决于投影物镜 2101 的特殊的设计方案以及波长,缩微光刻-投影曝光装置 2100 以该波长来工作。在描述的多个实施例中,结构长度处在一米到大约三米的范围内,优选地在大约 1.5m 到 2.5m 的范围内。

[0157] 在某些实施例中,结构长度小于 2m,例如小于 1.9m,优选小于 1.8m,更优选小于 1.7m,特别优选小于 1.6m,尤其小于 1.5m。

[0158] 投影物镜 2101 具有成像系数,其关系到物面 2103 中区域的外形尺寸与像面 2101 中的成像区域的相应外形尺寸的比例。通常应用在光刻装置中的投影物镜是缩小-投影物镜,也就是说,图像的尺寸要小于物体的尺寸。因此在多个实施例中,投影物镜 2101 可能在产生像面 2102 中产生一个区域,其尺寸与物面 2103 中的尺寸相比减小一个系数为 2 倍或以上,优选 3 倍或以上,特别是 4 倍或以上,更优选是 5 倍或以上,特别优选是 6 倍或以上,优选 7 倍或以上,特别是 8 倍或以上,更优选是 9 倍或以上,特别优选是 10 倍或以上。但也可以开发出一种投影物镜,该物镜具有放大的图像或与物体相同尺寸的图像。

[0159] 在图 1b 中示出了光束的边缘光线 2152,该边缘光线使物体在像面 2102 中成像。边缘光线 2152 限定了光线锥体。

[0160] 光线锥体的角度关系到投影物镜 2101 的像侧的数值孔径(NA)。像侧的数值孔径可以表示为

$$[0161] \quad NA = n_0 * \sin \Theta_{\max},$$

[0162] 其中 n_0 涉及介质的折射指数,该介质邻接于基片 2150。该介质例如可以是空气、

氮气、水或真空。 $\Theta_{\max}$ 是通过投影物镜 2101 的边缘光线而限定的角度。

[0163] 一般来说,投影物镜 2101 具有相对大的像侧的数值孔径 NA。例如在多个实施例中,投影物镜 2101 的像侧的数值孔径 NA 大于 0.4,特别是大于 0.45,特别是大于 0.5,特别是大于 0.55,特别是大于 0.6,特别是大于 0.65,特别是大于 0.7,特别是大于 0.75,特别是大于 0.8,特别是大于 0.85,特别是大于 0.9。通常,投影物镜 2101 的分辨率根据波长 λ 和像侧的数值孔径而变化。

[0164] 投影孔径的分辨率可以利用波长和数值孔径通过以下公式来估算。

$$[0165] \quad R = k \cdot \frac{\lambda}{NA}$$

[0166] 在此,R 表示为投影物镜可以分辨的最小尺寸,k 是无因次系数并且称为处理因子。处理因子 k 根据不同的系数来变化,例如保护材料的偏振特性。典型地 k 处于 0.4 到 0.8 的范围之间,对于特殊的应用领域,k 也可以在 0.4 以下及 0.8 以上。

[0167] 在多个实施例中,投影物镜 2101 具有相对高的分辨率,也就是说,R 的值相对较小。例如 R 的值可设定为小于等于 150nm,优选小于等于 130nm,更优选小于等于 100nm,特别优选小于等于 75nm,更优选小于等于 50nm,优选小于等于 40nm,更优选小于等于 35nm,更优选小于等于 32nm,特别小于等于 30nm,优选小于等于 28nm,特别是小于等于 25nm,特别优选小于等于 22nm,优选小于等于 20nm,特别优选小于等于 18nm,特别小于等于 17nm,更优选小于等于 16nm,特别小于等于 15nm,特别优选小于等于 14nm,更优选小于等于 13nm,特别优选小于等于 12nm,优选小于等于 11nm,尤其是优选小于等于 10nm。

[0168] 通过投影物镜 2001 形成的图像的质量可以以不同的类型和方式来定量表示(quantifizieren)。

[0169] 例如可以表示出图像特征或定量表示这些图像,这基于所测量或计算出的图像与理想条件的偏差,该理想条件可以利用高斯光学系统来实现。这些偏差通常称为像差。在用来定量表示与理想的或者所希望形式的一种波前的偏差的一种尺度为“均方根”-波前误差,即所谓的均方根值 W_{RMS} 。例如在由 Micheal Bass (McGraw Hill) 等编辑的“光学手册”的第一、第二册(1995 年出版)的第 35.3 页中定义了 W_{RMS} 。通常情况下,物镜的 W_{RMS} 的值越低,波前则越少偏离于所希望或者所理想的形式,进而图像的质量越好。

[0170] 在一个优选的实施例中,投影物镜 2101 在平面 2102 中具有图像 W_{RMS} 的很小的值,例如一个投影物镜 2101 可以具有 W_{RMS} 值,该值约为 0.1λ 或者小于 0.1λ ,特别是小于 0.07λ ,特别优选小于 0.06λ ,特别是小于 0.05λ ,优选小于 0.045λ ,特别是小于 0.04λ ,尤其优选小于 0.035λ ,特别优选小于 0.03λ ,特别优选小于 0.025λ ,特别优选小于 0.02λ ,特别优选小于 0.015λ ,特别优选小于 0.01λ 。

[0171] 另外一个可以用来评估图像质量的另一个尺度是像场弯曲或像场曲率、所谓的区域曲率(Field curvature)。像场曲率定义为取决于区域点(Feldpunkt)的轴向焦点面位置的幅值(peak-to-valleyWert)。在多个实施例中,投影物镜 2101 具有相对于平面 2102 中的图像相对较小的像常曲率。例如,投影物镜 2101 具有像侧的图像曲率,该曲率小于 20nm,优选小于 15nm,特别优选小于 12nm,尤其优选小于 10nm,尤其优选小于 9nm,优选小于 8nm,优选小于 7nm,尤其优选小于 6nm,尤其小于 5nm,尤其优选小于 4nm,特别优选小于 3nm,优选小于 2nm,尤其优选小于 1nm。

[0172] 对此,另一种用来评估投影物镜的光学工作性能的尺度是失真、即所谓的畸变。该失真定义为在像面中图像点的取决于区域点的存放离开理想的图像点位置的最大绝对值。在多个实例中,投影物镜具有相对较小的等于或者小于 10nm 的失真,优选等于或小于 9nm,最优选等于或小于 8nm,特别优选等于或小于 7nm,最优选等于或小于 6nm,特别优选等于或小于 5nm,尤其等于或小于 4nm,优选等于或小于 3nm,最优选 2nm,优选等于或小于 1nm。

[0173] 若物镜设计为反射光学系统,则投影物镜 2101 包括多个镜体,这些镜体这样设置,以使得从掩膜 2140 射至基片 2150 的光线被这样反射,从而在基片 2150 的表面上形成掩膜 2140 的图像。投影物镜的特殊的设计方案将在以下的说明中阐述。一般来说,镜体的数量、尺寸和结构由投影物镜 2101 的所希望的光学特性和投影照明设备 2100 的物理的边界条件决定。

[0174] 在投影物镜 2101 中镜体的数量可以改变。典型地,镜体数量与对透镜的光学特性的不同要求有联系。

[0175] 在某些实施例中,投影物镜 2101 具有至少四个镜体,优选至少五个镜体,最优选至少六个镜体,特别优选至少七个镜体,尤其优选至少八个镜体,优选至少九个镜体,特别优选至少十个镜体,尤其优选至少十一个镜体特别优选至少十二个镜体。在本发明的特别优选的实施例中,物镜的镜体设置在物面和像面之间,投影物镜 2101 具有偶数个镜体,例如四个镜体、六个镜体、八个镜体或者十个镜体。

[0176] 投影物镜 2101 通常包括一个或者多个具有正折光力的镜体。换句话说这意味着,镜体的反射部分,也就是镜体的使用区域具有凹面,并且由此称为凹面镜或凹面镜体。投影物镜 2101 可以包括两个或者多个,例如三个或者多个,特别是四个或者多个,尤其是五个或者多个,特别是六个或者多个凹面镜。投影物镜 2101 也可以包括一个或者多个镜体,该镜体具有负的折光力。这意味着,一个或者多个镜体具有反射部分,这就是说具有带有凹面的使用区域。这种镜体也称为凹面镜体或者凹面镜。在一些实施例中,投影物镜 2101 具有两个或者多个,特别是三个或三个以上,尤其四个或四个以上,特别是五个或五个以上,尤其六个或六个以上的凹面镜体。

[0177] 在某些实施例中,镜体如此设置在投影物镜 2101 中,从而由物面 2103 发出的光线形成一个或者多个过渡图像。

[0178] 本发明的实施例具有一个或者多个过渡图像,并且包括两个或者多个光瞳面。在优选的实施例中,一个孔径光阑物理意义上可接近地至少设置在任一个光瞳面中。

[0179] 镜体通常如此构成,使投影物镜大部分的工作波长 λ 的光,基本上以一个角度或角度范围射到镜体面上。镜体可以如此设计,使得镜体例如将射到镜体面上的具有波长 λ 的 50% 以上的光线反射,优选 60% 以上,最优选 70% 以上,特别优选 80% 以上,尤其优选 90% 以上。在一些实施例中,镜体包括一种多层叠层的,所谓的多层叠层、与各层的材料不同,其中该叠层的结构应使其基本上将波长 λ 的射入光线反射到镜面上。每个叠层薄膜具有约 $\lambda/4$ 的光学厚度。多层叠层可以包括大于或等于 20 层,优选大于或等于 30 层,特别优选大于或等于 40 层,尤其优选大于或等于 50 层。所选出的材料通常适用于缩微光刻装置的工作波长 λ ,其用于形成多层叠层。多层系统例如由交替的多层构成,这些多层由钼和硅或者钼和铍来围绕镜体构成,光线在 10nm 至 30nm 的波长区域中反射,例如当波长值为 13nm 或 11nm 时。

[0180] 在某些实施例中,镜体由石英玻璃制成,该镜体涂覆有若干个铝层。这种铝层再次涂镀,这就是说,例如用于约 193nm 的波长的,如 MgF_2 、 LaF_3 、 Al_2O_3 材料以介电层涂镀的绝缘层包裹。

[0181] 通常,部分被镜面反射的光线成分是变化的,作为光线在镜面上的入射角度的函数。因为所形成的光线通过反射光学的投影物镜沿着许多不同的路径延伸,因此光线在每个镜体上的入射角度可以变化。这一点在图 1c 中示出,镜体 2300 的其中一部分在子午线的部分中示出,这就是说在子午平面中示出。该子午平面是投影物镜的一个平面,该平面包括光学轴线。镜体 2300 包括凹面反射的镜面 2301。所形成的沿着不同的路径射到镜体的表面上的光线包括例如通过光线 2310、2320、2330 示出的路径。光线 2310、2320、2330 射到镜面 2301 的一部分上。镜面上的法线在镜面 2301 范围中是不同的。表面法线的方向在该范围中由直线 2311、2321 和 2331 示出,该直线与光线 2310、2320、和 2330 一致。光线 2310、2320、和 2330 以 Θ_{2310} 、 Θ_{2320} 和 Θ_{2330} 入射角射到表面。

[0182] 对于在投影物镜 2100 中的每一个镜体可以表示出所形成光线在许多路径上的入射角。可以示出在投影物镜 2101 的子午截面中射到每个镜体上的光线的最大角度。该最大的角度以 $\Theta_{\max}$ 标注。通常,投影物镜 2101 的不同镜体的角度 $\Theta_{\max}$ 可以变化。在本发明某些实施例中,投影物镜 2101 的全部镜体的最大值 $\Theta_{\max(\max)}$ 为等于或小于 75° ,优选等于或小于 70° ,最优选等于或小于 65° ,特别优选等于或小于 60° ,优选等于或小于 55° ,特别是等于或小于 50° ,特别是等于或小于 45° 。在多个实施例中,最大角度 $\Theta_{\max(\max)}$ 相对较小。最大角度 $\Theta_{\max(\max)}$ 例如可以为等于或小于 40° ,优选等于或小于 35° ,最优选等于或小于 30° ,特别是优选等于或小于 25° ,特别优选等于或小于 20° ,特别是等于或小于 15° ,特别是等于或小于 13° ,特别优选等于或小于 10° 。

[0183] 另一种表示特征的可能性在于,通过在每个镜体上的待照亮的区域的中心区域点的主光线在子午截面中每个镜体上的反射角表示特征。该角度用 Θ_{CR} 标注。关于主光线入射角度 Θ_{CR} 也已在本申请的开头部分中说明。在投影物镜中的最大角度 $\Theta_{\text{CR}(\max)}$ 又可以定义为中心区域点的最大主入射角。该角度 $\Theta_{\text{CR}(\max)}$ 可以相对小,例如在投影物镜中的最大角度 $\Theta_{\text{CR}(\max)}$ 可以小于 35° ,优选小于 30° ,最优选小于 25° ,特别是优选小于 15° ,尤其小于 13° ,特别优选小于 10° ,优选小于 8° ,或者最优选小于 5° 。

[0184] 此外,在投影物镜 2101 中的每个镜体还可以通过其在投影物镜 2101 的子午截面中的入射角的范围表征。在每个镜体上角度 Θ 发生变化的区域称之为 $\Delta\Theta$ 。对于每个镜体, $\Delta\Theta$ 由角度 $\Theta_{(\max)}$ 和 $\Theta_{(\min)}$ 之间的差别来限定,其中如前述定义了投影物镜 2101 子午截面中的镜面上形成的光线的最大入射角度的 $\Theta_{(\min)}$ 和射到镜面上而形成的光线的最大值的 $\Theta_{(\max)}$ 。通常在投影物镜 2101 中每个镜体上的范围 $\Delta\Theta$ 都是变化的。对于多个镜体, $\Delta\Theta$ 可以相对较小。例如 $\Delta\Theta$ 可以小于 10° ,优选小于 8° ,尤其优选小于 5° ,非常优选小于 3° ,特别是小于 2° 。由此可选地,在投影物镜 2101 中的另一个镜体, $\Delta\Theta$ 可以相对较大。例如 $\Delta\Theta$ 对于多个镜体可以是等于或者大于 20° ,特别是等于或者大于 25° ,特别优选等于或者大于 30° ,尤其优选等于或者大于 35° ,尤其是等于或者大于 40° 。在多个设计方案中,投影物镜 2101 的全部镜体的一个镜体上, $\Delta\Theta$ 的最大值、角度变化最大值的值 $\Delta\Theta_{\max}$ 可以相对较小。例如值 $\Delta\Theta_{\max}$ 小于 25° ,特别是小于 20° ,尤其是小于 15° ,特别是小于 12° ,尤其小于 10° ,特别小于 8° ,特别是小于 7° ,最优选小于 6° ,特别优选小

于 5° , 尤其优选小于 4° 。

[0185] 通常, 光学反射的投影物镜如此设计, 即不同于在折射系统中应用的透射部件, 该投影物镜将考虑到光路的通过反射部件引起的阻断。

[0186] 该镜体如此设计和设置, 从而使得通过投影物镜传播的光线在通过透射口或者孔的光路中在一个镜体里传播, 或者在镜体的转角处经过。因此在投影物镜 2101 中的镜体可以分为两组:

[0187] - 包括有用于光线穿过的孔的镜体和

[0188] - 其中没有孔的镜体

[0189] 在图 1d 中示出镜体 2600 的实例, 该镜体包括用于光束穿过的孔。镜体 2600 包括孔 2610。镜体 2600 可以如此设置在投影物镜 2101 中, 使光学轴线 2105 与孔 2610 相交。镜体 2600 为直径为 D 的圆形形状。通常 D 由投影物镜的设计来确定。在多个实例中, D 为小于或等于 1500mm, 优选小于或等于 1400mm, 特别优选小于或等于 1300mm, 特别是小于或等于 1200mm, 尤其是小于或等于 1100mm, 最优选小于或等于 1000mm, 特别优选小于或等于 900mm, 尤其优选小于或等于 800mm, 最优选小于或等于 700mm, 特别是小于或等于 600mm, 优选小于或等于 500mm, 尤其是小于或等于 400mm, 最优选小于或等于 300mm, 特别是小于或等于 200mm, 最优选小于或等于 100mm。

[0190] 通常, 投影物镜 2101 的镜体可以是圆形的或非圆形的形状, 该镜体包括有孔。

[0191] 非圆形结构的镜体可以具有最大尺寸, 该尺寸小于 1500mm, 优选小于 1400mm, 特别是小于 1300mm, 优选小于 1200mm, 特别是优选小于 1100mm, 优选小于 1000mm, 特别是小于 900mm, 优选小于 800mm, 特别是小于 700mm, 优选小于 600mm, 特别是小于 500mm, 优选小于 400mm, 特别是小于 300mm, 优选小于 200mm, 特别是小于 100mm。

[0192] 孔 2610 例如为圆形具有直径 D_0 。 D_0 取决于投影物镜 2101 的设计, 并且通常使它有足够大的孔用于穿透从物面 2103 到像面 2102 的光线。

[0193] 该孔也可以是非圆形的。例如多个非圆形孔包括多个多边形孔, 例如像正方形孔、矩形孔、六角形孔、八角形孔, 以及非圆形拱形孔, 例如椭圆形孔, 或者非正规的拱形孔。

[0194] 非圆形形状的孔可以具有等于或小于 $0.75D$ 的最大直径, 特别是等于或小于 $0.5D$, 优选等于或小于 $0.4D$, 特别是等于或小于 $0.3D$, 优选等于或小于 $0.2D$, 特别是等于或小于 $0.1D$, 优选等于或小于 $0.05D$ 。在多个实施例中, 镜体可以包括有多个非圆形孔, 孔的最大尺寸为等于或小于约 50mm, 优选等于或小于 45mm, 特别是等于或小于 40mm, 优选等于或小于 35mm, 特别是等于或小于 30mm, 优选等于或小于 25mm, 特别是等于或小于 20mm, 优选等于或小于 15mm, 特别是等于或小于 10mm, 特别是等于或小于 5mm。

[0195] 在多个实施例中, 其中投影物镜 2101 包括一个以上的具有孔的镜体, 不同镜体的多个孔可以有同样形状或者不同形状。此外, 在不同镜体中供光线穿透的孔具有相同的尺寸或者不同的尺寸。

[0196] 在图 1e 中示出了不包括孔的镜体 2660 的一个实例。该镜体 2660 具有环状扇形部件的形状。该镜体 2660 与具有直径 D 的圆形镜体 2670 的一个扇段的形状相一致。镜体 2660 在 x 方向上具有最大的尺寸或者外形尺寸, 该尺寸用 M_x 表示。在多个实施例中, M_x 为等于或小于 1500mm, 优选等于或小于 1400mm, 特别是等于或小于 1300mm, 尤其是等于或小于 1200mm, 优选等于或小于 1100mm, 特别是等于或小于 1000mm, 优选等于或小于 900mm, 特

别是等于或小于 800mm, 优选等于或小于 700mm, 特别是等于或小于 600mm, 特别是等于或小于 500mm, 优选等于或小于 400mm, 特别是等于或小于 300mm, 优选等于或小于 200mm, 特别是等于或小于 100mm。

[0197] 镜体 2660 以子午线 2675 对称。镜体 2660 具有沿着子午线 2675 的尺寸 M_x 。 M_y 可以小于或大于 M_x 。在多个实施例中, M_x 在 $0.1M_x$ 的区域中, 优选大于或等于 $0.2M_x$, 特别是大于或等于 $0.3M_x$, 尤其大于或等于 $0.4M_x$, 优选大于或等于 $0.5M_x$, 特别是大于或等于 $0.6M_x$, 优选大于或等于 $0.7M_x$, 特别是大于或等于 $0.8M_x$, 最优选大于或等于 $0.9M_x$ 。在某些实施例中可选地, M_y 可以为大于或等于 $1.1M_x$, 优选大于或等于 $1.5M_x$, 或者在 $2M_x$ 至 $10M_x$ 的区域中。 M_y 可以为等于或小于约 1000mm, 优选等于或小于 900mm, 特别是等于或小于 800mm, 优选等于或小于 700mm, 特别是等于或小于 600mm, 优选等于或小于 500mm, 特别是等于或小于 400mm, 尤其等于或小于 300mm, 特别是等于或小于 200mm, 优选等于或小于 100mm。

[0198] 镜体不包括孔并且如此设置, 即光学轴线 2105 与镜体相交, 或者该光学轴线 2105 不与镜体相交。

[0199] 基于该设计, 投影物镜 2100 通常包括不同形状和尺寸的镜体。在多个实施例中, 投影物镜的每个镜体的最大尺寸为等于或小于 1500mm, 优选等于或小于 1400mm, 特别是等于或小于 1300mm, 优选等于或小于 1200mm, 特别是等于或小于 1100mm, 尤其等于或小于 1000mm, 特别是等于或小于 900mm, 优选等于或小于 800mm, 特别是等于或小于 700mm。

[0200] 在某些实施例中, 投影物镜 2101 包括一组镜体组, 该镜体组具有例如等于或多于 2 个镜体, 等于或多于 3 个镜体, 等于或多于 4 个镜体, 等于或多于 5 个镜体, 等于或多于 6 个镜体, 该镜体没有孔, 并且如此设置, 即该镜体将物体例如成像到像面 2102 中或者过渡像面中。在多个实施例中, 其中投影物镜 2101 包括一组或者多组镜体, 该组镜体称为局部物镜或者部分系统。

[0201] 在某些实施例中投影物镜 2101 包括一个以上局部物镜。例如投影物镜可以包括两个局部物镜, 三个局部物镜, 四个局部物镜, 或者多于四个局部物镜。局部物镜的一个实例是局部物镜 2400, 该局部物镜在图 1f 中示出。局部物镜 2400 包括镜体 2410、2420、2430、和 2440, 该多个镜体如此设置, 即与物面 2103 或者过渡像面一致的物面 2403 发出的光线成像到像面 2402 中, 该像面与像面 2102 或者过渡像面一致。镜体 2410、2420、2430 和 2440 的反射表面是轴向对称的表面的多个部分, 其中镜面的剩余部分被去除, 以便提供用于形成光线的光路。镜体的多个部分是射到光线的镜面的部分。该部分被称为使用范围。在穿过投影物镜的光线的路径中, 这就是说在光程中或者光路中的第一镜体是所述镜体 2420, 其紧挨着, 也就是设置在面 2402 的附近, 而第二镜体在光路中, 这就是说在镜体 2410 的光程中, 其紧挨着, 也就是设置在面 2403 的附近。

[0202] 在图 1g 中示出的可选的实施例中, 局部物镜 2450 包括镜体 2460、2470、2480 和 2490, 它们使例如可与物面 2103 或者过渡像面一致的物面 2453 的光在例如与像面 2102 或者过渡像面一致的像面 2452 中成像。构成局部物镜 2400 的镜体, 这就是说镜体 2460、2470、2480 和 2490 是轴对称表面的多个部分, 在其中可以去除镜面的其余部分, 以便提供成像光程或者成像光线的光路, 这就是说, 在此仅仅示出了镜体的反射光线的多个部位, 即所谓的使用范围。在光程中的第三镜体, 镜体 2480 与平面 2452 最近, 相反在光程或光路中的第二镜体, 镜体 2460 与平面 2403 最近。

[0203] 局部物镜 400、500 由不包括孔的镜体构成时,而一个局部物镜也可以由多个包括孔的镜体构成。就此在图 1 中获悉,在图 1 中示出了局部物镜 2500,该局部物镜由镜体 2510、2520 组成,其中镜体 2510 具有孔 2511。局部物镜 2500 如此构成,使光线成像到像面 2502 中,该像面例如可以与像面 2102 或者过渡像面一致。

[0204] 在图 1i 中示出了局部物镜的另一个实例,该局部物镜由包括孔的镜体构成。该局部物镜标注为局部物镜 2550。局部物镜 2550 包括镜体 2560 和 2570。镜体 2560 包括孔 2561,并且镜体 2570 包括孔 2571。局部物镜 2550 如此构成,使光线或者光成像到像面 2552 中,其中像面与像面 2102 或者过渡像面一致。

[0205] 局部物镜应用多个具有孔的镜体,这导致了局部物镜光瞳的部分是暗化的。与此相应,带有这种类型的局部物镜的投影物镜 2101 的实施例具有暗化的光瞳。投影物镜 2101 的光瞳到一个范围被暗化,该范围可以通过值 R_{obs} 表征,该值说明了投影物镜 2101 的光阑半径部分,该部分在子午截面或者子午面的光瞳面中被暗化。由于系统以光学轴线的旋转对称,因此可以有效计算出在子午面中的暗化半径。在多个包括有一个或多个带孔的镜体的实施例中,投影物镜 2100 可以具有很低的光瞳暗化。暗化半径 R_{obs} 例如可以为等于或小于孔径的 30%,优选等于或小于 25%,特别等于或小于 22%,优选等于或小于 20%,特别等于或小于 18%,优选等于或小于 15%,特别等于或小于 12%,优选等于或小于 10%。

[0206] 在多个实施例中,投影物镜 2101 包括可物理接近的一个或多个光瞳面,以便暗化光线的部件例如遮蔽光阑基本上设置在光瞳面中,其中光瞳面与光学轴线 2105 相交。

[0207] 将暗化光阑或者遮蔽光阑设置在光瞳位置中,可以导致与区域无关的光瞳被暗化。

[0208] 优选地,遮蔽光阑由一种材料构成或者由层组成,该层不反射工作波长 λ 的光线,这就是说,该材料基本上吸收所射入的工作波长 λ 的光线。遮蔽光阑优选地如此设计,从而散发光线不会到达该系统。在图 1j 中示出了镜体 2910,该镜体基本上设置在投影物镜 2101 的光瞳面中,且在镜面上具有暗化光阑 2912。暗化光阑 2912 可以例如由用于不反射波长 λ 的光线的涂层组成。暗化光阑 2912 阻挡沿着确定的光路推进的光线。这在图 1j 中通过光线 2921、2922 和 2923 举例说明。光线 2921 和 2923 与镜体 2910 的反射部分相交,相反光线 2922 与遮蔽光阑 2912 相交。因此沿着光路 2921 和 2923 推进的光线通过镜体 2910 反射到设置在光路中后面的镜体 2920 中。另一方面,沿着光路 2922 推进的光线通过暗化光阑或者遮蔽光阑 2912 被阻挡。

[0209] 在某些实施例中,在镜体之间的暗化光阑可以设置在投影物镜 2101 中,例如暗化光阑设置在光瞳面中,该光瞳面与设置在投影物镜中其它的镜体的平面并不重合。参见图 1k,遮蔽光阑 2926 在镜体 2910 和 2920 之间设置,以便阻挡沿着确定的光路在镜体之间推进的光线。暗化光阑可以例如在借助辅助光线 2928 的情况下设置定位,该局部光线穿过镜体的孔 2924。

[0210] 在图 1l 至 1m 中表示了另一种固定方式。在此,暗化光阑 2930 设置在镜体 2910 和 2920 之间,其中暗化光阑由固定环 2392 固定,该固定环的内部直径大于在光瞳面中投影物镜的孔径,在该光瞳面中设置暗化光阑 2930。暗化光阑 2930 利用径向悬架 2934 保持在环形框架部件 2932 上。悬架 2934 如此设计,从而不会阻挡主要的光线或光。

[0211] 在某些实施例中,基本上设置在光瞳面中的遮蔽光阑可以被去除,或者与另一个

暗化光阑交换,而不必更换投影物镜的镜体。

[0212] 在多个实施例中,暗化光阑设置在传播的光学元件上。例如,在工作波长中,暗化光阑可以固定在传导扁平元件上,用于该工作波长的材料是传导有效的并且具有足够的机械强度。

[0213] 例如也可以在多个实施例中实现,其中,工作波长 λ 处于电磁光谱的可见范围中。在可视电磁光谱的这种类型的波长中,遮蔽光阑可以通过涂层或者在具有足够大尺寸的平坦的玻璃元件上设置暗化光阑实现,该平玻璃元件由物镜 2101 的机体固定。

[0214] 例如可以在多个实施例中应用暗化光阑,在这些实施例中至少一个投影物镜 2101 的镜体具有用于穿过光线的孔。通常暗化光阑的尺寸可以改变。在某些实施例中,暗化光阑如此选择,使该暗化光阑具有尽可能小的尺寸,必须使用该尺寸,以便为投影物镜的入射光瞳提供一种基本与区域无关的暗化。在多个实施例中,暗化光阑或者遮蔽光阑具有光瞳孔径的半径的约等于或小于 60% 的径向尺寸,特别是等于或小于 55%,尤其等于或小于 50%,特别是等于或小于 45%,最优选等于或小于 40%,特别是等于或小于 35%,尤其等于或小于 30%,特别是等于或小于 25%,最好等于或小于 20%。

[0215] 通常,投影物镜 2101 的区域的形状可以变化。在多个实施例中,该区域可以具有弧形的形状,例如环的扇形形状,即所谓的环形区域。例如,投影物镜可以具有由没有孔的镜体构成的局部物镜,如上所述,如局部物镜 2400 和 2450,具有环形区域的形状。在图 1f 中示出了环形扇段 2700 或者环形区域。该环形扇段 2700 可以通过 x- 尺寸 D_x 、y- 尺寸 D_y 和径向尺寸 D_r 表征。 D_x 和 D_y 与区域的尺寸一致或者与沿着 x- 方向和 y 方向的区域的大小一致。该尺寸在下述说明中给出。在像面中的具有例如 $18 \cdot 1\text{mm}^2$ 的区域中为 $D_x = 18\text{mm}$ 且 $D_y = 1\text{mm}$ 。 D_r 与由光学轴线 2105 到区域扇段 2700 的内部界限所测量的环形半径一致。环形区域扇段 2700 对称于与 y-z- 平面平行的平面,如通过线 2710 说明。通常, D_x 、 D_y 和 D_r 的尺寸可以变化,并且取决于投影物镜 2101 的设计。典型地, D_x 大于 D_y 。场尺寸或者场大小 D_x 、 D_y 和 D_r 在物面 2103 和像面 2102 中的相对尺寸取决于投影物镜 2101 的放大或缩小而改变。在多个实施例中,在像面 2103 中的 D_x 相对大。例如在像面 2103 中的 D_x 大于 1mm,优选大于 3mm,特别是大于 4mm,优选大于 5mm,特别是大于 6mm,特别是大于 7mm,优选大于 8mm,特别是大于 9mm,优选大于 10mm,特别是大于 11mm,优选大于 12mm,特别是大于 13mm,优选大于 14mm,特比是大于 15mm,优选大于 18mm,特别是大于 20mm,优选大于 25mm。在像面 2102 中的 D_y 可以处于 0.5mm 至 5mm 的区域中,或者 0.5mm 至 1mm,优选 0.5mm 至 2mm,特别是 0.5mm 至 3mm,最优选 0.5mm 至 4mm。典型地,在像面 2102 中的 D_r 可以在 10mm 至 50mm 的区域中。 D_r 在像面 2102 中可以例如为大于或等于 15mm,例如大于或等于 20mm,特别是大于或等于 25mm,优选大于或等于 30mm。此外,中心区域点 2705 优选地用于环形区域 2700。

[0216] 通常,对于投影物镜 2101 的其它区域形状来说,在像面 2102 中最大场尺寸或场大小可为大于 1mm,优选大于 3mm,特别是大于 4mm,优选大于 5mm,特别是大于 6mm,特别是大于 7mm,优选大于 8mm,特别是大于 9mm,优选大于 10mm,特别是大于 11mm,优选大于 12mm,特别是大于 13mm,优选大于 14mm,特比是大于 15mm,优选大于 18mm,特别是大于 20mm,优选大于 25mm。

[0217] 投影物镜 2101 的实施例具有相对大的像侧的自由工作距离。像侧的自由工作距离关系到镜体的镜面和像面 2102 之间的最短的距离,该镜体几何上最接近于像面 2102 设

置。这在图 1o 中示出为镜体 2810, 该镜体几何上接近于像面 2102 设置。光线从表面 2811 反射到镜体 2810 上。像侧的自由工作距离以 D_w 表示。在多个实施例中, D_w 为大于或等于 25mm, 优选大于或等于 30mm, 特别大于或等于 35mm, 优选大于或等于 40mm, 特别是大于或等于 45mm, 优选大于或等于 50mm, 特别是大于或等于 55mm, 优选大于或等于 60mm, 特别是大于或等于 65mm。相对较大的工作距离是值得追求的, 因为这可以使得, 基片 2150 的表面可以设置在像面 2102 中, 而并不碰到镜体 2810 的指向像面 2102 的一侧。

[0218] 类似地, 物侧的自由工作距离涉及到投影物镜 2101 中镜体的反射侧的平面和物面 2103 之间的最短距离, 该物镜 2101 几何方面靠近于物面 2103 设置。在多个实施例中, 投影物镜 2101 具有大的物侧的自由工作距离。例如投影物镜 2101 的物侧自由工作距离可为大于或等于 50nm, 优选大于或等于 100nm, 特别是大于或等于 150nm, 优选大于或等于 200nm, 特别是大于或等于 250nm, 优选大于或等于 300nm, 特别是大于或等于 350nm, 特别是大于或等于 400nm, 优选大于或等于 450nm, 优选大于或等于 500nm, 尤其大于或等于 550nm, 优选大于或等于 600nm, 特别是大于或等于 650nm, 优选大于或等于 700nm, 优选大于或等于 750nm, 特别是大于或等于 800nm, 优选大于或等于 850nm, 尤其大于或等于 900nm, 尤其大于或等于 950nm, 尤其大于或等于 1000nm。在多个实施例中, 相对大的物侧的自由工作距离是有利的, 其中投影物镜 2101 和物面 2103 之间的空间必须是容易接近的。例如在这些实施例中, 其中掩膜 2140 设计成反射的, 必须从面对物体的一侧照射到掩膜。因此, 在投影物镜 2101 和物面 2103 之间可以存在足够的空间, 以便于通过照明系统 2120 以特定的照射角度对掩膜照射。此外, 大的物侧的自由工作距离可以实现微光刻投影物镜的剩余设计上的灵活性, 例如由于具有足够空间用于固定投影物镜 2101 的其它组件以及用于掩膜 2140 的结构支承。

[0219] 在多个实施例中将这样定位, 镜体将最接近于物面 2103 设置, 使该镜体具有与光学轴线 2105 之间的一个大的距离。换句话说, 光学轴线 2105 不与镜体相交, 该光学轴线最接近于物面 2103 设置。图 1p 示出的系统包括四个镜体 2941 到 2944, 其中镜体 2941 接近于物面 2103 设置。镜体 2941 和光学轴线 2105 之间的最小距离是距离 2946。

[0220] 在多个实施例中, 距离 2946 可以是大于或等于 50mm, 优选大于或等于 60mm, 特别是大于或等于 70mm, 更特别是大于或等于 80mm, 尤其是大于或等于 90mm, 更特别是大于或等于 100mm, 尤其是大于或等于 110mm, 特别是大于或等于 120mm, 特别是大于或等于 130mm, 更特别是大于或等于 140mm, 尤其是大于或等于 150mm, 尤其是大于或等于 160mm, 尤其是大于或等于 170mm, 尤其是大于或等于 180mm, 尤其是大于或等于 190mm, 尤其是大于或等于 200mm, 尤其是大于或等于 210mm, 尤其是大于或等于 220mm, 尤其是大于或等于 230mm, 尤其是大于或等于 240mm, 尤其是大于或等于 250mm, 尤其是大于或等于 260mm, 尤其是大于或等于 270mm, 尤其是大于或等于 280mm, 尤其是大于或等于 290mm, 更优选是大于或等于 300mm。

[0221] 有利的是, 到光学轴线 2946 的距离相对大, 因为这样在光学轴线 2105 与物面 2103 相交的地方的附近提供了很大的空间。该空间可以用来设置光刻工具或发光装置的其它组件, 例如量照明系统的一个或多个光学组件, 例如一种柔和入射镜体 (gracing-incidence-Spiegel)、一种所谓的反射的柔和入射元件 (gracing-incidence-Element)。一些由投影物镜形成的光线沿着光路 2947 延伸。这些光线按照以下次序相交或射到镜体上: 镜体 2942、镜体 2941、镜体 2943 和镜体 2944。在子午面中, 光路 2947 与在镜体 2941 和 2943 之间的光路相交, 在该光路于镜体 2942 上反射之前。

[0222] 通常投影物镜 2101 这样设计,使主光线被标度线 2140 收敛或发散或平行于光学轴线 2105。换句话说,投影物镜 2101 的入射光瞳的位置可以相对于物面 2103 变化,这取决于投影物镜的设计。在多个实施例中,物面 2103 处在投影物镜 2101 和投影物镜 2101 的入射光瞳之间。对此可选地,在多个实施例中入射光瞳定位在物面 2103 和投影物镜 2101 之间。

[0223] 照明装置 2120 可以这样设置,使照明系统的出射光瞳基本上设置在投影物镜 2101 的入射光瞳的位置上。在某些实施例中,照明系统 2120 包括望远系统,该望远系统将照明系统的出射光瞳投影到投影物镜 2101 的入射光瞳的位置上。反之在多个实施例中,照明系统 2120 的出射光瞳位于投影物镜 2101 的入射光瞳的区域中,而在照明系统中不存在望远系统 (Steleoskop-system),当物面 2103 设置在投影物镜 2101 和投影物镜的入射光瞳之间时,照明系统 2120 的出射光瞳与投影物镜的入射光瞳将会重合,而在照明系统中不必使用望远系统。

[0224] 通常,投影物镜 2101 可以使用商业通用的光学设计程序例如 ZEMAX、OSLO、Code V 来进行设计。起初规定波长、场大小以及数值孔径来优化光学特性,这些特性是投影物镜所需要的,例如像波前误差、聚焦远心、畸形以及失真。接下来将通过详细的光学数据来说明本发明的实施例。

[0225] 在图 1q 中示出了作为第一实施例的 8 镜体系统,其具有用于 13.4nm 工作波长的 $NA = 0.54$ 的像侧的孔径。投影比例为六倍,也就是说,图像在像面中相对于物体缩小 6 倍并且分辨率为 15nm。

