

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102207609 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 20

(21) 申请号 201110159717. 7

(22) 申请日 2005. 01. 13

(30) 优先权数据

60/536, 248 2004. 01. 14 US

60/587, 504 2004. 07. 14 US

60/591, 775 2004. 07. 27 US

60/612, 823 2004. 09. 24 US

60/617, 674 2004. 10. 13 US

(62) 分案原申请数据

200580002499. 9 2005. 01. 13

(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 D. 谢弗 W. 乌尔里希 A. 多多克

R. 冯比瑙 H.-J. 曼 A. 埃普勒

(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 17/08 (2006. 01)

G03F 7/20 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 6731374 B1, 2004. 05. 04, 全文.

EP 1336887 A1, 2003. 08. 20, 全文.

US 2003/0011894 A1, 2003. 01. 16, 全文.

US 5825043 A, 1998. 10. 20, 全文.

审查员 张辉

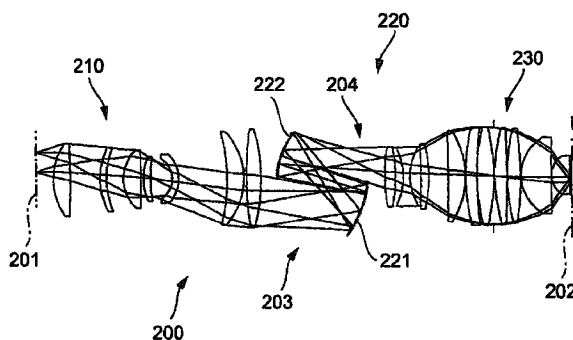
权利要求书 2 页 说明书 77 页 附图 36 页

(54) 发明名称

反射折射投影物镜

(57) 摘要

一种反射折射投影物镜, 用于将提供在投影物镜物面中的图形成像到投影物镜的像面上, 包括: 第一物镜部分, 用于将提供在物面中的图形成像为第一中间图像; 第二物镜部分, 用于将第一中间图像成像为第二中间图像; 第三物镜部分, 用于将第二中间图像成像到像面上; 其中第二物镜部分包括具有第一镜面的第一凹面镜和具有第二镜面的第二凹面镜, 所述凹面镜的凹面镜镜面相互面对并且定义镜间间隔; 其中至少第一中间图像在几何上位于第一凹面镜和第二凹面镜之间的镜间间隔内。



1. 一种反射折射投影物镜,用于将提供在投影物镜物面中的图形成像到投影物镜的像面上,包括:

第一物镜部分,用于将提供在物面中的图形成像为第一中间图像;

第二物镜部分,用于将第一中间图像成像为第二中间图像;

第三物镜部分,用于将第二中间图像成像到像面上;

其中第二物镜部分包括具有第一镜面的第一凹面镜和具有第二镜面的第二凹面镜,所述凹面镜的凹面镜镜面相互面对并且定义镜间间隔;

其中至少第一中间图像在几何上位于第一凹面镜和第二凹面镜之间的镜间间隔内,

其中存在正好两个凹面镜和正好两个中间图像。

2. 根据权利要求 1 的投影物镜,其中第一和第二镜面是不具有孔洞的连续镜面。

3. 根据权利要求 1 的投影物镜,其中投影物镜是不具有光瞳昏暗的清楚的系统。

4. 根据权利要求 1 的投影物镜,其中第一中间图像和第二中间图像几何上都位于第一凹面镜和第二凹面镜之间的镜间间隔内。

5. 根据权利要求 1 的投影物镜,其中第一中间图像和第二中间图像几何上位于其中心位于第一凹面镜和第二凹面镜之间镜间间隔内两个凹面镜之间的中点附近的中间区域中,其中所述中间区域在具有轴向延伸小于等于第一和第二凹面镜的曲面顶点之间轴向距离 90% 的间隔中延伸。

6. 根据权利要求 1 的投影物镜,其中 d 是两个凹面镜之间光轴上的距离, d_1 是第一中间图像和第一凹面镜之间光轴上的距离, d_2 是第二凹面镜和第二中间图像之间光轴上的距离,并且满足关系: $0.5d/2 < d_1 < 1.5d/2$, 和 $0.5d/2 < d_2 < 1.5d/2$ 。

7. 根据权利要求 1 的投影物镜,其中大多数离轴场点的主光线在几何上位于第一中间图像位置附近中的两个凹面镜之间的光路中与光轴交叉。

8. 根据权利要求 1 的投影物镜,其中第一物镜部分设计成放大成像系统。

9. 根据权利要求 1 的投影物镜,其中第一物镜部分、第二物镜部分和第三物镜部分共享公共直线光轴。

10. 根据权利要求 1 的投影物镜,其中第一凹面镜和第二凹面镜的凹面具有旋转对称公共轴。

11. 根据权利要求 1 的投影物镜,其中第一凹面镜和第二凹面镜定义的光轴的反射折射部分或者反射部分相对于所述光轴的物侧部分和像侧部分倾斜一个角度。

12. 根据权利要求 1 的投影物镜,其中所述投影物镜不包括凸面镜。

13. 根据权利要求 1 的投影物镜,其中凹面镜的至少一个镜面是非球面。

14. 根据权利要求 14 的投影物镜,其中至少一个凹面镜满足关系: $p > 0.22R$, 其中 $p = R - (R^2 - D^2/4)^{0.5}$, 其中 R 是曲率半径, D 是非球面镜面的直径。

15. 根据权利要求 14 的投影物镜,其中满足条件 $D > 1.3R$ 。

16. 根据权利要求 1 的投影物镜,其中由相互面对的第一和第二凹面镜定义的凹面镜组具有凹面镜组入口和凹面镜组出口,凹面镜组入口定位成几何上靠近朝着光轴的第二凹面镜边缘,凹面镜组出口定位成几何上靠近朝着光轴的第一凹面镜边缘,并且其中投影物镜的光瞳面布置在凹面镜组入口附近和凹面镜组出口附近。

17. 根据权利要求 1 的投影物镜,其中这样设计所述投影物镜,使得从第一凹面镜反射

的辐射在作用到第二凹面镜上之前与光轴交叉。

18. 一种反射折射投影物镜,用于将提供在投影物镜物面中的图形成像到投影物镜的像面上,包括:

第一物镜部分,用于将提供在物面中的图形成像为第一中间图像;

第二物镜部分,用于将第一中间图像成像为第二中间图像;

第三物镜部分,用于将第二中间图像成像到像面上;

其中第一物镜部分是包括第一凹面镜的反射折射物镜部分,第二物镜部分是包括第二凹面镜的反射折射物镜部分,所述凹面镜的凹面镜镜面相互面对并且定义镜间间隔;

其中至少第一中间图像在几何上位于第一凹面镜和第二凹面镜之间的镜间间隔内,

其中存在正好两个凹面镜和正好两个中间图像。

19. 一种反射折射投影物镜,用于将提供在投影物镜的物面中的图形成像到投影物镜的像面上,包括:

第一折射物镜部分,用于将提供在所述物面中的图形成像为第一中间图像;

第二反射折射或者反射物镜部分,用于将第一中间图像成像为第二中间图像;

第三折射物镜部分,用于将第二中间图像成像在所述像面上;

其中第二物镜部分包括正好一个具有第一连续镜面的第一凹面镜和正好一个具有第二连续镜面的第二凹面镜,所述凹面镜的凹面镜镜面相互面对并定义了一个镜间间隔;

其中第一和第二中间图像几何定位在第一凹面镜和第二凹面镜之间的镜间间隔内。

反射折射投影物镜

[0001] 本申请是申请日为 2005 年 1 月 13 日、申请号为 200580002499.9 (国际申请号为 PCT/EP2005/000262)、发明名称为“反射折射投影物镜”的发明专利申请的分案申请。

[0002] 本申请要求下列的优先权：在 2004 年 1 月 14 日在美国提交的临时申请 60/536248；在 2004 年 7 月 14 日在美国提交的临时申请 60/587504；在 2004 年 10 月 13 日在美国提交的临时申请 60/617674；在 2004 年 7 月 27 日在美国提交的临时申请 60/591775；在 2004 年 9 月 24 日在美国提交的临时申请 60/612823。所有这些临时申请的公开内容包含在此作为参考。

技术领域

[0003] 本发明涉及将布置在物面中的图形成像在像面上的反射折射投影物镜。

背景技术

[0004] 这些类型的投影物镜被用于投影曝光系统上，特别是用于制作半导体器件和其他类型微器件的晶片扫描器或者晶片步进机，用于将光掩模或者刻度片 (reticle) (以后称作是“掩模”或者“刻度片”) 上的图形以超高分辨率按照减小比例投影到具有光敏涂层的物体上。

[0005] 为了制作更加精细的结构，人们试图增加将被使用的投影物镜的图像端数值孔径 (NA) 并且使用较短的波长，优选的是具有波长大约小于 260nm 的紫外光。

[0006] 然而，对于制作所需要光学元件的波长区域来讲足够透明的材料非常有限，特别是合成石英玻璃以及结晶氟化物。由于可获得的这些材料的阿贝数相当接近，因此很难提供具有足够彩色校正 (用于色差的校正) 的纯粹的折射系统。

[0007] 考虑到上述情况，主要使用组合了折射和反射元件 (特别是透镜和反射镜) 的反射折射系统来配置上述提到类型的高分辨率投影物镜。

[0008] 所使用材料的高价格和尺寸上大到足以制作大透镜的大尺寸结晶氟化钙的有限可获得性产生了问题，特别是在用于非常大数值孔径 NA (例如是 $NA = 0.80$ 和更大) 的 157nm 处的微光刻领域产生了问题。因此所期望的是，允许降低所使用的透镜数量和尺寸并且同时保持或者甚至改进成像保真度。

[0009] 已经提出了具有至少两个凹面镜的反射折射投影物镜，以提供具有良好彩色校正和适度透镜物质需要的系统。美国专利 US6600608B1 公开了反射折射投影物镜，具有第一纯折射物镜部分，用于将投影物镜的物面中的图形成像为第一中间图像；第二物镜部分，用于将第一中间图像成像为第二中间图像；以及第三物镜部分，用于将第二中间图像直接成像到像面上 (没有另外的中间图像)。所述第二物镜部分是这样的反射折射物镜部分，其具有带有中心孔的第一凹面镜和带有中心孔的第二凹面镜，这些凹面镜具有相互面对的镜面，并且在所述镜面之间定义镜间间隔或者反射折射腔。在相邻于物面的凹面镜的中心孔内形成第一中间图像，而在相邻于物面的凹面镜的中心孔内形成第二中间图像。所述物镜具有轴对称性并且在轴向和横向上提供良好的彩色校正。然而，由于凹面镜的反射表面在

所述孔处被中断,因此所述系统的光瞳变得昏暗。

[0010] 专利 EP1069448B1 公开了另一种反射折射投影物镜,具有两个相互面对的凹面镜。所述凹面镜是部分第一反射折射物镜部分,用于将物体成像为相邻于凹面镜放置的中间图像。这仅仅是通过第二纯粹折射物镜部分成像到像面的中间图像。所述物体以及反射折射成像系统的图像定外在由相互面对的凹面镜所定义的镜间间隔的外部。在日本专利申请 JP2002208551A 以及美国专利申请 US2002/00241A1 中公开了类似的系统,所述系统具有两个凹面镜,公共直线光轴以及通过一个反射折射成像系统形成并且定位在其中一个凹面镜旁边的一个中间图像。

[0011] 欧洲专利申请 EP1336887(对应于 US2004/0130806A1) 公开了具有一个公共直线光轴的反射折射投影物镜,以及(按照顺序)第一反射折射物镜部分,用于产生第一中间图像;第二反射折射物镜部分,用于从第一中间图像中建立第二中间图像;折射第三物镜部分,用于从第二中间图像中形成图像。每个反射折射系统具有相互面对的两个凹面镜。中间图像位于由凹面镜定义的镜间间隔的外部。凹面镜放置成比投影物镜的中间图像光学上更靠近光瞳面。

[0012] 在 B.W.Smith 提供的:Optical microlithography XVII, Proc. of SPIE5377. 65(2004), 由 T.Matsuyama, T.Ishiyama and Y.Ohmura 的文章“Nikon Projection Lens Update”中,示出了反射折射投影物镜的设计实例,所述投影物镜是常规的屈光 DUV 系统和插入在 DUV 系统的透镜组之间的 6 个反射镜 EUV 反射系统。第一中间图像在凸面镜上游的反射(纯反射的)组的第三反射镜之后形成。第二中间图像通过纯反射(反射的)的第二物镜部分形成。在用于 Petzval 和校正的第三物镜部分内,在最小光束直径的腰(waist)处第三物镜部分是具有负折射光学能力的纯折射。

[0013] 日本专利申请 JP 2003114387A 和国际专利申请 WO 01/55767A 公开了反射折射投影物镜,具有一个公共直线光轴,用于形成中间图像的第一反射折射物镜部分,和用于将中间图像成像到该系统的像面上的第二反射折射物镜部分。

[0014] 由本申请人在 2003 年 10 月 17 日提交的序列号 60/511673 的美国临时申请公开了具有非常大 NA 并且在 $NA > 1$ 处适用于浸液光刻(Immersion Lithography)的反射折射投影物镜。在优选的实施例中,建立了正好三个中间图像。截面形状的实施例具有第一折射物镜部分,用于从物体中创建第一中间图像;第二反射折射物镜部分,用于从第一物体中创建第二中间图像;第三反射折射物镜部分,用于从第二中间图像中创建第三中间图像;第四折射物镜部分,用于将第三中间图像成像到像面。每个反射折射物镜部分具有一个凹面镜以及相关联的平面折叠镜。通过凹面镜镜面使得凹面镜相互面对。折叠镜布置在由凹面镜定义的中间或者镜间间隔中。凹面镜可以是同轴的,并且反射折射部分的光轴可以垂直于折射成像系统中定义的光轴或者与折射成像系统中定义的光轴成一个角度。

[0015] 上述所提到文件的全部内容包含在此作为参考。

[0016] 在 SPIE, Vol. 237(1980)p. 292-298 中 D.DeJager 的文章“Camera view finder using tilted concave mirror erecting elements”公开了照相机取景器,包括作为 1:1 望远镜安装中继系统的元件的两个凹面镜。所述系统设计成将无穷远处的物体成像为实像,所述实像是直立并且可以通过目镜观察到。反射中继系统上游和下游的折射系统部分的分离的光轴相互平行偏移。为了建立使得凹面镜相互面对的系统,凹面镜必须倾斜。

作者认为这种类型的物理上可实现的系统具有差的图像质量。

[0017] 国际专利申请 WO 92/05462 和 WO 94/06047 以及 OSA/SPIE Proceedings (1994) 第 389ff 页公开的文章“*Innovative Wide-Field Binocular Design*”公开了反射折射光学系统,特别用于双筒望远镜和设计作为具有单个未折叠光轴的直列式系统的其它观察仪器。一些实施例具有第一凹面镜,所述凹面镜具有布置在光轴一侧上的物侧镜面;以及第二凹面镜,所述凹面镜具有朝着第一凹面镜并且布置在光轴相对侧上的镜面,使得这些凹面镜的表面曲率定义镜间间隔。前折射组形成靠近第一凹面镜的第一中间图像,并且第二中间图像形成在由两个面对凹面镜所形成的间隔的外部。在水平方向比垂直方向大的窄场布置成相对于光轴偏移。物侧折射组具有校准后的输入,像侧折射组具有校准后的输出,并且形成远离焦阑的入射光瞳和出射光瞳。所述光瞳形状是半圆形的,不像光刻投影透镜中的光瞳面,所述光刻投影透镜中的光瞳面是圆形的并且中心位于光轴上。

[0018] PCT 申请 WO 01/04682A1 公开了用于晶片检查的 UV 成像系统,所述系统具有设计作为 Mangin 镜的一个凹面镜。

发明内容

[0019] 本发明的一个目的在于提供一种适用于用在真空紫外线 (VUV) 范围的反射折射投影物镜,所述投影物镜具有用于非常高像侧数值孔径的可能性,所述非常高像侧数值孔径可以延伸到数值孔径 $NA > 1$ 时允许浸液光刻的数值。本发明的另一个目的在于提供可以使用相对少量的光学材料构建的反射折射投影物镜。

[0020] 作为本发明的这些和其他目的的解决方案,根据一个公式,提供一种反射折射投影物镜,用于将提供在投影物镜的物面中的图形成像在投影物镜的像面上,包括:

[0021] 第一物镜部分,用于将提供在物面中的图形成像为第一中间图像;

[0022] 第二物镜部分,用于将第一中间图像成像为第二中间图像;

[0023] 第三物镜部分,用于将第二中间图像成像到像面上;

[0024] 其中具有第一连续镜面的第一凹面镜和具有第二连续镜面的至少一个第二凹面镜布置在第二中间图像的上游;光瞳面形成在物面和第一中间图像之间,形成在第一和第二中间图像之间,并且形成在第二中间图像和像面之间;所有凹面镜布置成光学远离光瞳面。

[0025] 在根据本发明的这个方面进行设计时,中心位于光轴附近的圆形光瞳可以提供在中心光学系统中。提供了对于形成第二中间图像有贡献的系统部分中的两个或者多个凹面镜,其中凹面镜的所使用区域严重偏离了轴对称的情况。在优选的实施例中,恰好提供了两个凹面镜,并且足以获得优良的成像质量和非常高的数值孔径。可以提供具有一个公共未折叠光轴(直线的)系统,这样简化制造、调节、并且集成为光刻曝光系统。不需要非平面折叠镜。然而,可以使用一个或者多个平面折叠镜来获得更紧凑的设计。

[0026] 所有的凹面镜都布置成“光学远离”光瞳面,这样就意味着它们布置在光瞳面的光学附近的外部。它们可以光学布置成比光瞳面更靠近场表面。光学远离光瞳面(即,光瞳面的光学附近的外部)的优选位置其特征在于射线高度比 $H = h_c/h_M > 1$,其中 h_c 是主光线的高度, h_M 是成像过程的边缘光线的高度。边缘光线高度 h_M 是从内部场点(靠近于光轴)到孔径光阑边缘的边缘光线的高度,而主光线高度 h_c 是从相对于光轴平行或者成一个小角

度的最外边的场点（距离光轴最远）发出并且在可以定位孔径光阑的光瞳面位置处与光轴相交的主光线的高度。换句话说，所有的凹面镜放置在主光线高度超出边缘光线高度的位置。

[0027] “光学远离”光瞳面的位置是这样的位置，在该位置光束的截面形状严重偏离了在光瞳面中或者在其中间附近发现的圆形形状。这里使用的术语“光束”描述了从物面到像面的所有光线束。光学远离光瞳面的镜位置可以定义成这样的位置，其中在与光束传播方向正交的相互垂直方向中光束的束直径相互偏离 50% 以上或者 100%。换句话说，凹面镜上的照射区域可以具有这样的形状，该形状具有严重偏离圆形的形式，并且在用于晶片扫描器的光刻投影物镜中类似于对应于优选场形状的高宽高比矩形。因此，可以使用具有紧凑矩形的小的凹面镜或者一个方向比另一个方向短许多的近矩形形状。在镜边缘没有渐晕的情况下，因此通过所述系统可以引导高孔径的光束。

[0028] 当在该说明书中使用术语“上游”或者“下游”时，这些术语指的是沿着光束的光学路径从投影物镜的物面到像面的相对位置。因此，第二中间图像上游的位置是光学位于物面和第二中间图像之间的位置。

[0029] 根据本发明的另一方面，提供一种反射折射投影物镜，用于将提供在投影物镜的物面中的图形成像到投影物镜的像面上，包括：

[0030] 第一物镜部分，用于将提供在物面中的图形成像为第一中间图像；

[0031] 第二物镜部分，用于将第一中间图像成像为第二中间图像；

[0032] 第三物镜部分，用于将第二中间图像成像到像面上；

[0033] 其中第二物镜部分包括具有第一连续镜面的第一凹面镜和具有第二连续镜面的第二凹面镜，所述凹面镜的凹面镜镜面相互面对并且定义镜间间隔；

[0034] 其中至少第一中间图像在几何上位于第一凹面镜和第二凹面镜之间的镜间间隔内。

[0035] 在该说明书中，术语“中间图像”通常指的是通过完整的光学系统形成的“旁轴中间图像”并且位于与物面光学共轭的平面内。因此，当提到中间图像的位置时，指的是与物面光学共轭的该平面的轴向位置。