[0226] 图像区具有像面中 $13 \times 1 \text{ mm}^2$ 的尺寸,也就是 $D_x = 13 \text{ mm}$ 、 $D_y = 1 \text{ mm}$ 、 $D_z = 20 \text{ mm}$ 。像侧 $W_{\text{RMS}} = 0.024 \lambda$ 并且像侧区域扭曲,也就是图像区域的扭曲为 3nm。系统的结构长度为 1745mm。

[0227] 坐标系也以 x、y 及 z 方向标记。物体在 y 平面、z 平面中示出,这些平面包括了投影物镜的光学轴线 HA,并因此是子午平面。

[0228] 根据本发明的投影物镜包括三个局部物镜 (第一局部物镜 100、第二局部物镜 200 及第三局部物镜 300)。第一局部物镜包括总共四个镜体 (S1、S2、S5 及 S6)。在从物面 10 到像面 20 的光路上可以看出,镜体 S1 是凹面镜,镜体 S2 是凸面镜,第七镜体 S5 是凸面镜以及镜体 S6 是凹面镜。第一镜体的成像倍数为 1.77x。孔径光阑 B 设置在镜体 S5 上。例如在物面中设置标度线,物面以 10 表示。单一的镜体扇段以 HA 表示的光学轴线旋转对称,并且从物面 10 到像面 20 的系统的总长度也以 BL 称为结构长度。第一局部物镜也称为区域组,并且包括至少两个镜体 (镜体 S1 和镜体 S2)。如图 1 所示,镜体 S1 和镜体 S2 是外轴的镜体扇段,即所谓的轴外 (Off-Axis)- 镜体扇段,该镜体扇段允许用来修正与区域有关的图像误差。在示出的实施例中,第一局部物镜 100 上连接有变倍组,其在此处表示为第三局部物镜 300 并包括两个镜体 (镜体 S3 和镜体 S4),其中 S3 是凸面镜并且 S4 是凹面镜。

[0229] 在示出的实施例中,在凹面镜 S4 中或在其附近形成过渡图像 Z1,并且投影物镜的过渡图像 Z2 物理地接近于凹面镜 S3。

[0230] 也称为变倍组的第三局部物镜的成像倍数为 2.88x。在第三局部物镜上连接有所谓的中继组,其也表示为第二局部物镜 200 并具有成像倍数 1.18x。

[0231] 在此,第二局部物镜 200 包括两个镜体,其都设计为凹面镜。因此,这些镜体称为

主凹面镜 SK1 和次凹面镜 SK2。镜体 S3 包含孔径孔 A1, 次凹面镜 SK2 包含孔径孔 A2, 主凹面镜包含孔径孔 A3 以及镜体 S4 包含孔径孔 A4。因此, 在图 1 中示出的镜体是带有孔的镜体 S3、S4、SK1 和 SK2, 在本申请的范围内, 光束将穿过这些镜体。此外, 在本申请的范围内, 镜体 S3、S4、SK1 和 SK2 形成第二副物镜, 它仅具有用于穿过光束的带有孔的镜体。提供与区域无关的暗化的所得出半径为孔径半径的 43%。

[0232] 在本申请的范围内, 镜体 S1、S2、S5 和 S6 形成第一副物镜, 其不具有穿过光束的带有孔的镜体, 也就是无穿透的镜体。

[0233] 可明显地看出, 由于最接近于像面 20 的镜体 SK1 设计为凹面镜, 顶点 V3 (也就是主凹面镜 SK1 的顶点) 和像面 20 之间的距离 A, 也就是像侧的工作距离大于 12mm, 优选大于 15mm, 更优选大于 40mm。物侧自由的工作距离为 100mm。

[0234] 第二局部物镜 200 在像面 20 中形成第二过渡图像 Z2。

[0235] 在示出的实施例中, 由成像比例的相对大小明显看出, 第三局部物镜将小孔径的物镜部分与大孔径的物镜部分连接起来。因此, 第三物镜也称为变倍组。

[0236] 射向中心区域点的主光线在镜体 S1、S2、S3、S4、S5、S6、SK1、SK2 上的最大入射角 $\Theta_{CR(max)} \Theta_{max(max)}$ 为 33.8° 。每个光线在镜体 S1、S2、S3、S4、S5、S6、SK1 和 SK2 上的最大入射角为 38.6° 。光线在任一镜体 S1、S2、S3、S4、S5、S6、SK1 和 SK2 上的最大入射角度范围为 12° 。最大镜体的尺寸在子午截面中, 也就是在子午平面中为 669mm。最大镜体的尺寸在 x 方向上为 675mm。

[0237] 根据图 1 的系统的的光学数据可以由以下的表 1 得知。

[0238] 在此示出

[0239] 镜 1 : 镜体 S1

[0240] 镜 2 : 镜体 S2

[0241] 镜 3 : 镜体 S5

[0242] 镜 4 : 镜体 S6

[0243] 镜 5 : 镜体 S3

[0244] 镜 6 : 镜体 S4

[0245] 镜 7 : 主凹面镜 SK1

[0246] 镜 8 : 次凹面镜 SK2

[0247] 表 1 的第一部分再次提供了光学数据, 并且表 1 的第二部分提供了每个镜面的非球面常数 (asphaerischen Konstanten)。

[0248] 表 1

[0249]

Surface	Radius	Thickness	Mode
---------	--------	-----------	------

Object	INFINITY	316.480	
Mirror 1	-375.233	-77.505	REFL
Mirror 2	2976.73	51.007	REFL
STOP	INFINITY	0.000	
Mirror 3	127.889	-189.982	REFL
Mirror 4	329.839	1029.934	REFL
Mirror 5	787.6	-596.052	REFL
Mirror 6	735.437	1171.383	REFL
Mirror 7	-1195.158	-512.255	REFL
Mirror 8	977.668	552.254	REFL
Image	INFINITY	0.000	

[0250]

Surface	K	A	B	C
Mirror 1	0.00000E+00	-3.72335E-09	-1.17134E-13	-9.45919E-19
Mirror 2	0.00000E+00	-6.42297E-08	5.78359E-13	-1.12102E-17
Mirror 3	0.00000E+00	-1.89730E-07	1.46577E-11	-7.35930E-15
Mirror 4	0.00000E+00	-6.59877E-10	-4.46770E-15	-8.43588E-22
Mirror 5	0.00000E+00	6.80330E-10	8.62377E-15	7.97025E-20
Mirror 6	0.00000E+00	1.51444E-10	4.21253E-16	9.86205E-22
Mirror 7	0.00000E+00	-9.01450E-11	7.43085E-17	-9.79557E-22
Mirror 8	0.00000E+00	-4.33573E-10	-6.45281E-16	1.20541E-22
Surface	D	E	F	G
Mirror 1	2.64879E-22	-1.44452E-26	3.02340E-31	0.00000E+00
Mirror 2	1.41033E-20	-2.65285E-24	1.76103E-28	8.50988E-33
Mirror 3	4.29136E-18	4.55565E-22	6.01716E-23	-9.67457E-26
Mirror 4	-1.47803E-24	4.37901E-29	-7.78139E-34	6.26619E-39
Mirror 5	9.90660E-24	-3.49519E-27	2.27576E-31	-5.30361E-36
Mirror 6	2.49255E-27	3.14626E-33	1.55856E-38	5.58485E-45
Mirror 7	6.90221E-27	-3.91894E-32	1.37730E-37	-2.19834E-43
Mirror8	6.77194E-28	1.92112E-32	-7.82371E-38	1.09694E-43

[0251] (Surface 表面、Radius 半径、Thickness 厚度、Mode 模式、Object 物体、Mirror 镜、Stop 孔径光阑、Image 像面、INFINITY 无穷远、REFL 反射值)

[0252] 在图 2 中示出了数值孔径 $NA = 0.5$ 并 4 倍缩小的 8 镜体 - 物镜的第二实施例。与图 1 中示出的同样的元件以相同的参考标识表示。

[0253] 工作波长 λ 为 13.5nm。物镜的分辨率为 17nm, 并且结构长度为 1711nm。像侧的 W_{RMS} 为 0.044λ 并且像侧的区域扭曲为 12nm。暗化半径为孔径半径的 36%, 该暗化半径关系到与区域无关的暗化。像侧的自由工作距离为 69mm 以及物侧的自由工作距离为 100mm。射向中心区域点的主光线在镜体 S1、S2、S3、S4、S5、S6、SK1、SK2 上的最大入射角 $\Theta_{CR(max)}$

为 19.4°。每条光线在镜体 S1、S2、S3、S4、S5、S6、SK1 和 SK2 上的最大入射角 $\Theta_{\max(\max)}$ 为 21.8°。光线在任一镜体 S1、S2、S3、S4、S5、S6、SK1 和 SK2 上的最大入射角度范围 $\Delta \Theta_{\max}$ 为 15°。在子午截面中的最大镜体的尺寸为 385mm。最大镜体的尺寸在 x 方向上为 616mm。

[0254] 从以下的表 2 中给出了光学数据。

[0255] 在此示出

[0256] 镜 1 :镜体 S1

[0257] 镜 2 :镜体 S2

[0258] 镜 3 :镜体 S5

[0259] 镜 4 :镜体 S6

[0260] 镜 5 :镜体 S3

[0261] 镜 6 :镜体 S4

[0262] 镜 7 :主凹面镜 SK1

[0263] 镜 8 :次凹面镜 SK2

[0264] 表 2 的第一部分再次提供了光学数据,并且表 2 的第二部分提供了每个镜面的非球面常数。

[0265] 表 2

[0266]

Surface	Radius	Thickness	Mode
Object	INFINITY	762.134	
Mirror 1	44367.928	-662.134	REFL
Mirror 2	1027.348	717.444	REFL
Mirror 3	122.696	-209.209	REFL
Mirror 4	298.792	645.481	REFL
STOP	INFINITY	0.000	
Mirror 5	1184.237	-391.582	REFL
Mirror 6	518.111	780.329	REFL
Mirror 7	-834.844	-288.328	REFL
Mirror 8	612.53335	7.344	REFL
Image	INFINITY	0.000	

[0267]

Surface	K	A	B
---------	---	---	---

Mirror 1	0.00000E+00	-7.47500E-11	-1.75668E-16
Mirror 2	0.00000E+00	-1.89057E-11	-2.80932E-17
Mirror 3	0.00000E+00	4.36794E-08	-1.06646E-11
Mirror 4	0.00000E+00	2.82491E-10	8.34214E-15
Mirror 5	0.00000E+00	-3.60521E-09	9.55167E-14
Mirror 6	0.00000E+00	3.17133E-10	1.58610E-15
Mirror 7	0.00000E+00	1.39054E-10	-7.02552E-16
Mirror 8	0.00000E+00	-1.05535E-09	-1.09975E-15
Surface	C	D	E
Mirror 1	3.61103E-22	3.67940E-28	0.00000E+00
Mirror 2	-3.13881E-23	-4.81965E-29	0.00000E+00
Mirror 3	2.88089E-15	1.57635E-18	0.00000E+00
Mirror 4	1.25238E-19	6.61889E-25	4.85405E-29
Mirror 5	-3.43883E-18	-4.42296E-23	-5.96479E-28
Mirror 6	7.12061E-21	2.79827E-26	2.00701E-31
Mirror 7	1.18760E-20	-6.15624E-26	5.37541E-31
Mirror 8	8.52603E-23	3.64425E-26	2.56412E-31

[0268] (Surface 表面、Radius 半径、Thickness 厚度、Mode 模式、Object 物体、Mirror 镜、Stop 孔径光阑、Image 像面、INFINITY 无穷远、REFL 反射值)

[0269] 根据图 2 由物镜形成的区域的尺寸在像面中为 $13 \times 1 \text{ mm}^2$, 如图 1 中示出的, 区域形状为环形区域。其中 $D_x = 13 \text{ mm}$ 、 $D_y = 1 \text{ mm}$ 、 $D_r = 13 \text{ mm}$ 。

[0270] 相比图 1 中的实施例, 图 1 的实施例在镜体 S5 (镜 3) 上并因此在第三镜体上在从物面到像面的光线路径上处在第一局部物镜中具有孔径光阑, 而在图 2 中示出的实施例中的孔径光阑 B 则设置在变倍组的凸面镜上 (该凸面镜为镜体 S3)。

[0271] 在图 2 中示出的系统中设有局部物镜 100、300 和 200。局部物镜 100 包括镜体 S1、S2、S5 和 S6, 并且在镜体 S4 中或其附近形成了过渡图像 Z1、第二局部物镜 200 包括镜体 SK1 和 SK2, 第三局部物镜 300 包括镜体 S3 和 S4。第三局部物镜在镜体 S3 中或其附近形成过渡图像 Z2。

[0272] 在图 3 中示出了与图 2 相似的 8 镜体系统, 然而在图 3 中的实施例中的成像比例或成像倍数为 5X, 也就是说。图像相对于物体被缩小 5 倍。像侧的数值孔径 NA 在波长 $\lambda = 13.5$ 时也是 0.5。待成像的区域, 也就是说图像区域在像面具有 $22 \times 1 \text{ mm}^2$ 的尺寸, 并且形状为环形区域, 其中 $D_x = 22 \text{ mm}$ 、 $D_y = 1 \text{ mm}$ 、 $D_r = 12.6 \text{ mm}$ 。系统的分辨率为 17nm, 系统的结构长度为 1509nm。像侧的 W_{RMS} 为 0.01λ 并且像侧的区域扭曲为 2nm。

[0273] 像侧的自由工作距离为 69mm 以及物侧的自由工作距离为 104mm。射向中心区域点的主光线在镜体 S1、S2、S3、S4、S5、S6、SK1、SK2 上的最大入射角 $\Theta_{\text{CR}(\text{max})}$ 为 23.1° 。每条光线在镜体 S1、S2、S3、S4、S5、S6、SK1 和 SK2 上的最大入射角 $\Theta_{\text{max}(\text{max})}$ 为 26.6° 。在光线任一镜体 S1、S2、S3、S4、S5、S6、SK1 和 SK2 上的最大入射角度范围 $\Delta \Theta_{\text{max}}$ 为 16° 。在子午截面中的最大镜体的尺寸为 394mm。最大镜体的尺寸在 x 方向上为 669mm。

[0274] 暗化半径为孔径半径的 35%, 该暗化半径用于实现与区域无关的暗化。镜体 S3、

S4、SK1 和 SK2 都包括孔。镜体的设计应该设有三个局部物镜。其中第一局部物镜 100、第二局部物镜 200、第三局部物镜 300。示出的投影物镜相应地具有 3 个光瞳面和两个过渡图像。至少一个光瞳面可接近地用于使孔径光阑定位。第一局部物镜包括镜体 S1、S2、S5 和 S6,并且在镜体 S5 中或在其附近形成过渡图像 Z1。第二局部物镜 300 包括两个镜体 SK1 和 SK2。第三局部物镜包括两个镜体 S3 和 S4。在第三镜体 S3 上设有光阑。

[0275] 由以下的表 3 给出光学数据。

[0276] 在此示出

[0277] 镜 1 :镜体 S1

[0278] 镜 2 :镜体 S2

[0279] 镜 3 :镜体 S5

[0280] 镜 4 :镜体 S6

[0281] 镜 5 :镜体 S3

[0282] 镜 6 :镜体 S4

[0283] 镜 7 :主凹面镜 SK1

[0284] 镜 8 :次凹面镜 SK2

[0285] 表 3 的第一部分再次提供了光学数据,并且表 3 的第二部分提供了每个镜面的非球面常数。

[0286] 表 3

[0287]

Surface	Radius	Thickness	Mode
Object	INFINITY	546.051	
Mirror 1	1813.761	-442.075	REFL
Mirror 2	659.925	484.056	REFL
Mirror 3	124.229	-230.251	REFL
Mirror 4	297.991	681.239	REFL
STOP	INFINITY	0.000	
Mirror 5	1044.821	-388.855	REFL
Mirror 6	513.480	790.082	REFL
Mirror 7	-788.712	-300.808	REFL
Mirror 8	679.931	369.811	REFL
Image	INFINITY	0.000	

[0288]

Surface	K	A	B
---------	---	---	---

Mirror 1	0.00000E+00	-1.19695E-10	-8.52500E-16
Mirror 2	0.00000E+00	-3.36861E-12	-7.92767E-18
Mirror 3	0.00000E+00	9.84422E-08	1.34188E-11
Mirror 4	0.00000E+00	1.55138E-09	3.79123E-14
Mirror 5	0.00000E+00	-4.54986E-09	-1.08708E-13
Mirror 6	0.00000E+00	1.67047E-10	5.41737E-16
Mirror 7	0.00000E+00	5.45494E-10	1.78568E-15
Mirror 8	0.00000E+00	-5.70218E-10	1.44136E-15
Surface	C	D	E
Mirror 1	7.78764E-22	2.36289E-26	0.00000E+00
Mirror 2	-1.47046E-23	-1.76721E-28	0.00000E+00
Mirror 3	1.19275E-15	7.18150E-19	0.00000E+00
Mirror 4	7.88066E-19	1.04079E-23	8.66992E-28
Mirror 5	-1.73422E-18	-5.79768E-23	2.10975E-27
Mirror 6	1.67663E-21	5.27011E-27	2.40781E-32
Mirror 7	9.69823E-21	1.84324E-26	-1.96285E-32
Mirror 8	6.92822E-21	-1.65770E-26	4.86553E-32

[0289] (Surface 表面、Radius 半径、Thickness 厚度、Mode 模式、Object 物体、Mirror 镜、Stop 孔径光阑、Image 像面、INFINITY 无穷远、REFL 反射值)

[0290] 在图 3 中与图 1、图 2、相同的元件将以相同的参考标识表示。

[0291] 在图 4 中示出了 8 镜体物镜的第四实施例,其在 13.5 的波长时具有 6X 的成像倍数及 $NA = 0.5$ 的数值孔径。其分辨率为 17nm,系统的结构长度为 1508nm。像侧的 W_{RMS} 为 0.006λ ,像侧的区域扭曲为 2nm。暗化半径为孔径半径的 31%,该暗化半径关系到与区域无关的暗化。像侧的自由工作距离为 69mm 以及物侧的自由工作距离为 102mm。主光线在镜体 S1、S2、S3、S4、S5、S6、SK1 和 SK2 上的最大 2 射角 $\Theta_{\max(\max)}$ 为 20° 。每条光线在镜体 S1、S2、S3、S4、S5、S6、SK1 和 SK2 上的最大入射角 $\Theta_{\max(\max)}$ 为 22.3° 。光线在任一镜体 S1、S2、S3、S4、S5、S6、SK1 和 SK2 上的最大入射角度范围 $\Delta\Theta_{\max}$ 为 13.6° 。在子午截面中的最大镜体的尺寸为 396mm。最大镜体的尺寸在 x 方向上为 575mm。在从物面 10 到像面 20 的光路中的镜体排列为:

[0292] 凸-凹-凸-凹-凸-凹-凹-凹。

[0293] 镜体 S3、S4、SK1 和 SK2 都包括孔。镜体 S1、S2、S5 和 S6 不包含孔。第一局部物镜包括镜体 S1、S2、S5 和 S6,并且在镜体 S5 中或在其附近形成过渡图像 Z1。第二局部物镜 200 包括镜体 SK1 和 SK2。第三局部物镜包括两个镜体 S3 和 S4。第三镜体形成过渡图像 Z2。系统具有三个光瞳面和两个过渡图像。至少一个光瞳面是可接近地用于设置孔径光阑。

[0294] 光学数据由以下的表 4 给出。

[0295] 在此示出

[0296] 镜 1 :镜体 S1

[0297] 镜 2 :镜体 S2

[0298] 镜 3 :镜体 S5

[0299] 镜 4 :镜体 S6

[0300] 镜 5 :镜体 S3

[0301] 镜 6 :镜体 S4

[0302] 镜 7 :主凹面镜 SK1

[0303] 镜 8 :次凹面镜 SK2

[0304] 表 4 的第一部分再次提供了光学数据,并且表 4 的第二部分提供了每个镜面的非球面常数。

[0305] 表 4

[0306]

Surface	Radius	Thickness	Mode
Object	INFINITY	541.176	
Mirror 1	1654.286	-438.932	REFL
Mirror 2	662.227	486.164	REFL
Mirror 3	124.521	-234.334	REFL
Mirror 4	296.656	684.148	REFL
STOP	INFINITY	0.000	
Mirror 5	1078.372	-388.948	REFL
Mirror 6	513.362	789.957	REFL
Mirror 7	-788.995	-300.590	REFL
Mirror 8	680.459	369.601	REFL
Image	INFINITY	0.000	

[0307]

Surface	K	A	B
Mirror 1	0.00000E+00	-2.36631E-10	-8.55660E-16
Mirror 2	0.00000E+00	-5.67713E-12	-1.95884E-17
Mirror 3	0.00000E+00	1.11517E-07	1.37540E-11
Mirror 4	0.00000E+00	1.49061E-09	3.64316E-14
Mirror 5	0.00000E+00	-3.81551E-09	-9.20087E-14
Mirror 6	0.00000E+00	1.71591E-10	5.38871E-16
Mirror 7	0.00000E+00	5.11749E-10	1.71998E-15
Mirror 8	0.00000E+00	-5.78016E-10	1.45805E-15
Surface	C	D	E

Mirror 1	-2.47185E-21	7.32017E-26	0.00000E+00
Mirror 2	-5.87523E-23	-3.53329E-28	0.00000E+00
Mirror 3	1.28574E-15	7.20115E-19	0.00000E+00
Mirror 4	7.29870E-19	1.30379E-23	6.71117E-28
Mirror 5	-1.57361E-18	-5.49020E-23	1.99214E-27
Mirror 6	1.53854E-21	4.80288E-27	1.35503E-32
Mirror 7	9.34714E-21	1.84180E-26	-2.13432E-32
Mirror 8	7.06565E-21	-1.76539E-26	4.32302E-32

[0308] (Surface 表面、Radius 半径、Thickness 厚度、Mode 模式、Object 物体、Mirror 镜、Stop 孔径光阑、Image 像面、INFINITY 无穷远、REFL 反射值)

[0309] 图 4 中示出的实施例与图 3 和图 2 中示出的实施例一样,孔径光阑 B 设置在变倍组的镜体 S3 上。在根据图 4 示出的实施例中,区域的尺寸为 $18 \times 1 \text{ mm}^2$ 。形状是 $D_x = 18 \text{ mm}$ 、 $D_y = 1 \text{ mm}$ 、 $D_r = 10.5 \text{ mm}$ 的环形区域。

[0310] 在图 5 中示出了 8 镜体投影物镜的另一实施例,该投影物镜在波长为 13.5 nm 时具有 $\text{NA} = 0.5$ 的数值孔径并 8 倍的缩小。在根据图 5 的系统中,场尺寸在像面中是 $13 \times 1 \text{ mm}^2$,其中 $D_x = 13 \text{ mm}$ 、 $D_y = 1 \text{ mm}$ 、 $D_r = 10.5 \text{ mm}$ 。系统的分辨率为 17 nm ,结构长度为 2000 mm 。像侧的 W_{RMS} 为 0.003λ ,像侧的区域扭曲为 7 nm 。

[0311] 像侧的自由工作距离为 61 mm 以及物侧的自由工作距离为 100 mm 。射向中心区域点的主光线 $\Theta_{\text{CR}(\text{max})}$ 在镜体 S1、S2、S3、S4、S5、S6、SK1、SK2 上的最大入射角为 15.9° 。每条光线在镜体 S1、S2、S3、S4、S5、S6、SK1 和 SK2 上的最大入射角 $\Theta_{\text{max}(\text{max})}$ 为 17.9° 。光线在任一镜体 S1、S2、S3、S4、S5、S6、SK1 和 SK2 上的最大入射角度范围 $\Delta \Theta_{\text{max}}$ 为 10.6° 。在子午截面中,也就是在子午平面中的最大镜体的尺寸为 574 mm 。最大镜体的尺寸在 x 方向上为 602 mm 。

[0312] 在图 5 中示出的系统与图 2、3 和 4 的实施例基本一样,是第一局部物镜,即所谓的区域组,其包括镜体 S1、S2、S5 和 S6。镜体 S1、S2、S5 和 S6 的镜体排列为:凸-凹-凸-凹,也就是说在从物面到像面的光路中,第一镜体 S1 在从物面到像面的光路中具有凸的镜面,第二镜体 S2 在从物面到像面的光路中具有凹的镜面,第三镜体 S5 在从物面 10 到像面 20 的光路中具有凸的镜面,第四镜体 S6 在从物面 10 到像面 20 的光路中具有凹的镜面。与图 1 中的实施例的第一局部物镜 100 内部的光线路径相比,在第一局部物镜 100 的第一实施例 2、3、4 和 5 中的光线路径在纸面中,也就是在子午平面中自行交叉,该子午平面在 y-、z 方向延伸。例如在实施例 2、3、4 和 5 中,孔径光阑处在变倍组的一个镜体上从物面 10 到像面 20 的光路上,也就是说在第三局部物镜 300 中,即第五镜体(镜体 S3)中。

[0313] 第二局部物镜 200 包括镜体 SK1 和 SK2,第三局部物镜,所谓的变倍组包括镜体 S3 和 S4。镜体 S3、S4、SK1 和 SK2 包括孔,镜体 S1、S2、S5 和 S6 不包括孔。

[0314] 在图 2、3、4 和 5 中示出的所有实施例中,从物面到像面的光路中的第一镜体的半径,也就是镜体 S1 的半径很大,例如在图 5 的实施例中,该半径大于 10 m 。因此,第一镜体几乎为平面并且可以不仅仅设计为凸面,在可选的多个实施例中,也可以具有平面或凹面。

[0315] 形成的暗化半径为孔径半径的 21% ,该暗化半径具有与区域无关的暗化。

[0316] 图 5 中示出的系统的光学数据将由表 5 给出。

[0317] 在此示出

[0318] 镜 1 :镜体 S1

[0319] 镜 2 :镜体 S2

[0320] 镜 3 :镜体 S5

[0321] 镜 4 :镜体 S6

[0322] 镜 5 :镜体 S3

[0323] 镜 6 :镜体 S4

[0324] 镜 7 :主凹面镜 SK1

[0325] 镜 8 :次凹面镜 SK2

[0326] 表 5 的第一部分再次提供了光学数据,并且表 5 的第二部分提供了每个镜面的非球面常数。

[0327] 表 5

[0328]

Surface	Radius	Thickness	Mode
Object	INFINITY	718.810	
Mirror 1	15385.939	-618.810	REFL
Mirror 2	1044.688	695.118	REFL
Mirror 3	147.529	-266.967	REFL
Mirror 4	330.139	870.985	REFL
STOP	INFINITY	0.000	
Mirror 5	1943.227	-572.412	REFL
Mirror 6	750.946	1111.744	REFL
Mirror 7	-1056.656	-459.333	REFL
Mirror 8	963.39752	0.863	REFL
Image	INFINITY	0.000	

[0329]

Surface	K	A	B	C
Mirror 1	0.00000E+00	1.03935E-09	2.87706E-15	2.44500E-21
Mirror 2	0.00000E+00	1.49306E-10	4.00929E-18	1.48243E-22
Mirror 3	0.00000E+00	1.18016E-07	-3.53495E-12	-4.55098E-17
Mirror 4	0.00000E+00	-2.54082E-09	5.38905E-15	-4.39113E-19
Mirror 5	0.00000E+00	-4.90575E-10	-1.53636E-14	-6.47129E-19
Mirror 6	0.00000E+00	1.36782E-10	1.60457E-16	-3.92581E-25
Mirror 7	0.00000E+00	1.87167E-10	7.58028E-16	1.89696E-21
Mirror 8	0.00000E+00	-3.76514E-10	1.37610E-15	1.26961E-21
Surface	D	E	F	G

Mirror 1	-2.92087E-26	1.22174E-30	-2.07471E-36	0.00000E+00
Mirror 2	4.70420E-28	-1.12401E-33	1.99786E-39	0.00000E+00
Mirror 3	4.31101E-19	-1.46428E-31	2.97986E-26	0.00000E+00
Mirror 4	1.06326E-23	-1.79423E-28	-1.59791E-33	0.00000E+00
Mirror 5	-3.42940E-24	-1.75351E-28	8.76415E-33	0.00000E+00
Mirror 6	-2.81150E-29	-4.22172E-33	2.23604E-38	0.00000E+00
Mirror 7	7.95754E-27	-8.87929E-33	-5.33665E-40	0.00000E+00
Mirror 8	-6.32171E-27	-3.06485E-32	1.56764E-37	0.00000E+00

[0330] (Surface 表面、Radius 半径、Thickness 厚度、Mode 模式、Object 物体、Mirror 镜、Stop 孔径光阑、Image 像面、INFINITY 无穷远、REFL 反射值)

[0331] 在图 6a 中示出了 8 镜体系统的另一实施例,在该实施例中第一局部物镜 100,也就是区域组具有与前述实施例相同的镜体排列,但有一些区别。因此,在图 2 到 5 的实施例中,第一局部物镜 100 的四个镜体 S1、S2、S5 和 S6 的镜体排列为凸-凹-凸-凹。然而与前述的根据图 2 到 5 的 8 镜体系统相比,光线路径在第一局部物镜 100 中没有交叉。根据在第一局部物镜 100 中不同的光线导向,根据图 6a 示出的实施例中的第一镜体 S1 不能可选地设计为平面或凹面。根据图 6a 的系统的像侧的孔径为 $NA = 0.6$,并且成像倍数为 $8X$,以及工作波长为 $13.5nm$ 。

[0332] 系统的分辨率为 $14nm$,结构长度为 $2500mm$ 。像侧的 W_{RMS} 为 0.017λ ,像侧的区域扭曲为 $1nm$ 。形成的暗化半径为孔径半径的 22% ,该暗化半径具有与区域无关的暗化。像侧的自由工作距离为 $55mm$ 以及物侧的自由工作距离为 $100mm$ 。射向中心区域点的主光线在镜体 S1、S2、S3、S4、S5、S6、SK1、SK2 上的最大入射角 $\Theta_{CR(max)}$ 为 28.3° 。每条光线在镜体 S1、S2、S3、S4、S5、S6、SK1 和 SK2 上的最大入射角 $\Theta_{max(max)}$ 为 36.6° 。光线在任一镜体 S1、S2、S3、S4、S5、S6、SK1 和 SK2 上的最大角度范围 $\Delta\Theta_{max}$ 为 16.6° 。在子午截面中,也就是在子午平面中的最大镜体的尺寸为 $778mm$ 。最大镜体的尺寸在 x 方向上为 $806mm$ 。

[0333] 在像面中的图像区域的尺寸是 $13 \times 1mm^2$,其中 $D_x = 13mm$ 、 $D_y = 1mm$ 、 $D_t = 15mm$ 。

[0334] 系统包括三个局部物镜,即第一局部物镜 100、第二局部物镜 300 和第三局部物镜 200。第一局部物镜 100 包括镜体 S1、S2、S5 和 S6,并且在镜体 S4 附近形成过渡图像 Z1。第二局部物镜包括镜体 SK1 和 SK2,第三局部物镜包括镜体 S3、S4 并形成过渡图像 Z2。镜体 S3、S4、SK1 和 SK2 包括孔,镜体 S1、S2、S5 和 S6 则不包括孔。从物面 10 到像面 20 的光路中的镜体排列为:

[0335] 凸-凹-凸-凹-凸-凹-凹-凹。

[0336] 在图 6a 中示出的系统中设有三个光瞳面以及两个过渡图像,其中至少一个光瞳面接近于孔径光阑设置。

[0337] 根据图 6a 的系统的的光学数据将由表 6a 给出。

[0338] 在此示出

[0339] 镜 1:镜体 S1

[0340] 镜 2:镜体 S2

[0341] 镜 3:镜体 S5

[0342] 镜 4:镜体 S6

[0343] 镜 5 :镜体 S3

[0344] 镜 6 :镜体 S4

[0345] 镜 7 :主凹面镜 SK1

[0346] 镜 8 :次凹面镜 SK2

[0347] 表 6a 的第一部分再次提供了光学数据,并且表 6a 的第二部分提供了每个镜面的非球面常数。

[0348] 表 6a

[0349]

Surface	Radius	Thickness	Mode
Object	INFINITY	257.565	
Mirror 1	384.091	-157.565	REFL
Mirror 2	503.282	1033.640	REFL
Mirror 3	319.62	-732.625	REFL
Mirror 4	847.883	1465.334	REFL
STOP	INFINITY	0.000	
Mirror 5	2114.302	-643.385	REFL
Mirror 6	842.763	1221.637	REFL
Mirror 7	-1165.231	-498.252	REFL
Mirror 8	1000.806	553.650	REFL
Image	INFINITY	0.000	

[0350]

Surface	K	A	B	C
Mirror 1	0.00000E+00	-1.77573E-09	3.48952E-15	-6.57559E-19
Mirror 2	0.00000E+00	-1.90688E-10	-1.12202E-16	-8.55933E-21
Mirror 3	0.00000E+00	8.18543E-09	1.94772E-13	-1.20733E-17
Mirror 4	0.00000E+00	-6.32144E-11	-3.16379E-17	-1.24533E-22
Mirror 5	0.00000E+00	5.20532E-10	-3.03678E-15	5.56242E-21
Mirror 6	0.00000E+00	8.24359E-11	1.21698E-16	1.72019E-22
Mirror 7	0.00000E+00	1.04209E-10	5.94759E-17	3.29996E-22
Mirror8	0.00000E+00	-2.52357E-10	8.47992E-17	5.92488E-22
Surface	D	E	F	G

Mirror 1	2.03449E-23	-3.58406E-28	2.56981E-33	0.00000E+00
Mirror 2	4.01912E-26	-1.85143E-31	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 3	5.33524E-21	-1.38304E-24	1.60705E-28	0.00000E+00
Mirror 4	2.11929E-28	-1.37968E-33	4.50488E-39	0.00000E+00
Mirror 5	-2.48900E-25	4.49855E-30	-1.02965E-34	0.00000E+00
Mirror 6	2.88661E-28	2.26755E-34	1.46632E-39	0.00000E+00
Mirror 7	-9.32494E-29	7.01284E-34	1.83576E-39	0.00000E+00
Mirror 8	-1.30631E-27	1.75865E-33	6.32541E-40	0.00000E+00

[0351] (Surface 表面、Radius 半径、Thickness 厚度、Mode 模式、Object 物体、Mirror 镜、Stop 孔径光阑、Image 像面、INFINITY 无穷远、REFL 反射值)

[0352] 在图 6b 中示出了 8 镜体系统的另一实施例,其像侧的数值孔径为 $NA = 0.6$ 及工作波长为 13.5nm 。与图 6a 中示出的物镜相比,在图 6b 中示出的物镜不具有变倍组,而是仅具有区域组,也就是第一局部物镜 100 和第二局部物镜 200,该区域组也称为中继组。中继组包括两个凹面镜 SK1 和 SK2。区域组包括镜体 SP1、SP2、SP3、SP4、SP5 和 SP6。通过取消变倍组,相对于接下来描述的 10 镜体系统,能够提高物镜的传输并降低制造成本,该 10 镜体系统具有 6 个镜体构成的区域组、2 个镜体构成的变倍组和 2 个镜体构成的中继组。第一局部物镜 100 的区域组的六个镜体 SP1、SP2、SP3、SP4、SP5 和 SP6 的镜体排列为凹-凹-凸-凹-凸-凹。所有的镜体 SP1、SP2、SP3、SP4、SP5 和 SP6 都是轴外的镜体扇形断面。镜体没有用于通透光束的孔。图 6b 中示出的系统具有两个过渡图像 ZW1SCH1 和 ZW1SCH2。光阑 B 设置在第一子系统 100 中或设置在第二局部物镜 SP2 附近。但是,其也可以设置在孔径组的两个凹面镜之间的系统中,因为在那里具有共轭的光阑面。图 6b 中的系统的成像倍数为 $8\times$ 。图像区的至少一个几何尺寸是 1mm ,其它的几何尺寸具有更大的值。图像区域在像面中实际是 $13\times 1\text{mm}^2$,其中 $D_x = 13\text{mm}$ 、 $D_y = 1\text{mm}$ 、 $D_r = 26.5\text{mm}$ 。分辨率为 14nm 。像侧的 W_{RMS} 为 0.018λ ,像侧的区域扭曲为 2nm 。像侧的自由工作距离为 15mm 以及物侧的自由工作距离为 100mm 。形成的暗化半径为孔径半径的 22% ,该暗化半径具有与区域无关的暗化。射向中心区域点的主光线在镜体 SP1 到 SP8 上的最大入射角 $\Theta_{\text{CR}(\text{max})}$ 为 30.1° 。每条光线在镜体 SP1 到 SP8 上的最大入射角 $\Theta_{\text{max}(\text{max})}$ 为 31.5° 。入射光线在任一镜体 SP1 到 SP8 上的最大角度范围 $\Delta \Theta_{\text{max}}$ 为 29° 。在子午截面中的最大镜体的尺寸为 621mm 。最大镜体的尺寸在 x 方向上为 668mm 。系统的结构长度为 2000mm 。

[0353] 根据图 6b 的系统的的光学数据将由表 6b 给出。

[0354] 在此示出

[0355] 镜 1 :镜体 S1

[0356] 镜 2 :镜体 S2

[0357] 镜 3 :镜体 S5

[0358] 镜 4 :镜体 S6

[0359] 镜 5 :镜体 S3

[0360] 镜 6 :镜体 S4

[0361] 镜 7 :主凹面镜 SK1

[0362] 镜 8 :次凹面镜 SK2

[0363] 表 6b 的第一部分再次提供了光学数据,并且表 6b 的第二部分提供了每个镜面的非球面常数。

[0364] 表 6b :根据图 6b 的系统的的光学数据 :

[0365]

Surface	Radius	Thickness	Mode
Object	INFINITY	922.791	
Mirror 1	-3699.835	-722.791	REFL
STOP	INFINITY	0.000	
Mirror 2	1396.642	722.791	REFL
Mirror 3	326.694	-209.599	REFL
Mirror 4	495.849	808.165	REFL
Mirror 5	268.532	-498.566	REFL
Mirror 6	545.559	962.209	REFL
Mirror 7	-1362.684	-455.200	REFL
Mirror 8	753.748	470.200	REFL
Image	INFINITY	0.000	

[0366]

Surface	K	A	B	C
Mirror 1	0.00000E+00	4.62106E-10	-1.60960E-15	5.15302E-21
Mirror 2	0.00000E+00	5.34180E-11	-1.73246E-15	8.91595E-20
Mirror 3	0.00000E+00	-3.78083E-09	-1.60946E-14	1.44926E-18
Mirror 4	0.00000E+00	1.29725E-10	-4.33242E-15	3.55197E-20
Mirror 5	0.00000E+00	-5.41995E-09	5.52456E-13	2.52759E-17
Mirror 6	0.00000E+00	-3.73334E-11	-1.02668E-16	-2.99968E-22
Mirror 7	0.00000E+00	7.83478E-10	1.90282E-15	4.06118E-21
Mirror 8	0.00000E+00	1.12087E-10	2.96721E-16	6.94605E-22
Surface	D	E	F	G
Mirror 1	-4.68484E-26	7.39174E-31	-4.68562E-36	0.00000E+00
Mirror 2	-1.14886E-23	5.55335E-28	-1.14958E-32	0.00000E+00
Mirror 3	-6.49583E-23	1.53314E-27	-1.44417E-32	0.00000E+00
Mirror 4	-1.55220E-25	2.37719E-32	1.28111E-36	0.00000E+00
Mirror 5	8.89081E-22	3.94133E-26	-4.47051E-30	0.00000E+00
Mirror 6	-1.44127E-27	2.92660E-33	-3.35888E-38	0.00000E+00
Mirror 7	8.72416E-27	4.28608E-32	2.15963E-37	0.00000E+00
Mirror 8	1.93827E-27	-5.92415E-34	2.66223E-38	0.00000E+00

[0367] (Surface 表面、Radius 半径、Thickness 厚度、Mode 模式、Object 物体、Mirror 镜、Stop 孔径光阑、Image 像面、INFINITY 无穷远、REFL 反射值)

[0368] 在图 6c 中示出了在图 6b 中示出的实施例的变体。区域组的六个镜体 SP1、SP2、

SP3、SP4、SP5 和 SP6 的镜体排列与图 6b 中的实施例一样为凹-凹-凸-凹-凸-凹。孔径组由两个凹面镜 SP7 和 SP8 组成。与根据图 6b 的实施例相比,孔径光阑没有处于镜体 SP2 上,而是位于孔径组的凹面镜 SP7 和 SP8 之间。沿着物镜到物面 10 的主轴线 HA 具有最小轴向距离的镜体不是区域组的第二镜体 SP2,而是区域组的第四镜体 SP4。因此在第四镜体 SP4 和第五镜体 SP5 之间提供了特别长的偏移距离(Driftstrecke),从而在镜体 SP4 和 SP5 上得到了很小的入射角。射向中心区域点的主光线的最大角度将在第三镜体 SP3 上产生并且仅为 21° 。

[0369] 图像区域在像面中的尺寸是 $13 \times 1 \text{ mm}^2$,其中 $D_x = 13 \text{ mm}$ 、 $D_y = 1 \text{ mm}$ 、 $D_r = 16.25 \text{ mm}$ 。系统的分辨率为 14 nm 。系统的缩小倍数为 $8X$,并且结构长度为 1846 mm 。像侧的 W_{RMS} 为 0.015λ ,像侧的区域扭曲为 1 nm 。形成的暗化半径为孔径半径的 29% ,该暗化半径具有与区域无关的暗化。像侧的自由工作距离为 40 mm 以及物侧的自由工作距离为 322 mm 。射向中心区域点的主光线在任一镜体 SP1 到 SP8 上的最大入射角 $\Theta_{\text{CR}(\text{max})}$ 为 21° 。每条光线在镜体 SP1 到 SP8 上的最大入射角 $\Theta_{\text{max}(\text{max})}$ 为 25.2° 。入射光线在任一镜体 SP1 到 SP8 上的最大角度范围 $\Delta \Theta_{\text{max}}$ 为 24.9° 。在子午截面中的最大镜体的尺寸为 682 mm 。最大镜体的尺寸在 x 方向上为 694 mm 。物镜也包括镜体 SP1、SP2、SP3、SP4、SP5 和 SP6,以及第二局部物镜包括镜体 SP7 和 SP8。

[0370] 根据图 6c 的系统的的光学数据将由表 6c 给出。

[0371] 在此示出

[0372] 镜 1 :镜体 S1

[0373] 镜 2 :镜体 S2

[0374] 镜 3 :镜体 S5

[0375] 镜 4 :镜体 S6

[0376] 镜 5 :镜体 S3

[0377] 镜 6 :镜体 S4

[0378] 镜 7 :主凹面镜 SK1

[0379] 镜 8 :次凹面镜 SK2

[0380] 表 6c 的第一部分再次提供了光学数据,并且表 6c 的第二部分提供了每个镜面的非球面常数。

[0381] 表 6c :根据图 6c 的系统的的光学数据 :

[0382]

Surface	Radius	Thickness	Mode
---------	--------	-----------	------

Object	INFINITY	798.296	
Mirror 1	-1827.312	-361.283	REFL
Mirror 2	2771.147	361.283	REFL
Mirror 3	316.676	-476.449	REFL
Mirror 4	775.124	1039.440	REFL
Mirror 5	372.661	-462.991	REFL
Mirror 6	471.732	908.105	REFL
Mirror 7	-8480.523	-146.460	REFL
STOP	IN FINITY	-357.622	
Mirror 8	715.42	544.082	REFL
Image	INFINITY	0.000	

[0383]

Surface	K	A	B	C
Mirror 1	0.00000E+00	-1.45626E-09	6.40290E-16	2.94780E-20
Mirror 2	0.00000E+00	9.31344E-09	1.78433E-13	6.07073E-18
Mirror 3	0.00000E+00	1.20767E-09	4.63422E-14	1.06360E-18
Mirror 4	0.00000E+00	-3.94048E-12	-4.34341E-18	-2.29083E-24
Mirror 5	0.00000E+00	7.23867E-08	4.59128E-12	4.03493E-16
Mirror 6	0.00000E+00	4.58357E-10	4.09942E-15	3.25541E-20
Mirror 7	0.00000E+00	7.13645E-10	-4.17082E-15	1.96723E-20
Mirror 8	0.00000E+00	-2.07223E-11	-3.53129E-17	-8.11682E-23
Surface	D	E	F	G
Mirror 1	3.73960E-25	-1.56367E-30	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 2	-1.28696E-21	1.16367E-25	-4.40517E-30	0.00000E+00
Mirror 3	1.78247E-23	4.71695E-28	1.30944E-32	0.00000E+00
Mirror 4	-8.39796E-30	1.00689E-35	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 5	4.83186E-20	-2.86561E-32	1.74256E-27	0.00000E+00
Mirror 6	2.52331E-25	2.36217E-30	1.50441E-35	0.00000E+00
Mirror 7	-2.00951E-26	-4.39472E-31	2.79897E-36	0.00000E+00
Mirror 8	3.99332E-29	-5.92386E-34	1.39149E-39	0.00000E+00

[0384] (Surface 表面、Radius 半径、Thickness 厚度、Mode 模式、Object 物体、Mirror 镜、Stop 孔径光阑、Image 像面、INFINITY 无穷远、REFL 反射值)

[0385] 在图 6d 中示出了 8 镜体系统的另一实施例，其像侧的数值孔径为 $NA = 0.6$ 。与图 6b 中示出的物镜相比，在图 6d 中示出的物镜不具有变倍组，而是仅具有区域组，也就是第一局部物镜 100 和第二局部物镜 200，该区域组也称为中继组。中继组，也就是第二局部物镜 200 包括两个凹面镜 SK1 和 SK2。区域组，也就是第一局部物镜 100 包括镜体 SP1、SP2、SP3、SP4、SP5 和 SP6，该镜体都设计为外轴的扇形段。第一局部物镜 100 的区域组的六个镜体 SP1、SP2、SP3、SP4、SP5 和 SP6 的镜体排列为凹 - 凸 - 凹 - 凸 - 凸 - 凹。图 6d 中示出的

系统具有两个过渡图像 ZW1SCH1 和 ZW1SCH2。与图 6b 中示出的系统相比,光阑 B 设置在第二子系统 200 中的第一凹面镜 SK1 和第二凹面镜 SK2 之间。但是,在这种系统中,孔径光阑也可以设置在第一和第二镜体之间,或直接设置在第一镜体上或直接设置在第二镜体上。根据图 6d 中的系统的像侧的数值孔径为 $NA = 0.6$ 并且在波长为 $\lambda = 13.4\text{mm}$ 时成像倍数为 8X。图像区域在像面中的尺寸为 $13 \times 1\text{mm}^2$,其中 $D_x = 13\text{mm}$ 、 $D_y = 1\text{mm}$ 、 $D_r = 18.75\text{mm}$ 。分辨率为 14nm,系统的长度,也就是结构长度为 2000mm。像侧的 W_{RMS} 为 0.025λ ,像侧的区域扭曲,也就是图像区域扭曲为 5nm。形成的暗化半径为孔径半径的 26%,该暗化半径具有与区域无关的暗化。像侧的自由工作距离为 41mm。物侧的自由工作距离为 402mm。射向中心区域点的主光线在镜体 SP1 到 SP8 上的最大入射角 $\Theta_{\text{CR}(\text{max})}$ 为 26.1° 。每条光线在镜体 SP1 到 SP8 上的最大入射角 $\Theta_{\text{max}(\text{max})}$ 为 29.8° 。入射光线在任一镜体 SP1 到 SP8 上的最大角度范围 $\Delta \Theta_{\text{max}}$ 为 21° 。在子午截面中的最大镜体的尺寸为 753mm。最大镜体的尺寸在 x 方向上为 765mm。

[0386] 根据图 6d 的系统的的光学数据将由表 6d 给出。

[0387] 在此示出

[0388] 镜 1 :镜体 S1

[0389] 镜 2 :镜体 S2

[0390] 镜 3 :镜体 S5

[0391] 镜 4 :镜体 S6

[0392] 镜 5 :镜体 S3

[0393] 镜 6 :镜体 S4

[0394] 镜 7 :主凹面镜 SK1

[0395] 镜 8 :次凹面镜 SK2

[0396] 表 6d 的第一部分再次提供了光学数据,并且表 6d 的第二部分提供了每个镜面的非球面常数。

[0397] 表 6d :根据图 6d 的系统的的光学数据 :

[0398]

Surface	Radius	Thickness	Mode
Object	INFINITY	880.361	
Mirror 1	-875.368	-478.259	REFL
Mirror 2	-690.520	1092.679	REFL
Mirror 3	-977.378	-551.779	REFL
Mirror 4	-833.448	458.600	REFL
Mirror 5	358.753	-471.240	REFL
Mirror 6	523.860	1028.166	REFL
Mirror 7	-5262.591	-149.862	REFL
STOP	INFINITY	-407.152	
Mirror 8	814.485	598.487	REFL
Image	INFINITY	0.000	

[0399]

Surface	K	A	B	C
Mirror 1	0.00000E+00	-9.68983E-11	1.30663E-15	-4.94071E-20
Mirror 2	0.00000E+00	2.94527E-09	9.63566E-14	-4.32741E-18
Mirror 3	0.00000E+00	-1.03936E-10	5.36156E-16	-1.65908E-21
Mirror 4	0.00000E+00	1.24373E-09	2.24555E-14	-3.21919E-18
Mirror 5	0.00000E+00	4.32193E-08	1.67170E-12	9.36696E-17
Mirror 6	0.00000E+00	6.52219E-12	-3.83205E-16	-1.68489E-21
Mirror 7	0.00000E+00	4.88652E-10	1.07810E-15	2.49482E-21
Mirror 8	0.00000E+00	1.69034E-11	8.05549E-17	1.52452E-22
Surface	D	E	F	G
Mirror 1	-3.11075E-25	7.43387E-30	-1.22653E-34	0.00000E+00
Mirror 2	-1.24960E-22	1.48734E-26	-4.81981E-31	0.00000E+00
Mirror 3	3.13335E-27	-3.65847E-33	2.78395E-39	0.00000E+00
Mirror 4	1.45549E-22	-2.80273E-27	1.97890E-32	0.00000E+00
Mirror 5	1.12895E-20	-5.38537E-25	2.00528E-28	0.00000E+00
Mirror 6	-4.41623E-27	5.82970E-33	-9.43009E-38	0.00000E+00
Mirror 7	7.45586E-27	1.58318E-33	2.42322E-37	0.00000E+00
Mirror 8	3.07949E-28	3.98761E-35	2.18360E-39	0.00000E+00

[0400] (Surface 表面、Radius 半径、Thickness 厚度、Mode 模式、Object 物体、Mirror 镜、Stop 孔径光阑、Image 像面、INFINITY 无穷远、REFL 反射值)

[0401] 在图 6e 中示出了在图 6d 中示出的实施例的变体。根据图 6e 的实施例具有一个在区域组中与根据图 6d 的实施例相似的镜体排列,也就是说具有镜体 SP1、SP2、SP3、SP4、SP5 和 SP6 的第一局部物镜,其排列为凹-凹-凹-凸-凸-凹。其中镜体 2(镜 2)的半径这样大,以至于该镜体也可以设计为平面的或凸面的。与根据图 6d 的实施例相比,在波长为 $\lambda = 13.5\text{mm}$ 时像侧的孔径为 $\text{NA} = 0.70$ 。过渡图像 ZW1SCH1 位于镜体 SP2 和 SP3 之间的区域组之中并且物理位于镜体 SP4 的下边缘上。通过该设计方案,镜体 SP4 上的光束横截面可以保持很小,并且区域组具有特别紧凑的结构形式。此外,实施例表征出主光线到中心区域点的很小的入射角。在镜体 SP4 上出现主光线到中心区域点的最大入射角,并且仅为 24° 。物镜的结构长度为 1974mm 。

[0402] 图像区域在像面中的尺寸是 $13 \times 1\text{mm}^2$,其中 $D_x = 13\text{mm}$ 、 $D_y = 1\text{mm}$ 、 $D_z = 18\text{mm}$ 。系统的分辨率为 12nm 及结构长度为 1846mm 。像侧的 W_{RMS} 为 0.021λ ,像侧的区域扭曲为 1nm 。像侧的自由工作距离为 41mm 以及物侧的自由工作距离为 100mm 。射向中心区域点的主光线在镜体 SP1 到 SP8 上的最大入射角 $\Theta_{\text{CR}(\text{max})}$ 为 22.9° 。每条光线在镜体 SP1 到 SP8 上的最大入射角 $\Theta_{\text{max}(\text{max})}$ 为 26.7° 。在任一镜体 SP1 到 SP8 上的入射光线的最大角度范围 $\Delta\Theta_{\text{max}}$ 为 23.3° 。形成的暗化半径为孔径半径的 23% ,该暗化半径具有与区域无关的暗化。在子午截面中的最大镜体的尺寸为 904mm 。最大镜体的尺寸在 x 方向上为 916mm 。

[0403] 根据图 6e 的系统的的光学数据将由表 6e 给出。

[0404] 在此示出

[0405] 镜 1 :镜体 S1

[0406] 镜 2 :镜体 S2

[0407] 镜 3 :镜体 S5

[0408] 镜 4 :镜体 S6

[0409] 镜 5 :镜体 S3

[0410] 镜 6 :镜体 S4

[0411] 镜 7 :主凹面镜 SK1

[0412] 镜 8 :次凹面镜 SK2

[0413] 表 6e 的第一部分再次提供了光学数据,并且表 6e 的第二部分提供了每个镜面的非球面常数。

[0414] 表 6e :根据图 6e 的系统的的光学数据 :

[0415]

Surface	Radius	Thickness	Mode
Object	INFINITY	810.260	
Mirror 1	-1005.764	-710.260	REFL
Mirror 2	9426.007	1272.991	REFL
Mirror 3	-1182.815	-429.596	REFL
Mirror 4	-11133.428	450.166	REFL
Mirror 5	186.619	-433.300	REFL
Mirror 6	477.126	972.102	REFL
Mirror 7	-4183.615	-150.374	REFL
STOP	INFINITY	-408.999	
Mirror 8	818.267	600.845	REFL
Image	INFINITY	0.000	

[0416]

Surface	K	A	B	C
Mirror 1	0.00000E+00	3.11825E-10	3.24549E-15	-6.83571E-20
Mirror 2	0.00000E+00	-2.27912E-09	-4.60552E-15	-2.48079E-19
Mirror 3	0.00000E+00	-5.54875E-11	1.84013E-16	-8.66678E-22
Mirror 4	0.00000E+00	-3.87307E-10	1.79298E-15	-3.85784E-20
Mirror 5	0.00000E+00	-5.50749E-10	-6.08907E-13	4.73842E-17
Mirror 6	0.00000E+00	4.07407E-10	2.55564E-15	1.36374E-20
Mirror 7	0.00000E+00	3.47533E-10	3.22160E-16	1.16439E-21
Mirror 8	0.00000E+00	-1.97225E-11	2.09194E-17	8.09962E-23
Surface	D	E	F	G

Mirror 1	1.72371E-24	-4.87613E-29	5.82893E-34	0.00000E+00
Mirror 2	6.51533E-24	-1.43666E-28	1.04325E-33	0.00000E+00
Mirror 3	1.11987E-27	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 4	3.55401E-25	-1.54989E-30	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 5	-1.32381E-20	2.64772E-24	-2.26591E-28	0.00000E+00
Mirror 6	9.58842E-26	-5.38128E-32	7.68501E-36	0.00000E+00
Mirror 7	6.85290E-28	3.55319E-33	2.83137E-38	0.00000E+00
Mirror 8	9.92467E-29	6.06015E-34	-1.21955E-39	3.99272E-45

[0417] (Surface 表面、Radius 半径、Thickness 厚度、Mode 模式、Object 物体、Mirror 镜、Stop 孔径光阑、Image 像面、INFINITY 无穷远、REFL 反射值)

[0418] 在图 7 中示出了 10 镜体系统的第一实施例,在工作波长为 13.5nm 时其像侧的孔径为 $NA = 0.75$ 以及成像倍数为 8X。该系统具有两个过渡图像。与图 1 中相同的元件将以相同的参考标识表示。

[0419] 在此,100 表示第一局部物镜,200 表示第二局部物镜并且 300 表示第三局部物镜。第一局部物镜包括镜体 S10、镜体 S20、镜体 S50、镜体 S60、镜体 S70 和镜体 S80。镜体 S10 是凸面镜,具有大于 10000mm 的很大的半径。基于该较大的半径,镜体 S10 不仅可以设计为平面的也可以设计为凹面的。光路中依次是:镜体 S20 是凹面镜;镜体 S70 是凸面镜;镜体 S80 是凹面镜;镜体 S90 是凹面镜以及镜体 S100 是凸面镜,从而得出镜体排列为:凸-凹-凸-凹-凹-凸。可选的,镜体排列也可以是:凹-凹-凸-凹-凹-凸或平-凹-凸-凹-凹-凸。

[0420] 在图 7 中示出的实施例中,孔径光阑 B 设置在镜体 S20 上。第一局部物镜 100 的成像倍数为 1.85x,第三局部物镜 300 的成像倍数为 3.38x 并且第二局部物镜 200 的成像倍数为 1.3x。在图 7 中示出的系统中,待成像区域的尺寸在像面中为 $26 \times 1 \text{ mm}^2$,其中 $D_x = 26 \text{ mm}$ 、 $D_y = 1 \text{ mm}$ 、 $D_r = 30.75 \text{ mm}$ 。系统的结构长度为 2508mm。在图 7 中示出的系统中,在中间的波前误差的波前被校正为平均波前误差 $W_{\text{rms}} = 0.013 \lambda$ 。系统的分辨率为大约 11nm,像侧的区域扭曲小于 1nm。形成的暗化半径为孔径半径的 55%,该暗化半径具有与区域无关的暗化。像侧的自由工作距离为 41mm 以及物侧的自由工作距离为 100mm。射向中心区域点的主光线在镜体 S10、S20、S50、S60、S70、S80、SK1 和 SK2 上的最大入射角 $\Theta_{\text{CR(max)}}$ 为 32.9° 。每条光线在镜体 S10、S20、S50、S60、S70、S80、SK1 和 SK2 上的最大入射角 $\Theta_{\text{max(max)}}$ 为 45.1° 。在任一镜体 S10、S20、S50、S60、S70、S80、SK1 和 SK2 上的最大的入射角度范围 $\Delta \Theta_{\text{max}}$ 为 28° 。在子午截面中的最大镜体的尺寸为 932mm。最大镜体的尺寸在 x 方向上为 1034mm。

[0421] 镜体 S30、S40、S70、SK1 和 SK2 包括孔。镜体 S10、S20、S50、S60、S80 不具有孔。第一局部物镜包括镜体 S10、S20、S50、S60 和 S80。第一物镜在镜体 S40 和 S70 之间的位置中形成过渡图像 Z1。第二局部物镜包括镜体 SK1 和 SK2,第三局部物镜包括镜体 S30 和 S40。

[0422] 此外,根据图 7 和图 8 的系统的特征在于,是指具有至少一个用于穿过光束的孔的光瞳暗化系统,其中孔径光阑 B 此处设置在第二镜体 S20 上,在这镜体 S20 之前是过渡图像 Z2。由于,孔径光阑设置在最后的过渡图像 (Z2) 之前,因此孔径光阑 B 和像面之间具有至

少一个过渡图像。

[0423] 根据图 7 的系统的的光学数据将由表 7 给出。

[0424] 在此示出

[0425] 镜 1 :镜体 S10

[0426] 镜 2 :镜体 S20

[0427] 镜 3 :镜体 S50

[0428] 镜 4 :镜体 S60

[0429] 镜 5 :镜体 S70

[0430] 镜 6 :镜体 S80

[0431] 镜 7 :镜体 S30

[0432] 镜 8 :镜体 S40

[0433] 镜 9 :主凹面镜 SK1

[0434] 镜 10 :次凹面镜 SK2

[0435] 表 7 的第二部分提供了每个镜面的非球面常数。

[0436] 表 7

[0437]

Surface	Radius	Thickness	Mode
Object	INFINITY	808.072	
Mirror 1	12007.16	-708.072	REFL
STOP	INFINITY	0.000	
Mirror 2	1319.376	769.858	REFL
Mirror 3	433.361	-403.578	REFL
Mirror 4	987.208	756.549	REFL
Mirror 5	-693.043	-152.971	REFL
Mirror 6	-376.637	770.120	REFL
Mirror 7	772.539	-617.149	REFL
Mirror 8	734.6041	245.295	REFL
Mirror 9	-1353.169	-488.680	REFL
Mirror 10	976.954	528.680	REFL
Image	INFINITY	0.000	

[0438]

Surface	K	A	B	C	D
---------	---	---	---	---	---

Mirror 1	0.00000E+00	9.27937E-10	-4.60321E-15	1.33022E-20	-1.46239E-25
Mirror 2	0.00000E+00	-1.48167E-10	-6.18894E-16	-1.75227E-21	-8.39234E-26
Mirror 3	0.00000E+00	-1.73010E-09	-1.18347E-14	9.68679E-20	-9.07327E-25
Mirror 4	0.00000E+00	-6.37553E-11	-1.11337E-16	-1.06013E-22	2.52238E-29
Mirror 5	0.00000E+00	6.33779E-10	-6.54703E-16	3.63365E-21	-5.36932E-27
Mirror 6	0.00000E+00	6.43612E-09	-5.82502E-14	1.35839E-18	-2.25462E-23
Mirror 7	0.00000E+00	3.09804E-09	1.48684E-14	-4.03834E-19	-5.72817E-24
Mirror 8	0.00000E+00	6.55194E-11	1.29992E-16	2.37143E-22	4.46073E-28
Mirror 9	0.00000E+00	6.94725E-11	7.74511E-17	2.33861E-22	9.32544E-29
Mirror 10	0.00000E+00	-1.35922E-10	-3.07250E-17	1.86948E-22	2.92915E-28
Surface	E	F	G	H	J
Mirror 1	1.39879E-30	-1.37935E-36	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 2	3.00921E-30	-3.04597E-35	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 3	-2.20201E-29	2.31377E-34	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 4	-8.15911E-34	2.59261E-39	-6.08607E-45	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 5	6.45614E-33	-1.77221E-38	5.08599E-44	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 6	3.31937E-28	-3.44267E-33	1.68365E-38	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 7	-1.99674E-28	3.88481E-33	-3.50397E-38	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 8	3.95152E-34	3.88746E-39	-9.08040E-45	2.70091E-50	0.00000E+00
Mirror9	8.50266E-34	-1.88020E-40	4.25518E-46	4.36378E-51	0.00000E+00
Mirror 10	-3.23938E-34	1.34899E-39	-3.15465E-45	6.54274E-51	0.00000E+00

[0439] (Surface 表面、Radius 半径、Thickness 厚度、Mode 模式、Object 物体、Mirror 镜、Stop 孔径光阑、Image 像面、INFINITY 无穷远、REFL 反射值)

[0440] 在图 8 中示出了在图 7 中示出的实施例的变体。与根据图 7 的实施例相比,图像区域在像面 20 中的场尺寸是 $26 \times 2 \text{mm}^2$,也就是 $D_x = 26 \text{mm}$ 、 $D_y = 2 \text{mm}$ 、 $D_r = 29.75 \text{mm}$,并且因此足以满足光刻系统要求的场尺寸。在图 8 示出的系统中,在平均的波前误差上的波前为 $W_{\text{rms}} = 0.024 \lambda$,系统的分辨率为大约 11nm 并且系统的结构长度为 2511mm 。像侧的区域扭曲小于 3nm 。形成的暗化半径为孔径半径的 55% ,该暗化半径具有与区域无关的暗化。像侧的自由工作距离为 40mm 以及物侧的自由工作距离为 100mm 。射向中心区域点的主光线在镜体 S10 到 S80、SK1 和 SK2 上的最大入射角 $\Theta_{\text{CR}(\text{max})}$ 为 32.5° 。每条光线在镜体 S10 到 S80、SK1 和 SK2 上的最大入射角 $\Theta_{\text{max}(\text{max})}$ 为 45.1° 。在任一镜体 S10 到 S80、SK1 和 SK2 上的最大的入射角范围 $\Delta \Theta_{\text{max}}$ 为 28.9° 。在子午截面中的最大镜体的尺寸为 933mm 。最大镜体的尺寸在 x 方向上为 1028mm 。

[0441] 与图 7 相同的元件将以相同的参考标识表示。

[0442] 在与图 7 中一样,在图 8 中第三局部物镜也以 300 表示并且包括凸面镜 S30 和凹面镜 S40。第一过渡图像以 Z1,第二过渡图像以 Z2 表示。第二局部物镜 200 包括两个凹面镜,即主凹面镜 SK1 和次凹面镜 SK2。在像面 20 上,次凹面镜 SK2 是光路中最后一个镜体,并且镜体 S30 是光路中倒数第四的镜体。

[0443] 图 8 中的系统划分为三个局部物镜,即第一局部物镜 100、第二局部物镜 200 和第

三局部物镜 300。第一局部物镜包括镜体 S10、S20、S50、S60、S70 和 S80。第二局部物镜包括镜体 SK1 和 SK2,第三局部物镜包括镜体 S30 和 S40。

[0444] 镜体 S10 是凸面镜,镜体 S20 是凹面镜,镜体 S50 是凸面镜,镜体 S60 是凹面镜,镜体 S70 是凹面镜,镜体 S80 是凸面镜,镜体 S30 是凸面镜,镜体 S40 是凹面镜,镜体 SK1 是凹面镜,镜体 SK2 是凹面镜。镜体 S30、S40、S70、SK1 和 SK2 包含孔。镜体 S10、S20、S50、S60、S80 不具有孔。孔径光阑 B 设置在第二镜体上。

[0445] 根据图 8 的系统的 光学数据将由表 8 给出。

[0446] 在此示出

[0447] 镜 1 :镜体 S10

[0448] 镜 2 :镜体 S20

[0449] 镜 3 :镜体 S50

[0450] 镜 4 :镜体 S60

[0451] 镜 5 :镜体 S70

[0452] 镜 6 :镜体 S80

[0453] 镜 7 :镜体 S30

[0454] 镜 8 :镜体 S40

[0455] 镜 9 :主凹面镜 SK1

[0456] 镜 10 :次凹面镜 SK2

[0457] 表 8 的第二部分提供了每个镜面的非球面常数。

[0458] 表 8

[0459]

Surface	Radius	Thickness	Mode
Object	INFINITY	800.266	
Mirror 1	10314.848	-700.266	REFL
STOP	INFINITY	0.000	
Mirror 2	1313.221	772.471	REFL
Mirror 3	435.263	-403.381	REFL
Mirror 4	987.208	756.370	REFL
Mirror 5	-693.635	-152.988	REFL
Mirror 6	-376.671	770.162	REFL
Mirror 7	773.821	-617.174	REFL
Mirror 8	734.569	1245.278	REFL
Mirror 9	-1353.223	-488.675	REFL
Mirror 10	976.962	528.674	REFL
Image	INFINITY	0.000	

[0460]

Surface	K	A	B	C	D
---------	---	---	---	---	---

Mirror 1	0.00000E+00	9.53114E-10	-4.86644E-15	1.31711E-20	-1.00791E-25
Mirror 2	0.00000E+00	-1.47585E-10	-6.60664E-16	-1.36568E-21	-4.71682E-26
Mirror 3	0.00000E+00	-1.70365E-09	-1.16839E-14	9.85514E-20	-9.70081E-25
Mirror 4	0.00000E+00	-6.35387E-11	-1.10979E-16	-1.03841E-22	2.37479E-29
Mirror 5	0.00000E+00	6.32087E-10	-6.50351E-16	3.64943E-21	-5.41639E-27
Mirror 6	0.00000E+00	6.40969E-09	-5.76722E-14	1.35569E-18	-2.25614E-23
Mirror 7	0.00000E+00	3.10697E-09	1.51614E-14	-4.09300E-19	-6.19233E-24
Mirror 8	0.00000E+00	6.56531E-11	1.29850E-16	2.37674E-22	4.38690E-28
Mirror 9	0.00000E+00	6.93646E-11	7.77340E-17	2.35663E-22	8.87991E-29
Mirror 10	0.00000E+00	-1.36095E-10	-2.99886E-17	1.86689E-22	2.94132E-28
Surface	E	F	G	H	J
Mirror 1	3.35912E-31	8.78178E-36	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 2	1.70095E-30	-1.74271E-35	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 3	-1.98157E-29	2.10542E-34	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 4	-7.95278E-34	2.56682E-39	-6.07013E-45	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 5	6.29468E-33	-1.72403E-38	5.01025E-44	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 6	3.33377E-28	-3.47620E-33	1.70289E-38	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 7	-7.67239E-29	-2.04991E-33	6.19397E-38	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 8	4.29719E-34	3.75714E-39	-8.71022E-45	2.66200E-50	0.00000E+00
Mirror 9	8.17352E-34	1.07822E-41	1.12329E-47	4.63290E-51	0.00000E+00
Mirror 10	-3.16654E-34	1.18038E-39	-2.51249E-45	5.75859E-51	0.00000E+00

[0461] (Surface 表面、Radius 半径、Thickness 厚度、Mode 模式、Object 物体、Mirror 镜、Stop 孔径光阑、Image 像面、INFINITY 无穷远、REFL 反射值)

[0462] 图 9 示出了物镜的第三实施例,特别是具有 10 个镜体和两个过渡图像的投影物镜,其在波长 $\lambda = 13.5\text{nm}$ 时 $\text{NA} = 0.7$ 并且缩小倍数为 8X。图像区域在像面中的尺寸是 $13 \times 1\text{mm}^2$,其中 $D_x = 13\text{mm}$ 、 $D_y = 1\text{mm}$ 、 $D_r = 17.15\text{mm}$ 。系统的分辨率为 12nm 及结构长度为 2494nm。像侧的 W_{RMS} 为 0.018λ ,像侧的区域扭曲小于 1nm。形成的暗化半径为孔径半径的 26%,该暗化半径具有与区域无关的暗化。像侧的自由工作距离为 40mm 以及物侧的自由工作距离为 100mm。射向中心区域点的主光线在镜体 S10 到 S80、SK1 和 SK2 上的最大入射角 $\Theta_{\text{CR(max)}}$ 为 32.7° 。每条光线在镜体 S10 到 S80、SK1 和 SK2 上的最大入射角 $\Theta_{\text{max(max)}}$ 为 42.3° 。在任一镜体 S10 到 S80、SK1 和 SK2 上的最大入射角度范围 $\Delta \Theta_{\text{max}}$ 为 18.8° 。在子午截面中的最大镜体的尺寸为 858mm。最大镜体的尺寸在 x 方向上设为 891mm。

[0463] 根据图 9 的系统包括三个局部物镜。第一局部物镜包括镜体 S10、S20、S50、S60、S70 和 S80,并且在镜体 S40 上或其附近形成过渡图像 Z1。第二局部物镜包括镜体 SK1 和 SK2。第三局部物镜包括镜体 S30 和 S40,并且在镜体 S30 和 SK2 之间形成过渡图像 Z2。在从物面 10 到像面 20 的光路中,镜体 S10 是凸面镜,镜体 S20 是凹面镜,镜体 S50 是凹面镜,镜体 S60 是凸面镜,镜体 S70 是凸面镜,镜体 S80 是凹面镜,镜体 S30 是凸面镜,镜体 S40 是凹面镜,镜体 SK1 是凹面镜,镜体 SK2 是凹面镜。

[0464] 根据图 9 的系统的将光学数据将由表 9 给出。

[0465] 在此示出

[0466] 镜 1 :镜体 S10

[0467] 镜 2 :镜体 S20

[0468] 镜 3 :镜体 S50

[0469] 镜 4 :镜体 S60

[0470] 镜 5 :镜体 S70

[0471] 镜 6 :镜体 S80

[0472] 镜 7 :镜体 S30

[0473] 镜 8 :镜体 S40

[0474] 镜 9 :主凹面镜 SK1

[0475] 镜 10 :次凹面镜 SK2

[0476] 表 9 的第二部分提供了每个镜面的非球面常数。

[0477] 表 9

[0478]

Surface	Radius	Thickness	Mode
Object	INFINITY	576.457	
Mirror 1	743.152	-443.481	REFL
Mirror 2	1348.018	992.889	REFL
Mirror 3	-1386.925	-349.408	REFL
Mirror 4	-1014.795	496.732	REFL
Mirror 5	324.055	-856.578	REFL
Mirror 6	941.81151	0.551	REFL
STOP	INFINITY	0.000	
Mirror 7	2311.955	-670.058	REFL
Mirror 8	862.319	1196.518	REFL
Mirror 9	-1133.435	-426.460	REFL
Mirror 10	831.304	466.461	REFL
Image	INFINITY	0.000	

[0479]

Surface	K	A	B	C	D
---------	---	---	---	---	---

Mirror 1	0.00000E+00	-1.74588E-09	5.73560E-15	-2.18120E-20	8.88355E-26
Mirror 2	0.00000E+00	-8.27033E-11	-3.72143E-17	6.51400E-24	5.62567E-30
Mirror 3	0.00000E+00	-8.58288E-12	3.92829E-18	-4.18276E-24	-1.25792E-29
Mirror 4	0.00000E+00	2.07266E-11	-4.52705E-16	-2.17586E-21	-1.01747E-26
Mirror 5	0.00000E+00	4.76733E-09	-2.14786E-13	-1.18998E-17	-8.08930E-22
Mirror 6	0.00000E+00	1.65766E-11	2.69419E-17	5.87911E-24	3.46720E-29
Mirror 7	0.00000E+00	8.89937E-10	1.82131E-15	7.16217E-21	-5.94918E-25
Mirror 8	0.00000E+00	3.72408E-11	3.09842E-17	3.10857E-23	4.92719E-29
Mirror 9	0.00000E+00	1.94111E-10	4.16355E-16	1.11547E-21	4.33879E-27
Mirror 10	0.00000E+00	-1.69879E-10	2.55525E-16	6.73274E-22	-2.01071E-28
Surface	E	F	G	H	J
Mirror 1	-1.89149E-31	205598E-37	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 2	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 3	8.61573E-36	5.91202E-42	-2.37686E-48	5.37118E-55	0.00000E+00
Mirror 4	3.23938E-32	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 5	2.17082E-25	-2.89803E-29	2.55500E-33	-9.16686E-38	0.00000E+00
Mirror 6	-1.13782E-35	1.27000E-39	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 7	-2.13013E-29	5.53859E-34	-1.47815E-38	1.00232E-43	0.00000E+00
Mirror 8	1.90775E-35	1.35114E-40	-5.54544E-47	2.44701E-52	0.00000E+00
Mirror 9	-5.57552E-34	3.06849E-38	1.07483E-43	-3.56612E-49	0.00000E+00
Mirror 10	6.55890E-33	-1.22949E-38	2.98699E-44	2.63597E-50	0.00000E+00

[0480] (Surface 表面、Radius 半径、Thickness 厚度、Mode 模式、Object 物体、Mirror 镜、Stop 孔径光阑、Image 像面、INFINITY 无穷远、REFL 反射值)

[0481] 此外,根据图像 2、3、4、5、6、7、8 和 9 的系统具有有利的特性,即物镜,特别是缩微光刻的投影物镜包括:第一子物镜,其不具有带有用于穿过光束的孔的镜体,也就是具有未穿孔的镜体;以及第二子物镜,其具有带有用于穿过光束的孔的镜体,并且第一子物镜和第二分物镜之间的几何距离至少为投影系统的结构长度的 10%。在本申请中,沿着光学轴线 HA 从物面 10 到像面 20 的距离理解为物镜的结构长度。在本申请中,从第一子物镜的镜体的顶点(或 Vertex)到第二子物镜的镜体的顶点的距离应理解为第一分物镜 SUB01 和第二分物镜 SUB02 之间的几何或空间距离,第一子物镜具有到像面的最短距离,第二子物镜具有到物面的最短距离。第二子物镜的镜体具有到像面最短的距离也称为第二子物镜的紧随标度线的镜体,第一子物镜的镜体具有到物面的最短距离也称为第一子物镜的最接近晶片的镜体。