[0036] 基于下面的总体考虑，可以更清楚地理解本发明的上述方面。

[0037] 如 Jan Hoogland 在一些公开中所知出的，你所需要的任何光学设计其最困难的要求是，所述光学设计具有低反差图像 (flat image)，特别是如果所述光学设计是全折射设计的话。假设低反差图像需要相反的透镜光学能力，这样导致较强的透镜、较大的系统长度、较大的系统玻璃物质以及从较强的透镜弯曲导致的较大高阶图像像差。

[0038] 与此相对照的是，允许系统具有弯曲的图像自动导致低的透镜光学能力、较弱的弯曲、具有更少玻璃物质的更紧凑设计、以及具有较小高阶图像像差。

[0039] Shafer 示出了具有仅仅使用正透镜（不是非球面）的弯曲图像并且具有非常好性能的透镜设计。位于前面的 4 或者 5 个弱正透镜的组可以提供球面像差和慧形像差的校正，厚的正浸液透镜可以提供像散校正。图像被高度弯曲。

[0040] 然而，对于光刻来讲低反差图像是重要的。因此，问题就变成如何以良好性能的最小波动（当允许弯曲图像时所导致的）来提供低反差图像。

[0041] 某些传统的透镜类型，诸如 Cooke Triplet 和 Double-Gauss 设计通过在设计中间

放置强负光学能力实现了低反差图像。但是这样完全破坏了刚才所列出的具有弯曲图像的优点,并且透镜光学能力变强,所述弯曲导致差的高阶像差。

[0042] 通过传统的场平坦 Petzval 透镜设计提供了更好的解决方案,其中仅在图像的前方放置强的负透镜,越靠近图像效果越好。就在所述设计的结束处,该负透镜提供了所述设计的所有图像平坦工具,所述设计的剩余部分具有弱的弯曲、低的透镜光学能力、小的玻璃体积等。另外,像差校正性能非常高。这就是为什么该设计形式用于 20 世纪 60 年代的极高分辨率空中侦察的原因。

[0043] 然而,所述大的设计不能够用于光刻中,这是由于将强负透镜刚好放置在图像的前面导致远离于焦阑的出射光瞳位置。在光刻中总是需要焦阑出射光瞳。

[0044] 使得场平坦的 Petzval 透镜具有焦阑出射光瞳的唯一可能方式是,在设计的前端移动孔径光阑非常的远,为了良好的高阶像差校正,使得孔径光阑远离将需要它的地方。与此对照的是,一些其它的设计类型,例如 Double-Gauss 可以被修改,使得在孔径光阑位置没有太大变化的情况下,相对于所述孔径光阑的优选位置来讲具有焦阑出射光瞳。由于在光刻中需要该焦阑出射光瞳,因此人们被迫放弃最佳的设计形式而采取不太满意的设计形式。

[0045] 本发明考虑到了上述方面并且提供了良好的折衷解决方案。

[0046] 如果人们可以找到一些方式来使得图像平坦,具有焦阑出射光瞳,并且为了好的像差校正仍然使得孔径光阑保持靠近最需要它的地方,这样人们就可以保持弯曲图像设计的所有众多的优点。

[0047] 如果正光学能力透镜可以给定相对于其实际具有的 Petzval 曲率相反的 Petzval 曲率,则是优选的。这种“魔术透镜”如果存在的话,可以放置在紧靠近弯曲图像设计的弯曲图像。然后,使得图像平坦,并且甚至有助于给出焦阑出射光瞳,同时使得设计的孔径光阑留在需要的地方。

[0048] 对于上述问题来讲凹面镜是理想的。凹面镜具有正光学能力,如同正透镜一样,但是具有相反的 Petzval 曲率符号。因此,正好放置在图像前面的凹面镜可以使得弯曲图像透镜设计的图像平坦,具有正光学能力以有助于提供焦阑光瞳,并且没有颜色问题。

[0049] 遗憾的是,所述凹面镜使得最终的图像完全不能见到,这是由于所述凹面镜使得光沿着传播来的方向反射回去。一个解决方案可能是使用远离轴的透镜系统,然后有可能正好靠近图像具有一个或者两个反射,并且使得最终的图像“离开”凹面镜且位于入射光线的外部。但是稍后的研究将会显示这一点对于设计的高 NA 端是不实际的,或者将导致正使用的主透镜系统(即,像侧聚焦透镜系统)离轴更远,使得具有非常差的性能。

[0050] 这样的情况在例如大约 4 倍放大率的光刻设计的其它端非常好。在低的 NA 图像“离开”透镜对之前,主折射系统不一定是离轴使用。通过使用两个凹面镜而不是一个凹面镜,光可以保持沿着相同的方向传播并且图像是可以见到的。当以最小量的离轴使用主透镜系统时,产生最好的性能结果。但是通过使得光线穿过凹面镜对,使用远离轴的主透镜系统,有助于不产生渐晕。这些是不可兼容的目标。

[0051] 为了最小化渐晕问题,并且使得渐晕对于系统上全部数值孔径不敏感,有利的是使得具有低 NA 的中间图像靠近在反射之前和之后两个光线束在几何上分开但是相互接近的所有位置。通过场大小主要确定了空隙,并且比例随着数值孔径变化很小。这一点对于

实现高 NA 反射折射设计来讲是重要的。

[0052] 最好的解决方案是使得两个凹面镜不要位于主透镜系统和它的低 NA 物体端之间。这样为了不在凹面镜处产生渐晕避免了大量主透镜的离轴使用。所述凹面镜应当物理地（不一定是光学上）位于低 NA 物体的任意侧上。然后主透镜系统可以以更靠近光轴的方式使用。一个不太优选的解决方案是使得两个凹面镜位于主系统和它的低 NA 端物体的外部。在最后提到的两种类型的任意情况中，存在重新成像低 NA 物体的需要，这是由于所述低 NA 物体不再是整个系统的端部。

[0053] 当将所述物体重新成像到第一实中间图像时，可以设计该第一中继系统的系统放大率，使得所述系统是放大系统。这样进一步降低了中间图像处的 NA，从而缓解了渐晕问题。渐晕越来越小地受到系统 NA 的影响。

[0054] 在优选的设计中，在主透镜系统的低 NA 物面的任意侧上存在两个凹面镜（物理地，不一定是光学上），在没有凹面镜渐晕的情况下所述系统尽可能地靠近轴使用。然后使用另一折射系统或者反射折射系统，例如在大约 1 倍或者 1.5 倍放大率的情况下工作，从而将该隐藏的物体中继到另一实像位置。

[0055] 另一解决方案是，两个凹面镜物理上和光学上位于低 NA 物体的外部，这样给出了仅仅两个相同的凹面镜进行重新成像的可能性。但是在没有渐晕问题的情况下（需要使用远离轴的主系统）需要使用相当大的工作距离以及后凹面镜衬底，使得该解决方案不太实际。因此，该另一解决方案也受益于使用单独的 1 倍或者 1.5 倍放大折射或者反射折射中继系统。

[0056] 在所有的这些情况中，使用一对凹面镜来使得一个或者两个折射系统的图像平坦。没有使用凸面镜。然后所述折射系统可以具有所描述的弯曲图像设计的优点。

[0057] 根据本发明的具有仅仅两个反射表面的优选实施例的设计，相对于现有技术来讲，两个凹面镜具有多个优点。

[0058] 与具有中心光瞳昏暗的现有技术系统相比，根据本发明一些实施例的设计具有小的镜尺寸、根本没有昏暗、没有双通或者三通透镜以及由于强的镜光学能力使得具有非常有效的场平坦性能。在其它的实施例中，可以存在双通或者三通透镜。

[0059] 根据本发明的一些实施例，优选的具有两个折射中继组，从靠近晶片的折射组（即从第三物镜部分）可以具有大约 3 倍或者 4 倍的缩小率，因此仅仅在一端具有高的 NA，并且其它的折射组（第一物镜部分）在两端具有低的 NA。最终，需要较小的透镜光学能力，并且为了得到期望的像差校正需要相对少的元件。

[0060] 已经发现有些现有技术的系统是有限的 NA 系统。相对照的是，根据本发明的优选设计不具有这样的问题，并且对于浸液系统来讲可以处理接近 $NA = 1$ 或者更高的非常高的 NA 值。优选的是，两个中间图像都具有低的 NA 值，并且在凹面镜的边缘处所述凹面镜与彼此的间隔之间不存在干涉问题。

[0061] 应当注意的是，对于轴向颜色来讲，根据本发明很难校正某些有用的设计。然而，在优选实施例中的透镜足够小，它们的光学能力足够弱，使得新设计的轴向颜色处于可接受的数值。

[0062] 其它现有技术的用于光刻的高 NA 反射折射系统，或者在设计中需要至少一个凸面镜，或者具有多个反射镜并且倾向于给出非常长的轨道长度设计。使用凸面镜，结合凹

面镜和一些透镜可以成为反射折射设计的基础,并且有可能具有清楚的设计(为了避免渐晕,不一定太远的离轴使用)。这是某些现有技术专利设计的特征,这些现有技术专利设计是没有平面折叠镜的同轴系统。反射折射部分是在系统的刻度片端。使用这样的设计存在至少两个问题。一个问题是,在刻度片之后第一中间图像应当从凹面镜中清除,并且离开凹面镜的光线相对于光轴来讲倾向于具有相对陡峭的角度,以便在没有渐晕的情况下使得凹面镜的边缘清楚。然后需要一些场透镜或者场镜来捕捉这些光线并且使得它们弯曲而朝着光轴和主聚焦透镜组。这些场透镜或者场镜在光学能力方面需要相当的大和强,以捕捉光线并且朝着主聚焦透镜组来重新成像光瞳。如果是场透镜的话,则它们在直径上较大,具有强的正光学能力,并且导致设计中额外的玻璃体积。另外,所述场透镜具有大量的正光学能力并且使得在校正系统的 Petzval 曲率中进一步变得困难。相反,如果使用场镜,则在直径上相当的大,并且为了避免光线的渐晕很难配置所述场镜。然而,所述场镜有助于 Petzval 校正,这是由于所述场镜相对于场透镜来讲具有相反的符号。使用这些类型系统的第二个问题在于,系统中的凸面镜对于帮助图像平坦来讲具有错误的 Petzval 曲率符号。为了找到一种使用多个镜来通过主要凹面镜向系统提供足够好的 Petzval 校正使得这些负担不是完全落在主聚焦透镜组上的方式,容易导致 4 个或者 6 个镜系统。

[0063] 相对照的是,本发明的优选实施例并不具有任何凸面镜并且具有一些特性,所述特性使得优选实施例在没有昏暗或者渐晕的情况下以非常接近光轴的方式工作。这就意味着中间图像尺寸并不是如此的大,并且设计中的场透镜不需要太大。由于不存在凸面镜,仅仅使用两个凹面镜,所以相对于现有技术的多镜系统来讲新设计非常简单。这两个凹面镜对于系统中的透镜来讲可以提供正确数量的 Petzval 校正,所述 Petzval 校正可能几乎都是正的,并且最终的设计具有相对短的轨道长度、小尺寸元件、小玻璃体积、非常好的像差校正以及以非常高浸液 NA 数值工作的能力。

[0064] 对于根据本发明的新设计来讲,存在其它特别有用的特征。随着设计的 NA 数值增大,对于镜的尺寸或者所述设计如何靠近光轴工作来讲没有什么差别。对于源自于现有技术的所有其它同轴设计来讲,随着 NA 的增大,需要保持在离轴越来越远的工作,以便避免渐晕和昏暗。这导致反射折射部分中较大元件尺寸、性能降低、差的高阶像差。由于新设计不具有这样的问题,因此新设计非常特殊。

[0065] 对于具有一个公共直线光轴的实施例的替换是通过反射折射设计来提供的,所述反射折射设计具有至少一个平面折叠镜。然后,部分光轴被折叠,例如相对于光轴折叠 90 度,然后再次向后折叠,使得刻度片和晶片平行。在一些实施例中,输入和输出轴(即光轴的物测和像侧部分)可能是同轴的,或者在一些其它实施例中具有横向的偏移。

[0066] 在该系统中这样的设计可以具有仅仅一个具有光学能力的镜,即凹面镜和两个平面折叠镜。在本申请人于 2003 年 10 月 17 日在美国的临时申请中公开了一些设计,序列号为 60/511673,所述设计具有两个凹面镜和两个平面折叠镜。这些折叠的设计可以具有根据本发明的新设计(正在这里所讨论的)的许多好特性。然而,使用这些折叠镜可能出现偏振问题,在不使用折叠镜的情况下,将使得该优选的实施例更加具有吸引力。

[0067] 在一些实施例中,存在布置在镜间间隔内的具有自由入射表面和自由出射表面的至少一个透镜,其中所述透镜在中间图像和凹面镜之间或者相反方向的光路中被透射至少两次。这样的镜相关透镜可以具有负折射光学能力,并且可以设计成其曲率指向类似于凹

面镜（将被指定的）的曲率指向的凹凸透镜。彩色校正可以受到正面的影响。透镜可以设计为专门布置在光轴侧上（相关凹面镜所处的位置）的截短透镜（truncated lens）。如果镜相关透镜横越光轴延伸，所述透镜可能被辐射透射三次，这样在没有相当大地增加透镜物质的情况下增加了光学效果。一个或者这两个凹面镜都可以具有镜相关透镜。

[0068] 在一些实施例中，第一凹面镜和第二凹面镜设计成具有基本相同或者正好相同的曲率。这样允许从相同的母板材料中同时制作这些凹面镜，首先，制作用于第一和第二凹面镜的镜母板，其次，将所述镜母板划分成用作第一和第二凹面镜的两个截短镜。这样可以简化制作并且更加节省成本。同样，用作两个类似截短镜相关透镜的透镜材料可以从一个透镜母板中制作，所述透镜母板先被成形，然后划分成为两个截短透镜。可以以合理制作费用的方式来提供具有反射折射子组的系统，所述子组设计相同或者几乎相同，并且可以相互对称的布置。

[0069] 在一些实施例中，凹面镜的至少一个镜面是非球面的。在一些实施例中，两个凹面镜的镜面是非球面的。非球面的凹面镜有助于光学校正并且允许减少透镜物质。

[0070] 在一些实施例中已经发现，在中间图像和相关凹面镜之间布置至少一个透镜是有用的，其中所述透镜的至少一个表面是非球面的。所述非球面的表面可以是朝着中间图像的表面。采用这样的方式，可以有效地校正场像差。

[0071] 在一些实施例中，两个凹面镜都具有球面镜面，这样有助于制作和提高光学性能。已经发现，如果满足下面的关系将是有益的： $1 < D / (|c_1| + |c_2|) \cdot 10^{-4} < 6$ 。其中D是第三物镜部分的透镜元件的最大直径，单位mm，并且 c_1 和 c_2 是凹面镜的曲率，单位是 mm^{-1} 。如果满足该条件的话，则由于投影物镜中的凹面镜因此在第三成像系统的正光学能力和Petzval校正之间存在最佳平衡。该条件适用于球面和非球面凹面镜。

[0072] 如果适用的话，作为基本的形状，为了制作具有定义的光学性质的高质量镜，理想的是，凹面镜的非球面特征强烈影响凹面镜的光学性质、制作方法。已经发现，如果满足关系 $p_{\max} < 0.22R$ ，其中 $p_{\max} = R - (R^2 - D^2/4)^{0.5}$ ，则可以以特别高的光学质量来制作相对“平坦”的凹面镜，即在凹面侧上制作具有相对潜深度的凹面镜。在这个关系式中，R是非球面表面的曲率半径，D是非球面镜的直径。优选的是，满足条件 $D \leq 1.3R$ ，或者更优选的是，满足条件 $D \leq 1.2R$ 。参数p表示的是位于光学表面上的点的“矢”或者“上升高度”。在文献中该参数有时候表示为SAG（对于矢来讲）。矢p是高度h的函数，即相应点的距离光轴的径向距离。

[0073] 通常，从制作的观点来讲优选的是，使得凹面镜的曲率在镜面的顶点处（顶点曲率）尽可能的相似。如果第一和第二凹面镜的顶点曲率半径表示为R1和R2，则优选的是满足下面的条件： $0.8 < |R1/R2| < 1.2$ 。

[0074] 一些实施例这样的设计，使得第一中间图像几何上位于镜间间隔的内部，而第二中间图像布置在镜间间隔的外部。第一和第二物镜部分可以是反射折射物镜部分，其中第一凹面镜是建立第一中间图像的第一物镜部分的一部分，而第二凹面镜对于通过第二物镜部分从第一中间图像中形成第二中间图像是有贡献的。

[0075] 由相互面对的第一和第二凹面镜定义的凹面镜组可以具有凹面镜组入口和凹面镜组出口，每个入口和出口定位成靠近最接近的凹面镜，所述最接近的凹面镜靠近朝着光轴的凹面镜边缘。投影物镜的光瞳面可以布置在凹面镜组入口和凹面镜组出口附近，使得

所述凹面镜组在凹面镜组入口和凹面镜组出口之间执行光瞳成像。然后第一和第二凹面镜可以布置在光轴的一侧上。在其它的实施例中,其中场面位于凹面镜组入口和凹面镜组出口附近,所述第一和第二凹面镜可以定位在光轴的相对侧上。

[0076] 根据本发明的另一方面,提供具有第一和至少一个第二凹面镜的投影物镜,其中第一凹面镜具有第一非球面镜面,第二凹面镜具有第二非球面镜面,并且其中第一和第二镜面具有基本相同的非球面形状。所述非球面形状可以是一致的,即可以通过相同的非球面常数和基本球面半径来描述。在所有的凹面镜布置成光学远离光瞳面的实施例中可以利用本发明的这个方面,特别是在正好使用两个凹面镜的情况下。然而在一个或者多个凹面镜定位在光瞳面或者光学上靠近光瞳面的情况下,在投影物镜中仍可以使用这样的优点。如果第一和第二镜面具有基本相同或者一致的非球面形状,由于使用基本相同的研磨和抛光步骤或者从球面基本形状中除去材料的其它步骤可以制作非球面形状,从而可以简化制作。另外,可以以节省成本的方式来组织在非球面表面制作期间所使用的测试过程,这是由于可以使用用于表征非球面形状的共同测试装置来测试一个以上的凹面镜镜面。从这个意义上讲,术语“基本相同的非球面形状”应当理解成是包括非球面表面形状,所述非球面表面形状可以通过相同的光学测试装置来测试。如果适用的话,从这种意义上讲表面形状可能是类似的,以至于可以使用相同的光学测试装置,但是具有不同的工作距离。

[0077] 在一个实施例中,第二物镜部分具有两个凹面镜,每个凹面镜具有非球面表面,其中第一和第二镜面具有基本相同的非球面形状。在一个实施例中,这种类型的第二物镜部分是反射物镜部分,即是由具有非球面镜面(具有基本相同的非球面形状)的仅仅两个凹面镜构成。这种类型的反射折射第二物镜部分也是可能的。

[0078] 根据另一方面,本发明提供了具有至少一个凹面镜的反射折射投影物镜,其中凹面镜的镜面具有抛物线形状。在一个实施例中,提供了两个凹面镜,其中至少一个凹面镜具有抛物线形状。特别对于测试凹面镜的非球面表面形状来讲,使用抛物面镜(即,镜的子午线是抛物线的凹面镜)已经证明是具有优越性的。抛物面镜将平行入射光会聚在一个单个焦点上,从而作用在抛物面镜镜面上的平行光线在没有球面像差的情况下被会聚在一个焦点。使用相对简单的光学测试装置可以容易光学测试这种类型的抛物面镜,所述简单的光学测试装置设计成用于建立具有平面波前的测试光束。可以使用具有简单结构的光学测试装置,从而使得非球面镜的测试比较便宜。