[0482] 根据图 9 中的实施例,该距离是沿着光学轴线 HA 从镜体 S79 的顶点 V70 到镜体 S40 的顶点 V40 的距离。在根据图 9 的实施例中,两个子物镜 SUB01、SUB02 之间的距离是负的,因为两个子物镜在空间上相互交叉,也就是说镜体 S70 空间上位于第二子物镜的区域中。

[0483] 这样的布置具有的优点是,当第二子物镜的最接近标度线的镜体仅具有到第一子物镜的最接近晶片的镜体的短的距离时,该镜体可以使内环形场半径以及暗化保持较小。

[0484] 此外,根据图 2、3、4、5、6a、9 中的以及在随后的图 16、17 和 18 中示出的系统表征

出入射光瞳的负的相关宽度。入射光瞳的负的相关宽度表示,不同的区域点的主光线在光线方向上从物面开始发散地,也就是在光线方向上进入到物镜中,这意味着,投影物镜的入射光瞳在从照明系统的光源到物面的光路中设置在物面之前,在该物面中设置有反射的标度线。这种投影物镜和投影曝光装置例如在 W02004/10224 中示出,其公开内容完全包含在本申请中。

[0485] 在图 10 中示出了 10 镜体系统的第四实施例,其在波长为 13.5nm 时像侧的孔径 $NA = 0.72$ 。第一子系统 100 有 6 个镜体 S10、S20、S50、S60、S70 和 S80 构成,其镜体排列为凸-凹-凸-凹-凸-凹。孔径光阑 B 设置在第一局部物镜 100 的第二镜体 S20 上。在图 10 中示出的实施例中,第一镜体的半径是这样地大,以至于镜体 S10 不仅仅是凸的,而且可以设计为平的或凹的。因此也可以是以下的镜体排列:

[0486] 凹-凹-凸-凹-凸-凹

[0487] 平-凹-凸-凹-凸-凹。

[0488] 与前述的多个实施例中示出的带有第一子系统的系统相比,该投影物镜的第一子系统 100 将过渡图像 Z3 设置在从物面到像面的光路中的第四和第五镜体之间,即镜体 S60 和 S70 之间。

[0489] 通过这种第三过渡图像 Z3 将实现,光束的横截面以及镜体的使用范围保持较小。

[0490] 第一局部物镜 100、第三局部物镜 300 和第二局部物镜 200 的成像比例分别为 2.78X、2.24X 和 1.29X。根据图 10 的实施例的特征在于,在本实施例中,待成像的区域的主光线在区域面中设计得特别小。此外,该系统还表征出,在光瞳中,暗化的面积仅占 10%。与图 7 和 8 中相同的元件将以相同的参考标识来表示。孔径光阑 B 位于第二镜体 S20 上。图像区域在像面中的尺寸是 $13 \times 1 \text{ mm}^2$,其中 $D_x = 13 \text{ mm}$ 、 $D_y = 1 \text{ mm}$ 、 $D_r = 15.125 \text{ mm}$ 。系统的分辨率为 12nm 及结构长度为 2500nm。像侧的 W_{rms} 为 0.041λ ,像侧的区域扭曲为 4nm。形成的暗化半径为孔径半径的 27%,该暗化半径具有与区域无关的暗化。像侧的自由工作距离为 40mm 以及物侧的自由工作距离为 100mm。射向中心区域点的主光线 CR 在镜体 S10 到 S80、SK1 和 SK2 上的最大入射角 $\Theta_{\text{CR}(\text{max})}$ 为 20° 。每条光线在镜体 S10 到 S80、SK1 和 SK2 上的最大入射角 $\Theta_{\text{max}(\text{max})}$ 为 27.7° 。在任一镜体 S10 到 S80、SK1 和 SK2 上的最大入射角度范围 $\Delta \Theta_{\text{max}}$ 为 20.9° 。在子午截面中的最大镜体的尺寸为 884mm。最大镜体的尺寸在 x 方向上为 927mm。

[0491] 在图 11 中示出的物镜包括三个局部物镜,即第一局部物镜,具有镜体 S10、S20、S50、S60、S70 和 S80;第二局部物镜,具有镜体 SK1 和 SK2;以及第三局部物镜,具有镜体 S30 和 S40。

[0492] 在从物面到像面的光路中,镜体具有以下镜体排列:

[0493] 凸-凹-凸-凹-凸-凹-凸-凹-凹-凹。

[0494] 根据图 10 的系统的的光学数据将由表 10 给出。

[0495] 在此示出

[0496] 镜 1:镜体 S10

[0497] 镜 2:镜体 S20

[0498] 镜 3:镜体 S50

[0499] 镜 4:镜体 S60

[0500] 镜 5 :镜体 S70

[0501] 镜 6 :镜体 S80

[0502] 镜 7 :镜体 S30

[0503] 镜 8 :镜体 S40

[0504] 镜 9 :主凹面镜 SK1

[0505] 镜 10 :次凹面镜 SK2

[0506] 表 10 的第二部分提供了每个镜面的非球面常数。

[0507] 表 10

[0508]

Surface	Radius	Thickness	Mode
Object	INFINITY	565.102	
Mirror 1	55533.824	-465.102	REFL
STOP	INFINITY	0.000	
Mirror 2	852.374	542.952	REFL
Mirror 3	281.088	-498.503	REFL
Mirror 4	759.16	966.921	REFL
Mirror 5	309.453	-386.183	REFL
Mirror 6	515.051	1141.014	REFL
Mirror 7	1674.294	-583.849	REFL
Mirror 8	758.67	1177.650	REFL
Mirror 9	-1322.155	-496.668	REFL
Mirror 10	927.879	536.666	REFL
Image	INFINITY	0.000	

[0509]

Surface	K	A	B	C
Mirror 1	0.00000E+00	1.52016E-09	-3.52459E-14	6.75945E-19
Mirror 2	0.00000E+00	1.08280E-10	-6.34141E-15	5.18470E-19
Mirror 3	0.00000E+00	-5.96955E-09	1.74672E-13	-6.30562E-19
Mirror 4	0.00000E+00	-1.08435E-11	-1.00947E-16	8.75041E-22
Mirror 5	0.00000E+00	-2.51202E-09	7.56313E-12	-6.05145E-16
Mirror 6	0.00000E+00	-2.60613E-10	-1.98309E-16	-1.19381E-21
Mirror 7	0.00000E+00	6.30349E-10	-3.39796E-15	1.21242E-19
Mirror 8	0.00000E+00	1.23547E-10	2.57281E-16	4.94742E-22
Mirror 9	0.00000E+00	1.05621E-10	1.30680E-17	4.34693E-22
Mirror 10	0.00000E+00	-2.03140E-10	-2.32499E-17	2.98416E-22
Surface	D	E	F	G

Mirror 1	-9.26171E-24	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 2	-1.66660E-23	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 3	1.33871E-22	-2.49248E-28	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 4	-3.90330E-27	8.80258E-33	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 5	6.70343E-20	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 6	2.15204E-27	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 7	-1.06347E-24	-2.29594E-29	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 8	7.10013E-28	2.49635E-33	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 9	-3.96448E-28	1.80389E-33	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 10	-2.49605E-28	8.14302E-34	0.00000E+00	0.00000E+00

[0510] (Surface 表面、Radius 半径、Thickness 厚度、Mode 模式、Object 物体、Mirror 镜、Stop 孔径光阑、Image 像面、INFINITY 无穷远、REFL 反射值)

[0511] 在图 11 示出的实施例中,也示出了 10 镜体系统。与图 10 示出的系统的区别在于,第一局部物镜 100 包括六个镜体 S10、S20、S50、S60、S70 和 S80,其镜体排列为凹-凸-凹-凹-凸-凹。

[0512] 第二局部物镜 200 的镜体 SK1 和 SK2 都是两个凹面镜。镜体 S30 是凸面镜,镜体 S40 是凹面镜。

[0513] 在根据图 11 的实施例中,孔径光阑 B 设置在光路中的第七镜体上,也就是镜体 S30 上,并因此设置在第三局部物镜 300 中,也就是变倍组中。

[0514] 在图 11 中示出的系统具有孔径为 $NA = 0.7$,工作波长 13.5nm ,缩小倍数为 $8\times$,其特征在于,光瞳暗化出现特别少的面积占用率,其在环形区域为 $13\times 1\text{mm}^2$ 时将在 4% 以下。图像区域的尺寸是 $13\times 1\text{mm}^2$,即 $D_x = 13\text{mm}$ 、 $D_y = 1\text{mm}$ 、 $D_r = 16.25\text{mm}$ 。系统的分辨率为 12nm 及结构长度为 2246mm 。像侧的 W_{RMS} 为 0.3λ ,像侧的区域扭曲为 27nm 。形成的暗化半径为孔径半径的 28% ,该暗化半径具有与区域无关的暗化。像侧的自由工作距离为 40mm 以及物侧的自由工作距离为 468mm 。射向中心区域点的主光线在镜体 S 10 到 S80、SK1 和 SK2 上的最大入射角 $\Theta_{\text{CR}(\text{max})}$ 为 35.3° 。每条光线在镜体 S10 到 S80、SK1 和 SK2 上的最大入射角 $\Theta_{\text{max}(\text{max})}$ 为 42.4° 。在任一镜体 S10 到 S80、SK1 和 SK2 上的最大入射角度范围 $\Delta \Theta_{\text{max}}$ 为 18.9° 。在子午截面中的最大镜体的尺寸为 836mm 。最大镜体的尺寸在 x 方向上设为 834mm 。

[0515] 光学数据将由表 11 给出。

[0516] 在此示出

[0517] 镜 1 :镜体 S10

[0518] 镜 2 :镜体 S20

[0519] 镜 3 :镜体 S50

[0520] 镜 4 :镜体 S60

[0521] 镜 5 :镜体 S70

[0522] 镜 6 :镜体 S80

[0523] 镜 7 :镜体 S30

[0524] 镜 8 :镜体 S40

[0525] 镜 9 :主凹面镜 SK1

[0526] 镜 10 :次凹面镜 SK2

[0527] 表 11 的第二部分提供了每个镜面的非球面常数。

[0528] 表 11

[0529]

Surface	Radius	Thickness	Mode
Object	INFINITY	559.181	
Mirror 1	-245.847	-91.621	REFL
Mirror 2	-106.241	409.943	REFL
Mirror 3	-797.047	-329.100	REFL
Mirror 4	1288.083	544.097	REFL
Mirror 5	471.444	-352.779	REFL
Mirror 6	391.18	895.651	REFL
STOP	INFINITY	0.000	
Mirror 7	89550.706	-575.938	REFL
Mirror 8	769.632	1146.221	REFL
Mirror 9	-1294.759	-470.344	REFL
Mirror 10	921.525	510.244	REFL
Image	INFINITY	0.000	

[0530]

Surface	K	A	B	C
Mirror 1	0.00000E+00	7.66254E-09	2.77417E-14	1.36582E-18
Mirror 2	0.00000E+00	7.08392E-07	8.77265E-11	-1.08467E-13
Mirror 3	0.00000E+00	3.26115E-10	3.33584E-16	-5.68189E-21
Mirror 4	0.00000E+00	2.50220E-10	-4.02328E-15	3.97478E-20
Mirror 5	0.00000E+00	8.20670E-08	8.14545E-12	4.31824E-16
Mirror 6	0.00000E+00	1.46218E-09	2.25940E-14	5.19142E-19
Mirror 7	0.00000E+00	4.23423E-09	-7.06964E-14	9.09880E-19
Mirror 8	0.00000E+00	6.41818E-11	1.25081E-16	4.78443E-23
Mirror 9	0.00000E+00	-2.72326E-10	1.27303E-15	-6.33084E-21
Mirror 10	0.00000E+00	-2.43581E-10	-6.44997E-16	3.73803E-22
Surface	D	E	F	G

Mirror 1	1.60505E-23	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 2	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 3	1.08127E-25	-4.00572E-31	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 4	-1.61324E-25	2.23312E-31	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 5	1.12366E-19	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 6	-2.84570E-24	3.72190E-28	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 7	-9.81546E-24	1.27493E-29	-6.38729E-35	0.00000E+00
Mirror 8	1.99269E-27	-5.19669E-33	2.07669E-38	0.00000E+00
Mirror 9	2.30570E-26	-5.38480E-32	6.82514E-38	0.00000E+00
Mirror 10	1.59378E-27	-2.26603E-32	7.46453E-38	0.00000E+00

[0531] (Surface 表面、Radius 半径、Thickness 厚度、Mode 模式、Object 物体、Mirror 镜、Stop 孔径光阑、Image 像面、INFINITY 无穷远、REFL 反射值)

[0532] 在根据图 12 的实施例中又涉及到 10 镜体系统,其具有在波长为 13.4nm 时的孔径 $NA = 0.7$, 并且其缩小倍数为 8x。

[0533] 第一局部物镜也如同的前述实施例包括六个镜体,即镜体 S₁₀、S₂₀、S₅₀、S₆₀、S₇₀ 和 S₈₀,其镜体排列为凹-凸-凹-凸-凸-凹。在此,如同根据图 11 的实施例中,在第一子系统中也形成过渡图像 Z₃,进而形成在从物体到图像的光路中的第二镜体 S₂₀ 和从物体到图像的光路中的第三镜体 S₅₀ 之间。孔径光阑 B 在所示实施例中布置在镜体 S₁₀ 上。图像区域的尺寸是 $13 \times 1 \text{ mm}^2$, 其中 $D^x = 13 \text{ mm}$ 、 $D_y = 1 \text{ mm}$ 、 $D_r = 21.25 \text{ mm}$ 。系统的分辨率为 12nm 及结构长度为 2800mm。像侧的 W_{rms} 为 0.052λ 并且像侧场半径为 7nm。像侧的自由工作距离为 41mm 以及物侧的自由工作距离为 729mm。射向中心区域点的主光线 CR 在镜体 S₁₀ 到 S₈₀、SK1 和 SK2 上的最大入射角 $\Theta_{\text{CR}(\text{max})}$ 为 35° 。每条光线在镜体 S₁₀ 到 S₈₀、SK1 和 SK2 上的最大入射角 $\Theta_{\text{max}(\text{max})}$ 为 39.6° 。在任一镜体 S₁₀ 到 S₈₀、SK1 和 SK2 上的最大入射角度范围 $\Delta \Theta_{\text{max}}$ 为 24.5° 。在子午截面中的最大镜体的尺寸为 871mm。最大镜体的尺寸在 x 方向上设为 918mm。镜体 S₃₀、S₄₀、S₇₀、SK1 和 SK2 包括孔。镜体 S₁₀、S₂₀、S₅₀、S₆₀、S₈₀ 不具有。

[0534] 光学数据将以 Code-V- 格式由表 12 给出。

[0535] 在此示出

[0536] 镜 1 :镜 S₁₀

[0537] 镜 2 :镜体 S₂₀

[0538] 镜 3 :镜体 S₅₀

[0539] 镜 4 :镜体 S₆₀

[0540] 镜 5 :镜体 S₇₀

[0541] 镜 6 :镜体 S₈₀

[0542] 镜 7 :镜体 S₃₀

[0543] 镜 8 :镜体 S₄₀

[0544] 镜 9 :主凹面镜 SK1

[0545] 镜 10 :次凹面镜 SK2

[0546] 表 12 的第二部分提供了每个镜面的非球面常数。

[0547] 表 12

[0548]

Surface	Radius	Thickness	Mode
Object	INFINITY	984.370	
STOP	INFINITY	0.000	
Mirror 1	-487.824	-255.596	REFL
Mirror 2	-203.99	720.214	REFL
Mirror 3	-618.943	-342.547	REFL
Mirror 4	-467.367	522.697	REFL
Mirror 5	1517.781	-594.768	REFL
Mirror 6	691.924	1170.936	REFL
Mirror 7	2075.314	-583.106	REFL
Mirror 8	756.671	1136.329	REFL
Mirror 9	-1247.404	-502.341	REFL
Mirror 10	947.118	543.813	REFL
Image	INFINITY	0.000	

[0549]

Surface	K	A	B	C
Mirror 1	0.00000E+00	3.07073E-10	-2.63762E-14	-4.75987E-19
Mirror 2	0.00000E+00	-5.92526E-09	-1.01630E-12	3.61436E-16
Mirror 3	0.00000E+00	1.01014E-10	-8.68729E-16	4.12943E-21
Mirror 4	0.00000E+00	1.63695E-09	3.55194E-14	-6.73526E-19
Mirror 5	0.00000E+00	3.47124E-08	1.00844E-12	4.12785E-17
Mirror 6	0.00000E+00	2.82522E-11	1.38881E-16	-6.42306E-23
Mirror 7	0.00000E+00	-2.11518E-10	-4.61053E-15	-1.12662E-19
Mirror 8	0.00000E+00	6.09426E-11	8.83052E-17	8.08906E-23
Mirror 9	0.00000E+00	7.30445E-11	1.71628E-16	3.00636E-22
Mirror 10	0.00000E+00	-1.78072E-10	-6.22611E-17	3.97686E-22
Surface	D	E	F	G
Mirror 1	1.15793E-22	-2.70203E-26	1.70913E-30	0.00000E+00
Mirror 2	-1.06065E-19	1.63883E-23	-1.10394E-27	0.00000E+00
Mirror 3	-7.94689E-27	1.74105E-33	1.29251E-38	0.00000E+00
Mirror 4	7.84526E-24	-4.94145E-29	1.32806E-34	0.00000E+00
Mirror 5	6.94133E-21	-6.19939E-25	9.05297E-29	0.00000E+00
Mirror 6	8.71534E-27	-1.78347E-31	7.69324E-37	0.00000E+00
Mirror 7	8.47783E-26	-5.55624E-30	-2.20618E-34	0.00000E+00
Mirror 8	2.92953E-29	2.28833E-34	-1.14558E-40	0.00000E+00
Mirror 9	2.96880E-28	1.02229E-33	1.04271E-39	0.00000E+00
Mirror 10	5.02383E-28	-2.14813E-33	3.31869E-39	0.00000E+00

[0550] (Surface 表面、Radius 半径、Thickness 厚度、Mode 模式、Object 物体、Mirror 镜、Stop 孔径光阑、Image 像面、INFINITY 无穷远、REFL 反射值)

[0551] 此外,在图 11 和 12 中示出的系统的特征在于,系统是六个或更多个镜体,其中至少一个镜体不具有用于穿过光束的孔,不具有孔的镜体具有到物面 10 的最短距离,该距离大于物镜的结构长度的 15%。通过这么大的物侧的工作距离可以为机械的组件提供足够的空间,例如标度线台和附带的光学元件,例如光学过滤元件,其可以达到与区域有关的效果,并且因此必须设置在区域面附近。在图 11 或图 12 示出的实施例中,镜体,即镜体 S20 不具有孔,并且具有沿着光学轴线到物面的最短距离。镜体 S20 到物面 10 的距离又通过镜体 S20 的顶点 V20 到物面 10 的距离来限定,结构长度如前面所给出。

[0552] 在图 13 中详细地示出了在本申请中说明的投影物镜的第二子系统 200 和第三子系统 300。在图 13 中示出的包括第二子系统 200 和第三子系统 300 的系统中,过渡图像 Z2 设置在第三局部物镜 300 的凸面镜 1000 的位置上。根据图 13 的凸面镜的位置上的过渡图像将导致投影物镜的光瞳中的 10% 的暗化面积。反之,如果过渡图像 Z2 如同图 14 中示出的那样,设置在从物面到像面的光路中的最后一个镜体 1030 和从像面算起的光路中的倒数第四的镜体 1000 之间,即保持的条件是:

$$[0553] \quad \frac{d1}{d2} = \frac{z1}{z2}$$

[0554] 其中 d1 是最后一个镜体 1030 的直径,d2 是倒数第四的镜体 1000 的直径,以及 z1 是过渡图像沿着光学轴线 HA 到第一镜体面的距离,z2 是过渡图像沿着光学轴线 HA 到镜体 1000 的光学面积的距离,从而使暗化面积最小,并且将代替图 13 中实施例的 10% 在图 14 的实施例中仅为 8%。

[0555] 在图 15 中示出一种系统,在该系统中将使用 Mangin 镜来代替镜体元件 1020。带有 Mangin 镜的系统具有的优点是,通过光学元件 1100 提供了用于固定镜体所需的结构空间,光线必须穿过该元件,并且反射的表面,也就是镜面位于光学元件 1100 的背面上。因此,接近于晶片的镜体非常接近于像面设置,而并不影响到稳定性。

[0556] 当然,应用 Mangin 镜只可以应用于以下系统,该系统以 DUV- 或 VUV- 波长来工作,这是因为光线必须穿过光学元件 1100,并且该元件必须具有某种透明度。

[0557] 在图 16 中示出了具有 Mangin 镜 1100 的投影物镜的实施例。该系统是具有在波长为 193.3nm 时的孔径 NA = 0.7 的 10 镜体系统。第一物镜部 100 包括六个镜体 S10、S20、S50、S60、S70、S80,第三物镜部包括两个镜体 S30 和 S40,第二物镜部包括两个凹面镜 SK1 和 SK2,如前述,其中最接近于主凹面镜 SK1 的像面的凹面镜是 Mangin 镜。系统的缩小倍数为 8x,系统的分辨率为 100nm 及结构长度为 2500mm。像面中的照明区域是环形区域的扇形段,其具有的尺寸为 $D_x = 13\text{mm}$ 、 $D_y = 1\text{mm}$ 、 $D_r = 18.75\text{mm}$ 。像侧的 W_{RMS} 为 0.023λ 并且像侧的区域扭曲为 59nm。形成的暗化半径为孔径半径的 28%。像侧的自由工作距离为 10mm 以及物侧的自由工作距离为 100mm。射向中心区域点的主光线 CR 的最大入射角 $\Theta_{\text{CR(max)}}$ 在镜体 S10 到 S80、SK1 和 SK2 上为 37.6° 。主光线在镜体 S10 到 S80、SK1 和 SK2 上的最大入射角 $\Theta_{\text{max(max)}}$ 为 37.6° 。每条光线在镜体 S10 到 S80、SK1 和 SK2 上的最大角度范围 $\Delta \Theta_{\text{max}}$

为 49.4° 。在任一个镜体 S10 到 S80、SK1 和 SK2 上的最大入射角度范围 $\Delta \Theta_{\max}$ 为 22.4° 。在子午截面中的最大镜体的尺寸为 889mm。最大镜体的尺寸在 x 方向上为 883mm。

[0558] 从物面 10 到像面 20 的镜体排列为：

[0559] 凸-凹-凹-凸-凸-凹-凸-凹-凹。

[0560] 镜体 SK1 是如前所述的 Mangin 镜。物侧的自由工作距离为 100mm 以及像侧的自由工作距离为 10mm。第一局部物镜包括镜体 S10、S20、S50、S60、S70 和 S80，并且在镜体 S40 附近形成了过渡图像 Z1。第二局部物镜包括两个凹面镜 SK1 和 SK2，第三局部物镜包括两个镜体 S30 和 S40，镜体 S30、S40、SK1 和 SK2 包含孔。镜体 S10、S20、S50、S60、S70 和 S80 不具有孔。

[0561] 根据图 16 的系统的的光学数据将由表 13 给出。

[0562] 在此示出

[0563] 镜 1 :镜体 S10

[0564] 镜 2 :镜体 S20

[0565] 镜 3 :镜体 S50

[0566] 镜 4 :镜体 S60

[0567] 镜 5 :镜体 S70

[0568] 镜 6 :镜体 S80

[0569] 镜 7 :镜体 S30

[0570] 镜 8 :镜体 S40

[0571] 镜 9 :主凹面镜 SK1

[0572] 镜 10 :次凹面镜 SK2

[0573] 表 13 的第二部分提供了每个镜面的非球面常数。

[0574] 表 13

[0575]

Surface	Radius	Thickness	Mode	n
---------	--------	-----------	------	---

Mirror 1	0.00000E+00	-4.63661E-10	1.49173E-15	1.17129E-20
Mirror 2	0.00000E+00	-6.57662E-11	-4.99638E-17	4.57647E-23
Mirror 3	0.00000E+00	1.36485E-11	-1.81657E-17	5.69451E-23
Mirror 4	0.00000E+00	4.34663E-10	-1.84433E-15	1.91302E-20
Mirror 5	0.00000E+00	-2.90145E-10	-4.30363E-14	2.45843E-17
Mirror 6	0.00000E+00	-8.22539E-11	5.31955E-18	-3.31349E-22
Mirror 7	0.00000E+00	8.95414E-10	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 8	0.00000E+00	6.40715E-11	7.25579E-17	1.14913E-22
Mirror 9	0.00000E+00	1.11862E-10	9.94515E-17	3.86584E-22
Mirror 10	0.00000E+00	-1.92745E-10	3.60396E-16	2.01867E-22
Asphere	0.00000E+00	1.11862E-10	9.94515E-17	3.86584E-22
Surface	D	E	F	G
Mirror 1	-1.03763E-25	-3.90507E-32	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 2	-5.45358E-30	-1.74383E-34	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 3	-7.91336E-29	9.23378E-36	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 4	-1.21633E-25	3.53832E-31	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 5	-1.57578E-21	2.19218E-25	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 6	3.61420E-28	5.96686E-34	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 7	9.11424E-25	-4.57429E-30	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 8	2.64566E-28	-1.96096E-34	1.92729E-39	0.00000E+00
Mirror 9	5.06626E-28	-1.28846E-33	1.47731E-38	0.00000E+00
Mirror 10	7.88027E-28	-2.94908E-33	2.20072E-38	0.00000E+00
Asphere	5.06626E-28	-1.28846E-33	1.47731E-38	0.00000E+00

[0577] (Surface 表面、Radius 半径、Thickness 厚度、Mode 模式、Object 物体、Mirror 镜、Stop 孔径光阑、Image 像面、INFINITY 无穷远、REFL 反射值)

[0578] 为了在大孔径系统中能够实现小的入射角,有利地是,当光路中的第一局部物镜中的第二镜体不是像 US 6,750,948 一样设计成凸的,而是设计为凹面镜。在光路中的第一局部物镜的第二镜体设计为凹面镜将导致在所有的镜体上具有小的入射角。小的入射角将简化涂层的制造,因为在这种情况下,不必在镜体上制造出侧边层厚变化,而是这些层在镜体上可以具有预定的厚度。此外,小的入射角获得较大的反射率。

[0579] 在图 17 中示出了 6 镜系统的实施例。在该实施例中,为了保持小的入射角,从物面 10 到像面 20 的光线路径中的第二镜体 S200 设计为凹面。图 14 中示出的 6 镜体系统具有 8x 的成像倍数,并且在工作波长为 13.5nm 时像侧的数值孔径 $NA = 0.5$ 。孔径光阑 B 在光线路径中设置在从物面到像面的光路中的第五镜体 S500 和第六镜体 S600 之间,限定暗化的遮蔽光阑 AB 设置在光线路径中的第三镜体 S300 和第二镜体 S400 之间,通过遮蔽光阑 AB 在第三镜体 S300 和第四镜体 S400 之间的设置,将在完全的孔径孔时实现大约 25% 的与区域无关的暗化。

[0580] 图像区域具有 $13 \times 1 \text{mm}^2$ 的尺寸,也就是像侧的区域宽度 D_x 为 13mm,像侧的区域长度 D_y 为 1mm,像侧的场半径 D_r 为 9.75mm。系统的分辨率为 17nm 及结构长度为 1521mm。像

侧的 W_{rms} 为 0.025λ 并且像侧的区域扭曲为 10nm。形成的暗化半径为孔径半径的 25%，其具有与区域无关的暗化。像侧的自由工作距离为 39mm 以及物侧的自由工作距离为 158mm。射向中心区域点的主光线 CR 的最大入射角 $\Theta_{\text{CR(max)}}$ 在镜体 S100、S200、S300、S400、S500 和 S600 上为 12.3° 。在镜体 S100、S200、S300、S400、S500 和 S600 上的每条光线的最大入射角 $\Theta_{\text{max(max)}}$ 为 16.9° 。在镜体 S100、S200、S300、S400、S500 和 S600 上的入射光线的最大角度范围 $\Delta\Theta_{\text{max}}$ 为 7.5° 。在子午截面中的最大镜体的尺寸为 675mm。最大镜体的尺寸在 x 方向上设为 687mm。如前面所述，主光线到两个镜体上的中心区域点的入射角相对于局部的表面标准明显小于 20° 。在中心的区域点上的主光线将在镜体 S300 出现最大的入射角，如前所述为 12.3° 。如前所述，通过小的入射角将实现整个系统的高的转换率。特别是，降低了光线的 p- 偏振成分的反射率，在该范围内入射角按此尺度扩大。

[0581] 在图 17 和 18 中示出的 6 镜体系统也可以分成具有局部物镜的系统。

[0582] 在此第一局部物镜 10000 包括镜体 S100、S200、S300、S400，并且第二局部物镜 20000 包括镜体 S500 和 S600。局部物镜 10000 基本上与图 1 到 12 的第一局部物镜 100 相同，并且第二局部物镜与图 1 到 12 的第二局部物镜 300 相同，也就是根据图 17 和 18 的 6 镜体物镜不具有中继组。由于分成两个局部物镜提供了 2 个光瞳面和一个过渡图像，镜体 S100 是凹面镜，镜体 S200 是凹面镜，镜体 S300 是凸面镜，镜体 S400 是凹面镜，镜体 S500 是凸面镜以及镜体 S600 是凹面镜。镜体 S500 和 S600 包括孔，相反，镜体 S100、S200、S300、S400 都不具有孔。

[0583] 通过遮蔽光阑设置在两个镜体之间，即远离于镜体，该光阑规定了照明区域的内半径和暗化，从而实现了遮蔽光阑在成像的光束的光路中仅运行一次，并且由此不出现渐晕效应，机械方面提供了足够大的结构空间，该结构空间并不因镜体的结构空间而变窄，并且可以简单地更换，这是因为遮蔽光阑不是通过安装到镜体上的抗反射涂层来实现。

[0584] 在现有技术中示出的多个系统中的遮蔽光阑限定出与区域无关的暗化，其始终设置在镜体上并通过抗反射涂层来实现，因此遮蔽光阑的变化只能通过光阑的更换来实现。

[0585] 图 17 中示出的系统示出了在两个不同的相互共轭的光阑面中的孔径光阑 B 和遮蔽光阑 AB，其中这些平面都远离于镜体。孔径光阑 B 设置在光阑面 700 中，并且遮蔽光阑设置在光阑面 704 中。多个光阑面共轭于投影物镜的入射光瞳，并且形成作为主光线，也就是所谓主光线 CR 与微光刻投影物镜的光学轴线 HA 的交点。

[0586] 图 17 中示出的系统的准确数据将在表 14 中再次给出。在表 14 中示出：

[0587] 物体：物面

[0588] 镜 1：镜体 S100

[0589] 镜 2：镜体 S200

[0590] 镜 3：镜体 S300

[0591] 镜 4：镜体 S400

[0592] 镜 5：镜体 S500

[0593] STOP：孔径光阑

[0594] 镜 6：镜体 S600

[0595] Image：像面

[0596] 在表 14 的下半部分提供了非球面常数。

[0597] 表 14：

[0598]

Surface	Radius	Thickness	Mode
Object	INFINITY	670.918	
Mirror 1	-119254.844	-513.109	REFL
Mirror 2	1058.494	657.514	REFL
Mirror 3	236.520	-352.038	REFL
Mirror 4	406.062	1018.792	REFL
Mirror 5	2416.511	-213.326	REFL
STOP	INFINITY	-406.623	
Mirror 6	813.393	659.142	REFL
Image	INFINITY	0	

[0599]

Surface	K	A	B
Mirror 1	0.00000E+00	-1.71227E-10	1.21604E-16
Mirror 2	0.00000E+00	-3.98375E-11	-5.16759E-17
Mirror 3	0.00000E+00	2.49910E-09	5.14762E-13
Mirror 4	0.00000E+00	6.84051E-10	5.83113E-15
Mirror 5	0.00000E+00	1.05935E-09	2.78882E-15
Mirror 6	0.00000E+00	2.33770E-11	5.31421E-17
Surface	C	D	E
Mirror 1	-1.63049E-21	4.61626E-27	0.00000E+00
Mirror 2	-1.23197E-22	-2.34001E-28	0.00000E+00
Mirror 3	-1.78225E-17	7.40434E-22	0.00000E+00
Mirror 4	5.23435E-20	3.88486E-25	5.48925E-30
Mirror 5	1.34567E-20	5.03919E-26	8.14921E-31
Mirror 6	9.34234E-23	1.04943E-28	4.61313E-34

[0600] (Surface 表面、Radius 半径、Thickness 厚度、Mode 模式、Object 物体、Mirror 镜、Stop 孔径光阑、Image 像面、INFINITY 无穷远、REFL 反射值)

[0601] 在图 18 中示出了 6 镜体系统,在该系统中第二镜体 S200 设计为用于产生小入射角的凹面镜。在图 18 中示出的 6 镜体系统具有 8x 的成像倍数,并且在工作波长为 13.5nm 时像侧的数值孔径 $NA = 0.5$ 。图像区域的尺寸为 $13 \times 1 \text{ mm}^2$,也就是像侧的区域宽度 D_x 为 13mm,像侧的区域长度 D_y 为 1mm,像侧的场半径 D_r 为 12.5mm。系统的分辨率为 17nm 及结构长度为 1500mm。像侧的 W_{rms} 为 0.02λ 并且像侧的扭曲为 7nm。形成的暗化半径为孔径半径的 22%,其具有与区域无关的暗化。像侧的自由工作距离为 30mm 以及物侧的自由工作距离为 100mm。射向中心区域点的主光线 CR 在镜体 S100、S200、S300、S400、S500 和 S600 上的最大入射角 $\Theta_{\text{CR}(\text{max})}$ 为 27.4° 。任一条光线在镜体 S100、S200、S300、S400、S500 和 S600 上的最大入射角 $\Theta_{\text{max}(\text{max})}$ 为 34.9° 。在任一镜体 S100、S200、S300、S400、S500 和 S600 上

的最大入射角度范围 $\Delta \Theta_{\max}$ 为 15° 。在子午截面中的最大镜体的尺寸为 664mm。最大镜体的尺寸在 x 方向上为 677mm。

[0602] 在该实施例中,孔径光阑 B 也位于第五镜体 S500 和第六镜体 S600 之间,并且遮蔽光阑 AB 位于第三镜体 S300 和第四镜体 S400 之间。孔径光阑 B 定位在第五镜体 S500 和第六镜体 S600 之间。

[0603] 在图 16 和 17 中示出的系统的区别在于,在首先两个镜体 S100、S200 的范围里的光线导向。在根据图 17 的实施例中,第三镜体物理地位于第一和第二镜体之间,并且光线路径在第一和第二镜体之间的区域中相交,而在根据图 18 的实施例中镜体组相互分开,并且光线路径没有相交。

[0604] 图 18 中示出的实施例的系统数据可由接下来的表 15 中得出。在表 14 中示出:

[0605] 物体:物面

[0606] 镜 1:镜体 S100

[0607] 镜 2:镜体 S200

[0608] 镜 3:镜体 S300

[0609] 镜 4:镜体 S400

[0610] 镜 5:镜体 S500

[0611] STOP:孔径光阑

[0612] 镜 6:镜体 S600

[0613] Image:像面

[0614] 在表 15 的下半部分提供了非球面常数。

[0615]

Surface	Radius	Thickness	Mode
Object	INFINITY	294.339	
Mirror 1	343.317	-194.339	REFL
Mirror 2	485.792	754.54	REFL
Mirror 3	270.258	-275.539	REFL
Mirror 4	290.188	890.999	REFL
Mirror 5	9383.676	-194.679	REFL
STOP	INFINITY	-420.681	
Mirror 6	841.549	645.36	REFL
Image	INFINITY	0	

[0616]

Surface	K	A	B	C
---------	---	---	---	---

Mirror 1	0.00000E+00	-4.96680E-09	8.07536E-14	-5.21657E-18
Mirror 2	0.00000E+00	-2.08389E-10	9.04247E-16	-1.82476E-20
Mirror 3	0.00000E+00	-8.58156E-10	-1.09899E-14	1.23347E-16
Mirror 4	0.00000E+00	-3.90441E-10	-7.66964E-15	8.88342E-20
Mirror 5	0.00000E+00	9.99387E-10	2.33248E-15	8.58665E-21
Mirror 6	0.00000E+00	4.04329E-11	7.49328E-17	1.16246E-22
Surface	D	E	F	G
Mirror 1	1.71166E-22	-3.14607E-27	2.43204E-32	0.00000E+00
Mirror 2	9.83920E-26	-3.32658E-31	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 3	-9.03339E-20	3.25799E-23	-4.65457E-27	0.00000E+00
Mirror 4	-3.20552E-23	3.31626E-27	-1.39847E-31	0.00000E+00
Mirror 5	3.37347E-26	3.00073E-31	3.53144E-37	0.00000E+00
Mirror 6	1.88402E-28	1.78827E-34	9.03324E-40	0.00000E+00

[0617] (Surface 表面、Radius 半径、Thickness 厚度、Mode 模式、Object 物体、Mirror 镜、Stop 孔径光阑、Image 像面、INFINITY 无穷远、REFL 反射值)

[0618] 图 17 和 18 中示出的 6 镜体系统带有第一子物镜,仅具有一个过渡图像,为此带有第一局部物镜 10000 的第一子物镜与带有第二局部物镜 20000 的第二子物镜重合。第一子物镜包括四个镜体 S100、S200、S300、S400,并且第二子物镜具有镜体 S500 和 S600。在图 17 和 18 中示出的物镜具有以下在接下来的描述中有利的特性。

[0619] 首先,根据图 17 的系统具有大于 0.4 的像侧的数值孔径 NA,并且中心区域点的主光线在所有镜体上的入射角相对局部表面法线小于 20° 。在图 17 示出的系统中,中心区域点的主光线在第三镜体 S300 上出现最大的入射角,仅为 12.3° 。由于,在镜体上的入射角保持较小,产生了镜体的较高的反射率,从而实现了整体系统的较高的转换率。特别是随着入射角的增大降低了光线的 p 偏振成分的反射率。

[0620] 根据图 17 的系统和根据图 18 的系统都表征出以下有利的属性。

[0621] 为了实现尽可能小的暗化,沿着过渡图像 ZW1SCH 的光学轴线到区域组(也就是第一局部物镜 10000)的几何上最接近的镜体的距离将小于系统的结构长度的 15%。在根据图 17 和 18 的实施例中,区域组的几何上最近的镜体是镜体 S300。过渡图像 ZW1SCH 到最近的镜体 S300 的距离,如前述的实施例一样,通过沿着光学轴线从镜体 S300 的顶点 V300 到过渡图像 ZW 1SCH 的距离来得出。

[0622] 为了实现小的暗化,对于上述措施可选地或附加地规定,即沿着过渡图像 ZW1SCH 的光学轴线 HA 到孔径组(也就是第二局部物镜 20000)的几何上最接近的镜体的距离小于系统的结构长度的 8%。在根据图 17 和 18 的实施例中,孔径组的几何上最近的镜体是镜体 S600。过渡图像 ZW1SCH 到最近的镜体 S600 的距离,如前述的实施例一样,通过沿着光学轴线从镜体 S600 的顶点 V600 到过渡图像 ZW1SCH 的距离来提供。

[0623] 根据本发明的另一有利的措施是,在图 17 和 18 中示出系统的区域组具有空间上的延伸,也就是说,区域组的最近的镜体 S200 上的物面 10 的顶点 V200 到最近的镜体 S300 上的像面 20 的顶点 V300 的距离大于系统的结构长度的 16%,特别是大于结构长度的

18%。

[0624] 更优选地,在图 17 和 18 中示出的系统中,在投影物镜中具有较大直径的镜体 S600 的直径 D600 与系统的结构长度的比例要小于像侧的数值孔径的 0.9 倍。在本申请中,镜体的直径,应理解为子午面中镜体 S600 上的垂直于光学轴线测量的沿光线的射点 AUF 1、AUF2 之间的距离。

[0625] 利用之前提出的微光刻投影物镜可以对于带有六个和更多镜体的系统提出,一种具有大数值孔径的物镜,其孔径值的范围优选为 $NA = 0.4-0.8$,特别是 $NA = 0.5-0.75$ 。此外,该系统表征出很大的、大于 4x 的成像倍数,即缩小倍数。通过特别合适的措施,如过渡图像的位置的选择,使得在光瞳中暗化的面积比例被限制到 5% 以下。

[0626] 在图 19 中示出了带有另一个根据本发明的 8 镜体物镜的投影曝光装置的结构,该 8 镜体物镜具有暗化的光瞳。

[0627] 8 镜体物镜以参考标识 2000 表示,照明系统以参考标号 3000 表示。

[0628] 照明系统 3000 包括光源 3010 如入射收集器 3010,其例如在 EP 1 225 481 中已作说明。在系统上连接有光谱的滤波元件 3020。其可以设计为衍射的光谱滤波器。因此,与光源的过渡图像 ZQ 附近的光阑 3030 一起可以不希望地使具有例如波长远大于理想射入波长的光线阻止在位于照明系统的光阑 3030 后方的部位中。在照明装置中,在衍射的光谱滤波器 3030 后的光线路径中设置有带有第一光栅元件的第一个设有光栅的镜体,即所谓的区域棱面 (Feldfacetten) 3040。区域棱面将穿过光谱滤波器的光束 3050 分解为大量的分别具有对应的次光源的单一光束。次光源设置在第二个设有光栅的镜体的各个光栅元件附近。第二设有光栅的镜体的光栅元件被称为光瞳棱面 (pupillenfacetten)。

[0629] 双棱面的照明系统例如由 US 6,195,201 公开,在该照明系统中,所谓的区域光栅元件或区域棱面具有在物面中待曝光区域的形状,并因此规定了在物面中区域的形状。如果物面中的区域例如是圆弧形的区域,那么区域棱面同样也设计为圆弧形。

[0630] 可选地,区域光栅元件可以设计为矩形的。这种照明系统在 US 6,198,793 中示出。在该照明系统中,借助于区域形状的镜体来形成区域形状。

[0631] 设有区域的物面 3100 与投影物镜的物面重合。这使得物面中区域成像到像面中的区域里。投影物镜 2000 是根据图 2 中的实施例的投影物镜。相应地,镜体以与图 2 实施例相同的参考标识表示,例如光路中的第一镜体以 S1 表示。投影物镜的相关的细节将在图 2 的说明描述。投影物镜 2000 包括 8 个镜体 S1 至 S6、SK1 和 SK2,并且具有在工作波长为 13.5nm 时的像侧的数值孔径 $NA = 0.5$ 。镜体 S1 至 S6、SK1 和 SK2 都是非球面的镜体。投影物镜将来自于物面 3100 的光线投影到像面 3200 中,该投影物镜具有 4x 的成像倍数或缩小倍数并且分辨率为 17nm。光学轴线以 HA 表示,投影物镜以该光学轴线来对称,并且系统从物面 23100 到像面 3200 的总长度为 1711mm。投影物镜 2000 具有环形区域扇形段。像侧的区域宽度 D_x 为 13mm,像侧的区域长度 D_y 为 1mm,像侧的场半径 D_f 为 13mm。像侧的 W_{rms} 为 0.04λ 并且像侧区域扭曲为 12nm。

[0632] 在从物面到像面的光路或光线路径中的镜体排列为:

[0633] 镜体 S1 是凸面镜

[0634] 镜体 S2 是凹面镜

[0635] 镜体 S5 是凸面镜

[0636] 镜体 S6 是凹面镜

[0637] 镜体 S3 是凸面镜

[0638] 镜体 S4 是凹面镜

[0639] 镜体 SK1 是凹面镜

[0640] 镜体 SK1 是凹面镜。

[0641] 镜体 S3、S4、SK1 和 SK2 包括孔。镜体 S1、S2、S5 和 S6 不具有孔。形成的暗化半径为孔径半径的 36%，该暗化半径具有与区域无关的暗化。像侧的自由工作距离为 69mm 以及物侧的自由工作距离为 100mm。射向中心区域点的主光线在镜体 S1 到 S6、SK1 和 SK2 上的主光线 CR 的最大入射角 $\Theta_{CR(max)}$ 为 19.4° 。每条光线在镜体 S1 到 S6、SK1 和 SK2 上的最大入射角 $\Theta_{max(max)}$ 为 21.8° 。在任一镜体 S1 到 S6、SK1 和 SK2 上的最大角度范围 $\Delta \Theta_{max}$ 为 15° 。在子午截面中的最大镜体的尺寸为 385mm。最大镜体的尺寸在 x 方向上设为 616mm。投影物镜 2000 划分为总共三个局部物镜，相应地具有三个光瞳面和两个过渡图像。至少一个光瞳面接近于孔径光阑设置。至少另一个光瞳面接近于暗化光阑或遮蔽光阑设置，例如遮蔽光阑可以设置在镜体 S1 和 S2 之间。

[0642] 在像面 3200 中可以设置一个具有光敏涂层的基片例如晶片。

[0643] 在图 19 中示出的投影照明装置的特征在于，主光线发散地进入到投影物镜的入射光瞳中，该入射光瞳与照明系统的出射光瞳相重合。这意味着，投影物镜的入射光瞳在从光源到物面 3100 的光路中设置在物面 3100 之前。

[0644] 带有负入射光瞳的相关投影物镜参见 W02004/010224，其公开内容完全包含在本申请中。

[0645] 通过根据本发明的投影照明装置，可以由一个或多个光敏层来连续的照明，并且通过排除该层的冲洗而制造出微电子的组件。

[0646] 在图 20 到 22 中，示出了物镜的多个实施例，该物镜可以在 $\leq 193\text{nm}$ 、特别是 $\leq 157\text{nm}$ 、更优选是 $\leq 100\text{nm}$ 的波长中形成小于 50nm 的结构尺寸的结构，其中像侧的数值孔径 NA 大于 0.7。

[0647] 在图 20 中示出了这种物镜的第一实施例。物镜包括十个镜体，第一镜体 MIR1、第二镜体 MIR2、第三镜体 MIR3、第四镜体 MIR4、第五镜体 MIR5、第六镜体 MIR6、第七镜体 MIR7、第八镜体 MIR8、第九镜体 MIR9、第十镜体 MIR10。第一实施例由第一子物镜组成，该第一子物镜具有八个镜体 MIR1、MIR2、MIR3、MIR4、MIR5、MIR6、MIR7、MIR8，镜体排列为凹-凹-凸-凹-凹-凸-凸-凹。第二子物镜包括镜体 MIR9 和 MIR10，其被设计为凹面镜。在缩小倍数时，也就是成像比例为 8x，工作波长为 100nm 时像侧的数值孔径 $NA = 0.72$ 。系统的光学数据在表 16 中给出。系统具有两个过渡图像 ZW11 和 ZW12。物面同前面的附图一样以 10 表示，像面以 20 表示，孔径光阑以 B 表示。在像面中图像区域的尺寸为 $13 \times 1\text{mm}^2$ 。该实施例表征出，能够对与区域有关的图像误差的进行矫正。像侧的区域宽度 D_x 为 13mm，像侧的区域长度 D_y 为 1mm，像侧的场半径 D_f 为 15mm。系统的分辨率为 17nm 及结构长度为 1500nm。像侧的 W_{RMS} 为 0.0036λ 并且像侧的扭曲为 2nm。结构长度为 1374mm。镜体 MIR7、MIR8、MIR9 和 MIR10 包括孔。镜体 MIR1、MIR2、MIR3、MIR4、MIR5 和 MIR6 不包括孔。形成的暗化半径为孔径半径的 32%，该暗化半径具有与区域无关的暗化。像侧的自由工作距离为 20mm 以及物侧的自由工作距离为 50mm。射向中心区域点的主光线在镜体 MIR1 到 MIR10

上的最大入射角为 48° 。在任一镜体 MIR1 到 MIR10 上的最大入射角为 48.9° 。在任一镜体 MIR1 到 MIR10 上的最大角度范围为 35.6° 。在子午截面中的最大镜体的尺寸为 366mm。最大镜体的尺寸在 x 方向上为 378mm。

[0648] 投影物镜的镜体这样构成,即设有两个局部物镜。第一局部物镜包括镜体 MIR1 到 MIR8,并且在镜体 MIR6 和 MIR7 之间形成第一过渡图像 ZWI1。此外第一局部物镜在镜体 MIR7 附近的位置中形成第二过渡图像 ZWI2。第二局部物镜包括两个镜体,镜体 MIR9 和 MIR10。在镜体 MIR9 和 MIR10 之间设置孔径光阑 B。

[0649] 此外示出:

[0650] 物体:物面

[0651] 镜 1:镜体 MIR1

[0652] 镜 2:镜体 MIR2

[0653] 镜 3:镜体 MIR3

[0654] 镜 4:镜体 MIR4

[0655] 镜 5:镜体 MIR5

[0656] 镜 6:镜体 MIR6

[0657] 镜 7:镜体 MIR7

[0658] 镜 8:镜体 MIR8

[0659] 镜 9:镜体 MIR9

[0660] 镜 10:镜体 MIR10

[0661] STOP:孔径光阑

[0662] Image:像面

[0663] 在表 16 的下半部分提供了各个镜面的非球面常数。

[0664] 表 16:根据图 20 的系统的光学数据

[0665]

Surface	Radius	Thickness	Mode
Object	INFINITY	750.158	
Mirror 1	-3645.207	-700.158	REFL
Mirror 2	1388.693	700.158	REFL
Mirror 3	421.919	-239.680	REFL
Mirror 4	928.703	450.888	REFL
Mirror 5	-316.927	-82.283	REFL
Mirror 6	-232.317	253.878	REFL
Mirror 7	138.033	-203.878	REFL
Mirror 8	231.384	424.892	REFL
Mirror 9	-631.742	-28.814	REFL
STOP	INFINITY	-179.600	
Mirror 10	359.774	228.408	REFL
Image	INFINITY	0.000	

[0666]

Surface	K	A	B	C
Mirror 1	-606373E+01	0.00000E+00	1.35009E-14	-2.59993E-19
Mirror 2	2.31409E+01	0.00000E+00	-1.13367E-14	-1.77547E-19
Mirror 3	7.66282E+00	0.00000E+00	-1.35197E-13	-3.76649E-18
Mirror 4	3.19172E+00	0.00000E+00	-3.50329E-15	1.79751E-20
Mirror 5	-8.19082E-01	0.00000E+00	-3.63599E-15	1.44815E-20
Mirror 6	-2.80654E+00	0.00000E+00	-1.90563E-13	7.53932E-18
Mirror 7	-4.36872E+00	0.00000E+00	-5.57748E-11	9.38288E-15
Mirror 8	-7.83804E-02	0.00000E+00	-3.99246E-15	1.05336E-20
Mirror 9	-2.02616E+01	0.00000E+00	3.77305E-13	-5.08163E-18
Mirror10	6.67169E-01	0.00000E+00	2.85323E-16	-4.15075E-20
Surface	D	E	F	G
Mirror 1	4.09829E-24	-2.02663E-29	-1.37613E-33	0.00000E+00
Mirror 2	6.90094E-24	-1.55471E-28	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 3	1.52791E-22	-1.47257E-26	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 4	2.37312E-26	-3.74208E-31	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 5	7.93942E-26	2.39496E-30	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 6	-1.22667E-22	7.73753E-28	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 7	-4.67133E-20	1.96718E-27	1.85277E-26	0.00000E+00
Mirror 8	-2.12451E-26	-3.54563E-29	3.35753E-34	0.00000E+00
Mirror 9	2.24127E-22	-4.81678E-27	8.20784E-32	0.00000E+00
Mirror10	6.10237E-25	-8.56806E-30	5.42702E-35	0.00000E+00

[0667] (Surface 表面、Radius 半径、Thickness 厚度、Mode 模式、Object 物体、Mirror 镜、Stop 孔径光阑、Image 像面、INFINITY 无穷远、REFL 反射值)

[0668] 在图 21 中示出了物镜的第二实施例,该物镜用于小于 50nm 的结构尺寸的成像。物镜包括十个镜体,第一镜体 MIR1、第二镜体 MIR2、第三镜体 MIR3、第四镜体 MIR4、第五镜体 MIR5、第六镜体 MIR6、第七镜体 MIR7、第八镜体 MIR8、第九镜体 MIR9、第十镜体 MIR10。在用于小于 50nm 的结构尺寸的成像的物镜的第二实施例中,物镜由第一子物镜 29000 组成,该第一子物镜具有六个镜体 MIR1、MIR2、MIR3、MIR4、MIR5、MIR6,镜体排列为凹-凹-凸-凹-凸-凹。第一子物镜 29000 划分为:第一局部物镜子系统 30000,具有镜体 MIR1、MIR2、MIR3、MIR4;以及第二局部物镜子系统 30002,具有镜体 MIR5、MIR6。第二子物镜 29010 包括镜体 MIR7、MIR8、MIR9 和 MIR10,其都被设计为凹面镜。第二子物镜 29010 包括:第一局部物镜子系统 30004,具有镜体 MIR7 和 MIR8;以及第二局部物镜子系统 30006,具有镜体 MIR9 和 MIR10。在缩小倍数为 8x,工作波长为 100nm 时像侧的数值孔径 $NA = 0.85$ 。在像面中图像区域的尺寸为 $13 \times 1 \text{ mm}^2$ 。也就是,像侧的区域宽度 D_x 为 13mm,像侧的区域长度 D_y 为 1mm,像侧的场半径 D_r 为 14.5mm。物镜的分辨率为 41nm 及结构长度为 1942mm。像侧的 W_{rms} 为 0.013λ 并且像侧的区域扭曲为 6nm。镜体 MIR7、MIR8、MIR9 和 MIR10 包括孔。镜

体 MIR1、MIR2、MIR3、MIR4、MIR5 和 MIR6 不包括孔。形成的暗化半径为孔径半径的 28%，该暗化半径具有与区域无关的暗化。像侧的自由工作距离为 15mm 以及物侧的自由工作距离为 50mm。射向中心区域点的主光线在镜体 MIR1 到 MIR10 上的最大入射角 $\Theta_{CR(max)}$ 为 30° 。在任一镜体 MIR1 到 MIR10 上的最大入射角 $\Theta_{max(max)}$ 为 32.4° 。在任一镜体 MIR1 到 MIR10 上的最大角度范围 $\Delta \Theta_{max}$ 为 33.3° 。在子午截面中的最大镜体的尺寸为 650mm。最大镜体的尺寸在 x 方向上设为 704mm。示出的投影物镜包括至少 4 个光瞳面。至少一个光瞳面对于暗化光阑或遮蔽光阑的定位是可触及的，并且至少另一个光瞳面对于暗化光阑或遮蔽光阑的定位是可触及的。例如遮蔽光阑设置在镜体 MIR2 上。在表 17 中将给出系统的光学数据。系统具有总共三个过渡图像 ZW11、ZW12、ZW13。该实施例表征出中心区域点的主光线的小于 30° 的较小的入射角。孔径光阑 B 设置在第二镜体 MIR2 上或其附近。可选地，该孔径光阑也可以在设置在第二子物镜中，例如设置在镜体 MIR7 上或设置在镜体 MIR9 和 MIR10 之间。

[0669] 在表 17 中表示：

[0670] 物体：物面

[0671] 镜 1：镜体 MIR1

[0672] 镜 2：镜体 MIR2

[0673] 镜 3：镜体 MIR3

[0674] 镜 4：镜体 MIR4

[0675] 镜 5：镜体 MIR5

[0676] 镜 6：镜体 MIR6

[0677] 镜 7：镜体 MIR7

[0678] 镜 8：镜体 MIR8

[0679] 镜 9：镜体 MIR9

[0680] 镜 10：镜体 MIR10

[0681] STOP：孔径光阑

[0682] Image：像面

[0683] 在表 17 的下半部分提供了各个镜面的非球面常数。

[0684] 表 17：根据图 21 的系统的系统的光学数据

[0685]

Surface	Radius	Thickness	Mode
---------	--------	-----------	------

Object	INFINITY	381.457	
Mirror 1	-1379.982	-331.458	REFL
STOP	INFINITY	0.000	
Mirror 2	862.420	409.088	REFL
Mirror 3	294.135	-393.417	REFL
Mirror 4	674.870	1003.719	REFL
Mirror 5	159.301	-486.152	REFL
Mirror 6	519.366	977.030	REFL
Mirror 7	-1878.719	-448.038	REFL
Mirror 8	805.537	814.366	REFL
Mirror 9	-1449.005	-316.328	REFL
Mirror 10	452.987	331.329	REFL
Image	INFINITY	0.000	

[0686]

Surface	K	A	B	C
Mirror 1	0.00000E+00	2.55145E-09	-6.09305E-14	4.98564E-19
Mirror 2	0.00000E+00	-2.87984E-10	1.89704E-13	-1.31315E-16
Mirror 3	0.00000E+00	-9.84186E-09	5.83377E-14	1.68182E-18
Mirror 4	0.00000E+00	-8.72959E-11	2.57957E-16	-1.74722E-21
Mirror 5	0.00000E+00	2.73117E-08	1.12013E-11	9.25229E-16
Mirror 6	0.00000E+00	-2.84379E-10	-4.48476E-16	-1.28457E-21
Mirror 7	0.00000E+00	-5.31063E-10	2.49955E-16	9.28030E-21
Mirror 8	0.00000E+00	2.32104E-10	8.53499E-16	2.27404E-21
Mirror 9	0.00000E+00	8.99663E-10	3.52918E-15	-4.85346E-21
Mirror 10	7.29438E-02	-1.05224E-09	-1.45361E-15	4.37512E-21
Surface	D	E	F	G
Mirror 1	-2.04929E-23	5.33894E-28	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 2	3.83759E-20	-4.05131E-24	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 3	-3.47385E-23	1.19978E-28	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 4	3.35836E-27	-2.85580E-33	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 5	3.49953E-19	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 6	-2.99713E-27	-4.01016E-32	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 7	-5.91706E-25	-4.04630E-31	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 8	-3.97444E-27	1.59717E-32	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 9	4.87617E-25	-4.02032E-30	2.37898E-35	0.00000E+00
Mirror 10	-1.37373E-25	1.02096E-30	-4.77532E-36	7.03192E-42

[0687] (Surface 表面、Radius 半径、Thickness 厚度、Mode 模式、Object 物体、Mirror 镜、Stop 孔径光阑、Image 像面、INFINITY 无穷远、REFL 反射值)

[0688] 根据图 21 的系统表征出一系列有利的措施,这些措施可以独立体现或相互结合

来体现。

[0689] 根据第一个有利的措施,第一子物镜具有:第一局部物镜子系统 30000 和第二局部物镜子系统 30002,该局部物镜子系统包括至少五个镜体,并且在第四镜体 MIR4 和第五镜体 MIR5 之间的过渡图像 ZW11。

[0690] 如图 21 中示出的整体系统更有利地具有至多两个凸面镜。典型地在凸面镜上有大的入射角,这将导致反射率的损失。因此使用尽可能少量的凸透镜体用于整个系统的传输是有利的。

[0691] 在根据图 22 的系统中特别有利的是,由局部物镜系统 30004 和 30006 组成的第二子物镜 29010 不具有凸面镜。在第二子物镜中的凸面镜具有比在此设置的凹面镜的直径略小的直径。在两种情况中,用于需要无遮蔽的传输光线的通孔的所需直径都是相同的。因此,用于凸面镜的光瞳的暗化部分要大于凹面镜,后来在成像的对比度上产生了负面的影响。

[0692] 在图 22 中示出了物镜的第二实施例,该物镜用于小于 50nm 的结构尺寸的成像。物镜包括十个镜体,第一镜体 MIR1、第二镜体 MIR2、第三镜体 MIR3、第四镜体 MIR4、第五镜体 MIR5、第六镜体 MIR6、第七镜体 MIR7、第八镜体 MIR8、第九镜体 MIR9、第十镜体 MIR10。第三实施例由第一子物镜 29000 组成,该第一子物镜具有六个镜体 MIR1、MIR2、MIR3、MIR4、MIR5、MIR6,镜体排列为凸-凹-凹-凸-凸-凹。第二子物镜 29010 包括镜体 MR7、MR8、MR9 和 MR10,镜体排列为凸-凹-凹-凹。相对于第一子物镜来说,第二子物镜 29010 在此实施例中划分为:第一局部物镜子系统 30004,它具有镜体 MIR7 和 MIR8;以及第二局部物镜子系统 30006,具有镜体 MIR9 和 MIR10。在缩小倍数为 8x,工作波长为 100nm 时像侧的数值孔径 $NA = 0.90$ 。在像面中图像区域的尺寸为 $13 \times 1 \text{ mm}^2$ 。也就是, $D_x = 13 \text{ mm}$, $D_y = 1 \text{ mm}$,像侧的场半径 $D_f = 2.5 \text{ mm}$ 。像侧的 W_{RMS} 为 0.02λ 并且像侧的扭曲为 5nm。系统的分辨率为 39nm 并且系统的整个长度,也就是结构长度为 1510mm。镜体 MIR7、MIR8、MIR9 和 MIR10 包括孔。镜体 MIR1、MIR2、MIR3、MIR4、MIR5 和 MIR6 不包括孔。形成的暗化半径为孔径半径的 24%,该暗化半径具有与区域无关的暗化。像侧的自由工作距离为 20mm 以及物侧的自由工作距离为 120mm。射向中心区域点的主光线在镜体 MIR1 到 MIR10 上的最大入射角 $\Theta_{\text{CR(max)}}$ 为 36.1° 。在任一镜体 MIR1 到 MIR10 上的最大入射角 $\Theta_{\text{max(max)}}$ 为 44.4° 。在 MIR1 到 MIR10 中任一镜体上的最大角度范围 $\Delta \Theta_{\text{max}}$ 为 24.2° 。在子午截面中的最大镜体的尺寸为 767mm。最大镜体的尺寸在 x 方向上为 780mm。系统的光学数据将在表 18 中给出。系统具有总共两个过渡图像 ZW11、ZW12。在表 18 中示出:

[0693] 物体:物面

[0694] 镜 1:镜体 MIR1

[0695] 镜 2:镜体 MIR2

[0696] 镜 3:镜体 MIR3

[0697] 镜 4:镜体 MIR4

[0698] 镜 5:镜体 MIR5

[0699] 镜 6:镜体 MIR6

[0700] 镜 7:镜体 MIR7

[0701] 镜 8:镜体 MIR8

[0702] 镜 9 :镜体 MIR9

[0703] 镜 10 :镜体 MIR10

[0704] STOP :孔径光阑

[0705] Image :像面

[0706] 在表 18 的下半部分提供了各个镜面的非球面常数。

[0707] 表 18 :根据图 22 的系统的**光学数据

[0708]

Surface	Radius	Thickness	Mode
Object	INFINITY	245.168	
Mirror 1	249.951	-124.703	
Mirror 2	523.716	501.550	REFL
Mirror 3	-667.566	-226.847	REFL
Mirror 4	-552.364	256.530	REFL
Mirror 5	206.660	-297.653	REFL
Mirror 6	368.135	762.143	REFL
STOP	INFINITY	0.000	REFL
Mirror 7	4031.704	-435.563	
Mirror 8	577.321	809.677	
Mirror 9	-988.316	-324.113	REFL
Mirror 10	566.943	344.114	REFL
Image	INFINITY	0.000	REFL
			REFL

[0709]

Surface	K	A	B	C
Mirror 1	0.00000E+00	-3.11456E-08	9.16528E-13	-3.54546E-17
Mirror 2	-5.59339E-01	-1.88162E-09	8.43476E-15	-2.59617E-20
Mirror 3	6.87474E-01	2.77052E-10	1.40958E-15	4.28911E-21
Mirror 4	-159289E+01	-1.06455E-08	2.59948E-13	-4.36668E-18
Mirror 5	5.12429E+00	-8.25258E-08	-9.24031E-12	-8.33161E-16
Mirror 6	-1.39031E-01	3.43126E-10	4.60045E-15	-6.53939E-20
Mirror 7	5.78570E+02	2.57528E-09	3.83885E-14	-2.02693E-19
Mirror 8	-6.96187E-02	2.19736E-10	3.72967E-16	1.51513E-21
Mirror9	2.14467E+00	1.04852E-09	2.81763E-15	1.99872E-20
Mirror 10	5.40700E-01	-5.74797E-10	-3.19526E-16	-3.95750E-21
Surface	D	E	F	G

Mirror 1	8.93385E-22	-1.43705E-26	1.00944E-31	-1.28239E-37
Mirror 2	5.48279E-26	-1.28956E-31	6.35331E-38	0.00000E+00
Mirror 3	2.07859E-26	-5.39237E-32	3.55065E-37	2.29678E-43
Mirror 4	3.82440E-23	8.41820E-29	-3.23510E-33	0.00000E+00
Mirror 5	1.48317E-19	-4.88263E-23	2.75394E-28	-6.18092E-30
Mirror 6	5.47733E-24	-2.56664E-28	6.45932E-33	-6.55148E-38
Mirror 7	-2.80256E-23	3.79804E-28	-1.15483E-31	-6.06768E-37
Mirror 8	7.88332E-28	4.72725E-32	-2.42047E-37	7.91050E-43
Mirror 9	2.86297E-26	1.14192E-30	-7.63438E-37	4.45766E-42
Mirror 10	8.93037E-27	-1.25840E-31	8.67177E-37	-3.34533E-42

[0710] (Surface 表面、Radius 半径、Thickness 厚度、Mode 模式、Object 物体、Mirror 镜、Stop 孔径光阑、Image 像面、INFINITY 无穷远、REFL 反射值)

[0711] 图 22 示出的系统有利地表征出,第一子物镜 29000 没有以如图 21 的实施例那样被划分为子系统,而是包括至少五个镜体并且没有过渡图像。第二子物镜 29010 包括两个局部物镜 30004 和 30006。

[0712] 根据本发明的另一个方面,在图 23 中示出了物镜的实施例,该物镜在缩小倍数为 8x,工作波长为 100nm 时具有像侧的数值孔径 $NA = 0.70$ 。

[0713] 根据本发明的投影物镜包括两个局部物镜,即第一局部物镜 8100 及第二局部物镜 8200。第一局部物镜总共包括六个镜体 S1、S2、S3、S4、S5 和 S6。从物面 8010 到像面 8020 的光路中来看,镜体 S1 是凸面镜,镜体 S2 是凹面镜,镜体 S3 是凹面镜,镜体 S4 是凸面镜,镜体 S5 是凸面镜,镜体 S6 是凹面镜。第一局部物镜的成像倍数为 -0.33 。物面以 8010 表示,在其之中例如安置有标度线。光学轴线以 HA 表示,从而使各个镜体扇形段都以其旋转对称,从物面 8010 到像面 8020 的系统的总长度(也作为结构长度形容为 BL)为 1300mm。第一局部物镜也称为区域组,并且包括镜体 S1、S2、S3、S4、S5 和 S6。这样的镜体也是外轴镜体扇形段,即所谓的轴外(off-axis)镜体扇形段,其可以校正与区域有关的图像误差。

[0714] 在第一局部物镜 8100 上连接第二局部物镜 8200,其也称为孔径组,并且具有 -0.38 的成像倍数。

[0715] 第二局部物镜 8200 包括两个镜体,其中第一镜体设计为凸面镜,孔径组的第二镜体设计为凹面镜。孔径组的凸面镜以 SK1 表示,凹面镜以 SK2 表示。凹面镜 SK2 包括用于穿过光束的孔径孔 A,该光束从物面 8010 到像面 8020 穿过投影物镜。

[0716] 例如可以清楚地看到,距离 D,即所谓的凸面镜 SK1 的顶点 VSK1,也就是顶点和像面 8020 之间的工作距离大于 12mm,优选大于 15mm,更优选地大于 30mm。

[0717] 在示出的投影物镜中,在区域组和孔径组之间最大地设有一个过渡图像 ZW1,也就是第一局部物镜 8100 和第二局部物镜 8200 之间。过渡图像 ZW1 位于孔径组的凸面镜 SK2 的孔径孔 A 附近。

[0718] 在图 23 中示出的实施例的易接近的孔径光阑 B 设置在凸面镜 SK1 和凹面镜 SK2 之间的孔径组中的光线路径中。

[0719] 在图 23 中示出的实施例表征出,区域组在光学光线路径中的最后一个镜体 S6 是凸面镜。在此,实现了特别小的光瞳遮蔽,在当前的实施例中为小于 12%。此外,本发明示

出的实施例具有入射光瞳的负的截距。在像面中图像区域的尺寸为 $13 \times 1 \text{ mm}^2$ 。也就是,像侧的区域宽度 D_x 为 13mm,像侧的区域长度 D_y 为 1mm,像侧的场半径 D_r 为 12mm。分辨率为 50nm。像侧的 W_{rms} 为 0.007λ 并且像侧的区域扭曲为 8nm。镜体 SK1 和 SK2 包括孔。镜体 S1 到 S6 不具有孔。形成的暗化半径为孔径半径的 34%,该暗化半径具有与区域无关的暗化。像侧的自由工作距离为 30mm 以及物侧的自由工作距离为 103mm。射向中心区域点的主光线 CR 在镜体 S1 到 S6、SK1 和 SK2 上的最大入射角 $\Theta_{\text{CR(max)}}$ 为 39.7° 。在任一镜体 S1 到 S6、SK1 和 SK2 上的最大入射角 $\Theta_{\text{max(max)}}$ 为 52.2° 。在任一镜体 S1 到 S6、SK1 和 SK2 上的最大角度范围 $\Delta \Theta_{\text{max}}$ 为 23.6° 。在子午截面中的最大镜体的尺寸为 693mm。最大镜体的尺寸在 x 方向上设为 706mm。

[0720] 根据图 23 的系统的的光学数据将在表 19 中给出。

[0721] 在此示出

[0722] 镜 1 :镜体 S1

[0723] 镜 2 :镜体 S2

[0724] 镜 3 :镜体 S5

[0725] 镜 4 :镜体 S6

[0726] 镜 5 :镜体 S3

[0727] 镜 6 :镜体 S4

[0728] 镜 7 :凸面镜 SK1

[0729] 镜 8 :凹面镜 SK2

[0730] STOP :径光阑

[0731] 表 19 的第一部分再次提供了光学数据,并且表 19 的第二部分提供了每个镜面的非球面常数。

[0732] 表 19

[0733]

Surface	Radius	Thickness	Mode
Obiect	INFINITY	165.327	
Mirror 1	249.504	-62.783	REFL
Mirror 2	343.765	670.215	REFL
Mirror 3	-828.212	-218.641	REFL
Mirror 4	-1067.352	268.921	REFL
Mirror 5	332.014	-264.244	REFL
Mirror 6	338.358	712.058	REFL
Mirror 7	1159.033	-164.051	REFL
STOP	INFINITY	-283.661	
Mirror 8	567.471	477.708	REFL
Image	INFINITY	0	

[0734]

Surface	K	A	B	C
---------	---	---	---	---

Mirror 1	2.99269E-02	0.00000E+00	-2.13755E-13	6.46731E-18
Mirror 2	-3.44Z85E-01	0.00000E+00	2.07475E-15	-1.50695E-19
Mirror 3	2.56188E-01	0.00000E+00	4.13017E-15	-8.73809E-20
Mirrerr 4	3.72134E+01	0.00000E+00	1.17208E-13	-1.00755E-17
Mirror 5	-2.17361E+00	0.00000E+00	-2.13347E-12	-1.63109E-17
Mirror 6	5.10592E-01	0.00000E+00	4.64944E-15	9.47577E-20
Mirror 7	2.30009E+01	1.60457E-09	7.62848E-15	7.32194E-20
Mirror 8	1.38025E-01	-4.77315E-11	-7.94863E-17	-1.46539E-22
Surface	D	E	F	G
Mirror 1	-2.49480E-22	5.90564E-27	-7.53450E-32	0.00000E+00
Mirror 2	1.63388E-24	-8.61503E-30	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 3	9.49612E-25	-4.79993E-30	6.26043E-36	0.00000E+00
Mirror 4	6.10952E-22	-1.76184E-26	2.51233E-31	0.00000E+00
Mirror 5	-6.87493E-20	2.30226E-23	-4.50171E-27	0.00000E+00
Mirror 6	-1.14614E-24	9.25629E-29	8.23956E-34	0.00000E+00
Mirror 7	1.10925E-24	-2.18661E-30	9.19421E-34	0.00000E+00
Mirror 8	-3.96589E-28	-6.93749E-35	-5.09345E-39	0.00000E+00

[0735] (Surface 表面、Radius 半径、Thickness 厚度、Mode 模式、Object 物体、Mirror 镜、Stop 孔径光阑、Image 像面、INFINITY 无穷远、REFL 反射值)

[0736] 根据本发明的另一个方面,在图 24 中示出了 8 镜体物镜的第二实施例,该物镜在工作波长为 100nm 时具有像侧的数值孔径 $NA = 0.7$ 及 8 倍的缩小倍数。该物镜带有过渡图像 ZW1。与图 23 中相同的元件以相同的参考标识表示。

[0737] 根据图 24 的系统的_{光学数据}将在表 20 中给出。

[0738] 在此示出

[0739] 镜 1 :镜体 S1

[0740] 镜 2 :镜体 S2

[0741] 镜 3 :镜体 S5

[0742] 镜 4 :镜体 S6

[0743] 镜 5 :镜体 S3

[0744] 镜 6 :镜体 S4

[0745] 镜 7 :凸面镜 SK1

[0746] 镜 8 :凹面镜 SK2

[0747] STOP :孔径光阑

[0748] 表 20 的第一部分再次提供了_{光学数据},并且表 20 的第二部分提供了每个镜面的非球面常数。

[0749] 表 20

[0750]

Surface	Radius	Thickness	Mode
---------	--------	-----------	------

Object	INFINITY	450.606	
Mirror 1	-28568.210	-350.616	REFL
Mirror 2	851.174	350.616	REFL
Mirror 3	442.020	-350.606	REFL
Mirror 4	987.208	696.277	REFL
Mirror 5	-512.086	-134.752	REFL
Mirror 6	-273.167	779.239	REFL
Mirror 7	348.346	-282.337	REFL
STOP	INFINITY	-362.208	
Mirror 8	724.665	674.286	REFL
Image	INFINITY	0.000	

[0751]

Surface	K	A	B	C
Mirror 1	0.00000E+00	9.08199E-09	-6.44794E-13	2.73864E-17
Mirror 2	0.00000E+00	-3.95755E-09	-4.59326E-14	-7.77764E-18
Mirror 3	0.00000E+00	-2.26321E-08	2.00888E-13	4.01582E-18
Mirror 4	0.00000E+00	-3.58006E-10	-8.38532E-16	-4.42394E-20
Mirror 5	0.00000E+00	1.82876E-09	3.83573E-15	-1.98419E-19
Mirror 6	0.00000E+00	3.72775E-08	-9.31689E-13	1.99541E-17
Mirror 7	0.00000E+00	3.17967E-09	1.39624E-13	2.49821E-18
Mirror 8	0.00000E+00	9.10620E-12	2.42344E-17	2.73184E-23
Surface	D	E	F	G
Mirror 1	-9.33644E-22	1.62066E-26	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 2	1.19180E-21	-6.96128E-26	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 3	-3.30477E-22	7.17255E-27	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 4	4.09594E-25	-2.20889E-30	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 5	1.79598E-24	-5.45453E-30	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 6	-2.45482E-22	1.70799E-27	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 7	1.11591E-22	3.21132E-27	0.00000E+00	0.00000E+00
Mirror 8	2.91015E-28	-7.88285E-34	2.39162E-39	0.00000E+00