[0079] 在光学性质对于获得需要的投影物镜功能的情况下,与制作光学系统相关的成本所涉及的其它因素和/或影响光学系统形状和整个尺寸的因素可能都是关键的因素。另外,透镜支架和包括的透镜操作装置也必须考虑。从这个方面来讲,一种类型的实施例是特别有利的,原因在于,提供了具有少量透镜元件的投影物镜,特别是在第一物镜部分中。在一个实施例中,第一物镜部分仅仅具有正透镜。在这里使用的术语“透镜”指的是具有相当大折射光学能力的指定的光学元件。从这个方面来讲,具有基本平行板表面的板不是透镜,因此除了正透镜之外还可以插入基本平行板表面的板。仅仅使用正透镜能够提供具有相对小的最大透镜直径的轴向紧凑第一物镜部分。在一个实施例中,第一物镜部分仅仅具有包括相当大折射光学能力的6个透镜。在第一物镜部分中可以提供一个或者多个非球面表面。通过使用适当的非球面透镜表面的非球面形状,可以得到紧凑的设计。作为一种趋势,使用的非球面表面越多,可以设计更紧凑的第一物镜部分。在优选的实施例中,透镜元件数

量和非球面表面数量之间的比例小于 1.6。在一个实施例中,紧接着物面之后的第一物镜部分的第一透镜元件具有朝着物面的非球面表面,其中该非球面表面是基本平坦的,在非球面表面的每个点处具有曲率的局部半径 R ,其中 $R > 300\text{mm}$ 。采用这样的方式可以得到物侧焦阑和场像差诸如失真的有效校正。

[0080] 如果所有的负透镜(即,具有相当大的负折射光学能力的透镜)布置成光学远离光瞳面,则还可以简化屈光系统的紧凑形状。换句话说,如果相对于紧凑形状来讲将设计进行优化,则应当可以避免使用光学靠近光瞳面的负透镜。

[0081] 提供在光学元件诸如透镜上的非球面表面,镜和/或基本平坦的板面、棱镜等可以用于提高光学系统的校正状态和整个尺寸以及材料消耗。从理论考虑和/或数值计算上可以得出非球面表面的最佳表面形状。然而,是否能够制作光学系统取决于所讨论的是否能够以所必须的光学质量按照期望的形状来实际制作非球面表面的其它因素。本发明的可行性研究已经示出控制光学系统中非球面表面使用的一些基本规则,特别是适用于微光刻的高分辨率投影物镜。

[0082] 根据一个实施例,投影物镜具有包括非球面表面的至少一个光学元件,所述非球面表面具有在该非球面表面的光学使用区域中不含有拐点(inflexion point)的表面形状。在旋转对称非球面表面中,“拐点”的特征在于沿着子午线方向的点,其中在非球面表面的局部曲率中出现符号变化。换句话说,在几何上位于非球面表面的局部凸起表面区域和局部凹陷表面区域之间找到了拐点。当提供具有至少一个非球面表面的多个光学元件时,优选的是所有的非球面表面具有不含有拐点的表面形状。作为一种折衷方案,可能有用的是设计这样的系统,使得非球面表面的至少 50%、或者 60%、或者 70%、或者 80%、或者 90% 不含有拐点。非球面表面上避免含有拐点已经证明相对于含有拐点的非球面表面来讲将提高精加工非球面表面的光学质量。预期的是,如果避免了拐点的话,可以使得表面准备工具的材料除去效应更加均匀。另一方面,抛光工具作用在包括拐点的表面区域上,位于拐点任意侧上的所述工具的材料除去作用可能差别很大,这样导致精加工表面的光学质量中的不规则。

[0083] 根据本发明的另一方面,投影物镜包括具有至少一个非球面表面的多个光学元件,其中在光轴外部所有的非球面表面具有不含有极值点的表面形状,其中通过下面的等式定义了极值点:

$$[0084] \quad \frac{dp}{dh} = 0, \frac{d^2p}{dh^2} \neq 0$$

[0085] 在这个等式中,参数“ p ”表示的是平行于光学元件的光轴测量的在高度 h 处距离表面顶点(定位在光轴上)的点的距离,如结合上面给出的非球面表面的数学表达等式所解释的。参数 $p(h)$ 表示为光学表面上点的“矢”或者“上升高度”。基于这些考虑,“极值点”是函数 $p(h)$ 的最大值或者最小值。本发明人的研究已经表明光轴外部的极值点(此处 $h = 0$) 在非球面表面的制作期间可能是关键的,这是由于在极值点的区域中,用于精加工工具的材料除去作用对于施加在极值点周围区域上的效果差别很大,从而可能导致不均匀的光学表面质量。

[0086] 在包括光学使用区域的区域(通过光学使用半径 h_{opt} 来定义)中应当遵守这样的条件,但是超过该区域一直到最大高度 $h_{\text{max}} > h_{\text{opt}}$ 的区域也满足这样的条件,其中 $h_{\text{max}} =$

$h_{\text{opt}}+0R$, $0R$ 是靠近光学使用区域的“超出区域”的径向宽度,其中当光学使用区域的外围被抛光时,旋转工具将与光学表面接触。通常所述超出区域的宽度取决于工具尺寸,并且可能是在 5mm 到 15mm 的数量级。

[0087] 在从制作观点来讲,非球面表面上的极值点是关键的情况下,从光学上讲,为了提供径向(子午线)中非球面表面的折射光学能力的所需要变化,极值点可能是人们所期望的。作为一种折衷方案,已经发现有利的是,具有至少一个极值点的非球面表面在整个可用直径上应当是基本平坦的。换句话说,具有至少一个极值点的非球面表面的基本形状应当是平面或者对于平面来讲应当仅仅具有小的偏差。从这些方面来讲,投影物镜优选的是具有包括至少一个极值点的至少一个非球面表面,其中对于这些非球面表面来讲满足下面的条件:

$$[0088] \quad |p(h)| < p_{\text{max}},$$

[0089] 其中 $p_{\text{max}} = 0.5$ 。更加优选的是 $p_{\text{max}} = 0.25$ 。

[0090] 从对本发明的特定实施例所进行的可行性研究已经得出用于上面给出的非球面表面的优选条件。然而,在具有非球面表面的光学元件的其它类型光学系统上仍然可以使用这些条件。因此,本发明的这些方面是有用的,而不管本发明优选实施例的其它特征如何。

[0091] 根据本发明的另一方面,第一物镜部分包括具有弯曲镜面的凹面镜和至少一个附加镜,其中凹面镜和附加镜的弯曲镜面相互面对。在该实施例中,具有弯曲镜面的这两个镜对于第一中间图像的形成有贡献。优选的是,这种类型的第一物镜部分是反射折射的,即除了该凹面镜和附加镜之外还提供至少一个透镜。所述凹面镜和附加镜优选共享公共直线光轴,所述公共直线光轴是与第二和第三物镜部分的光轴重合,使得所有的物镜部分共享一个公共直线光轴。优选的是,这种类型的第一物镜部分设计成放大成像系统。在一些实施例中,所述附加镜是具有补偿至少部分该物镜部分的凹面镜效果的凸面镜镜面的凸面镜。优选的是,这种类型的第一物镜部分与具有第一和第二凹面镜的第二物镜部分结合,所述凸面镜镜面相互面对并且定义镜间间隔。通常,在这些实施例中,在第一中间图像可以定位在该镜间间隔外部的情况下,第二中间图像可以定位在镜间间隔的内部。具有至少三个凹面镜的实施例,优选的是可以设计布置在两个物镜部分(第一物镜部分和第二物镜部分)中的正好三个凹面镜,使得所有的凹面镜布置成光学远离光瞳面。然而,如果需要的话,也有可能的是至少一个凹面镜(特别是定位在第一物镜部分中的凹面镜)被定位成光学上靠近光瞳面。

[0092] 在这种类型的实施例中,由凹面镜提供的校正能力可以有利地分布在被中间图像分开的两个物镜部分之间,从而可以得到校正作用之间的好的平衡和补偿。也有可能设计第一和第二物镜部分,使得由凹面镜提供的特定校正效果在光路中出现两次。然而,校正装置可以布置在所述校正装置具有不同光学效果的光学位置中,这是由于主光线和边缘光线的高度对于不同物镜部分中的不同凹面镜来讲可能是不同的。可以保持光学元件的同轴布置(一个公共直线光轴)所提供的所有优点。

[0093] 不仅在权利要求书中,而且在说明书和附图中都可以看到先前的和它们的性质,其中单独的特征可以单独使用或者结合使用作为本发明和其它领域的实施例,并且可以单独代表有利的和可专利性的实施例。

附图说明

- [0094] 图 1 是根据本发明投影物镜的第一实施例的纵向截面视图；
- [0095] 图 2 是穿过图 1 系统的内部离轴光束的表示；
- [0096] 图 3 是穿过图 1 系统的内部离轴光束的表示；
- [0097] 图 4 是根据本发明投影物镜的第二实施例的纵向截面视图；
- [0098] 图 5 和 6 是在图 4 中所示实施例的凹面镜上的光束覆盖区域视图；
- [0099] 图 7,8,9 示出了具有不同 NA 值和不同孔径光阑位置的图 4 实施例的变型；
- [0100] 图 10,11 示出了根据本发明投影物镜的第三实施例的各个透镜部分和表示；
- [0101] 图 12,13 示出了根据本发明投影物镜的第四实施例的各个透镜部分和表示；
- [0102] 图 14 是为了表示镜几何结构的第三实施例的反射折射物镜部分的透视图；
- [0103] 图 15 是表示在凹面镜之间具有双通透镜和倾斜场的另一实施例的表示（图 15a）；
- [0104] 图 16 是根据图 15 构建的实施例的透镜部分；
- [0105] 图 17 示出了根据图 15 的原理构建的另一实施例的透镜部分；
- [0106] 图 18 是在凹面镜之间具有三通透镜的实施例的表示；
- [0107] 图 19 是根据图 18 所示原理构建的实施例的透镜部分；
- [0108] 图 20 是具有靠近一个凹面镜的镜相关透镜的实施例的透镜部分；
- [0109] 图 21 是根据本发明投影物镜的另一实施例的透镜部分；
- [0110] 图 22 是根据本发明具有类似、潜凹面镜的投影物镜另一实施例的透镜部分；
- [0111] 图 23 是根据本发明具有类似、潜凹面镜的投影物镜另一实施例的透镜部分；
- [0112] 图 24 是定义凹面镜的插入深度的视图；
- [0113] 图 25 示出根据本发明的投影物镜的另一实施例的透镜部分，具有仅仅一个镜间隔内的中间图像以及靠近镜组的入口和出口的光瞳面；
- [0114] 图 26 是在物面和第一中间图像之间，图 25 中所示实施例的截面的放大视图；
- [0115] 图 27 是本发明实施例的透镜部分，其中反射第二透镜部分具有两个凹面镜，所述两个凹面镜具有正好相同的非球面形状；
- [0116] 图 28 是具有反射第二物镜部分的实施例的透镜部分，其中第一凹面镜设计为抛物面镜；
- [0117] 图 29 是用于光学测试抛物面镜的测试装置的视图；
- [0118] 图 30-32 是具有紧凑第一物镜部分的投影物镜的实施例，所述紧凑第一物镜部分仅仅具有正透镜和不同数量的非球面表面；
- [0119] 图 33(a) 和图 33(b) 是具有拐点的传统非球面表面的示意图；
- [0120] 图 34 是其中所有的非球面表面都不具有拐点情况下的实施例的透镜部分；
- [0121] 图 35 是示出具有极值点的非球面表面的示意图；
- [0122] 图 36 是在避免了由于极值点存在所导致问题的情况下，投影物镜实施例的透镜部分；
- [0123] 图 37 是具有少量非球面表面的另一实施例的透镜部分；
- [0124] 图 38 是具有少量非球面表面的另一实施例的透镜部分；

[0125] 图 39 示出具有反射折射第一物镜部分和反射折射第二物镜部分的实施例的透镜部分,所述反射折射第一物镜部分包括两个弯曲镜,所述反射折射第二物镜部分具有两个凹面镜;以及

[0126] 图 40 示出具有第一物镜部分和反射折射第二物镜部分的另一实施例的透镜部分,所述第一物镜部分包括两个弯曲镜,所述反射折射第二物镜部分具有两个凹面镜;

具体实施方式

[0127] 在本发明优选实施例的下面详细描述中,术语“光轴”指的是穿过所涉及光学元件的曲率中心的直线或者直线段序列。通过折叠镜(偏转镜)或者其它的反射表面折叠光轴。在这里所给出实例的情况下,所涉及的物体是承载集成电路图形或者其它图形例如栅格图形的掩模(刻度片)。在所给出的实例中,将物体的图像投影到作为衬底的晶片上,所述衬底被涂覆有光致抗蚀剂层,尽管其它类型的衬底,诸如液晶显示器的部件或者用于光栅的衬底也是可行的。

[0128] 在提供表格来揭示图中所示设计的规格的情况下,这些表格与相应的附图使用相同的编号。

[0129] 图 1 示出了根据本发明设计的用于大约 193nm UV 工作波长的反射折射投影物镜 100 的第一实施例。所述实施例设计成将布置在物面 101 中刻度片上的图形的图像以缩小比例(例如 4:1)投影到像面 102 上,同时正好地建立两个实中间图像 103、104。第一折射物镜部分 110 设计成将物面中的图形以放大的比例成像为第一中间图像 103,第二反射折射物镜部分 120 将第一中间图像 103 以放大率接近 1:1 的比例成像为第二中间图像 104,第三折射物镜部分 130 将第二中间图像 104 以高的缩小比例成像到像面 102 上。第二物镜部分 120 包括具有朝着物侧的凹面镜镜面的第一凹面镜 121,以及具有朝着像侧的凹面镜镜面的第二凹面镜 122。这些镜面是连续的或者没有断开,即所述镜面没有洞或者孔。相互面对的镜面定义了由凹面镜限定的曲面所包围的反射折射腔 125,所述反射折射腔 125 还被表示为镜间间隔 125。中间图像 103、104 都位于反射折射腔 125 的内部,至少旁轴中间图像几乎位于远离镜面的中间部分内。

[0130] 凹面镜的每个镜面定义了“曲面”或者“曲率的表面”,所述“曲面”或者“曲率的表面”是延伸超过物理镜面的边缘并且包含该镜面的数学表面。所述第一和第二凹面镜是具有旋转对称公共轴的旋转对称曲面的部分。

[0131] 为了改进穿过光学系统的光路的清晰度,图 2 和 3 示出了从离轴物场发出的两个不同的光束。图 2 中的光束是从最靠近光轴的物体点发出的,而图 3 中的光束是从最远离光轴的物体点发出的。在该表示中可以清楚看见几乎位于凹面镜之间中间的中间图像的位置。在图 2 中,在镜与镜之间所示出的交叉光束的相交位置靠近旁轴中间图像的位置。与此对照的是,在图 3 中,在镜与镜之间所示出的交叉光束的相交位置或者区域更加偏离旁轴中间图像的位置。

[0132] 系统 100 是旋转对称的,并且具有对于所有的折射和反射光学部件是公共的一个直线光轴 105。并不存在折叠镜。凹面镜具有小的直径,这样允许将它们放置在一起,并且非常靠近位于它们之间的中间图像。凹面镜是作为轴向对称表面的离轴部分而被构建和照射的。穿过朝着光轴的凹面镜边缘传输的光束没有渐晕(与例如图 4 或者图 7-9 相比较来

讲)。

[0133] 在凹面镜处的最大光束高度几乎与第三物镜部分内的最大光束高度相同。优选的是,在凹面镜处的最大光束高度小于第三物镜部分内最大光束高度的 1.5 倍或者小于 1.2 倍。这样就允许这样的结构,在所述结构中投影物镜内的所有光束位于围绕所述第三物镜部分的光轴的圆柱体所限定空间内,所述圆柱体从物面延伸到像面,并且具有所述第三物镜部分内最大光束高度的 1.5 倍优选是 1.2 倍的最大半径。

[0134] 所述系统具有良好的横向彩色校正,而轴向颜色没有完全校正。在该实施例中,凹面镜都设计成为 Mangin 镜。每个 Mangin 镜是由具有凸面镜镜面的负凹凸透镜构成。通过负透镜的过校正球面像差使得镜的欠校正球面像差偏移。凹面镜都具有非常小的折射光学能力。凹面镜还可以被设计成为简单的镜(相对于图 4 来讲)。如果凹面镜是简单的镜(没有凹凸透镜),那么使用的透明光学材料物质较少,但是对于切割这些镜来讲则是必须的。

[0135] 投影物镜设计成为浸液透镜。校正状态在 $26 \cdot 5.0\text{mm}^2$ 场上、在 1.1NA 处是大约 9 毫波 (milliwaves)。场半径是 65mm。不再必须的是,非球面表面相对于最佳拟合球面(变形)其偏差都大于 1.0mm。用于最大元件的 220mm 的最大直径示出了用于低透镜物质消耗的可能性。所述设计具有 1160mm 的轨道长度(位于物面和像面之间的轴向距离)和少的玻璃物质。为了浸液,靠近像面的最后的透镜是由氟化钙制成的。

[0136] 该新设计具有非常高的横向彩色校正,但是对于轴向颜色来讲则没有这种性质。但是小的透镜尺寸相对于相同 NA 的全折射设计来讲给出了较少的轴向颜色。光瞳像差被很好地校正,并且主光线几乎正好焦阑的位于两端。

[0137] 仅仅使用两个反射和小玻璃体积的设计不存在昏暗的问题,因此镜可以具有良好的尺寸——不至于太大,并且所述设计的强光学能力提供了系统的几乎所有 Petzval 校正。在该实施例中,两个中间图像几乎正好位于反射折射腔的中间。

[0138] 一个在这里没有示出的变型是具有第一折射物镜部分和第三折射物镜部分,所述第一折射物镜部分和第三折射物镜部分非常类似于本申请人于 2003 年 10 月 17 日提交的、序列号 60/511673 的美国临时申请中公开的第一折射物镜部分和第三折射物镜部分。其相应的说明包含在此作为参考。

[0139] 甚至通过较少数量的光学材料体积,特别是如果 Mangin 镜将它们的玻璃除去,仍有可能实现该基本设计(与图 4 相比较)。

[0140] 在图 4 中,示出了第二实施例。与图 1 中的结构和/或功能相同或者类似的特征/特征组使用在原附图标记基础上加 100 的类似附图标记表示。

[0141] 投影物镜 200 设计为用于 $\lambda = 193$ 纳米的浸液透镜,所述投影物镜 200 在与高系数浸液流体例如位于物镜出射面和像面之间的纯水结合使用时,具有像侧数值孔径 $NA = 1.20$ 。场尺寸为 $26 \cdot 5.0\text{mm}^2$ 。在表 4 中概括出了用于该设计的规格。最左边的列列出了折射、反射或者其它指定表面的编号,第二列列出了这些表面的半径 r ,单位 mm,第三列列出了这些表面与下个表面之间的距离 d ,单位 mm,所述参数 d 被称为光学元件的“厚度”,第四列列出了用于制作这些光学元件的材料,第五列列出了制作中使用的材料的折射系数。第六列列出了光学部件的光学有效、清晰、半径(单位 mm)。表中的半径 $r = 0$ 表示一个(具有无穷大半径)平坦表面。

[0142] 在特定实施例的情况下,十二个表面,即表 4 中的表面 2,3,8,12,15,16,17,19,22,30,33,35 为非球面表面。图 4A 列出了用于该非球面表面的相关数据,根据这些数据利用下列等式可以计算作为高度 h 函数的表面图形的渐晕或者上升高度 $p(h)$:

$$[0143] \quad p(h) = [((1/r)h^2)/(1+\text{SQRT}(1-(1+K)(1/r)^2h^2))]+C1 \cdot h^4+C2 \cdot h^6+\dots,$$

[0144] 其中半径的倒数值 $(1/r)$ 是在表面顶点处所讨论表面的曲率, h 是其上的点距光轴的距离。因此,渐晕或者上升高度 $p(h)$ 表示沿着 z - 方向(即沿着光轴)测量的距所讨论表面顶点的点的距离。在表 4A 中列出了常数 K 、 $C1$ 、 $C2$ 等。