[0752] (Surface 表面、Radius 半径、Thickness 厚度、Mode 模式、Object 物体、Mirror 镜、Stop 孔径光阑、Image 像面、INFINITY 无穷远、REFL 反射值)

[0753] 在图 24 的实施例中,在像面中的区域的尺寸为 $13 \times 1 \text{ mm}^2$ 。也就是,像侧的区域宽度 D_x 为 13mm,像侧的区域长度 D_y 为 1mm,像侧的场半径 D_r 为 17.5mm。分辨率为 50nm。物镜的结构长度为 1470mm。像侧的 W_{rms} 为 0.14λ 并且像侧的区域扭曲为 125nm。镜体 SK1 和 SK2 包含孔。镜体 S1 到 S6 不具有孔。形成的暗化半径为孔径半径的 57%,该暗化半径具有与区域无关的暗化。像侧的自由工作距离为 30mm 以及物侧的自由工作距离为 100mm。射向中心区域点的主光线 CR 在镜体 S1 到 S6、SK1 和 SK2 上的最大入射角 $\Theta_{\text{CR(max)}}$ 为 25.4° 。在任

一镜体 S1 到 S6、SK1 和 SK2 上的最大入射角 $\Theta_{\max(\max)}$ 为 32.4° 。在任一镜体 S1 到 S6、SK1 和 SK2 上的最大角度范围 $\Delta \Theta_{\max}$ 为 20.5° 。在子午截面中的最大镜体的尺寸为 945mm。最大镜体的尺寸在 x 方向上设为 960mm。

[0754] 与图 23 中的实施例相比,在图 24 的实施例中,第一局部物镜 8100 的在光学光线路径中的最后一个镜体 S6 是凸面镜。此外,入射光瞳的截距为正的。这优点在于,在第一局部物镜中出现很小的入射角,并且系统能够设计得很完整。此外,在该实施例中,孔径光瞳可选地设置在孔径组中示出的位置中,即在第七镜体和第八镜体之间,也可以优选地设置在区域组(未示出)中,即一个镜体,例如第二镜体上或其附近。这优点在于,限定光瞳遮蔽的暗化光阑同样也设置在该镜体上,例如可以通过消除抗反射涂层来实现。