[0145] 由于物镜具有 17 个透镜,这些透镜的 50% 或者 60% 以上都是非球面透镜。

[0146] 类似于图 1 的实施例,并不存在折叠镜,存在的是一个对于所有光学部件来讲公共的、直线未折叠光轴。与第一实施例相对照的是,相互面对的两个凹面镜 221 和 222 是代替 Mangin 镜的简单镜,这允许减少系统的总物质。为了显示经过反射(纯反射)组 220 的光路,图 5 和 6 示出了位于所述凹面镜上的光束的“覆盖区域”。在图 5 中示出了位于第一凹面镜 221 位置处的覆盖区域。下面的一组椭圆线表示了在第一凹面镜 221 处反射的光束,上面的一组椭圆线表示的是从第二凹面镜 222 向第二折射部分 230 传输的光束。在图 6 中示出了位于第二凹面镜 222 位置处的覆盖区域。下面的部分表示了从第一折射部分 210 向第一凹面镜 221 传播的光束,而上面的椭圆线表示的是在第二凹面镜 222 处反射并朝着像面传输的光束。可以看出所述镜上的使用区域具有简单连续的形状,使得可以容易制作所述镜,例如制作为容易安装的矩形镜。

[0147] 一个特性特征是,位于凹面镜处的整个截面光束形状严重偏离了光瞳位置处出现的圆形形状。在该实施例中,互相垂直方向上的光束直径具有大约 1 : 3 的比例,而在扫描方向 y 中的直径小于交叉扫描方向 x 中直径的 50% 或 30%。光束形状与矩形场形状类似表示凹面镜比光瞳面更靠近于场表面,即凹面镜光学上远离光瞳面放置。因此,小的窄镜可以用作凹面镜。这样即使当数值孔径较高时,仍有助于在一侧引导光通量通过凹面镜,而不出现渐晕。

[0148] 通常,在根据本发明的实施例中,凹面镜的尺寸并不直接与数值孔径耦合,使得在没有过度增加镜尺寸的情况下可以得到非常高的 NA 值,例如 NA 大于 1.3 或者 NA 大于 1.4。

[0149] 在图 7 至图 9 中示出了第二实施例的一些有利变型。使用相似的附图标记表示在结构和 / 或功能上与图 4 的结构和 / 或功能相同或者相似的特征 / 特征组。所有的变型都设计成用于 $\lambda = 193\text{nm}$ 的浸液透镜,当与高系数浸液流体例如物镜的出射面和像面之间的纯水结合使用时,具有像侧数值孔径 $\text{NA} \geq 1$ 。场尺寸是 $26\text{mm} \cdot 5.0\text{mm}$ 。在用于图 7 的表 7 和 7A 中以及用于图 8 和图 9 的表 8 和 8A 中给出了规格。图 8 和图 9 中的设计是相同,区别在于孔径光阑 A 的位置。

[0150] 图 7 ($\text{NA} = 1.1$) 的变型,其特征在于这样的事实,在凹面镜上所使用的区域小于图 4 中实施例的情况。从而,可以进一步降低矩形形状凹面镜的尺寸。

[0151] 图 8 ($\text{NA} = 1.15$) 的变型,其特征在于这样的事实,孔径光阑 A 放置在最大光束直径区域中的第三纯折射部分 230 中。与此对照的是,在图 9 ($\text{NA} = 1.15$) 紧密相关的变型中,孔径光阑 A 放置在第一折射物镜部分 210 中。这就证明了所述设计使得可以放置孔径光阑的位置具有灵活性。

[0152] 上述实施例的特征在于,对于所有光学元件来讲一个公共的直线未折叠光轴。这

种设计的潜在问题可能在于,为凹面镜提供的支架可能导致长的轨道长度,或者可能干涉光路。接下来,作为得到紧凑设计的可替换设计,示出了包括至少一个平面折叠镜的实施例。

[0153] 在图 10 中,示出了第三实施例。与图 1 中的结构和 / 或功能相同或者类似的特征 / 特征组使用在原附图标记基础上加 200 的类似附图标记表示。图 11 示出了在图 10 所描述基础上设计的一个实施例的纵向截面视图。

[0154] 图 10 中反射折射投影物镜 300 的实施例类似于一些上述实施例,原因在于,该反射折射投影物镜 300 包括第一折射物镜部分 310,用于建立第一中间图像 303;第二反射物镜部分 320,用于从第一中间图像建立第二中间图像 304;第三折射物镜 330,用于将第二中间图像重新成像到像面 302 上。第二物镜部分可以包括至少一个透镜,以使其成为反射折射物镜部分。

[0155] 与上述实施例相对照的是,第二物镜部分 320 包括四个反射面,即两个平面折叠镜 306、307 和两个相互面对的凹面镜 321、322。这些凹面镜的凹面镜镜面定义了一个反射腔 325,折叠镜和中间图像位于所述反射腔 325 内。

[0156] 布置紧密靠近第一中间图像 303 的第一折叠镜 306,用于将来自物面的辐射反射至第一凹面镜 321,所述凹面镜 321 将光直接(即在中间图像的情况下)反射至第二凹面镜 322。从第二凹面镜反射来的光撞击第二折叠镜 307,所述第二折叠镜 307 将光反射至物面上,从而在紧密靠近第二折叠镜的位置建立第二中间图像。在该结构中,凹面镜和这些凹面镜的支架位于在物面和像面之间延伸的中心主部分的外部。凹面镜具有公共光轴 305',所述公共光轴 305' 可能与该光轴的物侧和像侧部分 305" 和 305'" 完全垂直或者几乎垂直,所述凹面镜在该实施例中横向偏移。折叠镜相对于光轴的倾斜角可以为 45 度或者相当大地偏离 45 度,例如到达 5 或 10 度。因此,在凹面镜的公共光轴和该光轴的物侧和像侧之间可能出现 70 度至 110 度的倾斜角。

[0157] 在中间图像几何位于凹面镜之间的情况下,需要注意的是,在凹面镜之间光学上没有中间图像。这样的结构使得凹面镜上具有小的点直径,这一点对于降低几何光导值(etendue)是有利的。光瞳面 309 位于距两个凹面镜一定距离、由凹面镜定义的光轴 305' 与主光线 308 交叉的位置。可以将孔径光阑定位在此处。如果至少一个凹面镜具有非球面反射表面,所述非球面反射表面具有沿着径向从光轴至镜的边缘减小的一个曲率。

[0158] 将离轴物场转换成第一中间图像的纯折射第一物镜部分 310 包括具有正光学能力的第一透镜组 LG11 和具有负光学能力的第二透镜组 LG12。可以在这些凹面镜组之间主光线 308 与光轴交叉的地方提供孔径光阑。反射物镜部分 320 将第一中间图像成像为第二中间图像,并且具有位于凹面镜之间的光瞳面。纯折射第三物镜部分 330 包括具有正光学能力的第一透镜组 LG31 和具有正光学能力的第二透镜组 LG32。孔径光阑 A 的位置位于 LG31 和 LG32 之间。

[0159] 图 12 示出了具有两个凹面镜 411 和 412 以及两个中间图像 403、404 的另一透镜物镜 400 的视图表示。与图 10 中的结构和 / 或功能相同或者类似的特征 / 特征组使用在原附图标记基础上加 100 的类似附图标记表示。图 13 示出了根据图 12 描述所设计的实施例的纵向截面图。

[0160] 与图 10、11 所示的实施例相对照的是,凹面镜 421、422 并没有共享公共直线光轴。

相反,凹面镜 421 的光轴对应于物面和像面之间的光轴 405。凹面镜 422 的光轴几乎垂直于光轴 405。用于镜支架的结构空间位于连接物面和像面的光轴的外部,这一点是有利的。注意,光轴的物侧和像侧部分是同轴的。作为位于光轴 405 一侧上的凹面镜,第一和第二折叠镜可以设计为具有朝着凹面镜的镜面并且在光通过时两次使用的一个单平面镜 406。另外,两个单独的凹面镜 421、422 可以结合以形成一个使用了两次的单个凹面镜。

[0161] 图 14 示出了第三实施例的反射物镜部分的透视图以表示镜的几何结构。可以看出折叠镜和凹面镜可以具有几何上简单的形状,这是因为所示出的区域是形状简单并且连续。在该实施例中的凹面镜和折叠镜具有有助于安装的矩形形状。

[0162] 图 15 示出了具有用于改进光学性质特征和简化制作特征的投影物镜 500 的另一实施例的视图。图 16 示出了根据图 15 所示原理设计的投影物镜的透镜部分。该实施例的规格在表 16 和 16A 中示出。与图 1 中的结构和 / 或功能相同或者类似的特征 / 特征组使用在原附图标记基础上加 400 的类似附图标记表示。

[0163] 用作将第一中间图像 503 成像为第二中间图像 504 的第二物镜部分 520 包括第一凹面镜 521 和位于第一凹面镜 521 光学下游的第二凹面镜 522。第一和第二凹面镜的曲面具有与投影物镜的所有光学元件共享的光轴同轴的旋转对称公共轴。用在第一和第二凹面镜上的连续镜面位于光轴 505 的相对侧上。第一镜相关透镜 551 光学布置在紧接地位于第一凹面镜前面的第一中间图像 503 和第一凹面镜 521 之间,使得在第一中间图像和第一凹面镜之间的光路中以及第一凹面镜和第二凹面镜之间的光路中,该第一镜相关透镜 551 被两次透射。为了避免影响第二凹面镜和像面之间的光路,第一镜相关透镜 551 被设计成布置在光轴外部的截断透镜。第二镜相关透镜 552 被设计成紧接地位于第二凹面镜 522 的前面,使得在第一和第二凹面镜之间的光路中和在第二凹面镜与像面 502 之间的光路中两次使用第二镜相关透镜 552。透镜 552 被截断,使得透镜 552 没有延伸进入物面 501 和第一凹面镜 521 之间的光路中。第一和第二镜相关透镜 551、552 是具有自由入射和出射表面的独立透镜。特别是,朝着相应凹面镜的透镜表面具有不同于凹面镜曲率的曲率,这样与具有 Mangin 镜的实施例相比,允许附加的自由度(与图 1 相比较)。镜相关透镜 551、552 被设计成其曲率类似于相关凹面镜曲率的负凹凸透镜,即具有朝着相关凹面镜的凹面镜镜面的凸面。紧接地布置在凹面镜前面的负折射光学能力用于改进颜色长度像差校正(CHL)。第二物镜部分的所有光学有效表面是球面的,这样大大简化制作并且提高光学性质。特别是,当与具有非球面表面(特别是非球面镜镜面)的实施例相比时,可以降低杂散光。

[0164] 在图 15a 中示出了具有高宽高比矩形形状的场,所述高宽高比矩形形状具有沿着交叉扫描方向(x 方向)的宽度 a 和沿着扫描方向(y 方向)的较小宽度 b,并且离轴布置在距光轴距离为 c 的位置处。当与在 193nm 处作为浸液介质的纯水结合使用时,浸液物镜具有像侧数据孔径 $NA = 1.2$ 。系统是焦阑的位于物侧和像侧上,并且基本上没有场区域像差。

[0165] 在图 17 中,示出了根据结合图 15 所解释原理的系统的变型透镜部分。在表 17 和 17A 中给出了具有 $NA = 1.2$ 的 193nm 浸液透镜的规格。与图 1 中的结构和 / 或功能相同或者类似的特征 / 特征组使用在原附图标记基础上加 500 的类似附图标记表示。第二物镜部分 620 具有紧接地位于球面凹面镜前面的非球面负凹凸透镜 651、652,并且在通往各个凹面镜和远离各个凹面镜的光路中被使用两次。为了简单起见,每个包括凹面镜 621、622

以及紧接地位于各个凹面镜前面的相关透镜 651、652 的光学元件组被表示为“反射折射子组”。在图 17 的实施例中,反射折射子组 621、651 和反射折射子组 622、652 被设计成相互对称地布置并且相同。特别是,光学表面的半径、光学表面的轴向距离或者厚度以及对称相关透镜和对称相关凹面镜的光学表面的直径相同。这样使得有可能从相同的母板材料中同时制作相应的透镜 651、652 以及镜 621、622。因此,在图 17 中示例性示出类型的结构允许相当程度上降低材料成本并且制作第二反射折射物镜部分中使用的光学元件。

[0166] 在制作用于投影透镜的反射折射或者反射物镜部分的光学元件的相应方法中,所述投影透镜具有设计成截短镜的第一凹面镜和第二凹面镜,以这样的方式制作第一和第二凹面镜,首先,制作用于第一和第二凹面镜的母板以得到所需要镜面的凹面镜形状,其次,将成形的镜母板划分成用作第一和第二凹面镜的两个截短镜。在表面准备好之后,镜母板可以是划分成两片的单片。还有可能在成形镜面之前,例如通过扭(wringing)或者胶结将两个单独的母板部分结合在一起。这样使得在制作表面之后容易分离。在镜衬底部分分离之前或者分离之后可以执行镜衬底的涂覆。可以相应地制作镜相关透镜。

[0167] 与图 16 中所示的实施例进一步的区别在于这样的事实,靠近各个凹面镜的透镜 651、652 的至少一个表面具有非球面的形状。在该实施例中,透镜 651、652 的每个凹透镜镜面是非球面的。可以设计靠近各个中间图像布置的非球面表面,该非球面表面是该系统的场表面,使得对于场相关像差例如物体成像上的失真或者光瞳成像上的球面像差产生强烈影响。通常,在中间图像和光学靠近中间图像(中间图像的上游或者下游)的相关凹面镜之间布置至少一个透镜是有用的,其中布置在中间图像和凹面镜之间透镜的至少一个表面是非球面的。特别是,朝着中间图像的透镜表面可以是非球面的。

[0168] 在可替换的实施例中,镜相关的透镜(是图 16 和 17 实施例中的截短透镜)被设计成横越光轴延伸的全凹凸透镜形状的负透镜,使得它们被透射三次。特别是,在第一和第二凹面镜以及第二凹面镜和像面之间的光路中,透镜 652(与第二凹面镜 622 相关的)可以横越光轴 605 延伸,使得在形成第一中间图像 603 之前来自物面的光透射该透镜,然后照射在光轴的另一侧上。类似的,与第一凹面镜 621 相关的透镜 651 可以横越光轴延伸,使得在通向第一凹面镜或者远离第一凹面镜的光路中透镜被使用两次,并且在第二中间图像 604 和像面之间的光路中第三次使用。在该实施例中,在中间图像的上游和下游中提供透射三次的两个非球面表面,这样有助于光学校正。另外,当与截短透镜的安装比较时,改进了所述透镜的安装(与图 18 和 19 相比较)。在图 18 中,示出了在传输中使用三次的两个透镜的投影物镜 700 的示意图。图 19 示出了这种类型的实施例,在表 19 和 19A 中给出了这些规格。与结合图 15 到 17 中的特征相同或者类似的特征使用在原附图标记基础上加 100 或者 200 的类似附图标记表示。

[0169] 反射折射第二物镜部分 702 用于将第一中间图像 703 成像为第二中间图像 704。第一镜相关透镜 751 被光学布置在第一中间图像 703 和第一凹面镜 721 之间,而在光轴 705 的另一侧上,第二镜相关透镜 752 光学布置在第二凹面镜 722 和第二中间图像 704 之间。两个镜相关透镜 751、752 横越光轴延伸进入穿过各个凹面镜 721、722 的光的光束通路。特别是,第二镜相关透镜 752 延伸进入物面 751 和第一凹面镜 721 之间的光束通路中,而第一镜相关透镜 751 延伸进入第二凹面镜 722 和像面之间的光束通路中。从而,每个镜相关透镜 751、752 被光学使用三次,从而可以使得透镜的光学效果最大化,并且同时,使得光学材

料的消耗最小化。另外,相对于截短透镜的安装来讲,使得透镜 751、752 的安装简化。

[0170] 三通透镜 751、752 被优选的设计为多级透镜,所述多级透镜具有第一透镜区域和第二透镜区域,所述第一透镜区域与光轴的一侧相关并且在通向相关凹面镜和从相关凹面镜出射的光路中被透射两次,所述第二透镜区域与光轴的相对侧相关并且被透射一次,在透镜的至少一侧上第一透镜区域和第二透镜区域具有不同的透镜表面曲率,使得多级透镜形成作用在公共位置的一对互相独立作用透镜。这样可以从单个透镜母板中制作在光轴的相对侧上提供不同光学能力的单片多级透镜,并且可以使用圆形支架来方便地安装。位于光轴任意侧上的透镜区域可以具有不同的非球面形状,其中基于相同球面基础形状的非球面是优选的以简化制作。注意,最靠近第一中间图像的部分透镜 752 以及最靠近第二中间图像的部分透镜 751 都是靠近场表面放置的,使得对于校正场像差来讲这些透镜是有效的,特别是如果这些透镜被制作成非球面的情况下更是如此。

[0171] 在图 19 中示出的实施例中,三次使用的透镜 751、752 被设计为负凹凸透镜,所述负凹凸透镜具有类似于相关凹面镜的曲率指向并且具有弱的负折射光学能力。在其它的实施例中,透镜可能几乎都没有光学能力。在这两种情况下,为了支持光学校正,至少一个透镜表面可能是非球面。

[0172] 在所有的实施例中,第一屈光物镜部分用于从平坦的物场中形成第一中间图像。通过第一物镜部分的光学性质来确定第一中间图像的尺寸和轴向位置以及与第一中间图像相关的像差。如在上述实施例中所示的,第一物镜部分可以细分为具有正折射光学能力的第一透镜组 LG11 和具有正折射光学能力的第二透镜组 LG12,其中系统的光瞳面 711 布置在成像的主光线 708 与光轴交叉的轴向位置中的透镜组之间。用于确定成像过程中使用的数值孔径的孔径光阑可以被提供在该光瞳面的附近。然而,在图 18 和 19 的实施例中,在与第三屈光物镜部分中的光瞳面光学共轭的光瞳面附近提供孔径光阑 A。位于光瞳面 711 和第一中间图像之间的第二透镜组 LG12 包括直接位于第一中间图像上游的负凹凸透镜 752。

[0173] 在图 19 的实施例中,第一透镜组 LG11 包括具有像侧凹面和弱光学能力的正凹凸透镜 781;具有像侧凹面和弱负光学能力的负凹凸透镜 782;具有物侧凹面的正凹凸透镜 783;双凸正透镜 784;具有像侧凹面的正凹凸透镜 785 以及紧接位于光瞳面 711 前面的具有像侧凹面的正凹凸透镜 786。第二透镜组 LG12 包括具有朝着物体的强弯曲凹面的凹凸透镜形状的透镜 787;具有物侧凹面的正凹凸透镜 788 以及紧接位于后面的双凸正透镜 789;以及作为镜相关第二透镜的主要部分的负凹凸透镜 752。凹凸透镜 787 直接位于光瞳面的后面,并且具有朝着所述光瞳的凹面,物面对于校正第一物镜部分中的图像弯曲、像散以及像差是特别有用的。光学校正还必定受到通过布置在第一透镜组 LG11 的离散束部分中的负凹凸透镜 782 以及正凹凸透镜 783 形成的负-正对的正面影响。具有光学靠近物面的凹出射面的负凹凸透镜布置在主光线的高度大于边缘光线高度的区域中,从而可以有效地校正场像差例如失真。

[0174] 具有如表 20 和 20A 中给出规格的图 20 中所示投影物镜 800 的实施例可以描述为图 19 中示出的实施例的变型。类似于在图 19 中的实施例,负凹凸透镜 851 紧接地布置在第一凹面镜 821 的前面,光线三次透射透镜 851。与图 19 的实施例相对照的是,透镜 851 是唯一一个光束透射三次的透镜。在紧接第二凹面镜 822 的前方没有负折射光学能力或者正折射光学能力。因此,反射折射物镜部分所需要的透明光学材料物质少于图 19 中示出的实