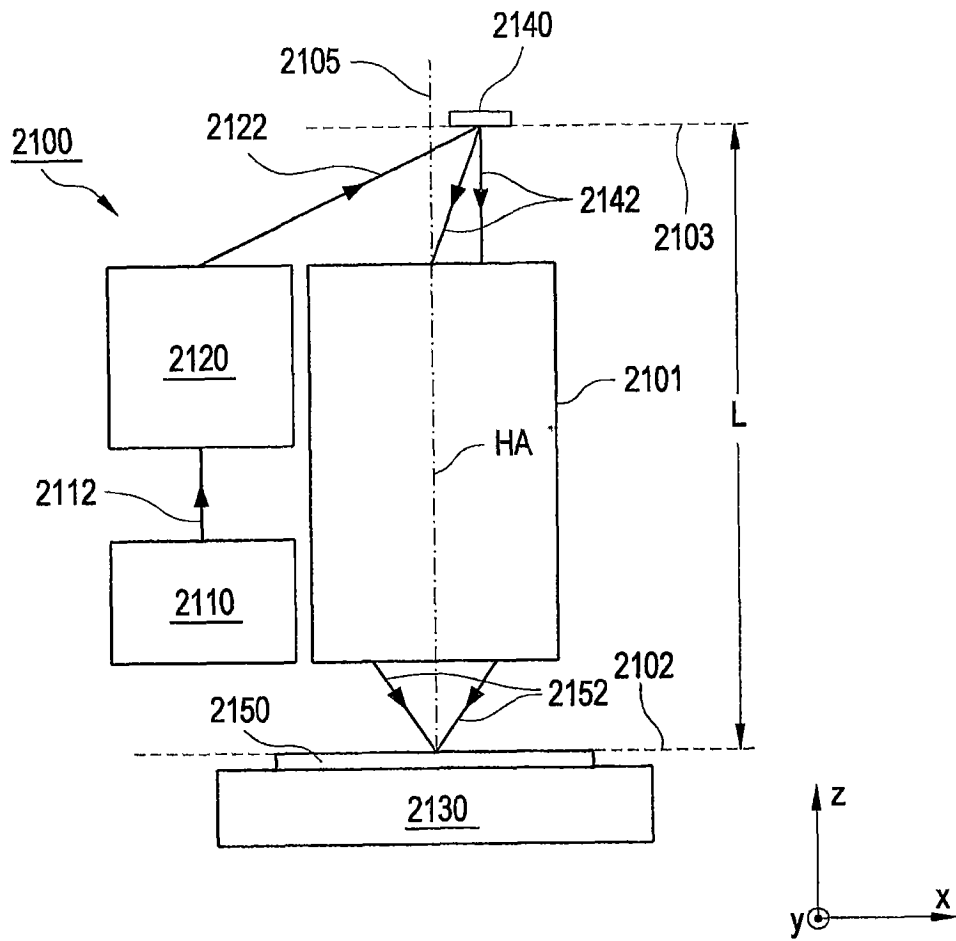


图 1a

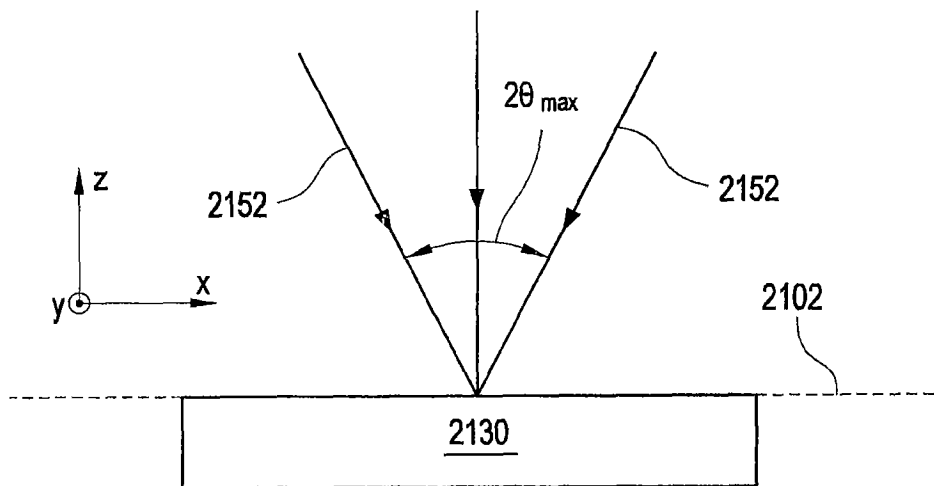


图 1b

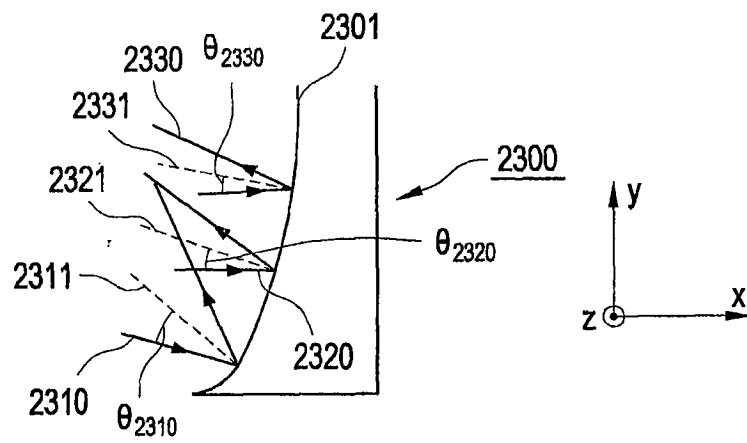


图 1c

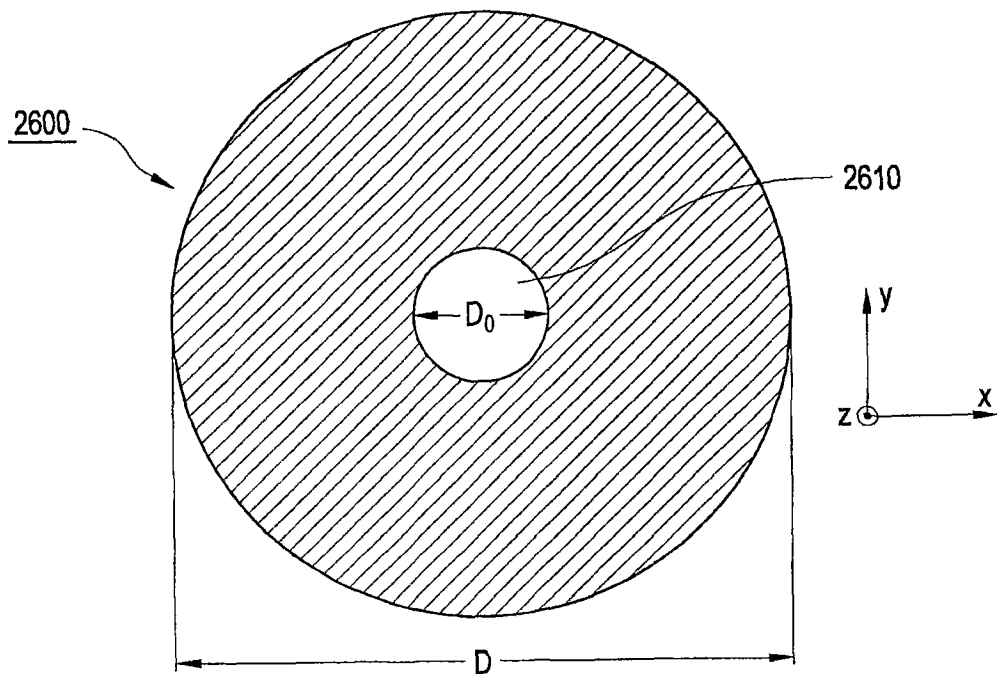


图 1d

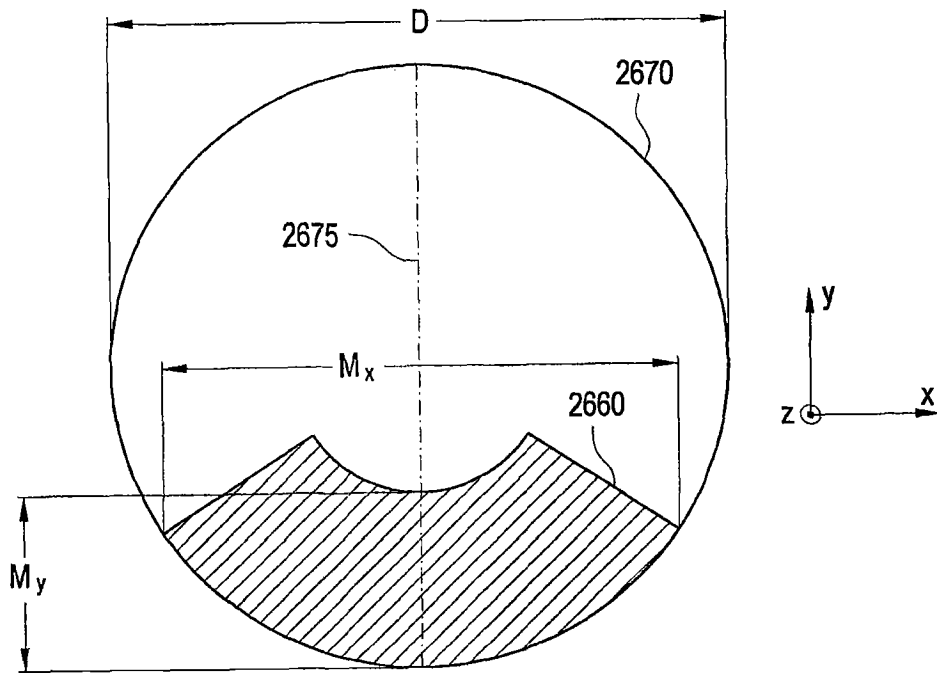


图 1e

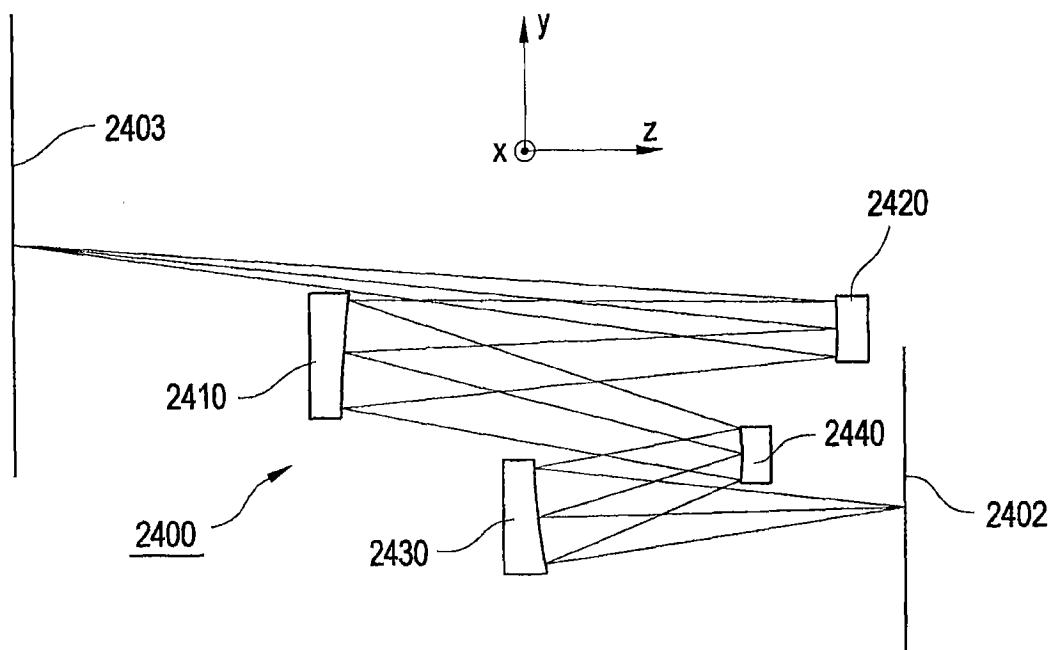


图 1f

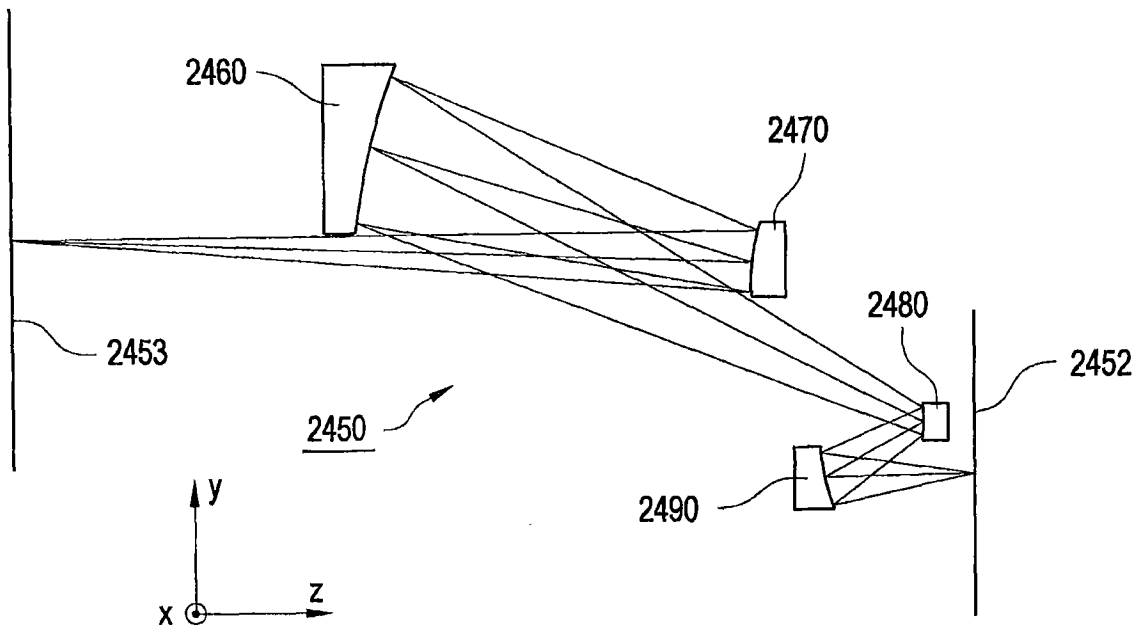


图 1g

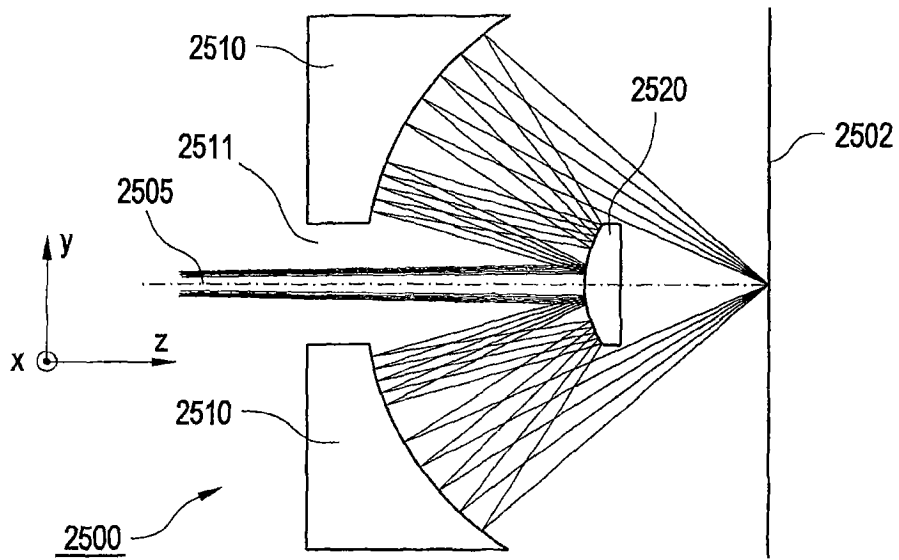


图 1h

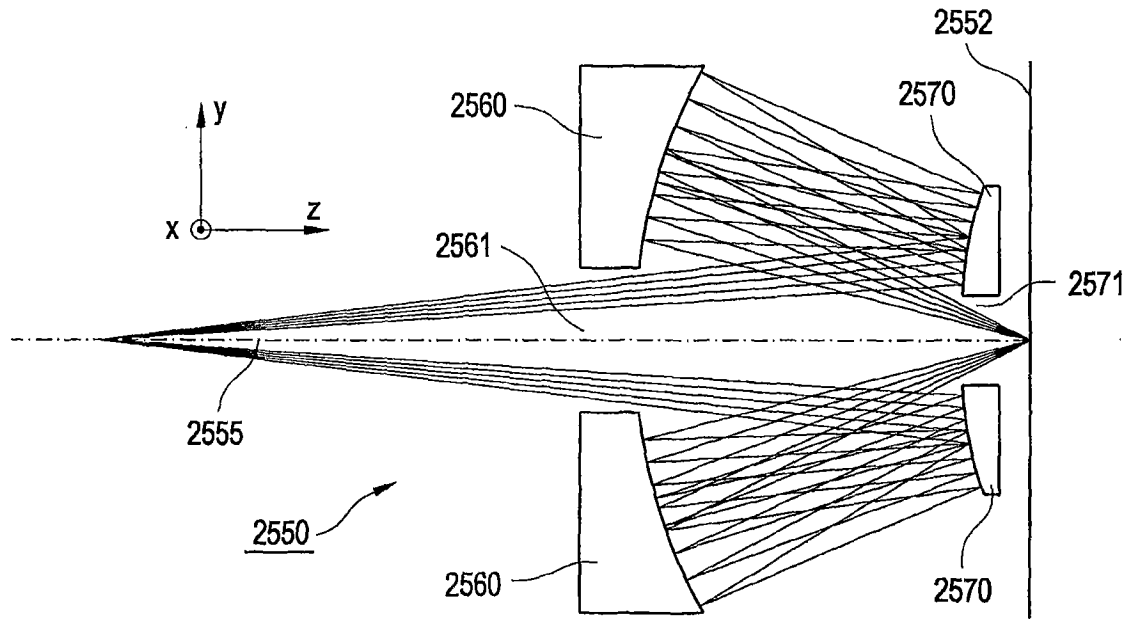


图 1i

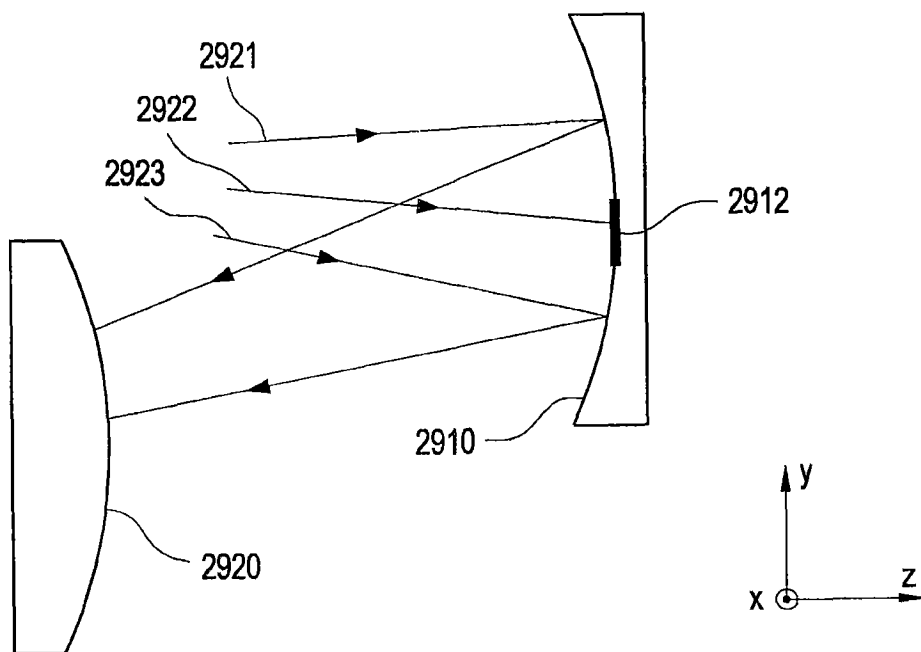


图 1j

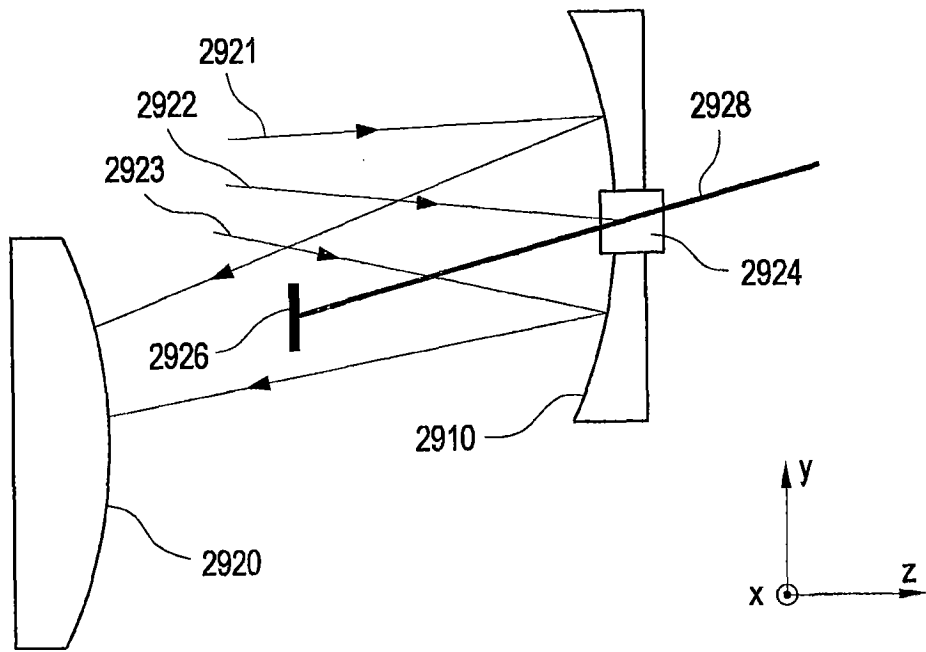


图 1k

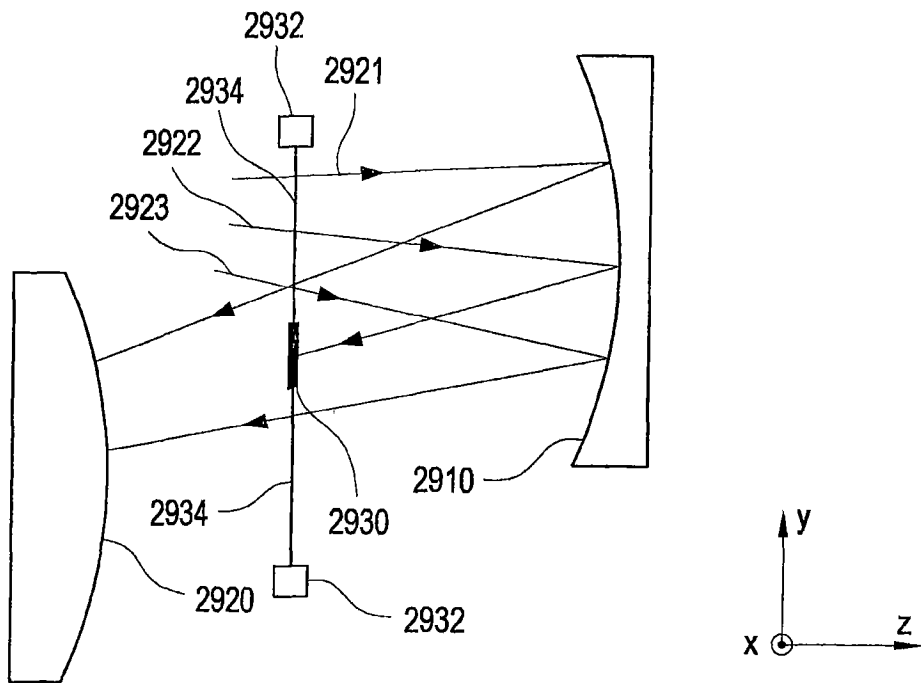


图 1l

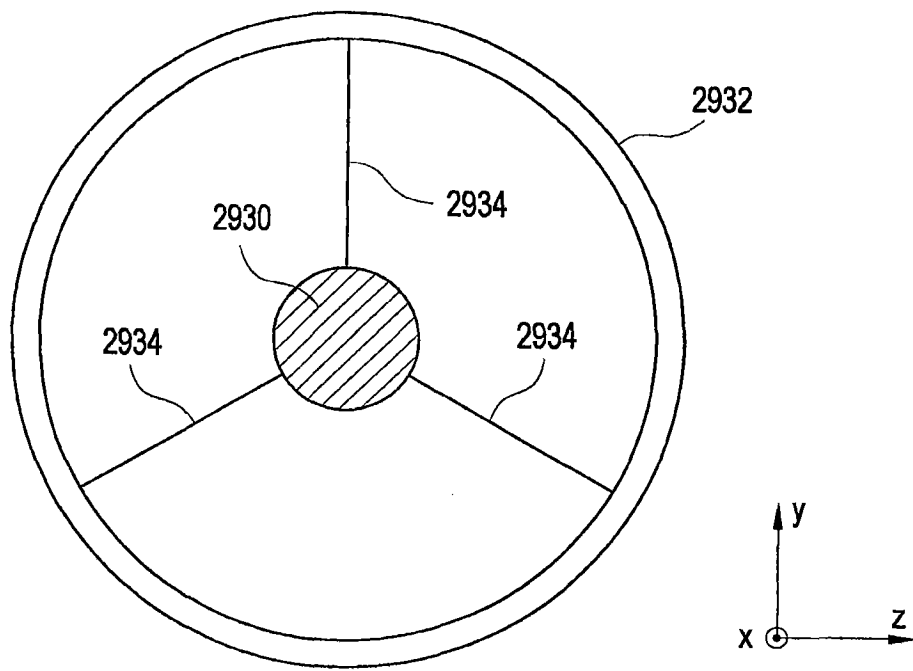


图 1m

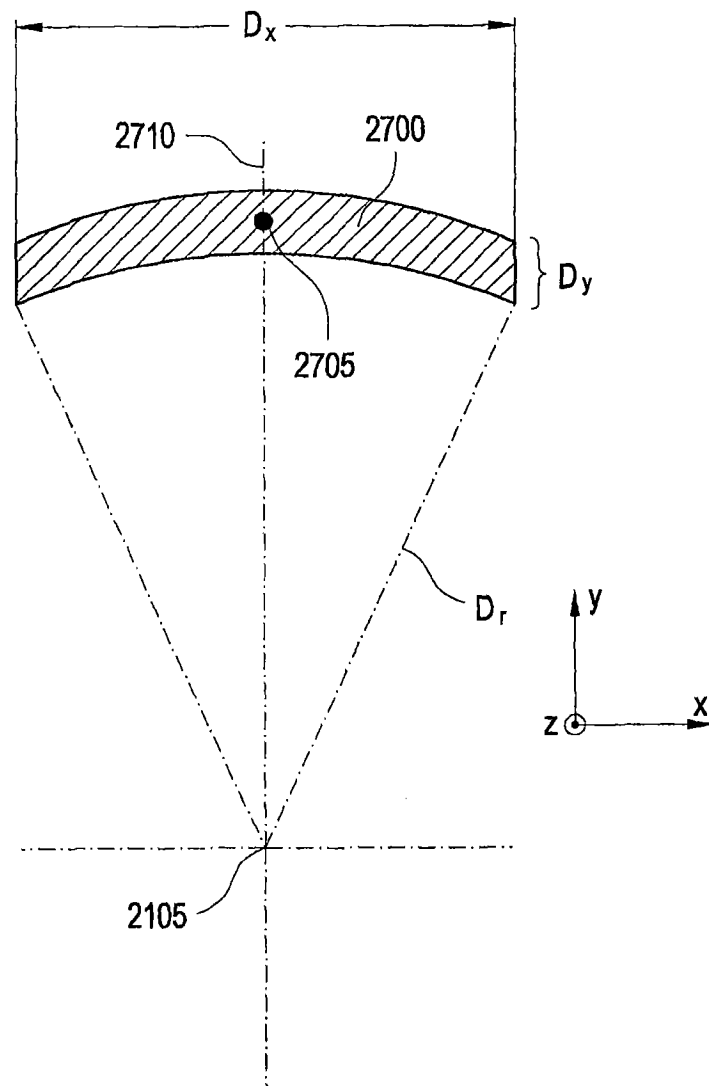


图 1n

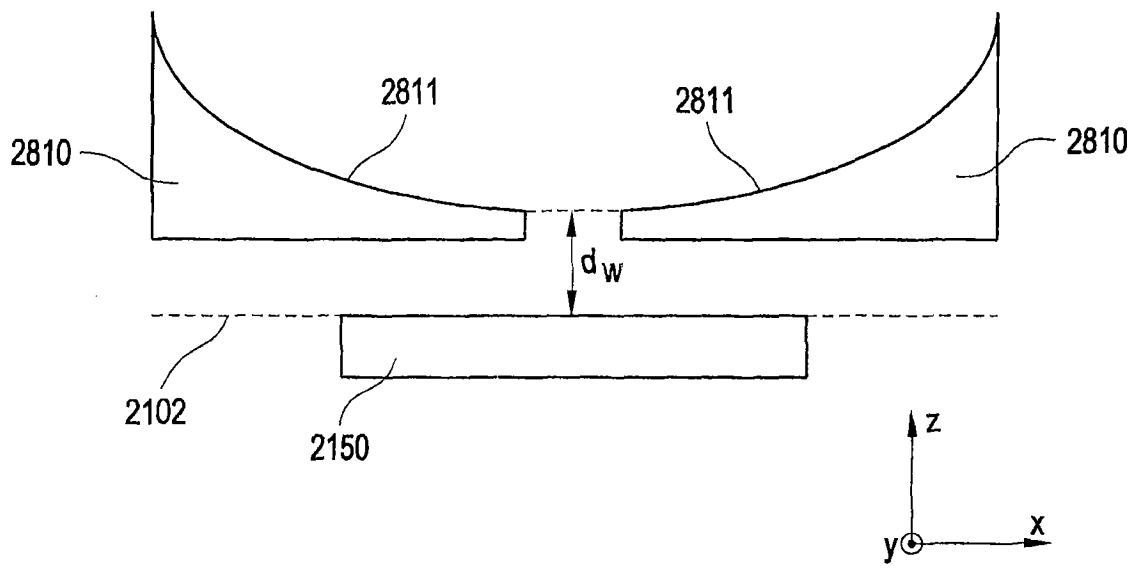


图 1o

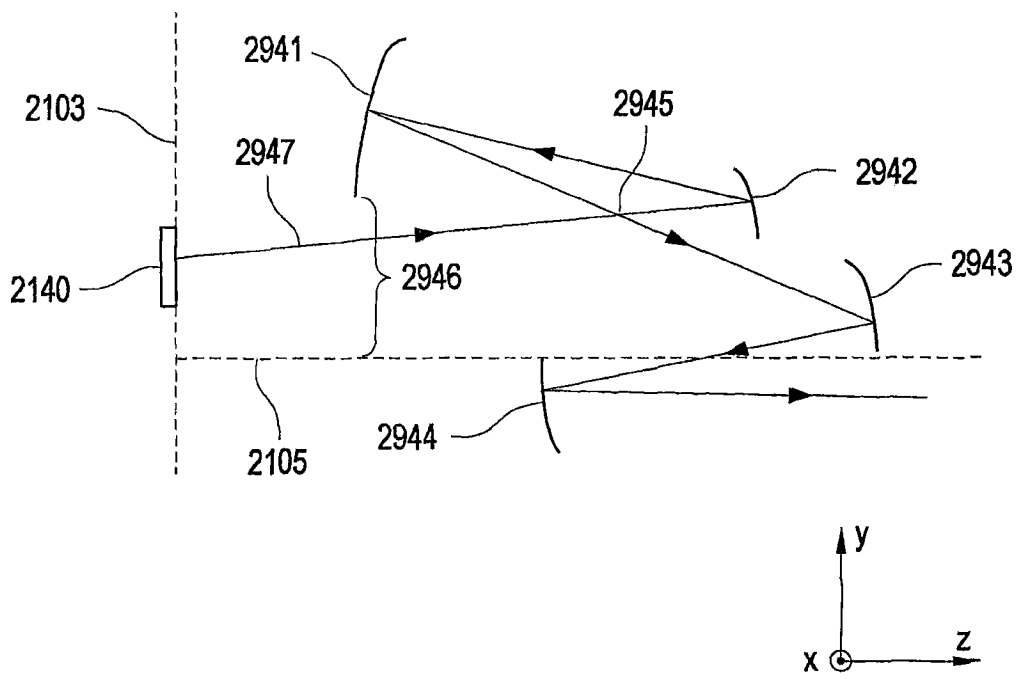


图 1p

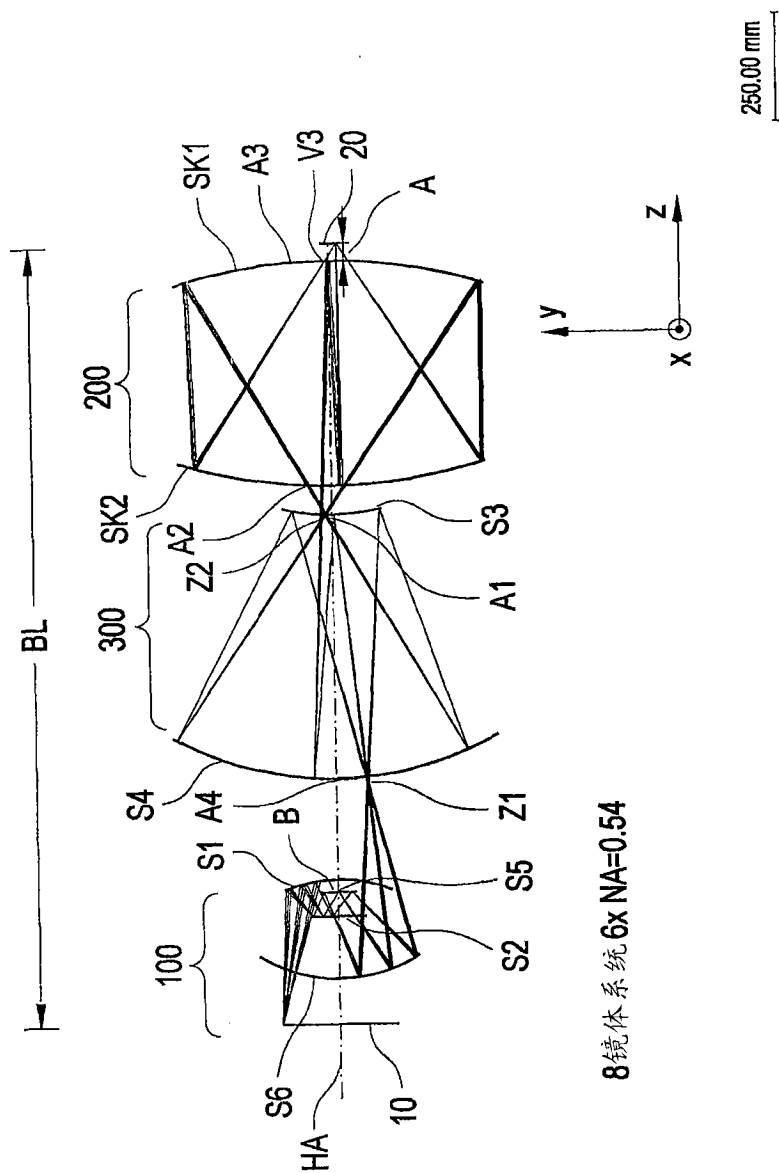


图 1q

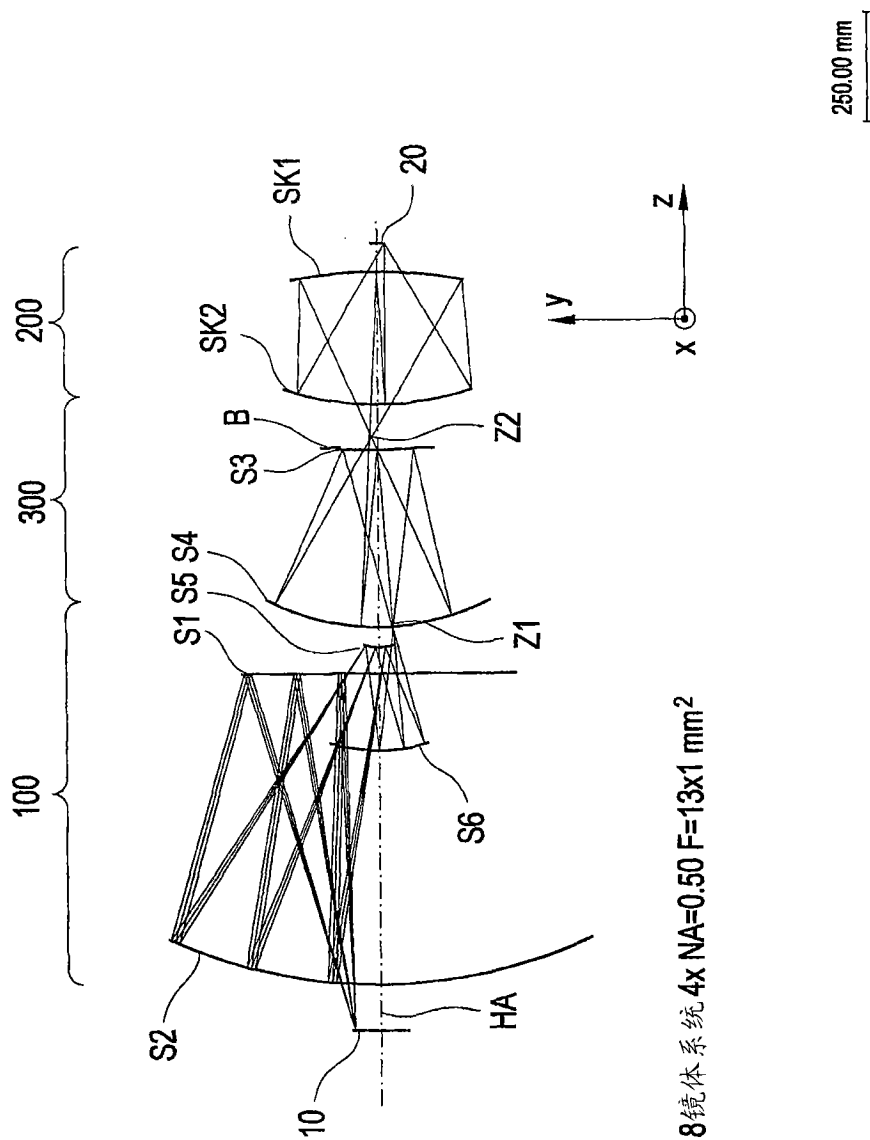


图 2

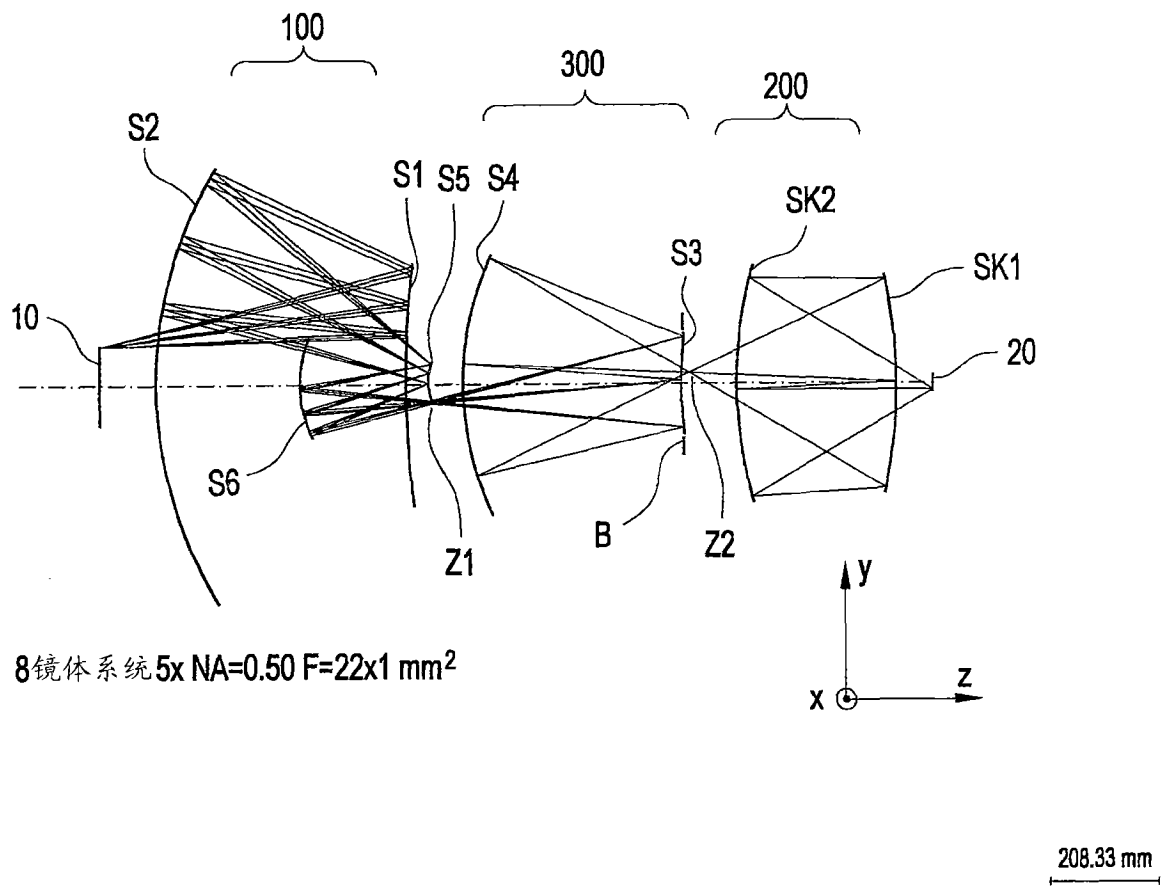


图 3

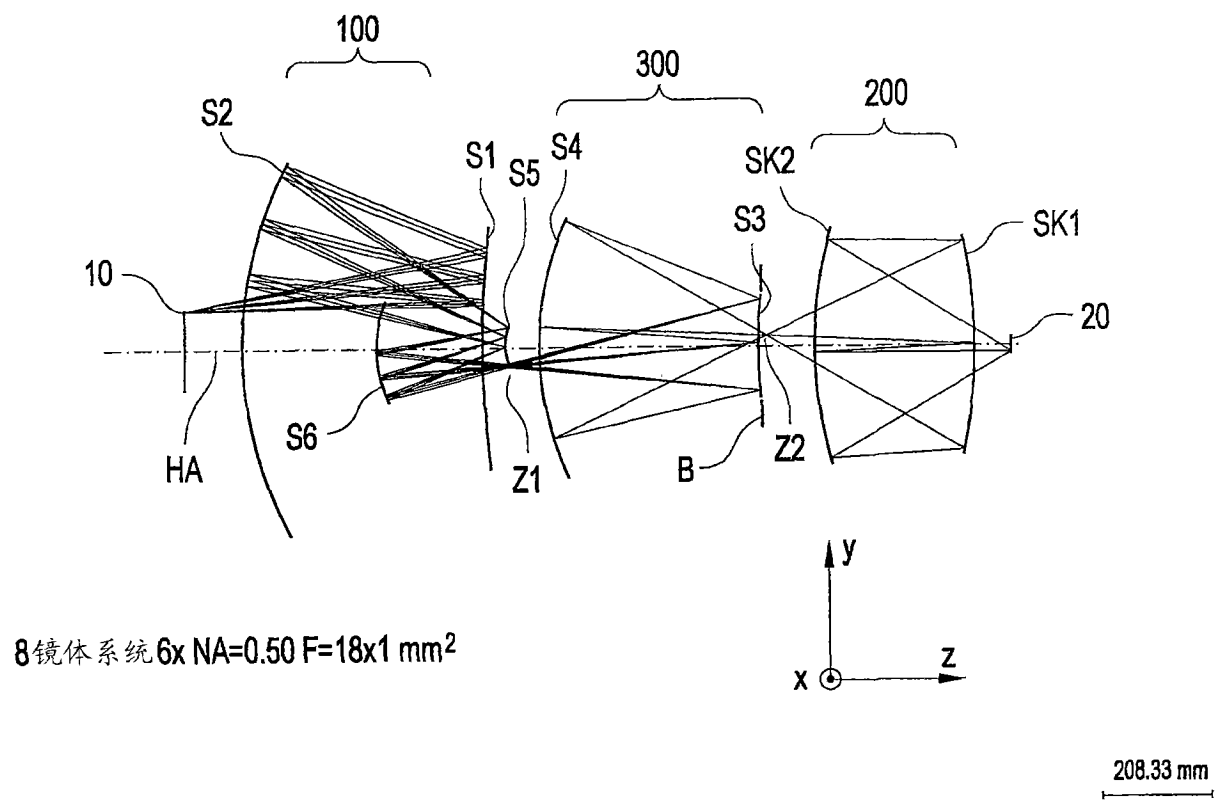


图 4

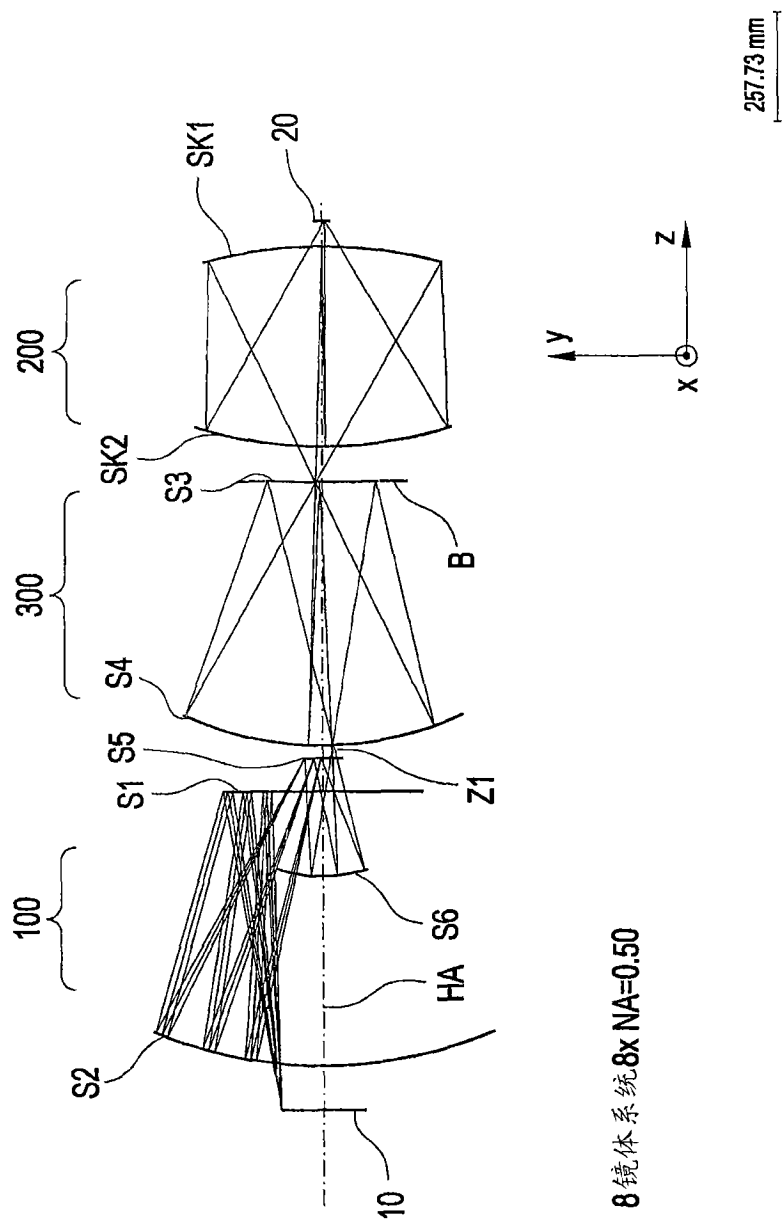


图 5

8 镜体系统 8x NA=0.50

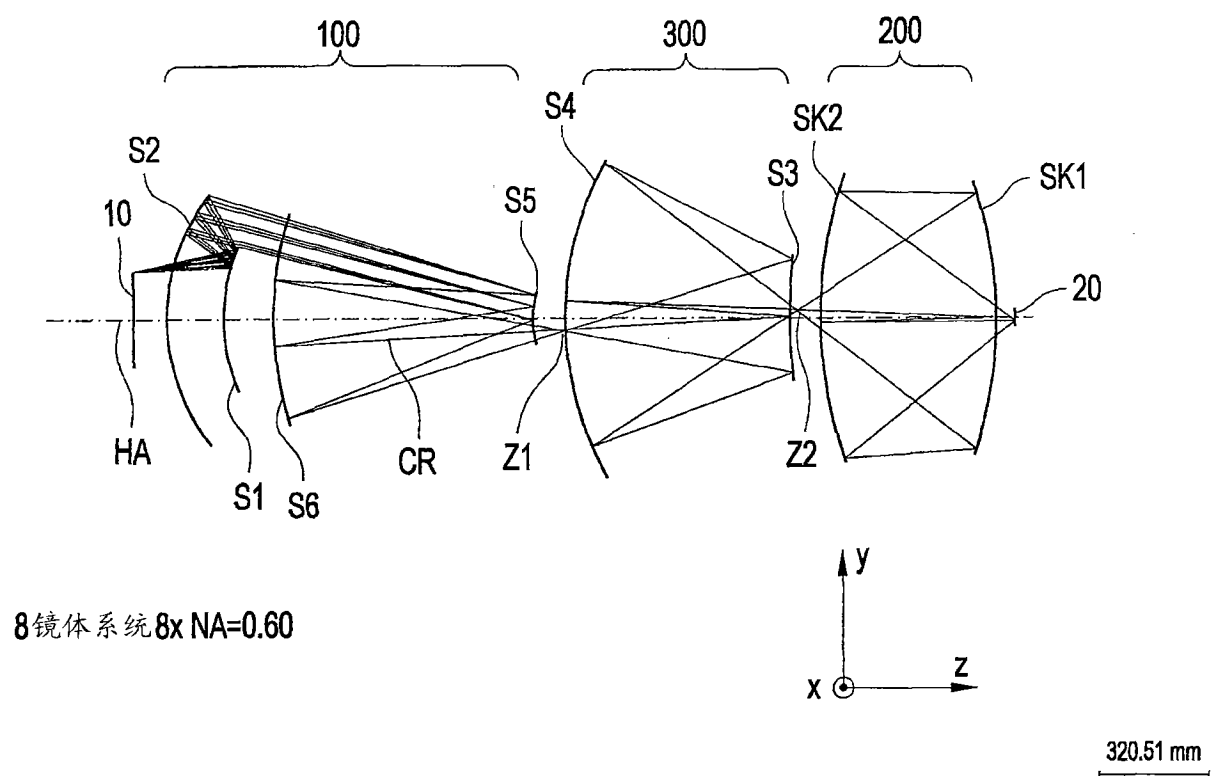


图 6a

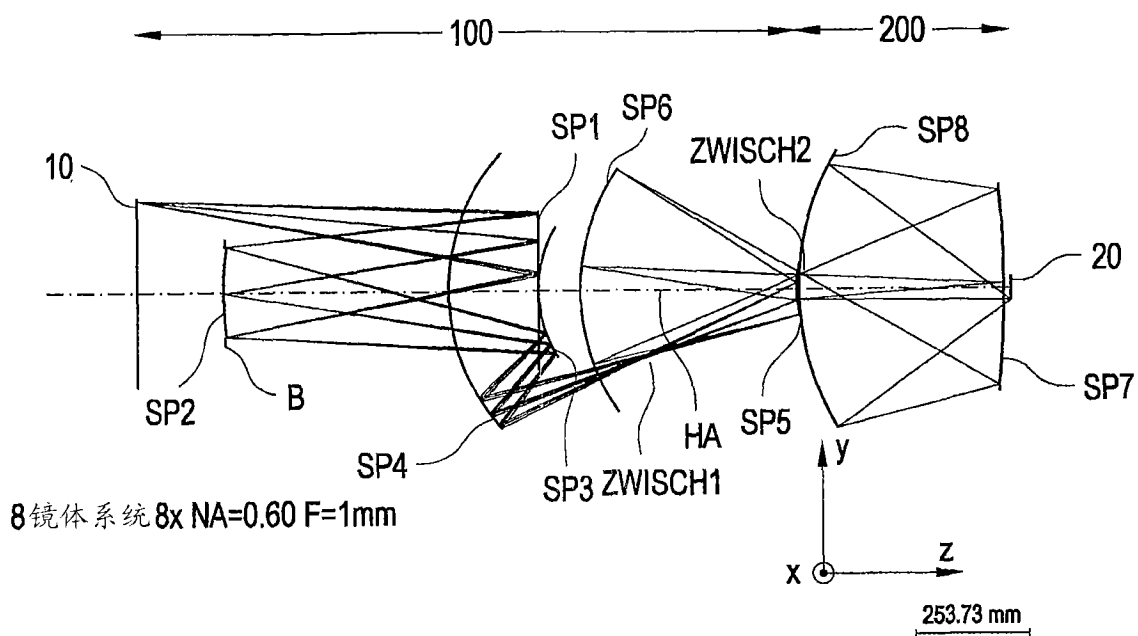


图 6b

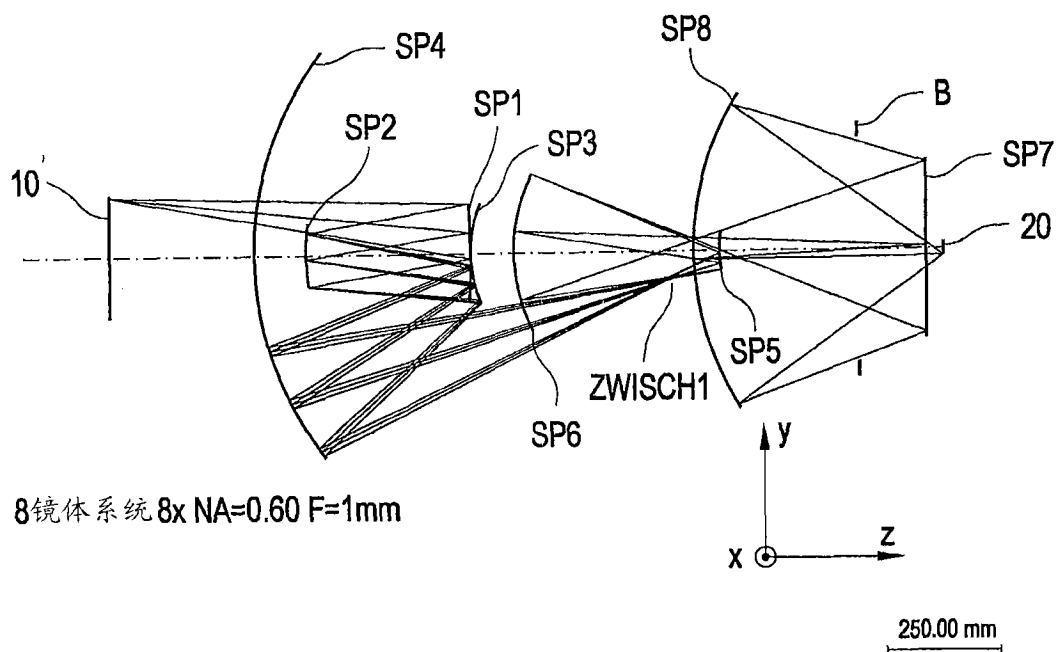


图 6c

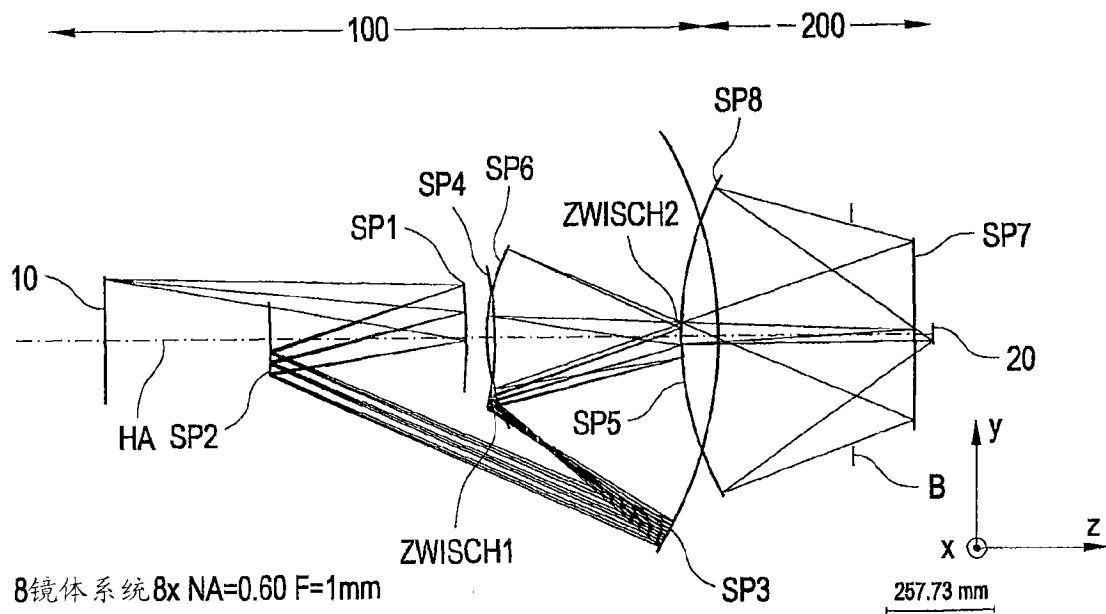


图 6d

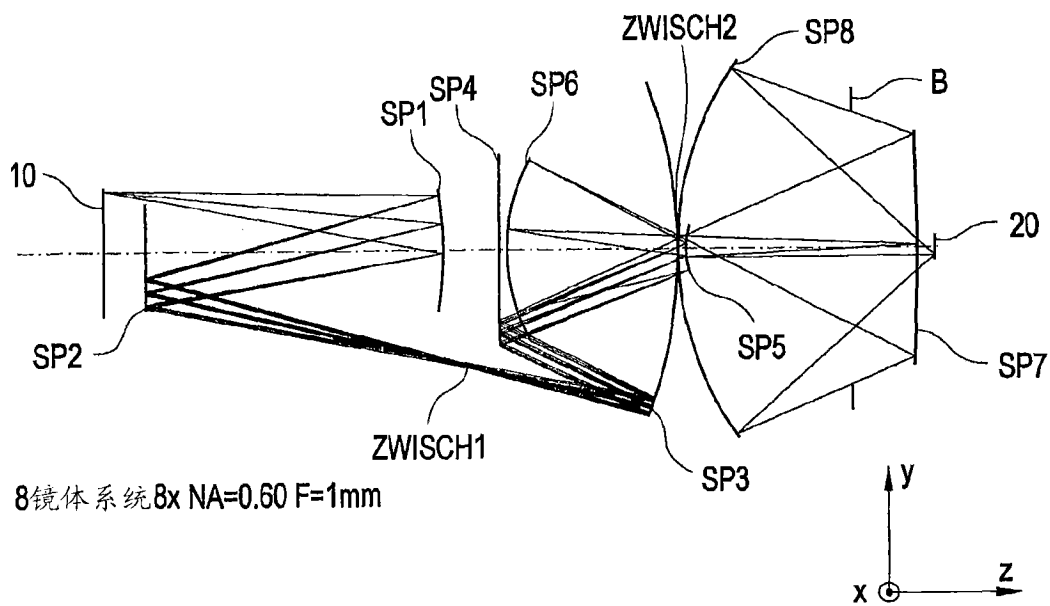
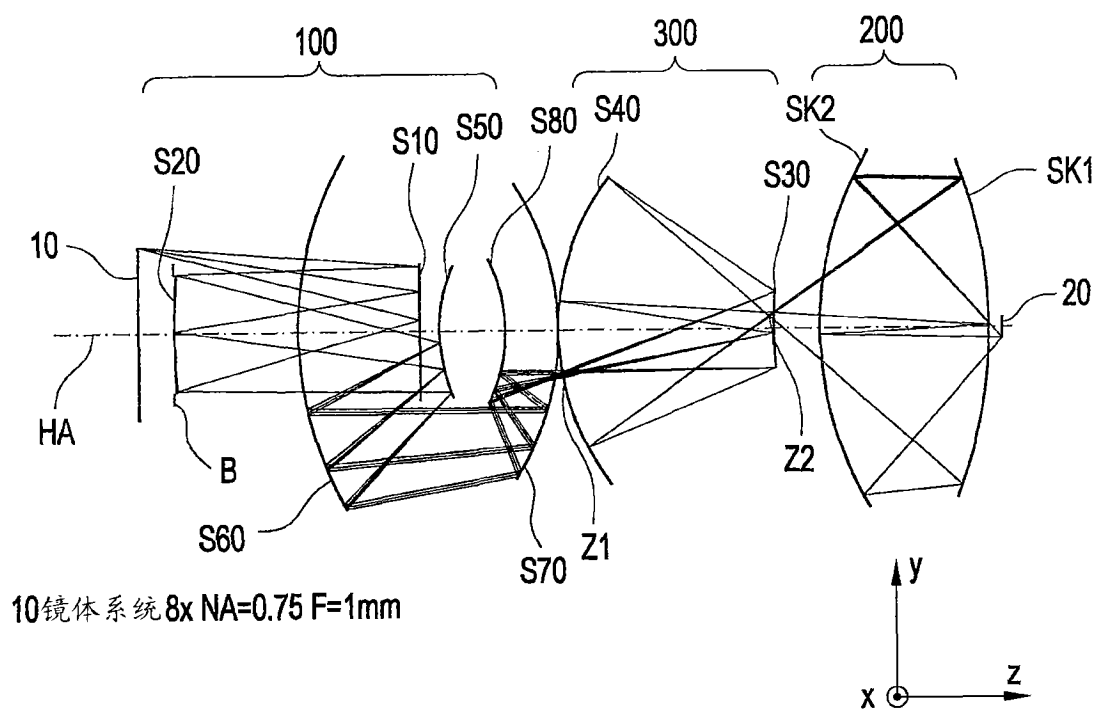


图 6e



324.68 mm

图 7

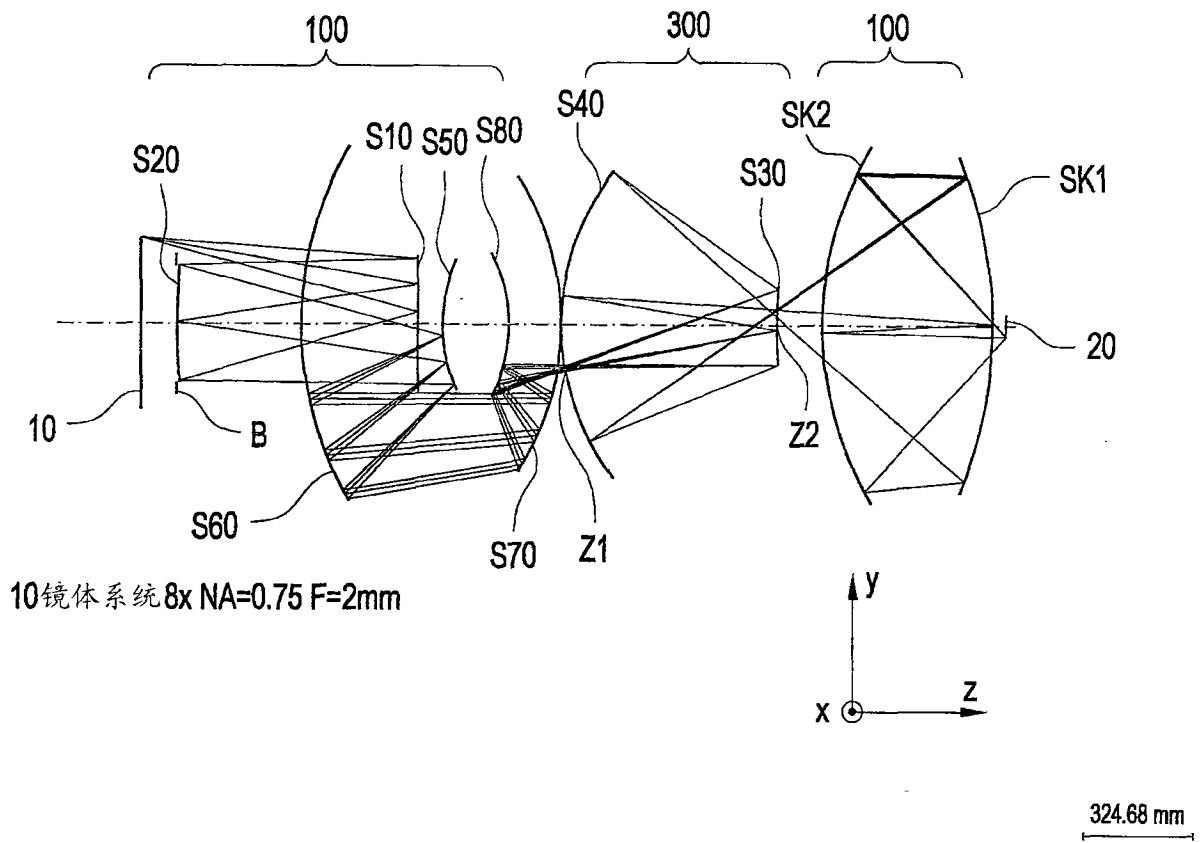


图 8

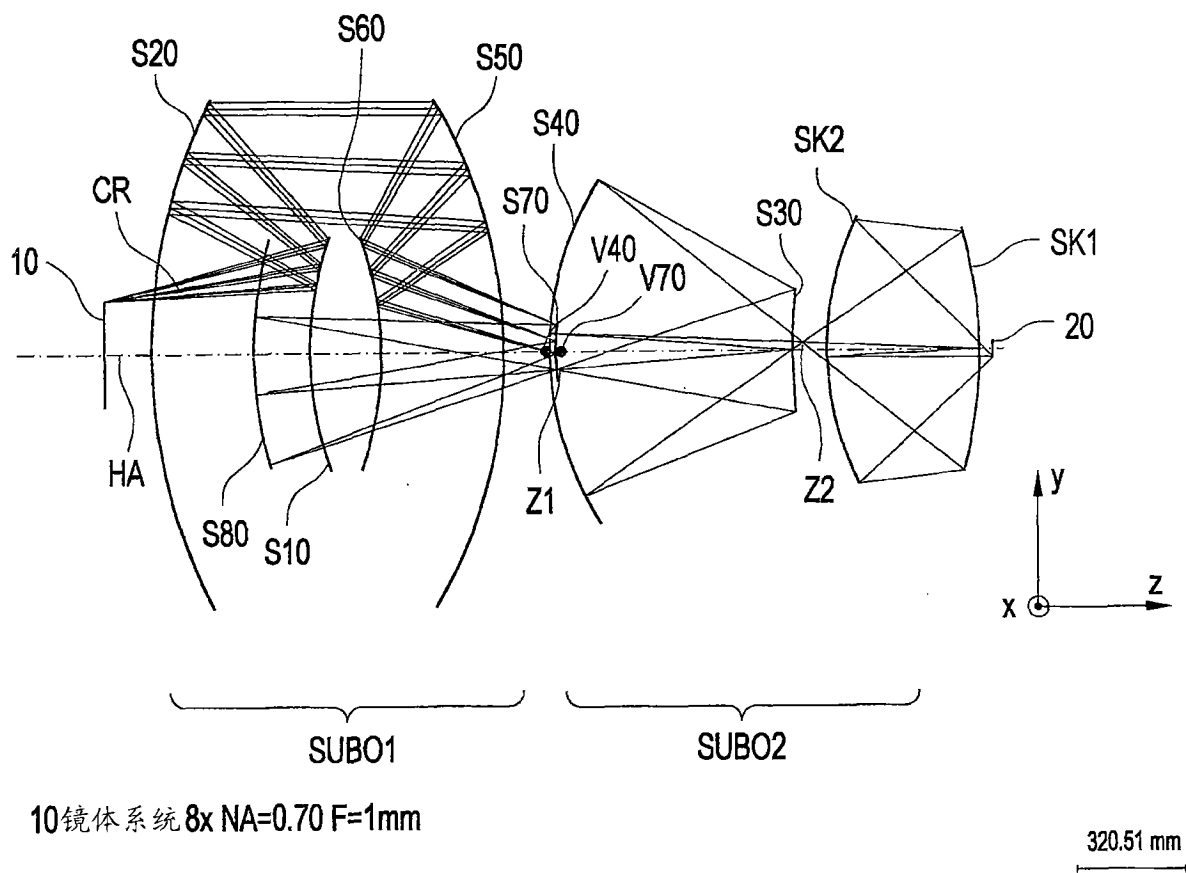


图 9

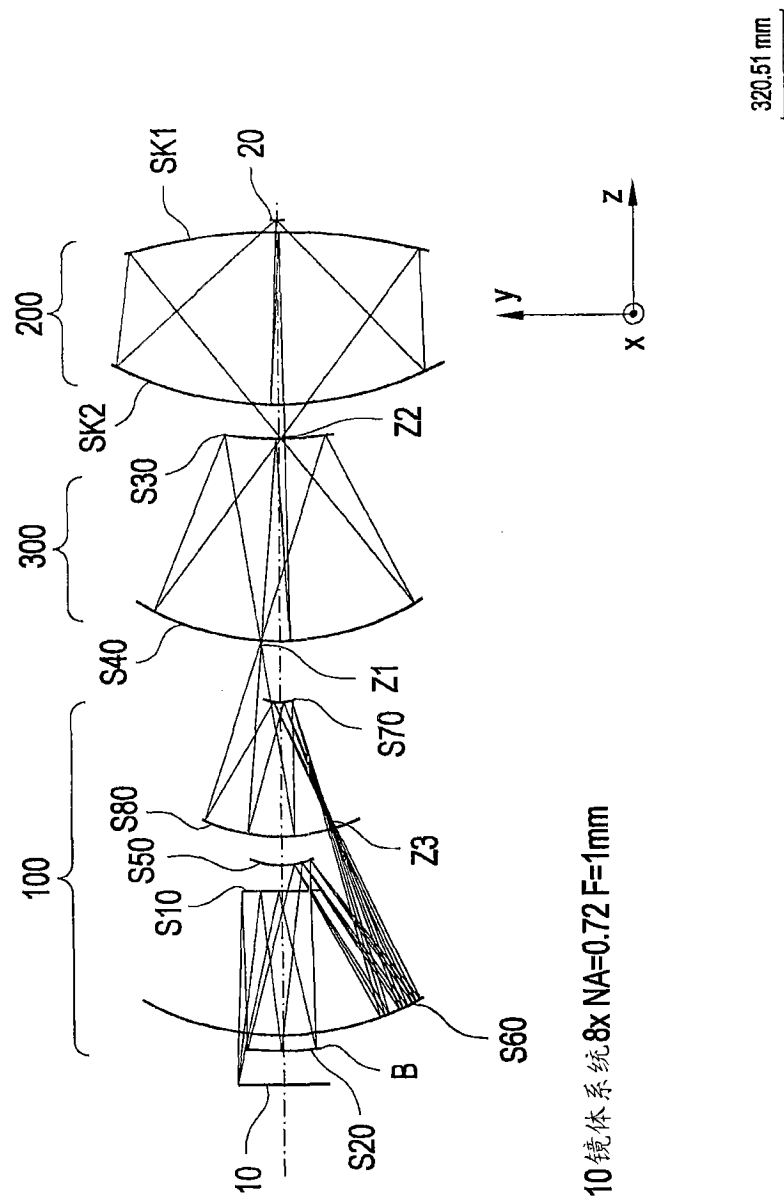
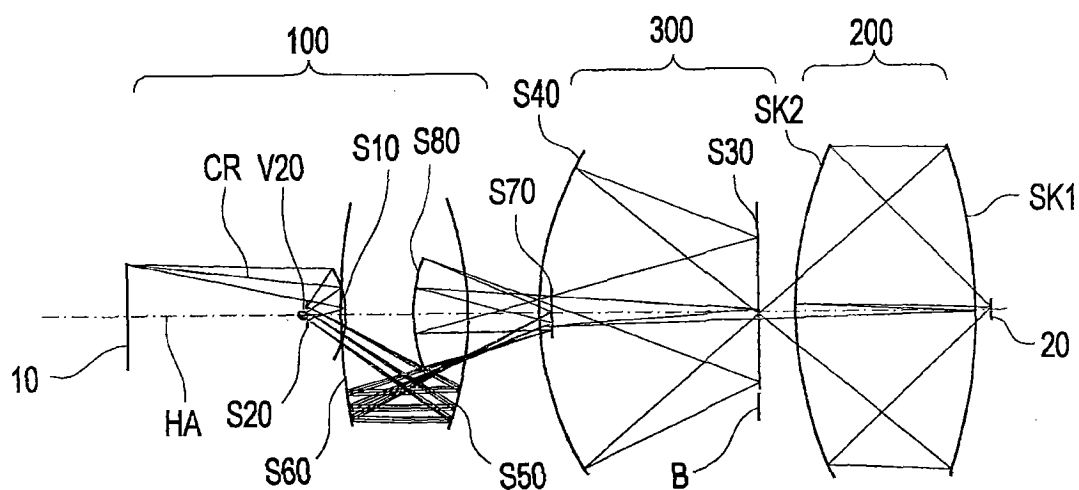
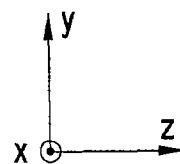