施例中的情况。第一物镜部分具有放大率 $|\beta_1| \approx 1.9$ 。

[0175] 在图 21 中, 示出了投影物镜 900 的另一实施例, 所述投影物镜 900 通常是结合图 15 所详细解释的原理来设计的。在表 21 和 21A 中给出了规格。附图标记是类似的, 但是增加了 400。特别是, 在光学位于各个凹面镜和该凹面镜上游或者下游的中间图像之间, 紧接地在凹面镜前面为所述每个凹面镜 921、922 布置负凹凸透镜 951、952。每个负凹凸透镜 951、952 被设计成截断透镜, 所述截断透镜仅仅布置在定位相关凹面镜的光轴侧。因此, 光线两次通过镜相关透镜。第一物镜部分 910 可以细分为两个透镜组, 透镜组 LG11 和透镜组 LG12, 该透镜组 LG11 布置在物面和光瞳面 911 之间, 而透镜组 LG12 布置在光瞳面和第一中间图像 903 之间。如在图 19 中所示的实施例中, 第一透镜组 LG11 包括负 - 正对 982、983, 所述负凹凸透镜 982 靠近物面布置, 并且具有朝着像面的凹出射侧。在该负透镜之后的正折射光学能力被分成两个正凹凸透镜, 每个正凹凸透镜具有朝着物体的凹面。朝着物体具有强弯曲凹入射侧的凹凸透镜 987 紧接地布置在光瞳面 911 的下游。从光学上讲, 该透镜对于校正第一物镜部分中的球面像差、像散和图像弯曲是有用的。

[0176] 第三物镜部分 930 包括位于第二中间图像 904 和孔径光阑 A 之间的第一透镜组 LG31 以及位于孔径光阑 A 和像面之间的第二透镜组 LG32。所述孔径光阑布置在第三物镜部分的最大光束直径的区域和像面之间。紧接着位于孔径光阑 A 之后的双凸正透镜 996 是具有非球面的入射侧和出射侧的双非球面透镜。互相临近并且刚好布置在像面上游的会聚光路中的非球面表面对于像差校正具有强烈影响。特别是对于高阶球面像差和彗形像差必定具有影响。在第三物镜部分中仅仅布置一个负透镜 991。所述双凸面的负透镜 991 在第三物镜部分的光路中定义了一个潜腰。负透镜 991 下游的所有透镜都是正透镜。在第三物镜部分光束直径增加且光束直径大的区域中避免使用负透镜, 使得可以保持光束直径较小, 从而减少第三物镜部分的透镜所使用的光学材料。

[0177] 凹面镜 921 和 922 都具有球面镜面, 从而简化制作并改进光学性能。如果 D 是第三物镜部分的透镜元件的最大直径 (mm) 并且 c_1 和 c_2 是凹面镜 921 和 922 的曲率 (mm^{-1}), 则通过图 21 的实施例满足以下条件: $1 < D/(|c_1| + |c_2|) \cdot 10^{-4} < 6$ 。曲率 c 为顶点处的凹面镜的半径的倒数。如果满足该条件, 则可以获得第三物镜部分中 Petzval 校正和正透镜之间的良好平衡。

[0178] 图 22 示出了投影物镜 1000 的变型, 所述投影物镜 1000 具有的大致结构与图 4 所示的实施例类似, 即具有包括两个凹面镜 1021、2022 并且不包括折射光学元件的第二物镜部分 1020。用于类似特征 / 特征组的附图标记是相似的, 所述附图标记在附图标记上加 800。在表 22 和 22A 中给出了该规格。用于建立第一中间图像 1003 的第一屈光物镜部分 1010 被细分为第一透镜组 LG11 和第二凹面镜组 LG22, 所述第一透镜组 LG11 位于物面和光瞳面 1011 之间。所述第二透镜组 LG12 位于光瞳面和第一中间图像之间。第一透镜组 LG11 从双凸正透镜 1081 开始, 接着是具有像侧凹面的负凹凸透镜 1082 和双凸正透镜 1083。特别是在负凹凸透镜 1082 的凹出射侧处出现高入射角, 所述负凹凸透镜 1082 布置在光束轻微发散的区域中。所述高入射角具有强校正作用。已经发现通过透镜 1081、1082、1083 提供的序列正 - 负 - 正是有用的。因此, 假如建立第一中间图像的第一物镜部分包括朝着图像的至少一个凹面, 则这可能是优选的, 所述第一物镜部分优选包括在正 - 负 - 正透镜序列中。

[0179] 图 23 示出了根据结合图 4 解释的原理通常设计的投影物镜 1100 的另一实施例。在表 23 和 23A 中给出了规格。第二物镜部分 1120 是纯反射的,从而不需要透明光学材料。现在将结合该实施例和图 24 解释关于简化制作的特征的某些方面。然而,这些方面可以在其它的实施例中实施。凹面镜 1121、1122 都具有相似的表面,这样有助于简化制作并改善光学性能。通常,凹面镜的形状对于特定像差具有强烈影响。特别是图像曲率 (Petzval 曲率) 受到镜顶点曲率的影响。如果使用非球面镜面,则该非球面表面的基本数据定义了特定场相关像差,特别是光瞳的球面像差,所述光瞳的球面像差与 y^4 成比例,其中 y 是凹面镜处的光束高度。影响镜面形状的两个因素是光学设计中固有的并且互相相关。特别是,关于非球面类型的第二因素受到第一因素的强烈影响 (基本曲率),这是因为,例如凹面镜的强曲率将降低强场相关像差。

[0180] 已经认识到的是,某些关键因素影响凹面镜的制作和光学性能之间的良好折衷。由于凹面镜的制造导致的一个破坏因素是为了建立凹面镜镜面工具必须插入至镜衬底的材料中所达到的深度。结合图 24,该插入深度表示为“ p_{\max} ”。在凹面镜边缘处的最大矢或者上升高度可以定义为和光轴垂直且与凹面镜边缘接触的平面到与其平行且与凹面镜顶点接触的平面之间的轴向间隔。如在图 24 中所述的, p_{\max} 与非球面镜镜面的曲率半径 R 和非球面镜的直径 D 相关。在 p_{\max} 的第一近似 (对于非球面形式) 中给出了 $p_{\max} = R - (R^2 - D^2/4)^{0.5}$ 。由于在没有强烈影响光学效应的情况下不能改变凹面镜的基本形状,因此仅仅镜面直径可以用作自由参数来影响可制造性。当考虑到制作时,特别强调了在抛光之前,为了定义凹面镜衬底的基本形状所必须的凹面镜衬底的研磨。已经发现,如果满足条件 $D \leq 1.3R$,则是优选的,如果满足条件 $D \leq 1.2R$ 则是更优选的,以便满足条件 $p_{\max} < 0.22R$ 。如果两个凹面镜的弯曲镜面顶点处的曲率半径尽可能的相似,则使得制作简化。如果 R_1 是第一凹面镜的曲率的顶点半径, R_2 是第二凹面镜的曲率的顶点半径,则优选的是满足下面的条件: $0.8 < |R_1/R_2| < 1.2$ 。在图 23 所示的实施例中,满足该条件和两个下列条件: $p_{\max} \leq 0.22R$ 以及 $D \leq 1.3R$ 。如果除了关于曲率半径关系的条件之外还满足了上述后面条件中的一个条件的话,则可能就足够了。

[0181] 在图 23 所示的实施例中,镜 1121、1122 的曲率几乎相同 (曲率半径差小于 1% 范围) 并且非球面形状几乎相同。镜 1121、1122 是第二物镜部分的唯一的光学元件,从而使得该部分为反射部分。第二物镜部分 1120 的光学元件的最大直径小于或者几乎等于第三物镜部分中的透镜的最大直径。这样有助于将轴对称投影物镜实施到晶片步进机或者晶片扫描器中。尽管在第三物镜部分中提供了孔径光阑 A,但是也可以在光瞳面 1111 附近的第一物镜部分中提供孔径光阑 A。

[0182] 在图 25 中,示出了投影物镜 1200 的另一实施例。图 26 示出了物面 1201 和第二中间图像 1204 之间部分的详细视图,所述第二中间图像 1204 是用于将该第二中间图像以缩小的大约 1 : 4 的比例成像到像面 1290 上的纯折射物镜部分 1230 的物体。

[0183] 被设计成将布置在物面 1201 中的物以缩小比例成像到像面 1202 上的整个投影物镜 1200 包括三个物镜部分 1210、1220、1230,每个物镜部分被设计成将物镜部分上游的场面成像到物镜部分下游的场面中。第一物镜部分 1210 包括四个连续的透镜 1211、1212、1213、和 1214,紧接着是,第一中间图像 1203 上游的第一凹面镜 1221。因此,第一物镜部分是反射折射物镜。第二物镜部分 1220 也是反射折射物镜,包括紧接着位于第一中间图像

1203 下游的第二凹面镜 1222 和正透镜 1226、1227、1228 和 1229,所有这些部件对于将第一中间图像 1203 重新聚焦至第二中间图像 1204 是有效的。第三物镜部分 1230 是纯折射且包括系统的自由可接近的孔径光阑 A。

[0184] 与上述实施例相对照的是,仅仅第一中间图像 1203 被定位在由凹面镜 1221、1222 所定义的镜间间隔内,而第二中间图像 1204 位于该镜间间隔的外部。由相互面对的两个凹面镜 1221、1222 所限定的凹面镜组具有凹面镜组入口和凹面镜组出口。在朝着光轴 1205 几何位置靠近第二凹面镜 1222 边缘放置的凹面镜组入口处,来自物侧的辐射进入镜间间隔,在朝着光轴几何位置靠近第一凹面镜 1221 边缘放置的凹面镜组出口处,该辐射在凹面镜上反射之后从所述镜间间隔出射。本实施例的特征在于,投影物镜的第一光瞳面 PS1 位于凹面镜组入口附近,而第二光瞳面 PS2 位于凹面镜组出口附近。与此对照的是,在多数其它实施例中,例如在图 1 至 4、7 至 14 中所示的,凹面镜组入口和凹面镜组出口是光学靠近中间图像,所述中间图像是投影透镜的场面。同样,在上述实施例中,从第一凹面镜反射的辐射在作用在第二凹面镜之前与光轴交叉,这样在光轴的相对侧处在凹面镜的反射表面上有效地留下辐射的覆盖区域。相对照的是,在图 25 和 26 所示的实施例中,第一和第二凹面镜 1221、1222 布置在光轴的同侧上。由于这个差异,位于凹面镜所定义间隔内的光路相对于布置在上述实施例中凹面镜顶点之间的中间布置的对称点来讲几乎是点对称,从而光轴相对于垂直于所述光轴并且布置在图 25、26 实施例中的凹面镜顶点之间中间的镜面来讲是几乎镜面对称。

[0185] 光学上讲,基本上根据图 25、26 所示实施例的原理设计的实施例,如果所述实施例是通过靠近场面的透镜作用来按照需要影响场像差,则所述实施例是有利的,这是因为物面 1201 和像面 1202 之间的一个场面 - 即第二中间图像 1204 的场面布置在距由凹面镜 1221、1222 限定的镜间间隔外部一定距离处自由可接近。如在图 25 中所示的,两个场透镜 1229、1235 布置在紧靠近该中间图像 1204 的上游 (1229) 和下游 (1235) 的靠近该第二中间图像的位置,从而形成用于像差校正的场透镜组。

[0186] 第一和第二物镜部分 1210、1220 对于相距凹面镜组 (凹面镜 1221、1222 所定义的) 一定距离、在几何上位于该凹面镜组后面形成中间图像 1204 是有效的。由于光瞳面 PS2 布置在凹面镜组出口附近,结合作为傅立叶变换透镜组的透镜组 1226 到 1228 可以用于定位和限定中间图像 1204 的特征,然后通过第三物镜部分 1230 将所述中间图像 1204 重新成像到像面 1202 上。这些性质使得通过第一和第二物镜部分 1210、1220 形成的子系统可以用作这样的中继系统,所述中继系统将中继系统前面和下游的光学系统的光路链接在一起。由于凹面镜组的凹面镜 1221、1222 的作用,该中继系统可以设计成对于至少部分补偿凹面镜组上游和下游的正透镜负面影响的图像弯曲具有强烈的影响。

[0187] 图 27 示出了具有类似于图 4 所示实施例的通常结构的投影物镜 1300 的变型,即具有包括两个凹面镜 1321、1322 并且不具有折射光学元件的第二反射物镜部分 1320。与图 4 中的特征 / 特征组相似的特征 / 特征组使用在原附图标记基础上加 1100 的类似附图标记表示。在图 27 和 27A 中给出了规格。

[0188] 用于建立第一中间图像 1303 的第一屈光物镜部分 1310 具有紧接物体表面 1301 后面的第一透镜元件 1312,该第一透镜元件的入射表面是非球面的,并且朝着物体表面凸起,在每个都具有正折射光学能力的透镜组之间在第一物镜部分中提供孔径光阑 A。反射

第二物镜部分 1320 的凹面镜 1321、1322 每个都具有非球面镜面。该设计的特征在于，凹面镜 1321、1322 的非球面镜面具有相同的非球面形状。这样允许正好使用相同的光学测试装置，用于测量在制作过程中两个凹面镜的非球面形状。如从表 27、27A 中所看到的，凹面镜的半径（描述了镜面的基本形状）和非球面常数（描述了相对于表面 25、26 基本形状的非球面偏差）是相同的。在其它的实施例中，基本形状和非球面常数在两个凹面镜之间稍微变化。甚至在这样的情况下，如果镜面成形的形状相似，使得对于测量两个镜面来讲可以使用相同的测量光学元件，则可以实现关于制作过程成本的大幅度降低。

[0189] 投影物镜 1400（该投影物镜 1400 的透镜部分在图 28 中示出）具有类似于图 4 中所示的实施例的通常结构。因此，相似的特征 / 特征组使用在原附图标记基础上加 1200 的类似附图标记表示。在图 28 和 28A 中给出了规格。

[0190] 包括孔径光阑 A 的第一屈光物镜部分 1410 被设计成用于建立第一中间图像 1403。第二反射（纯反射）物镜部分 1420 包括第一凹面镜 1421 和第二凹面镜 1422，这两个凹面镜结合从第一中间图像 1403 中建立第二中间图像 1404。屈光第三物镜部分 1430 设计成将第二中间图像 1404 成像到像面 1402 上，从而在操作期间辐射穿过浸液流体 I（水）的薄层。当将设计最优化时，特别需要关注的是，在镜制作期间简化非球面镜面的光学测试。为此目的，第一凹面镜 1421 的镜面具有抛物线形状（相对于表 28A、表面 23 来讲）。

[0191] 提供下面的考虑以有助于理解为何抛物线形状的镜面简化了测试。通常，非球面镜面的光学测试需要使用特别调整的光学测试系统，所述光学测试系统设计成产生具有失真波前的测试辐射，所述具有失真波前的测试辐射适用于所需要镜面的非球面形状，使得入射至非球面上的测试波的局部入射角对于非球面的每个位置来讲是矩形的。为此目的，通常使用光学测试装置，所述光学测试装置使用等光程的光学系统、或者补偿系统（K-系统）或者计算机产生的全息照相（CGH）或者它们的结合，以用于整形失真的波前。由于构造用于每个非球面形状的特殊设计的测试光学元件昂贵，因此需要的是可替换的方案。

[0192] 相反，可以使用简单的测试设备来测试具有抛物线形状的非球面镜。为了进一步解释，考虑到纯圆锥旋转对称表面形状可以通过下面的等式来描述：

$$[0193] \quad p = \frac{ch^2}{1 + \sqrt{1 - c(k+1)} h^2}$$

[0194] 这里，p 是表面点的轴向坐标，k 是圆锥常数，c 是在顶点（光轴与镜面交叉）处的表面曲率（即，半径 r 的倒数 (1/r)），h 是高度（垂直于光轴测量的）。使用这样的等式，根据圆锥常数 k 的值可以产生不同圆锥旋转对称表面形状。例如，球面形状对应于 k = 1，值 k = -1 描述了一种抛物线，值 k < -1 描述了双曲线，值 -1 < k < 0 描述了椭圆形状。所有这些形状具有共同点，即布置在特定位置的物体点（取决于表面的形状）将在没有像差（共点的成像）(stigmatic imaging) 的情况下成像。在本发明的实施例中或具有凹面镜的其它投影物镜中，至少一个非球面圆锥镜因此可能是有用的。考虑到镜测试的需要，抛物面形状 (k = -1) 是特别有用的，这是因为物体点（将在没有球面像差的情况下成像）被定位在无穷远处。换句话说，平行于光轴作用在抛物面表面上的平行光束或者来自测试光束的光将被抛物面镜聚焦成一个且仅仅一个焦点。这一点是非常有利的，因为不需要用于将测试波的光束发散或者会聚的特殊设置。该测试波具有平面波波前。

[0195] 在图 29 中示意性地示出了可能的测试设置。此处，与通过镜表面定义的光轴 OA

一起示出了抛物面镜镜面 1421。测试设备包括测试光学系统 1460, 所述测试光学系统 1460 设计成用于建立平行于光轴 OA 的平行测试光束, 并且入射在抛物面镜镜面上。测试设置还包括球面镜 1470, 所述球面镜相对于抛物面镜 1421 的所需要形状来成形和布置, 使得球面镜 1470 的曲率 1490 的中心与抛物面镜的焦点重叠。在该布置中, 具有通过光学元件 1460 提供的并且入射在抛物面镜镜面 1421 上的平面波前的测试波 1495 首先通过抛物面镜在作用到球面镜 1470 之前会聚成抛物面镜的焦点 1490。球面镜 1470 将测试波沿着相同的光路反射回测试光学元件 1460。可使用平面参考波和从抛物面镜反射回来的波之间的光程长度偏差以表征该抛物面镜的抛物面形状。

[0196] 投影物镜 1400 是焦阑的位于物侧和像侧上。对于该物侧焦阑有贡献的一个特征在于, 紧接着物面之后的第一透镜元件 (正凹凸透镜 1412) 的入口侧的特定凸出形状。位于物侧上第一两个透镜的非球面表面对于焦阑有贡献。焦阑光束在物侧和像侧上基本上没有场区域误差, 即, 实际上没有横越物场或像场的焦阑变化。

[0197] 在图 30 至 32 中, 示出了另外三个投影物镜 1500、1600 和 1700 的实施例, 所述三个投影物镜具有类似于图 4 中所示包括反射第二物镜部分的总体结构。类似的特征 / 特征组使用在原附图标记基础上加 1300、1400、1500 表示。在表 30、30A、31、31A、32、32A 中给出了规格。当设计这些实施例时, 应当特别注意材料消耗和第一屈光物镜部分 1510、1610、1710 所需要的安装间隔的优化, 所述第一屈光物镜部分 1510、1610、1710 用作将物场成像为第一中间图像的中继系统。

[0198] 作为图 30、31 和 32 的所有实施例的公共特征, 第一物镜部分仅仅具有六个透镜元件, 即具有相当大折射光学能力的透明光学元件。由于仅仅使用正透镜, 从而在具有相对小最大直径的轴向短物镜部分中, 使用强会聚光学能力建立第一物镜部分。在所有的实施例中, 平面平行板 1519、1619、1719 紧接着投影物镜的各个第一光瞳面 1511、1611、1711 来定位。在接近光瞳面处放置至少一个基本平面平行板的有利之处在于, 使得所述板可以用于校正由于制作或者其它因素 (校正非球面) 导致的像差。这种板可以互换。在图 30 的实施例中, 孔径光阑 A 放置在紧接着平行板 1519 之前的光瞳位置处的第一物镜部分 1510 内部。在图 31 和 32 的实施例中, 所述孔径光阑分别布置在第三光瞳面 1631、1731 处最大光束直径区域中第三物镜部分内。此处提到的所有实施例仅仅具有位于像侧光瞳面和像面之间的正透镜, 图 30 的实施例具有五个这样的正透镜, 其它的实施例 (图 31、图 32) 仅仅具有位于像侧光瞳面和像面之间的四个正透镜。