图 10

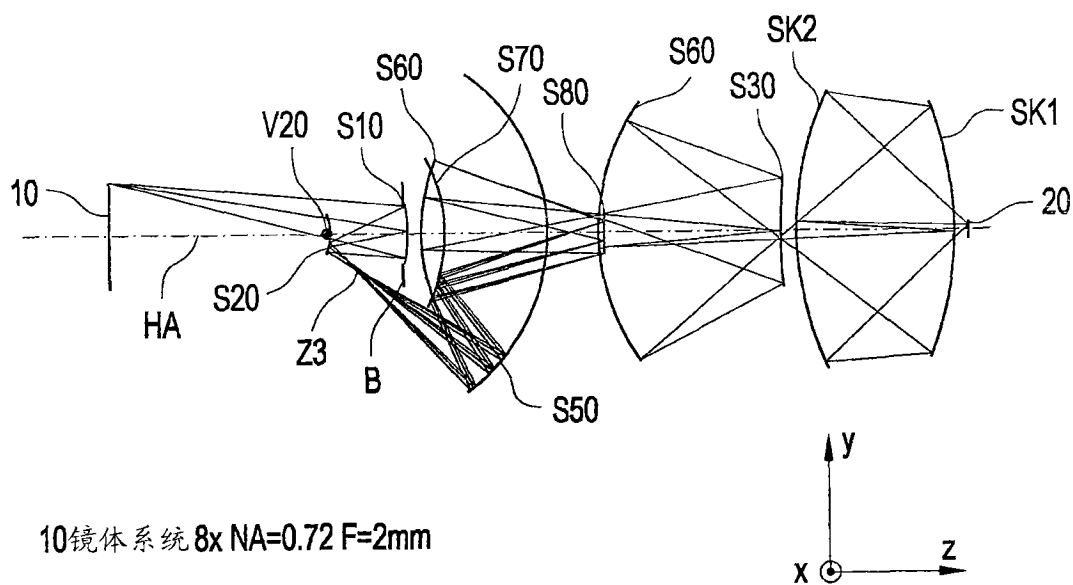


10镜体系统 $8\times$ NA=0.70 F=1mm

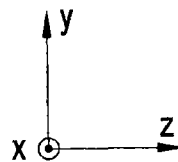


290.70 mm

图 11



10镜体系统 $8\times$ NA=0.72 F=2mm



290.70 mm

图 12

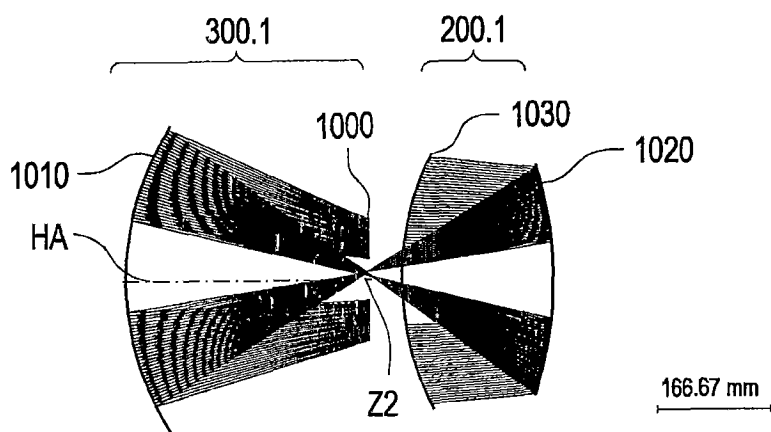


图 13

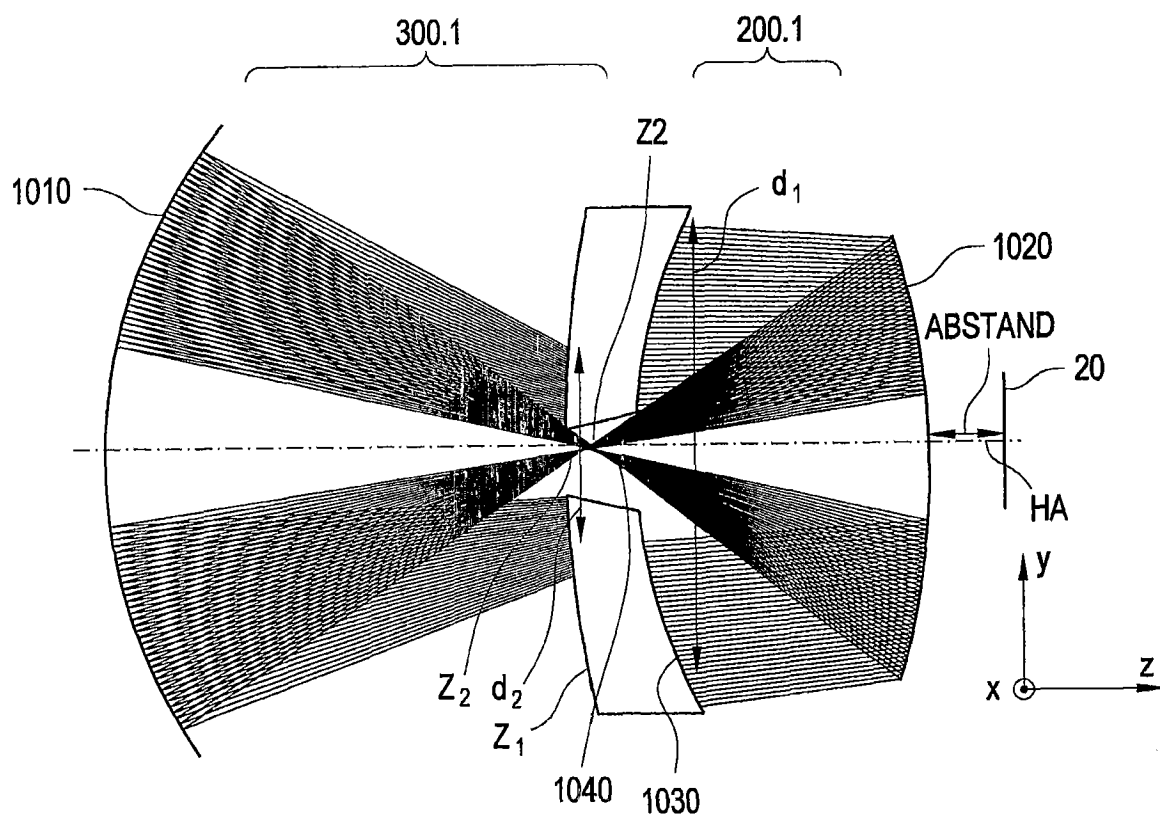


图 14

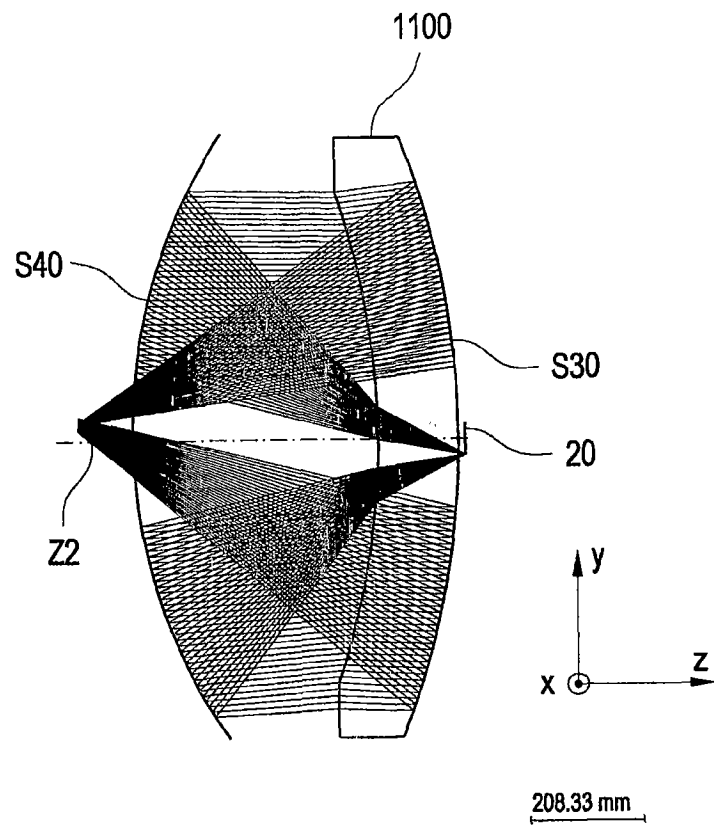
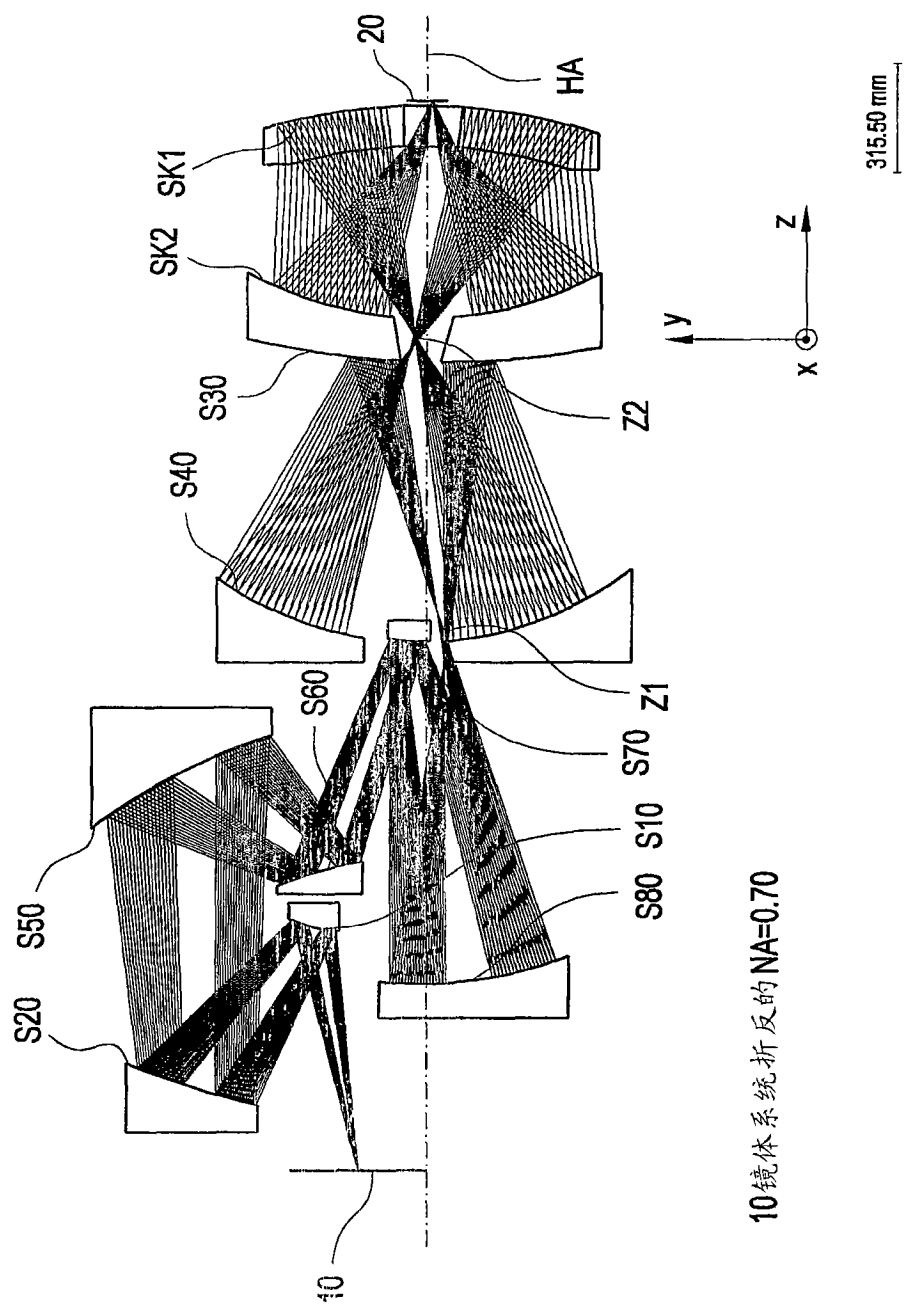


图 15



10镜体系统折反的NA=0.70

图 16

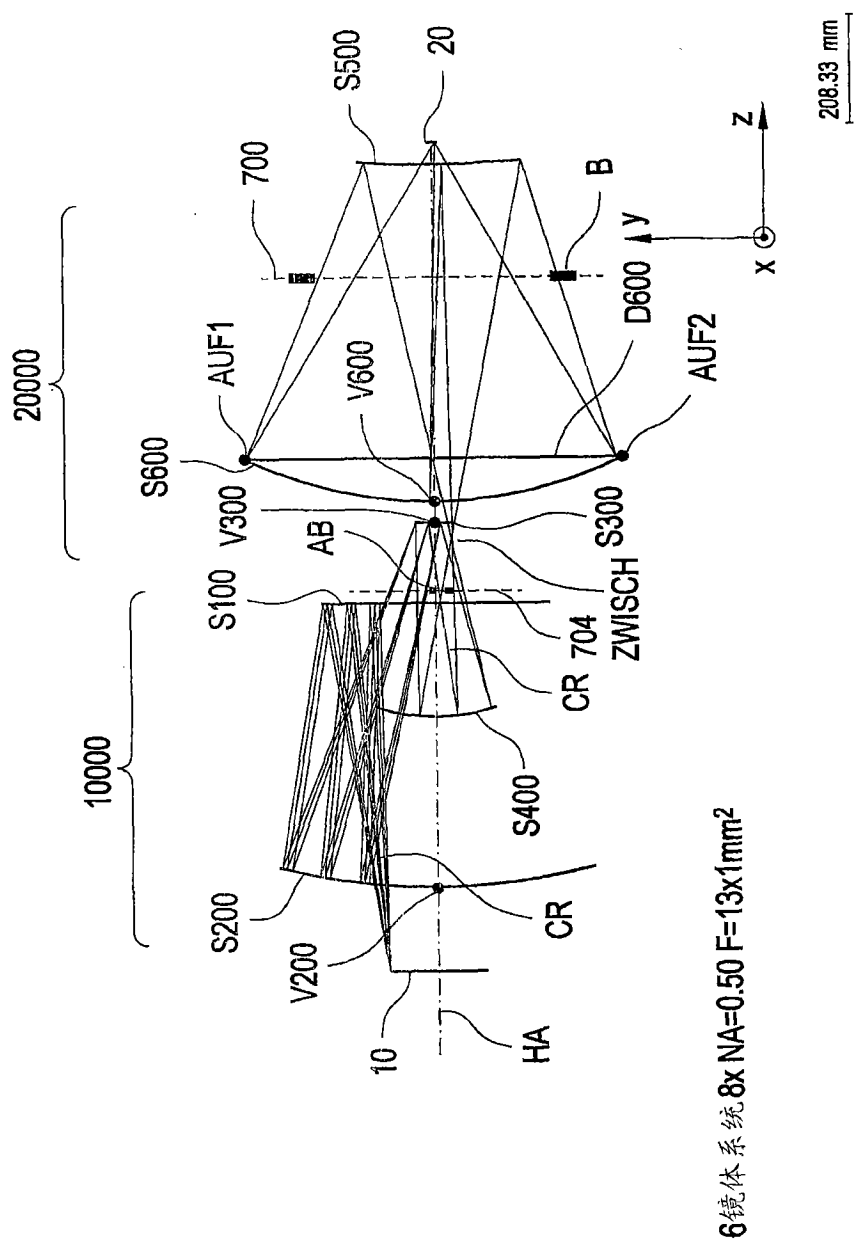


图 17

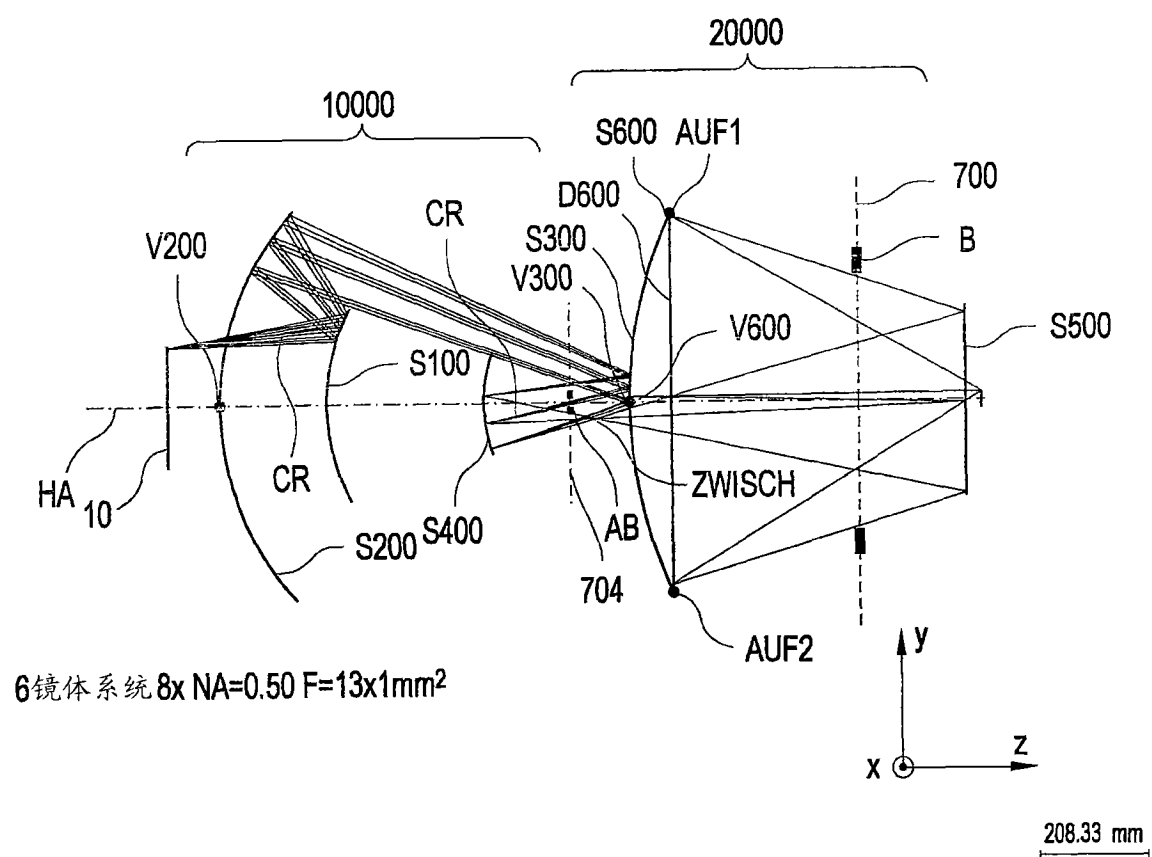


图 18

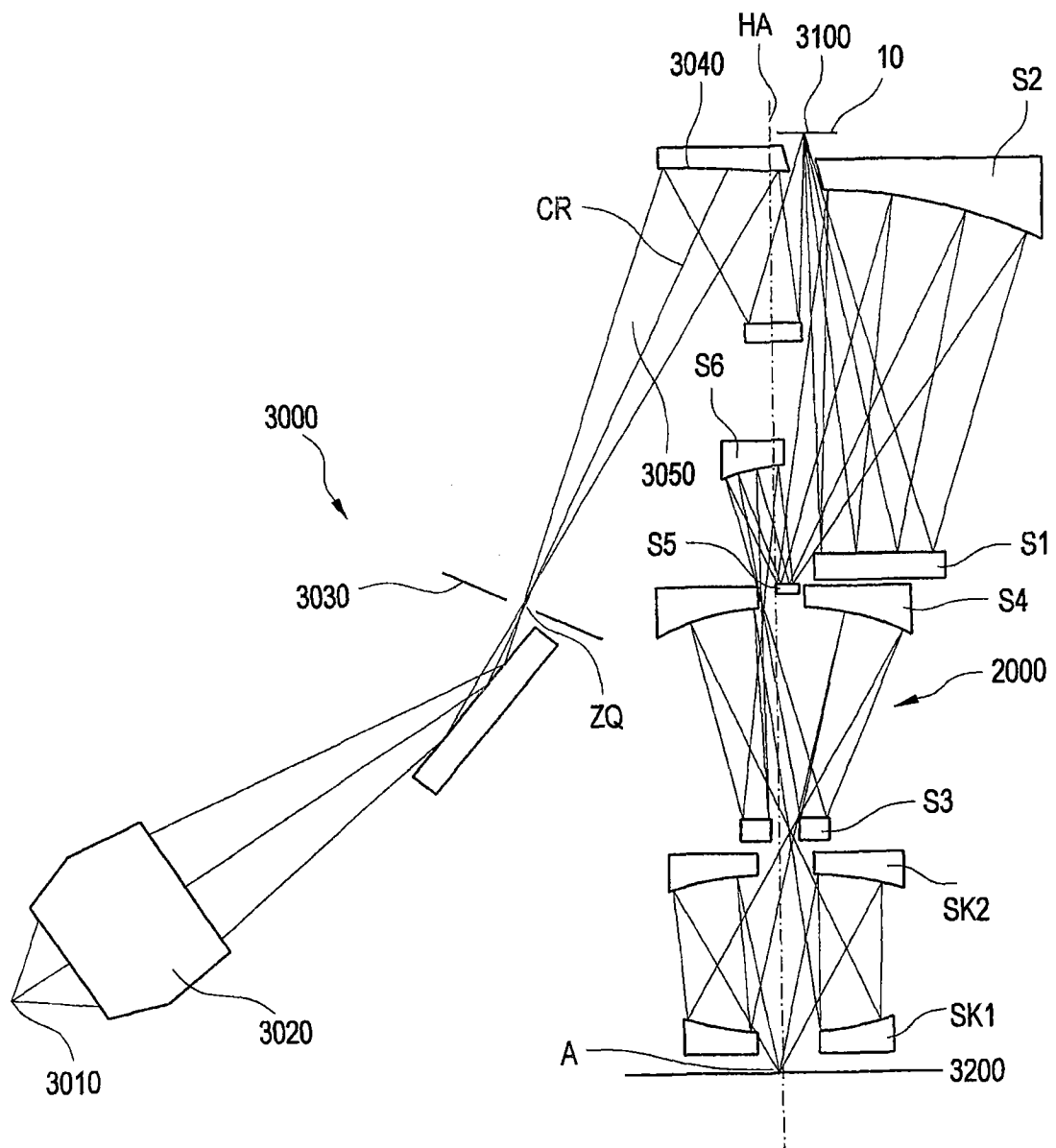


图 19

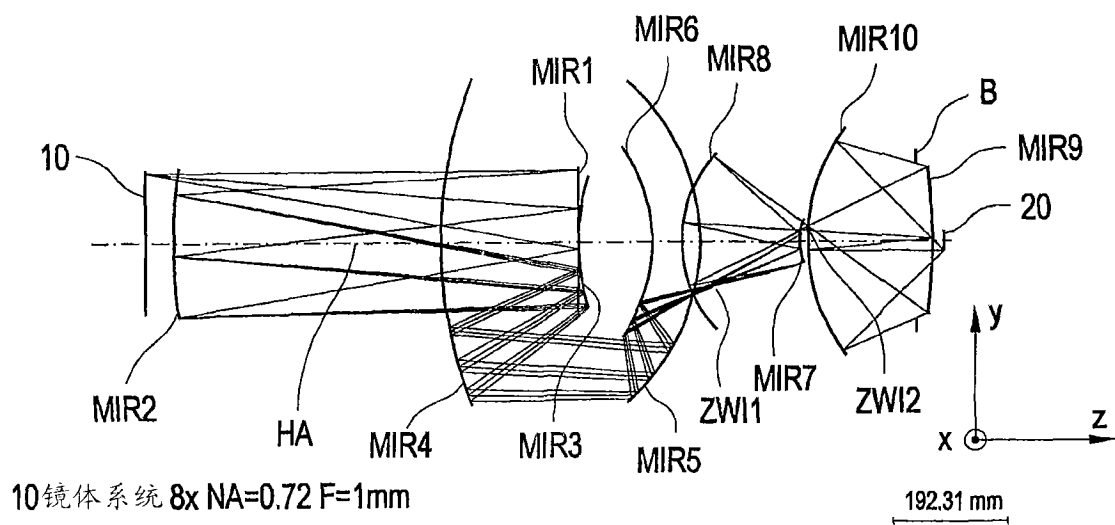


图 20

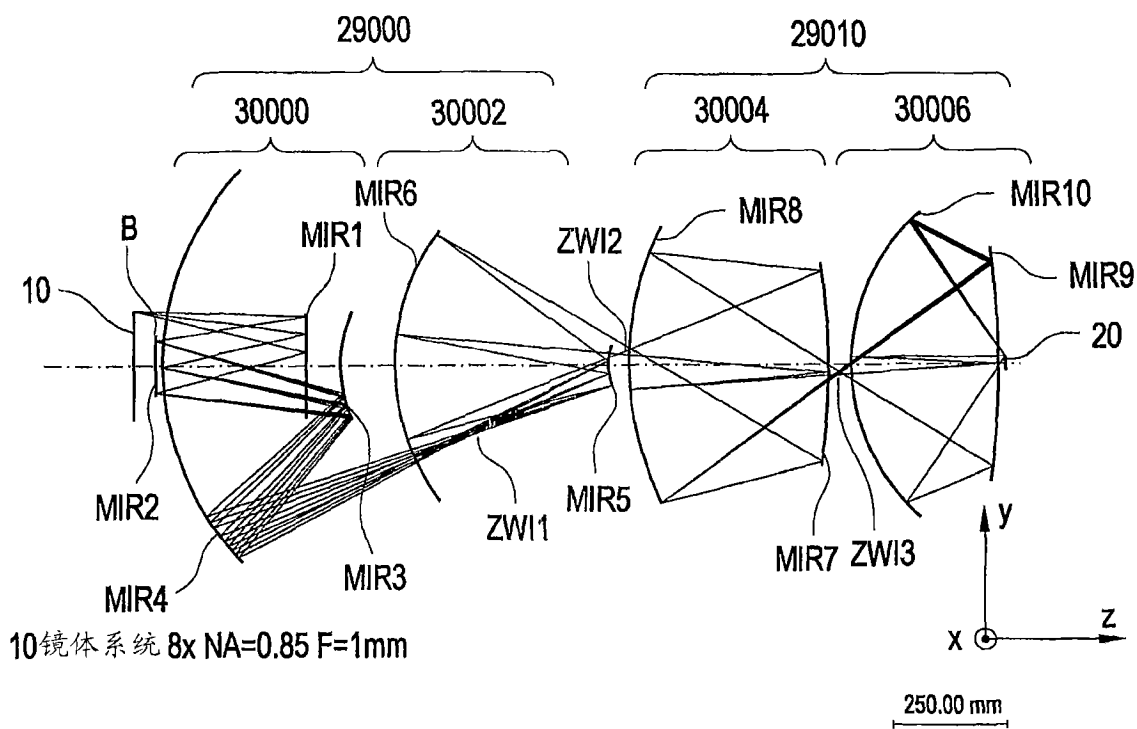


图 21

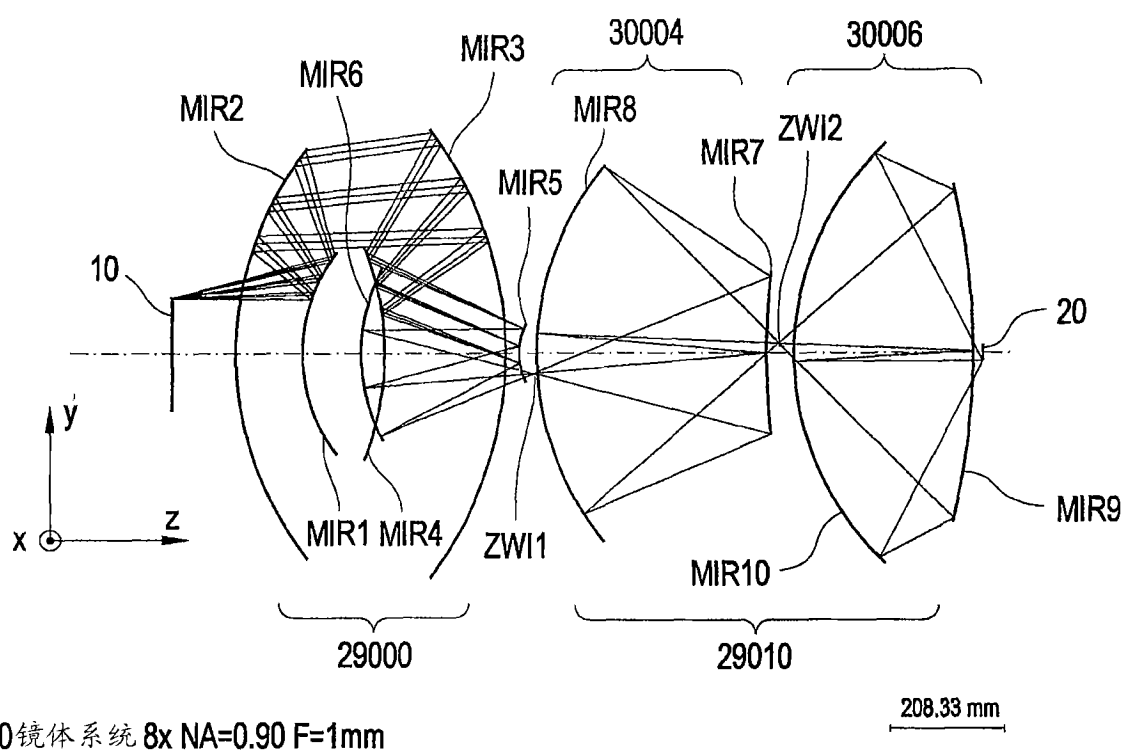


图 22

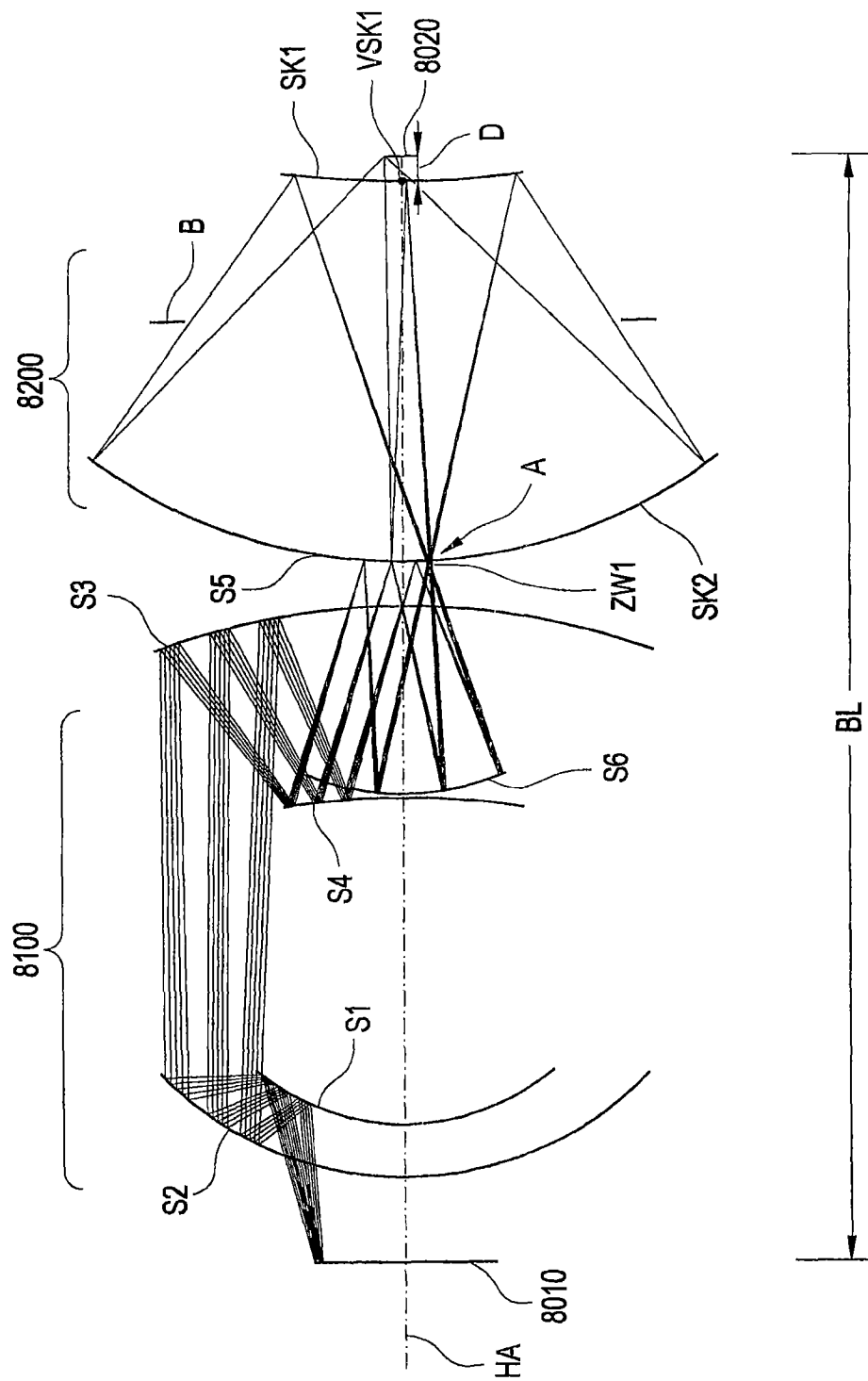


图 23

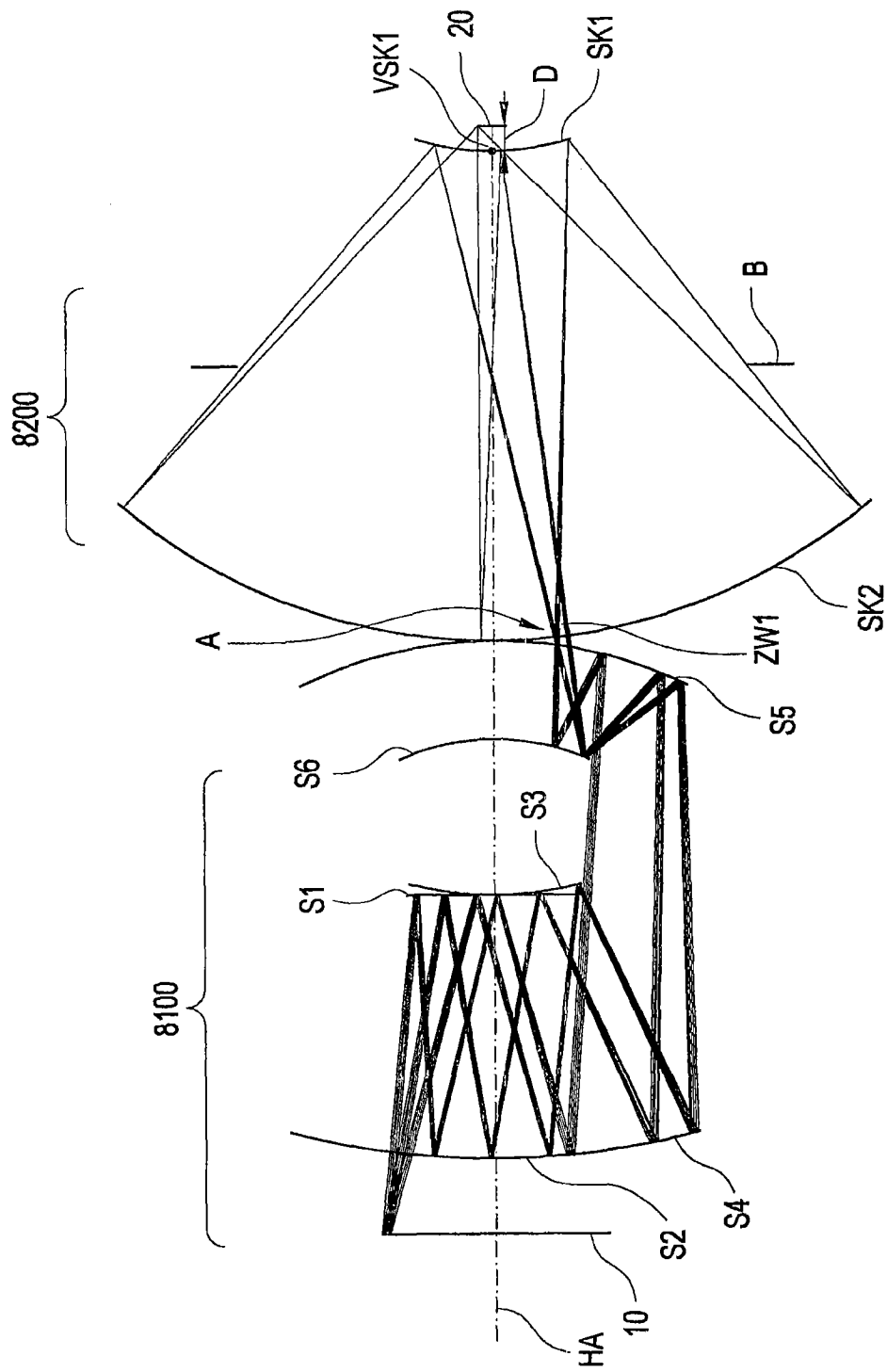


图 24