[0199] 图 30 到 32 中实施例的第一物镜部分的比较视图揭示了, 使用非球面表面和紧接在物镜面之后第一透镜元件的入射表面的曲率之间的特定关系。在图 30 的实施例中, 第一透镜元件 1512 是具有朝着物面的非球面入射面的双凸正透镜, 该入射面仅仅稍微弯曲, 曲率的半径超过 300mm。使用 6 个非球面表面 (通过点来表示)。在第一中间图像 1503 区域中交叉的光线是显而易见的, 彗形像差是第一中间图像 1503 中一个最主要的成像误差。通过第一中间图像下游的光学表面的设计补偿了该误差。相反, 在图 31 示出的实施例中, 第一透镜元件 (正凹凸透镜 1612) 的非球面入射表面具有相对强的凸曲率, 所述凸曲率具有小于 300mm 的曲率半径 (在这种情况下 R 约等于 154mm)。在第一物镜部分 1610 中, 仅仅使用了四个非球面表面。该非球面表面用于弯曲入射表面的光学效应, 使得第一中间图像 1603 基本上没有彗形像差。这就表明这样一种趋势, 即入射侧的强凸曲率对于获得具有小

量非球面表面的良好质量的第一中间图像来讲是有用的。在图 32 示出实施例的第一物镜部分 1710 中,结合具有中等曲率(曲率半径 $> 300\text{mm}$)的第一元件(双凸面透镜 1712)的入射表面使用了 5 个非球面表面的中间数量。假设投影物镜的入射表面不具有曲率(平面表面)或者具有弱曲率(例如曲率的半径值大于等于 500nm),这样使得物镜对于环境压力的压力波动相对不敏感。当非球面表面的数量等于或者小于所有三个实施例的第一物镜部分中正透镜的数量时,可以看出当仅仅使用正透镜元件并且假如具有折射光学能力的透镜数量和非球面表面数量之间比值小于 1.6 时,则可以得到紧凑的设计。

[0200] 图 30 到 32 的实施例示出了,在具有对于所有物镜部分公共的直线光轴和第二反射物镜部分的优选设计的框架中,有可能在物镜(第一物镜部分)的入射侧上设计中继系统,轴向长度比第三物镜部分的轴向长度小许多。轴向长度(在物体表面和第一中间图像之间测量的)可能小于第三物镜部分(在第二中间图像和像面之间测量的)的轴向长度的 90% 或者小于 80%。这样就表明可以以折射物镜部分之间的第二(反射或者反射折射)物镜部分的各种不同位置来使用所述设计。

[0201] 在图 30 到 32 的实施例中,最靠近像面的平凸透镜-即物镜中最后的透镜是由氟化钙制成。由于该材料对于由辐射诱导的密度变化(特别致密)不太敏感,因此相对于具有由熔融石英制成的最后透镜的物镜来讲,所述物镜的寿命可能增加。然而,在使用基于水的浸液流体进行操作所设计的浸液物镜部分中,由氟化钙制成的最后透镜元件是有问题的,这是由于氟化钙溶解于水。因此,可能降低系统的使用寿命。因此,保护最后透镜元件免受侵蚀性的浸液流体侵蚀造成恶化的保护层可能是有用的。例如在本申请人于 2003 年 12 月 19 日在美国提交的临时申请 60/530623 中描述了适当的保护层,该公开的内容包含在此作为参考。在图 30 到 32 的实施例中,具有厚度 0.3mm 的熔融石英的薄平面平行板通过扭被附着到平凸氟化钙透镜的平面出射表面上。如果需要的话,提供投影物镜出射表面的平面平行石英玻璃板可以互换。如果由于高辐射负载损伤了熔融石英材料和/或如果熔融石英保护板上出现杂质和/或划痕,则互换可能是人们所需要的。

[0202] 下面解释使用图 32 的实施例作为进一步表征根据本发明的投影物镜特征的实例。为此目的,用粗线条示出了主光线 CR 以有助于理解,所述主光线是从基本上平行于光轴的最外面场点(距离光轴 AX 最远)延伸并且在三个连续的光瞳面位置 P1、P2、P3 处与光轴交叉,所述三个光瞳面位置的每个位置位于成像物镜部分 1710、1720、1730 的其中一个内。在下面的描述中,使用“主光线角度”表示沿着主光线在每个位置处光轴 AX 和主光线 CR 之间包含的角度。在第一中间图像 1703 的位置处主光线 CR 是发散的(在光传播方向上主光线高度增加)。在第一中间图像之后增加主光线高度对应于第一中间图像 1703 下游第一物镜部分 1710 的负主光线交叉长度。这里,“主光线交叉长度”定义为中间图像的位置和在所述中间图像处与主光线 CR 相切的交叉点之间的轴向长度。所述交叉点定位在第一物镜部分 1710 内的第一中间图像的物侧上。相对于第一中间图像的负主光线交叉长度对应于第一物镜部分的负(虚)出射光瞳。相反,在第二中间图像 1704 处存在对应于第二中间图像下游的正主光线交叉长度的会聚主光线,这对应于位于第二中间图像下游的实出射光瞳。与第二中间图像 1704 相关的第二物镜部分 1720 的实出射光瞳因此被定位在超出像面的第三物镜部分 1730(实出射光瞳)的外部。第一物镜部分 1710 的虚出射光瞳与第二物镜部分 1720 的实入射光瞳一致。假设具有这些条件,提供具有至少两个中间图像的

投影物镜,其中一个成像物镜部分(这里是布置在折射第一物镜部分和折射第三物镜部分之间的反射折射或者反射第二物镜部分)在第一和第二中间图像之间成一个实像,另外,实入射光瞳成像为实出射光瞳。由于在折射第一物镜部分内部存在可接近的光瞳面 P1 以及第三物镜部分内的另一可接近的光瞳面 P3,因此这种类型的投影物镜具有两个可能的用于放置孔径光阑的位置,以有效地定义在成像过程中使用的数值孔径。这里,术语“可接近的”指的是在物镜部分区域中穿过投影物镜的光仅仅通过一次的可能的孔径光阑位置。

[0203] 此外,根据此处所讨论的优选实施例的投影物镜具有位于物面和像面之间的三个实光瞳面 P1、P2 和 P3,其中这些光瞳面的其中一个光瞳面中,最大主光线角度小于物侧数值孔径,并且另外满足下列条件之中的至少一个条件:(1) 在三个光瞳面的两个光瞳面中,最大边缘光线高度最多为第三光瞳面(此处为第三光瞳面 P3)中最大边缘光线高度的 50%;(2) 在所述光瞳面的两个光瞳面中,最大主光线角度至少为第三光瞳面中最大主光线角度的 2 倍;(3) 在所述光瞳面的两个光瞳面中,最大主光线角度至少是物侧数值孔径的 2 倍。

[0204] 下面,示出了许多实施例,所述实施例在其中所使用的设计和测试非球面表面方面进行了优化。为了阐述在透镜上制作非球面表面期间所产生的这些问题中的一个问题,图 33(a) 和 33(b) 中每个图都示出了通过常规物镜的子午线透镜部分的放大部分视图,所述常规物镜具有包括非球面入射表面 AS 的薄正透镜 L。在图 33(a) 中,示出了从传输光束的周围延伸的特征光线 R1 以及靠近光学系统的光轴延伸的特征光束 R2,以阐述非球面透镜 L 的光学作用。在常规系统 CONV 中,非球面表面 AS 被设计成用作光线靠近光轴通过的正透镜,并且设计成用作光线靠近光束外围(光线 R1)的负透镜。为了在子午线方向获得折射光学能力的变化,所述非球面表面在光轴附近的区域具有正曲率($C > 0$),在光线 R1 通过的外围区域中具有负曲率($C < 0$)。拐点的特征在于局部曲率 $C = 0$ 放置在凸出部分(在光轴周围)和凹陷部分(在外围)之间。尽管从光学的角度来讲,通过这种方式获得的曲率指向的局部变化可能是人们所期望的,但是当考虑到表面精加工时,拐点是至关重要的。这是因为具有用于有效表面抛光的合理直径的表面精加工工具(如图 33(b) 中示意示出的工具 T)在拐点附近区域可能具有相当大的不均匀影响。因此很难获得具有拐点的充分光学质量的非球面表面。

[0205] 如果这些非球面表面不具有拐点,则这些问题可以避免。设计图 34(在表 34 和 34A 中给出了规格)中示出的投影物镜 1800 使得非球面表面不具有拐点。

[0206] 从制作观点来讲,由本发明人所认识到且非常关键的非球面表面的另一特征将结合图 35 加以解释。本发明人已经发现的是,如果可以避免光轴外部非球面表面的表面形状上的极值点(最小或者最大),则可以得到高光学质量的非球面表面,或者如果不可能避免该极值点,而极值点仅仅在具有基本平坦形状的非球面表面上使用也可获得高光学质量的非球面表面。在图 35 中,用函数 $p(h)$ 示意地示出了两个非球面表面 AS1 和 AS2 的表面形状,其中 p 为平行于光轴(z 方向)测量, h 为表面点的高度,其中所述高度对应于表面点和光轴之间的轴向距离。如此处使用的参数 P 表示与光轴正交且与相关表面点相交的平面至与该平面平行且与光轴上的光学元件的顶点 V 接触的平面之间的轴向间隔。

[0207] 在该方面,非球面表面上极值点的特征在于这样的事实,一阶导数(表征了表面斜率)由下式给出:

$$[0208] \quad \frac{dp}{dh} = 0$$

[0209] 并且二阶导数为：

$$[0210] \quad \frac{d^2p}{dh^2} \neq 0$$

[0211] (此处二阶倒数描述了表面曲率)。因此,图 35 中的第一非球面 AS1 具有与二阶导数相反符号的第一极值点 EX11 和第二极值点 EX12,而第二非球面 AS2 仅仅具有一个极值点 EX21。在这里所使用的定义中,没有考虑光学表面的顶点 V(此处 $h = 0$),这是因为此处所考虑的顶点总是为旋转对称非球面表面的极值点。

[0212] 在图 35 中,在光轴 ($h = 0$) 和表面区域的外围之间示意性描述了表面形状,所述表面通过工具例如抛光进行精加工。该表面精加工区域的特征在于最大高度 h_{\max} 。操作中光学使用的最大区域通常较小,使得光学使用的半径其特征在于,最大值 $h_{\text{opt}} < h_{\max}$ 。在该区域边缘和光学部件边缘之间的位于光学使用区域外部的区域表示为超出区域 OR。该区域通常用于安装光学元件。然而在制作期间,对于最佳表面形状则必须考虑该超出区域。

[0213] 下面,将解释如果想要得到最优表面质量为什么非球面表面上的极值点可能非常关键。为此目的,在第一极值点 EX11 的区域中操作具有合理尺寸直径的旋转抛光工具 T。根据极值点 EX11 附近的“谷底”和凹陷底部区域的工具 T 之间的相对尺寸,谷底可能不能被充分抛光,这是因为在大多数情况下工具“桥接”了关键底部区域。因此极值点区域中的表面质量可能与远离关键极值点区域的表面质量不同。另一方面,如果该极值点对应于非球面表面上的凸起“小丘”,该区域可能比周围区域更强烈地抛光,这可能导致极值点区域中表面质量的不规则。如果非球面表面没有极值点(除了在顶点处必须的极值点之外),则这些问题可以避免。当处理光学上使用区域的外围区域时,由于工具 T 通常延伸超出最大光学使用区域(在 h_{opt}),因此期望的是在边缘区域 OR 处避免极值点。

[0214] 另一方面,为了获得在子午线方向非球面表面的折射光学能力的特定变化,可能期望的是具有极值点的非球面表面。本发明人已经发现,如果极值点存在于具有基本平坦基本形状的光学表面上,则从制作的观点来讲极值点可能是可以接受的。例如,非球面表面可以形成在平凹透镜或者平凸透镜的平坦侧上,或者平面平行板的表面上。优选的是,具有极值点这种表面的最大 z 变化 (p_{\max}) 的绝对值不应超过 0.5mm,更加优选的是,应当小于 0.25mm。因此,在光学表面质量没有显著不规则的情况下,可以得到非球面表面上的极值点的光学优势。

[0215] 在图 36 中,示出了投影物镜 1900 的实施例,此处所有非球面表面没有位于光轴外部的极值点。在表 36 和 36A 给出了其规格。如果期望得到具有极值点的非球面表面,则应当将其形成在具有基本平坦基本形状的光学表面上,典型地具有 $|r| > 2000\text{mm}$ 的长半径。

[0216] 图 37 和 38 示出了根据图 4 中的总体结构(即分别具有反射(纯反射)第二物镜部分 2020、2120)设计的投影物镜 2000、2100 的实施例。类似的特征/特征组分别使用在原附图标记的基础上加上 1800、1900 的类似附图标记来表示。在表 37、37A 和 38、38A 中给出了其规格。当在设计这些实施例时,应将重点特别放在仅具有少量校正装置(诸如非球面)且透镜数目适当的平衡设计上。此外,在投影物镜的不同部分中折射光学能力的平衡分布对于整个光束系统的谐波光束偏差具有贡献。该谐波的总体结构使得该设计对于单

个透镜元件或者透镜组的失调比较不敏感,并有利于包含动态影响光学系统性能的操作装置,例如通过在轴向、垂直于光轴的方向和/或通过倾斜移动单个透镜或者透镜组。

[0217] 在图 37 的实施例中,仅仅使用了 10 个非球面表面,根据上面给出的考虑,这可以以相对节省成本的方式测试和制造。最后的光学元件(紧接着像面 2002 之前的平凸透镜 2050)由熔融石英制成,在光学使用区域边缘处具有厚度约为 23mm。整个波前相位误差降低至 $1.6m\lambda$ 。所有的透镜都由熔融石英制成,为了制作所有透镜需要大约 60kg 的熔融石英母板材料。相反,形成图 38 实施例的最后元件的平凸透镜 2150 由氟化钙制成,该材料不容易出现由于辐射造成的密度变化(压缩和稀疏)。使用通过适当努力就可以制造的 12 个非球面表面,可能得到其特征为波前相位误差为 $2.1m\lambda$ 的性质。该实施例中使用了总母板质量约为 63kg 的熔融石英以及 1.5kg 的氟化钙。

[0218] 图 39 和图 40 中,示出了两个实施例,在其他特征中,所述两个实施例的特征在于这样的事实,将物场成像到第一中间图像的第一物镜部分为包括具有弯曲镜面的一个凹面镜和附加镜的反射折射物镜部分,此处,在对于所有物镜部分具有一个直线共同光轴的优选实施例的投射物镜中,凹面镜和附加镜的弯曲镜面相互面对使得第一物镜部分可以用作中继系统。

[0219] 图 39 中示出的投射物镜 2200 的规格在表 39 和表 39A(非球面常数)中给出。该系统被设计成用于 193nm,使用水($n = 1.436677$)作为浸液流体。除了最终像侧光学元件(由氟化钙制成的平凸透镜 2260)之外的所有透镜都使用熔融石英制成。在布置在光轴外部 21.8mm 的像场大小 $26mm \cdot 5.5mm$ 处得到像侧数值孔径 $NA = 1.2$ 。轨道长度(物像距离)为 1125mm。

[0220] 设计第一反射折射物镜部分 2210 用于建立第一中间图像 2203。设计成用于从第一中间图像中建立第二中间图像 2204 的第二反射折射物镜部分 2220 包括第一凹面镜 2221 和第二凹面镜 2222 以及正凹凸透镜 2229,所述第一凹面镜和第二凹面镜具有相互面对且限定了一个镜间间隔的凹面镜镜面,所述正凹凸透镜 2229 在紧接着第一中间图像的下游具有非球面凹面入射表面。屈光第三物镜部分 2230 设计成用于将第二中间图像成像到像面 2202,借此,辐射透射过水(浸液流体 I)的薄层。孔径光阑 A 定位在第三物镜部分中。

[0221] 第一物镜部分 2210 从物场开始的光学序列上讲包括:具有强非球面入射表面和非球面出射表面的双凸正透镜 2211;具有非球面凹入射表面和球面出射表面的正凹凸透镜 2212;具有物侧凹面镜镜面且被设置成偏心于光轴但是与光轴 2205 交叉的凹面镜 2213。从凹面镜反射回来的辐射以相反方向透射正凹凸透镜 2212,并且与穿过物场和凹面镜 2213 之间的辐射相比,大部分作用在光轴的相对侧上。通过涂覆在凹透镜 2211 像侧表面上的一个离轴镜提供具有凸面镜镜面的附加镜 2214。在第一中间图像形成之前,辐射第三次穿过正凹凸透镜 2212。因此,透镜 2212 在横向偏移透镜区域使用了三次。

[0222] 凹面镜 2213 光学定位在光瞳面附近,而凸面镜 2214 光学布置在靠近中间图像 2203 处。因此,场像差和光瞳像差可以通过根据凹面镜和凸面镜 2213,2214 的形状来选择性地单独校正。这样允许调整第一中间图像 2203 的校正状态,使得可以通过第一中间图像下游后面的两个物镜部分补偿残余像差,所述两个物镜部分包括反射折射第二物镜部分 2220。

[0223] 第一物镜部分被设计为具有放大率为 $|\beta_1| > 1$ 的放大系统。第一中间图像 2203

几何上定位成接近于第二物镜部分的凹面镜 2221 和 2222 之间限定的镜间间隔外部的凹面镜 2213 的最近边缘,借此,第一中间图像和第一凹面镜 2221 之间的光学距离变得相当大,而第二凹面镜 2222 和第二中间图像 2204 之间的光学距离变得相当小。因此,第二物镜部分的凹面镜的尺寸显著不同,第一凹面镜的光学使用区域大约为第二凹面镜上相应区域的两倍。凹面镜 2221 和 2222 定位在光轴外部使得光轴不与光学使用的镜面交叉。由于相对于主光线和边缘光线的光线高度之间的比例来讲,凹面镜定位在不同的位置,因此对于不同成像误差的凹面镜的校正效果可以分布在两个反射折射物镜部分 2210 和 2220 之间。

[0224] 图 40 示出了投射物镜 2300 被设计成具有有限像侧工作距离的“固态浸液透镜”,该有限像侧工作距离是系统的设计波长 (193nm) 次数或者其一部分 (例如 $\lambda/2$, 或者 $\lambda/4$, 或者以下)。从最后透镜的出射表面出射的渐消失场可以用于成像。该系统适合于光学近场光刻。参考本申请人在 2003 年 7 月 9 日提出的德国专利申请 DE10332112.8, 其中规定了用于光学近场光刻的优选条件。在为了得到像侧数值孔径 $NA > 1$ 的情况下,不需要液体浸液流体。在用于像场尺寸 $22\text{mm} \cdot 4.5\text{mm}$ 的 $NA = 1.05$ 的实施例中,离轴 39mm 布置像场。整个缩小比例为 1 : 4,轨道长度为 1294.4mm。在该设计中,包括最后像侧平凸透镜 2360 的所有透镜均由熔融石英制成。表 40 和 40A (非球面常数) 中给出了规格。

[0225] 设计用于以放大比例从物场建立第一中间图像 2303 的第一反射折射物镜部分 2310,沿着光路序列包括:具有非球面入射表面和球面出射表面的双凸正透镜 2311;具有物侧镜面的凹面镜 2312;具有朝着凹面镜的微弯曲凸面镜镜面的凸面镜 2313,所述凸面镜 2313 由涂覆在透镜 2311 的像侧透镜表面的升高部分上的镜形成;具有凹入射侧的双球面正凹凸透镜 2314;和具有定位在第一中间图像 2303 的中间附近的强非球面出射表面的双凸正透镜 2315。

[0226] 第二反射折射物镜部分 2320 拾取第一中间图像 2303,并形成几何定位在由第二物镜部分的第一凹面镜 2321 和第二凹面镜 2322 限定的镜间间隔内的第二中间图像 2304。第二物镜部分还包括每个分别定位在紧接相应的凹面镜 2321 和 2322 镜面表面的负凹凸透镜 2325、2326。这样就可以得到纵向色差 (CHL) 的强校正效果。具有物侧非球面表面和像侧球面表面的双凸正透镜 2328 在第一和第二凹面镜 2321、2322 之间延伸横越整个投影物镜直径,并且被辐射穿过三次,一次是在第一中间图像和第一凹面镜之间,第二次是在第一和第二凹面镜 2321、2322 之间,第三次是在第二凹面镜 2322 和第二中间图像 2304 之间。

[0227] 在该实施例中,所有三个凹面镜 2312、2321、2322 定位成光学远离投影物镜的光瞳面。同样,几乎平凸面镜 2313 清晰地定位在第一光瞳面 P1 的外部。这样的设计允许将反射折射物镜部分的校正效果分配在第一和第二物镜部分之间。

[0228] 本发明允许制作反射折射投影物镜,该反射投影物镜在实际应用在投影曝光装置的许多方面中与传统的折射投影物镜具有相似的特性,借此,可以大大有利于折射系统和反射折射系统之间的改变。首先,本发明允许建立具有一个直线 (未折叠) 光轴的反射折射投影物镜。此外,布置在光轴一侧的物场可以成像到布置在光轴相对侧上的像场,即,使用“负放大”来执行成像。第三,物镜可以设计成具有各向同性放大。此处,术语“各向同性放大”是指没有“图像翻转”的成像,即物场和像场之间的手征性没有改变。换句话说,右手坐标系中描述的刻度片的特征可以使用图像中相似的右手坐标系进行描述。在垂直于光轴的 x 方向和 y 方向均出现负各向同性放大。这允许使用折射投影物镜成像所使用的相

同类型的刻度片。这些特征有助于在设计用于折射投影物镜的常规曝光装置中实施根据本发明的反射折射投影物镜，这是由于不需要主要重构，例如在刻度片台和晶片台。同样，根据本发明，设计用于折射投影物镜的刻度片在理论上可用于反射折射投影物镜。这样对于终端用户可以得到相当大的成本节省。

[0229] 如前所述，本发明允许构建具有高数值孔径的反射折射投影物镜，尤其是允许数值孔径 $NA > 1$ 的浸液光刻，这可以使用相对少量的光学材料进行构建。在下面所考虑的参数中证明了少量材料消耗的可能性，所述下面所考虑的参数描述了可以制作特定紧凑投影物镜的这样的事实。

[0230] 通常，投影物镜的尺寸容易随着像侧数值孔径 NA 的增加而大幅增加。

[0231] 从经验上讲，已经发现根据 $D_{\max} \sim NA^k$ ，其中 $k > 1$ ，最大透镜直径 D_{\max} 倾向于随着 NA 的增加比线性增加更强的增加。值 $k = 2$ 是用于该应用目的的一个近似。另外，已经发现，最大透镜直径 D_{\max} 与像场尺寸成比例的增加（由像场高度 Y' 表示）。为了该应用的目的，假设线性相关。基于这些考虑，第一紧密度参数 $COMP1$ 定义为：

$$[0232] \quad COMP1 = D_{\max} / (Y' \cdot NA^2)$$

[0233] 很显然的是，对于给定的像场高度和数值孔径值来讲，如果需要紧凑设计的话，第一紧密度参数 $COMP1$ 应当尽可能的小。

[0234] 考虑到为了提供投影物镜所必须的整个材料消耗，透镜的绝对数 N_L 也是相关的。通常，具有较小数量透镜的系统对于具有较大数量透镜的系统来讲是优选的。因此，第二紧密度参数 $COMP2$ 定义为：

$$[0235] \quad COMP2 = COMP1 \cdot N_L$$

[0236] 小数值的 $COMP2$ 表示紧凑的光学系统。

[0237] 另外，根据本发明的投影物镜具有至少三个物镜部分，用于将入射侧场面成像到光学共轭的出射侧场面，其中成像物镜部分在中间图像处联系起来。通常，光学系统的成像物镜部分的数量 N_{op} 越高，透镜的数量以及用于构建投影物镜所必须的整个材料将增加。理想的是，保持每个物镜部分的平均数量的透镜 N_L/N_{op} 尽可能的少。因此，第三紧密度参数 $COMP3$ 定义为：

$$[0238] \quad COMP3 = COMP1 \cdot N_L / N_{op}$$

[0239] 具有小光学材料消耗的投影物镜其特征在于小的 $COMP3$ 数值。

[0240] 表 41 概括了用于计算紧密度参数 $COMP1$ 、 $COMP2$ 、 $COMP3$ 所必须的数值以及对于提供有规格表（在表 41 的第 1 列中给出了表编号（对应于图形的相同编号））的每个系统来讲这些参数的相应的数值。因此，为了获得具有至少一个凹面镜和至少三个成像物镜部分（即，至少两个中间图像）的紧凑反射折射投影物镜，应当满足下面条件中的至少一个条件：

$$[0241] \quad COMP1 < 11$$

[0242] 优选的是 $COMP1 < 10.8$ ，更优选的是 $COMP1 < 10.4$ ，甚至更优选的是应当满足 $COMP1 < 10$ 。

$$[0243] \quad COMP2 < 300$$

[0244] 优选的是 $COMP2 < 280$ ，更优选的是 $COMP2 < 250$ ，甚至更优选的是应当满足 $COMP2 < 230$ 。

[0245] COMP3 < 100

[0246] 优选的是 COMP3 < 90, 更优选的是 COMP3 < 80, 甚至更优选的是应当满足 COMP3 < 75。

[0247] 表 41 示出根据本发明的优选实施例通常观察到这些条件中的一个条件, 表明根据在该规格中给出的设计规则得到了具有适度材料消耗的紧凑设计。

[0248] 如果需要的话, 可以使用各种类型的填充气体来填充投影物镜的光学元件之间的空间。例如, 根据实施例所需要的性质, 可以使用空气或者氮气或者氦作为填充气体。

[0249] 优选实施例的特征在于一个或者多个下面的条件。第一物镜部分优选的设计成放大系统, 优选的具有 $1 < |\beta_1| < 2.5$ 范围的放大率 β_1 。这样确保了在第一中间图像处具有低的 NA, 并且有助于避免渐晕问题。 $|\beta_1|$ 可以是 1 : 1 或者可以略小例如 $0.8 \leq |\beta_1| \leq 1$ 。第二物镜部分优选的设计为具有接近单位放大率的系统, 即几乎没有放大或者缩小。特别是, 第二物镜部分可以设计为这样的系统, 所述系统具有的放大率 β_2 在 $0.4 < |\beta_2| < 1.5$ 范围, 更优选的是在 $0.8 < |\beta_2| < 1.25$ 范围或者是在 $0.9 < |\beta_2| < 1.1$ 范围。第三物镜部分优选的具有缩小率 $|\beta_3| < 1$ 。整个投影物镜具有放大率 β , 其中 $\beta = \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3$ 。第二中间图像可以具有大于图像尺寸的尺寸。

[0250] 优选的是, 第一中间图像和第二中间图像都几何上位于第一凹面镜和第二凹面镜之间的镜间间隔内。第一中间图像和第二中间图像几何上位于其中心位于第一凹面镜和第二凹面镜之间镜间间隔内两个凹面镜之间的中点附近的中间区域中, 其中所述中间区域在具有轴向延伸小于等于第一和第二凹面镜的曲面顶点之间轴向距离 90% 的间隔中延伸。

[0251] 如果 d 是两个凹面镜之间光轴上的距离, d_1 是第一中间图像和第一凹面镜之间的光轴上的距离, d_2 是第二凹面镜和第二中间图像之间光轴上的距离, 则优选的满足这样的关系: $0.5d/2 < d_1 < 1.5d/2$, 优选的是 $0.5d/2 < d_2 < 1.5d/2$ 。上面提到的距离是将沿着光轴测量的距离, 所述光轴可以被折叠。优选的是, 大多数离轴场点的主光线在第一中间图像位置附近中两个凹面镜之间 $d/4$ 和 $3d/4$ 之间所描述的区域中与光轴交叉。然后光瞳位置远离凹面镜。

[0252] 已经发现, 有用的是, 设计这样的光学系统, 使得至少一个中间图像优选的是所有的中间图像定位成在中间图像和下一个光学表面之间存在有限的最小距离, 即在大多数实施例中的镜面。如果保持了有限的最小距离, 可以避免的是在光学表面上或者光学表面中的污染物或者故障被尖锐的成像到像面上而造成对图形的所需要成像的干扰。优选的是, 根据中间图像处的辐射的数值孔径来选择该有限的距离, 使得靠近中间图像的光学表面上的辐射的子孔径 (特别是场点的覆盖区域) 具有最小直径为至少 3mm, 或者至少 5mm, 或者至少 10mm, 或者至少 15mm。从图形和表中很显然的是, 关于镜间间隔内的中间图像和光学上最靠近该中间图像布置的镜面之间的距离, 大多数或者所有的实施例都容易满足这些条件。具有布置在凹面镜之间的中间区域中的中间图像的实施例在这个方面来讲具有本身固有的优越性。

[0253] 上面所描述实施例的所有透明光学部件是由相同的材料制成的, 即熔融石英 (SiO_2), 可能例外的是最后的像侧透镜可能由氟化钙制成。然而, 可以使用其它的材料, 特别是在工作波长处透明的晶体碱土金属的氟化物材料。为了例如帮助色差的校正 (如果需要的话) 还可以使用至少一个第二种材料。当然, 在用于其它波长例如 248nm 或者 157nm

的系统的情况下,也可以使用本发明的有利之处。

[0254] 上面描述的部分实施例或者所有的实施例满足了部分或者所有的条件。

[0255] 应当理解的是,上面描述的所有的系统可能是用于从实物中形成实像(例如在晶片上)的完整的系统。然而,本系统可以作为较大系统的部分系统。例如,上面提到的系统的“物体”可能是由物面上游的成像系统(中继系统)形成的图像。同样,由上面提到的系统形成的图像可以用作像面下游系统(中继系统)的物体。

[0256] 已经通过实例给出了优选实施例的上述描述。根据所公开的内容,本领域的技术人员不仅能够理解本发明和伴随的优点,并且能够发现对于所公开的结构和方法进行各种改变和变型是显而易见的,因此,本发明要求保护的是由本发明的权利要求书以及等效表述所涵盖的落入本发明精神和范围的所有修改和变型。

[0257] 通过参考,使得所有权利要求的内容构成了说明书的一部分。

[0258] 表 4

[0259] J205

[0260]

表面	半径	厚度	材料	1/2 直径
1	151.647118	39.665046	SIO2	86.120
2	-1368.552447	69.197177		85.246
3	158.992783	15.145647	SIO2	75.907
4	206.923841	38.570349		73.675
5	97.678872	40.014335	SIO2	69.070
6	-5437.460665	6.811056		64.924
7	138.801509	16.000000	SIO2	53.028
8	573.226631	49.296968		47.448
9	-57.862177	14.263643	SIO2	47.630
10	-84.936107	112.509668		57.274
11	-413.250477	39.459821	SIO2	106.087
12	-160.648303	5.882304		109.942
13	797.277933	34.177152	SIO2	115.560
14	-430.752073	244.699332		115.661
15	-199.609067	-204.699112	REFL	134.925
16	157.344690	246.319295	REFL	109.289
17	862.084499	22.994398	SIO2	70.571
18	-419.719089	18.726730		69.767
19	-150.816336	15.000000	SIO2	67.991
20	131.971848	26.143914		70.182
21	-1567.196375	19.813697	SIO2	72.656
22	-217.593380	44.615314		76.740
23	-2829.863046	39.782748	SIO2	103.845
24	-203.824432	1.000000		107.411
25	524.684787	25.000000	SIO2	114.960
26	902.564365	1.000000		115.451
27	530.781146	38.825378	SIO2	116.178
28	-473.210631	1.000000		116.066
29	0.000000	0.000000		113.556
30	322.948582	29.038119	SIO2	113.791
31	-2580.799702	1.000000		113.022
32	512.569763	30.174661	SIO2	110.876
33	-677.235877	1.000000		109.014
34	106.347684	68.066974	SIO2	90.295
35	-1474.944139	0.999719		77.627
36	54.296611	42.467148	CAF2	45.513
37	0.000000	3.000000	H2O	20.998

[0261] 表 4A

[0262] 非球面常数

[0263]

SRF	2	3	8	12	15
K	0	0	0	0	0
C1	3.477033e-08	-6.813990e-09	3.966411e-07	4.439638e-09	1.447452e-08
C2	-4.731536e-13	-8.621629e-12	-4.007014e-12	1.686758e-13	2.261476e-13
C3	2.796504e-17	-2.762099e-16	7.436146e-15	8.011815e-19	2.580774e-18
C4	-6.649516e-22	-9.615951e-21	1.520683e-18	9.201114e-22	1.377485e-22
C5	-2.829603e-25	-5.726076e-24	-9.949722e-22	-4.382820e-26	-3.426657e-27
C6	1.815473e-29	3.251913e-28	7.293926e-25	1.782591e-30	1.279942e-31

SRF	16	17	19	22	30
K	0	0	0	0	0
C1	4.549402e-08	1.523352e-07	1.162948e-07	-1.982157e-08	1.201912e-08
C2	-5.067161e-12	-5.763168e-12	-6.089203e-13	-5.382822e-13	-1.705175e-13
C3	2.777252e-16	7.475933e-17	-1.025185e-16	1.200748e-17	-8.926277e-17
C4	-3.138154e-20	6.617515e-20	2.192456e-20	-2.867314e-21	-4.435922e-21
C5	2.350745e-24	-2.264827e-24	-5.792211e-25	1.105789e-25	8.175482e-25
C6	-7.599030e-29	-1.064596e-28	5.642674e-28	-3.023003e-31	-2.371799e-29

SRF	33	35
K	0	0
C1	1.147736e-08	9.136462e-08
C2	4.202468e-13	-5.545932e-13
C3	-1.260714e-17	1.560631e-16
C4	-2.591704e-21	-3.601282e-20
C5	4.606100e-26	8.986671e-25
C6	9.707119e-30	3.847941e-29

[0264] 表 7

[0265] J206

[0266]

表面	半径	厚度	材料	1/2 直径
1	0.000000	0.000000		76.473
2	196.748623	27.263207	SIO2	81.548
3	1380.478547	27.173549		81.569
4	148.118896	29.558580	SIO2	83.220
5	985.952509	45.383760		81.731
6	587.017766	26.742601	SIO2	74.752
7	-268.687626	5.952675		73.075
8	121.069967	20.000000	SIO2	59.416
9	338.972294	15.471207		55.151
10	123.398576	16.000000	SIO2	42.222
11	493.239196	38.514952		36.268
12	-56.743953	79.995013	SIO2	40.070
13	-98.465204	60.825433		74.618
14	-3097.977653	27.304241	SIO2	102.327
15	-295.526762	3.782338		104.658
16	271.693311	37.763865	SIO2	112.015
17	-3936.289483	25.000000		112.208
18	162.629416	202.628857		112.852
19	-195.636303	-202.628857	REFL	119.680
20	162.629416	202.628857	REFL	104.093
21	-195.636303	44.391294		76.907
22	-1229.055417	33.250147	SIO2	83.109
23	-160.024467	37.552215		84.448
24	-246.047659	15.000000	SIO2	74.951
25	134.897718	28.252914		72.042
26	-768.808515	15.000000	SIO2	73.163
27	-355.461110	71.356200		76.177
28	-3425.435334	32.788842	SIO2	102.647
29	-255.172254	10.903212		105.332
30	695.872359	30.470261	SIO2	110.205
31	-625.346253	9.352817		110.381
32	0.000000	-8.352817		108.884
33	329.990101	40.669818	SIO2	110.434
34	-427.546014	1.000000		110.052
35	158.678466	45.978153	SIO2	102.564
36	378.976619	1.000000		95.391
37	108.606008	71.612816	SIO2	81.775
38	526.305326	1.000000		54.478
39	52.236898	36.413852	CAF2	39.598
40	0.000000	3.000000	H2O	19.842

[0267] 表 7A

[0268] 非球面常数

[0269]

SRF	4	11	15	18	19
K	0	0	0	0	0
C1	-6.330577e-08	3.463909e-07	1.324809e-08	-7.037790e-09	2.310646e-08
C2	-3.872322e-12	-2.533709e-11	2.103578e-13	-2.219032e-13	3.623856e-13
C3	1.663761e-17	3.527218e-14	3.059213e-18	-7.410203e-18	5.711204e-18
C4	-2.340311e-20	-2.199769e-17	-5.028780e-23	-1.155705e-22	8.453421e-23
C5	1.375334e-24	-1.507925e-21	1.624941e-26	-8.984707e-27	1.508061e-27
C6	-1.682943e-29	5.496658e-24	-6.281302e-31	-1.590542e-31	1.239941e-31

SRF	22	24	27	34	36
K	0	0	0	0	0
C1	6.335247e-08	3.536885e-08	8.583557e-08	2.169817e-08	-1.524001e-08
C2	-1.090600e-11	9.732363e-12	3.629209e-12	-5.404878e-13	1.625696e-12
C3	2.432505e-16	-1.879646e-16	-8.012301e-17	5.551093e-17	-3.076521e-16
C4	-1.490760e-21	1.841476e-20	5.223547e-20	-2.305595e-21	8.708326e-21
C5	1.908731e-24	-2.885890e-24	-9.160836e-24	4.260803e-26	4.665020e-25
C6	-1.282225e-28	2.916860e-28	1.028273e-27	-9.442220e-32	-2.136828e-29

SRF	38
K	0
C1	1.877887e-07
C2	1.445239e-11
C3	1.060456e-16
C4	3.470869e-19
C5	-6.424228e-23
C6	1.397331e-26

[0270] 表 8

[0271] J201

表面	半径	厚度	材料	1/2 直径
1	0.000000	0.000000		77.084
2	144.715774	34.413396	SiO2	85.539
3	1168.820838	42.714222		84.636
4	137.626538	26.913912	SiO2	78.160
5	231.768696	25.969904		74.133
6	-256.723584	9.491982	SiO2	73.679
7	-300.099619	24.637606		73.830
8	95.378233	35.795212	SiO2	66.319
9	2978.156744	6.137057		62.554
10	113.175934	18.340535	SiO2	50.838
11	791.566883	42.223464		45.085
12	-57.334745	47.676082	SiO2	42.772
13	-104.057645	85.668623		64.264
14	-747.828120	23.558823	SiO2	98.262
15	-237.780029	11.502675		100.729
16	466.711415	38.824036	SiO2	109.480
17	-377.473708	39.986102		109.791
18	160.832778	201.116223		111.102
19	-190.162844	-201.116223	REFL	125.335
20	160.832778	201.116223	REFL	106.939
21	-190.162844	40.087040		74.503
22	-429.676099	17.543012	SiO2	77.631
23	-222.069915	45.151970		78.588
24	-438.919401	16.685064	SiO2	75.545
25	125.893773	22.634903		73.362
26	706.231560	15.535140	SiO2	74.562
27	-483.323705	69.793709		76.473
28	-1219.864506	31.389217	SiO2	101.495
29	-226.588128	6.763552		104.174
30	443.080071	40.992305	SiO2	110.047
31	-556.882957	4.990520		109.849
32	0.000000	-3.144971		107.701
33	274.803577	29.023782	SiO2	108.934
34	-6968.358008	0.969032		108.499
35	213.748670	46.817088	SiO2	106.084
36	-8609.746220	0.945349		101.542
37	114.821261	64.641285	SiO2	84.961
38	-4598.248046	0.926317		66.788
39	53.647792	40.301900	CAF2	42.988
40	0.000000	3.000000	H2O	20.327

[0272]

[0273] 表 8A

[0274] 非球面常数

SRF	4	11	15	18	19
K	0	0	0	0	0
C1	-5.141395e-08	4.483031e-07	1.313620e-08	-7.985633e-09	2.017668e-08
C2	-5.556822e-12	-9.959839e-12	3.644835e-13	-2.642498e-13	3.361249e-13
C3	-2.754499e-16	5.082134e-15	5.949608e-18	-6.856089e-18	4.310554e-18
C4	-1.253113e-20	2.578467e-18	5.732895e-22	-5.142965e-22	1.686493e-22
C5	-4.228497e-24	-3.461879e-21	-2.284813e-26	1.912150e-26	-3.551936e-27
C6	2.490029e-28	1.628794e-24	8.340263e-31	-1.470786e-30	2.057764e-31

[0275]

SRF	22	24	27	33	36
K	0	0	0	0	0
C1	4.549402e-08	1.523352e-07	1.162948e-07	-1.982157e-08	1.201912e-08
C2	-5.067161e-12	-5.763168e-12	-6.089203e-13	-5.382822e-13	-1.705175e-13
C3	2.777252e-16	7.475933e-17	-1.025185e-16	1.200748e-17	-8.926277e-17
C4	-3.138154e-20	6.617515e-20	2.192456e-20	-2.867314e-21	-4.435922e-21
C5	2.350745e-24	-2.264827e-24	-5.792211e-25	1.105789e-25	8.175482e-25
C6	-7.599030e-29	-1.064596e-28	5.642674e-28	-3.023003e-31	-2.371799e-29

SRF	38
K	0
C1	1.148008e-07
C2	-5.056506e-13
C3	1.189381e-16
C4	-1.274117e-20
C5	-3.981271e-24
C6	3.798968e-28

[0276] 表 16

[0277] $NA = 1.2, \beta = 0.25$

[0278]

Field	a	b	c
	26	5	4.75

WL	193.3 nm
SILUV	1.56049116
CAFUV	1.50110592
H2OV	1.4368

表面	半径	厚度	材料	1/2 直径	类型
0	0.000000000	31.999475127	AIR	65.000	
1	133.894287787	14.995217082	SILUV	84.778	
2	127.681095498	25.597460396	AIR	82.945	
3	402.041163143	34.247197246	SILUV	84.808	
4	-292.795248488	0.996612226	AIR	85.527	
5	-865.792789804	19.686989978	SILUV	84.845	
6	-194.300017249	0.997731584	AIR	84.746	
7	166.499926718	34.205033740	SILUV	81.167	
8	-3411.356708300	0.997606594	AIR	78.713	
9	108.528463069	16.234112594	SILUV	67.657	
10	101.654206518	13.668730583	AIR	60.671	
11	161.992336120	14.997158671	SILUV	58.598	
12	2789.766305580	83.396846659	AIR	54.555	
13	-51.475183292	14.997760255	SILUV	49.489	
14	-64.480378016	0.998543606	AIR	60.882	
15	-523.449669764	57.729408261	SILUV	91.022	
16	-124.018124564	0.995673329	AIR	97.756	
17	213.269322132	24.422343766	SILUV	111.322	
18	368.130596294	326.268973067	AIR	110.123	
19	-161.615015336	14.998434538	SILUV	131.765	
20	-312.345980956	31.430358591	AIR	153.714	
21	-214.602996812	-31.430358591	AIR	155.986	REFL
22	-312.345980956	-14.998434538	SILUV	149.921	
23	-161.615015336	-238.077915164	AIR	116.301	
24	149.287132498	-14.998202246	SILUV	103.169	
25	317.538289321	-33.202694396	AIR	133.495	
26	186.422421298	33.202694396	AIR	137.843	REFL
27	317.538289321	14.998202246	SILUV	136.305	
28	149.287132498	324.504871734	AIR	116.434	
29	304.025895186	51.634530337	SILUV	102.695	
30	-321.237280055	36.471806645	AIR	101.284	
31	-141.718556476	14.999755253	SILUV	84.799	
32	104.217593104	30.610688625	AIR	74.074	
33	581.141203674	15.015591714	SILUV	75.850	
34	-637.266899243	22.019923725	AIR	78.058	
35	-222.755672262	20.582750922	SILUV	80.475	
36	-149.492790226	0.999906680	AIR	84.782	
37	260.619344057	25.604090348	SILUV	101.752	
38	1033.029187190	30.684011762	AIR	102.212	
39	181.295872049	62.489568781	SILUV	109.856	
40	-319.175759184	1.032697080	AIR	108.616	
41	0.000000000	24.649355928	AIR	99.183	
42	241.322246262	26.360109939	SILUV	88.680	
43	-555.614152728	2.010445644	AIR	85.697	
44	77.526002487	41.372376482	SILUV	67.268	
45	494.197664171	0.978420324	AIR	60.833	
46	46.187199269	35.625423750	CAFUV	39.405	
47	0.000000000	2.999559725	H2OV	20.942	
48	0.000000000	0.000000000	AIR	16.250	

[0279] 表 16A

[0280] 非球面常数

表面	K	C1	C2	C3
3	0.00000000e+000	-8.36067621e-008	2.12798795e-011	-1.45207564e-015
6	0.00000000e+000	7.69835587e-008	2.07985891e-012	1.16482389e-016
7	0.00000000e+000	1.36850714e-007	-9.44752603e-012	-1.50977238e-016
12	0.00000000e+000	7.53715484e-007	-6.61209701e-011	4.22074183e-015
16	0.00000000e+000	-5.85261742e-008	7.70941737e-013	-1.40836094e-016
29	0.00000000e+000	9.56507182e-008	-2.16638529e-012	-1.23753850e-017
31	0.00000000e+000	1.85417093e-007	-2.24667567e-012	6.93769095e-017
34	0.00000000e+000	1.66095759e-007	2.43350203e-012	8.88822140e-017
39	0.00000000e+000	-3.25790615e-009	-2.00206347e-012	4.31870304e-017
42	0.00000000e+000	-5.33787564e-008	2.40117270e-012	3.20136118e-016
43	0.00000000e+000	1.13532739e-007	-5.93286761e-012	1.32296454e-015
45	0.00000000e+000	8.97031378e-008	2.47066509e-011	-2.77876411e-016

[0281]

表面	C4	C5	C6
3	7.63154357e-020	2.95348560e-024	-3.46561258e-028
6	-4.80737790e-021	5.59439946e-024	-1.29197249e-028
7	-5.84681939e-020	7.86623559e-024	-7.24516725e-028
12	-8.02992365e-019	-7.38686026e-022	1.22771230e-025
16	6.45911985e-021	-3.82872278e-025	4.17640461e-031
29	2.58232933e-022	-6.80943505e-025	3.02935682e-029
31	6.79498891e-020	-6.82812342e-024	2.20970580e-028
34	2.60945386e-020	-3.60666201e-024	5.36227764e-028
39	-2.48544823e-021	5.50166118e-026	-3.31463292e-031
42	9.55299044e-021	-9.27935397e-024	8.13460411e-028
43	-1.88960302e-019	1.04299856e-023	1.69382125e-028
45	-7.08589002e-019	1.20774587e-022	-7.67132589e-027

[0282] 表 17

[0283] $NA = 1.2, \beta = 0.25$

Field	a	b	c
	26	5	4.75

WL	193.3 nm
SILUV	1.56049116
CAFUV	1.50110592
H2OV	1.4368

[0284]

表面	半径	厚度	材料	1/2直径	类型
0	0.00000000	31.997721704	AIR	65.000	
1	579.464506139	20.317824521	SILUV	74.592	
2	-577.479988552	0.999475036	AIR	75.821	
3	2572.370914820	28.040565960	SILUV	76.612	
4	243.390586919	11.985977074	AIR	79.119	
5	500.676303821	43.989139515	SILUV	80.893	
6	-155.064044118	21.184157632	AIR	82.707	
7	1381.321630200	18.191562266	SILUV	75.159	
8	-393.944847792	0.998449340	AIR	74.340	
9	87.946501567	40.892320851	SILUV	65.550	
10	99.239178252	25.553101192	AIR	52.382	
11	209.138140913	15.063951314	SILUV	45.950	
12	-601.200979555	66.005892131	AIR	42.845	
13	-55.332841330	14.999477956	SILUV	50.547	
14	-72.577526567	1.163693447	AIR	62.349	
15	-346.873498438	34.446292165	SILUV	80.990	
16	-150.420697383	2.645359711	AIR	86.680	
17	611.326207207	44.474569849	SILUV	99.391	
18	-228.818841769	265.128541011	AIR	100.925	
19	-190.727371287	15.000448317	SILUV	108.586	
20	-237.320724749	14.700965847	AIR	118.645	
21	-194.872786703	-14.700965847	AIR	120.611	REFL
22	-237.320724749	-15.000448317	SILUV	116.199	
23	-190.727371287	-195.428248584	AIR	100.830	
24	190.727371287	-15.000448317	SILUV	104.448	
25	237.320724749	-14.700965847	AIR	120.847	
26	194.872786703	14.700965847	AIR	124.569	REFL
27	237.320724749	15.000448317	SILUV	122.685	
28	190.727371287	266.167203345	AIR	111.392	
29	315.808627637	45.375871773	SILUV	95.944	
30	-367.849317765	64.350407265	AIR	94.229	
31	-123.002265506	14.998717744	SILUV	70.954	
32	113.714722161	32.318363032	AIR	68.389	
33	-990.749351417	21.237444356	SILUV	71.838	
34	-292.571717802	35.154029607	AIR	78.053	
35	-18220.224013700	40.604404749	SILUV	103.420	
36	-201.028020704	1.097799815	AIR	107.104	
37	366.725287540	37.745092677	SILUV	119.548	
38	-961.362776974	0.999856805	AIR	119.749	
39	338.337923773	38.019811036	SILUV	118.590	
40	-1026.771599840	-1.410077329	AIR	117.118	
41	0.000000000	12.743520660	AIR	115.541	
42	280.022380007	19.482737236	SILUV	110.210	
43	1517.149279230	1.197846646	AIR	108.733	
44	719.327066326	32.079810786	SILUV	107.695	
45	-474.571764529	2.724748590	AIR	105.913	
46	89.479992014	48.063302904	SILUV	75.467	
47	364.001398221	2.359587817	AIR	64.121	
48	52.126874613	39.040570663	CAFUV	42.333	
49	0.000000000	2.999196815	H2OV	20.183	
50	0.000000000	0.000000000	AIR	16.250	

[0285] 表 17A

[0286] 非球面常数

表面	K	C1	C2	C3
6	0.00000000e+000	-1.15035308e-009	6.18896918e-013	-4.28285081e-016
7	0.00000000e+000	-1.72652480e-008	-3.70258486e-014	-1.25882856e-015
12	0.00000000e+000	3.77928406e-007	1.46912216e-011	2.33469503e-015
16	0.00000000e+000	-6.96857458e-008	-2.84037647e-012	2.05085140e-017
19	0.00000000e+000	-2.08753341e-008	-3.76211193e-013	-1.18384407e-017
23	0.00000000e+000	-2.08753341e-008	-3.76211193e-013	-1.18384407e-017
24	0.00000000e+000	2.08753341e-008	3.76211193e-013	1.18384407e-017
28	0.00000000e+000	2.08753341e-008	3.76211193e-013	1.18384407e-017
29	0.00000000e+000	7.78624253e-008	-5.29798090e-013	3.91516327e-018
31	0.00000000e+000	4.28231334e-008	1.84180203e-011	2.69407820e-017
34	0.00000000e+000	1.06085944e-007	5.27851125e-012	1.44463148e-016
42	0.00000000e+000	-4.37269250e-008	-1.57509731e-012	8.65198568e-019
45	0.00000000e+000	-9.15770551e-009	-5.99358306e-014	-2.27293408e-016
47	0.00000000e+000	6.18789306e-008	2.40430885e-011	-5.44722370e-015

[0287]

表面	C4	C5	C6
6	4.88391880e-021	3.14518856e-024	-2.05304958e-028
7	1.13451047e-019	-1.35997879e-023	1.27061565e-027
12	-6.54678942e-018	3.46881149e-021	-5.35085168e-025
16	-1.26467485e-020	4.46161412e-025	-4.85676248e-029
19	-1.88960591e-021	1.06203954e-025	-5.85068978e-030
23	-1.88960591e-021	1.06203954e-025	-5.85068978e-030
24	1.88960591e-021	-1.06203954e-025	5.85068978e-030
28	1.88960591e-021	-1.06203954e-025	5.85068978e-030
29	-1.04724068e-020	6.70919693e-025	-2.39519868e-029
31	9.37813713e-020	-2.33189316e-023	9.94588095e-028
34	1.26175655e-020	-1.49657869e-024	2.33032636e-028
42	-3.26636505e-021	2.73829199e-025	2.06805365e-030
45	2.70272716e-020	-1.30446854e-024	3.13007511e-029
47	7.58602437e-019	-6.94042849e-023	2.94089737e-027

[0288] 表 19

[0289] $NA = 1.2, \beta = 0.25$

[0290]

Field	a	b	c
	26	4.5	4.75

WL	193.3 nm
SILUV	1.56049116
CAFUV	1.50110592
H2OV	1.4368

表面	半径	厚度	材料	1/2 直径	类型
0	0.000000000	31.999270282	AIR	65.000	
1	161.244041962	14.998636035	SILUV	82.320	
2	200.129661131	4.944776020	AIR	81.953	
3	138.221863276	14.998396795	SILUV	85.474	
4	156.496992798	50.903040817	AIR	83.945	
5	-173.315527687	16.279875172	SILUV	84.438	
6	-142.013268785	1.000634788	AIR	87.160	
7	15501.649257700	32.544206280	SILUV	87.713	
8	-158.845141838	0.999631849	AIR	89.436	
9	91.597097363	67.410407247	SILUV	79.148	
10	107.035143103	13.851994874	AIR	57.324	
11	213.854334447	15.987143481	SILUV	54.995	
12	-484.417010515	72.563101783	AIR	51.059	
13	-54.334592127	14.997747797	SILUV	49.752	
14	-68.072352503	0.998695446	AIR	60.236	
15	-601.365655277	24.817582741	SILUV	80.082	
16	-242.182339653	0.995504271	AIR	83.903	
17	920.810751329	35.748197919	SILUV	91.860	
18	-213.159366146	55.021374074	AIR	93.280	
19	246.612722217	14.997702082	SILUV	89.716	
20	222.836314969	195.136099792	AIR	86.935	
21	-235.528678750	14.998801176	SILUV	123.772	
22	-252.575360887	16.051090308	AIR	131.942	
23	-208.057958857	-16.051090308	AIR	133.654	REFL
24	-252.575360887	-14.998801176	SILUV	128.868	
25	-235.528678750	-195.136099792	AIR	114.227	
26	222.836314969	-14.997702082	SILUV	106.191	
27	246.612722217	-15.024807366	AIR	119.874	
28	190.206428127	15.024807366	AIR	122.140	REFL
29	246.612722217	14.997702082	SILUV	120.950	
30	222.836314969	195.136099792	AIR	111.677	
31	-235.528678750	14.998801176	SILUV	83.094	
32	-252.575360887	56.045936568	AIR	86.484	
33	370.979663784	47.033021034	SILUV	99.224	
34	-371.323272898	62.417517206	AIR	97.788	
35	-121.118365852	14.999357361	SILUV	74.709	
36	120.855315866	33.365820253	AIR	72.995	
37	20779.359547400	24.110061836	SILUV	77.786	
38	-269.244136428	16.073764059	AIR	83.845	
39	-236.048531861	28.909364173	SILUV	86.677	
40	-161.907128190	8.188854525	AIR	94.856	
41	842.230350676	46.587674654	SILUV	117.052	
42	-262.240874081	3.490322496	AIR	119.226	
43	374.311200849	50.091253523	SILUV	123.021	
44	-396.081152439	-8.144186891	AIR	122.235	
45	0.000000000	9.143428258	AIR	118.495	
46	290.815269675	69.706490303	SILUV	113.550	
47	-465.439617778	0.998821533	AIR	106.611	
48	84.362795313	48.231691787	SILUV	73.577	
49	220.065022009	0.997153094	AIR	60.089	
50	51.630320906	38.562324381	CAFUV	42.677	
51	0.000000000	2.998760762	H2OV	20.925	
52	0.000000000	0.000000000	AIR	16.250	

[0291] 表 19A

[0292] 非球面常数

[0293]

表面	K	C1	C2	C3
6	0.00000000e+000	5.22123357e-008	8.58887551e-013	-4.54164064e-016
7	0.00000000e+000	-5.20183796e-008	-4.57191269e-012	-4.91479340e-016
12	0.00000000e+000	3.52517346e-007	2.85321977e-011	9.33189645e-017
16	0.00000000e+000	-1.19054499e-007	-6.17053971e-013	8.29918331e-017
20	0.00000000e+000	2.35880706e-008	1.10625664e-014	1.52718231e-017
21	0.00000000e+000	-1.93271271e-008	-1.21191457e-014	-9.08764375e-018
25	0.00000000e+000	-1.93271271e-008	-1.21191457e-014	-9.08764375e-018
26	0.00000000e+000	2.35880706e-008	1.10625664e-014	1.52718231e-017
30	0.00000000e+000	2.35880706e-008	1.10625664e-014	1.52718231e-017
31	0.00000000e+000	-1.93271271e-008	-1.21191457e-014	-9.08764375e-018
33	0.00000000e+000	1.34282593e-007	-1.85430392e-012	-4.26524890e-017
35	0.00000000e+000	-2.95757718e-009	1.59584067e-011	-3.65004253e-016
38	0.00000000e+000	1.44418264e-007	4.50598204e-012	-8.46201050e-019
46	0.00000000e+000	-1.03608598e-008	-1.39868032e-012	-2.06257372e-017
47	0.00000000e+000	-2.35449031e-008	6.28466297e-017	5.46615500e-020
49	0.00000000e+000	1.18378675e-007	2.25652288e-011	-6.89451988e-015

表面	C4	C5	C6
6	1.80084384e-021	-1.27939182e-025	9.21858288e-029
7	3.70354199e-020	-2.59625588e-024	-9.35416883e-031
12	1.46216022e-018	1.35490801e-022	-4.07118530e-026
16	-1.92366012e-020	1.44946211e-024	-4.85055808e-029
20	4.13946988e-022	-1.55058201e-026	1.20806176e-030
21	-5.34976868e-023	-1.13872365e-027	-9.05434146e-032
25	-5.34976868e-023	-1.13872365e-027	-9.05434146e-032
26	4.13946988e-022	-1.55058201e-026	1.20806176e-030
30	4.13946988e-022	-1.55058201e-026	1.20806176e-030
31	-5.34976868e-023	-1.13872365e-027	-9.05434146e-032
33	2.28325758e-022	-3.90557972e-026	-2.65242779e-030
35	2.40761278e-019	-3.76176852e-023	1.70246167e-027
38	-5.19608735e-021	-2.54791026e-025	1.06081720e-028
46	-1.69652628e-021	1.44074754e-025	2.91395857e-030
47	5.71824030e-021	-4.38179150e-025	1.61431061e-029
49	1.27155044e-018	-1.75366514e-022	1.10664062e-026

[0294] 表 20

[0295] $NA = 1.2, \beta = 0.25$

[0296]

Field	a	b	c
	26	4.5	4.75

WL	193.3 nm
SILUV	1.56049116
CAFUV	1.50110592
H2OV	1.4368

表面	半径	厚度	材料	1/2 直径	类型
0	0.000000000	44.536474494	AIR	64.000	
1	-145.614238159	20.028968251	SILUV	71.569	
2	-106.712344272	3.165042254	AIR	75.720	
3	-126.799930892	14.997327707	SILUV	77.371	
4	-400.529009983	24.938975486	AIR	89.386	
5	-153.978050679	32.035367034	SILUV	91.679	
6	-113.485754514	3.962209737	AIR	96.767	
7	481.661051100	51.626847869	SILUV	109.810	
8	-218.069217303	0.986417498	AIR	110.501	
9	95.461306806	78.518887093	SILUV	88.224	
10	197.024903934	20.433893299	AIR	65.510	
11	245.480984290	15.389927680	SILUV	50.234	
12	208.931069399	52.005350380	AIR	39.571	
13	-51.537539329	25.208829578	SILUV	43.896	
14	-67.256773583	31.133045864	AIR	59.014	
15	-353.059395237	33.742142302	SILUV	97.721	
16	-152.100516860	1.776048462	AIR	102.828	
17	-246.044785191	45.384512544	SILUV	109.125	
18	-136.487212093	39.988466465	AIR	113.661	
19	0.000000000	201.398483236	AIR	114.931	
20	-233.811577421	14.982820253	SILUV	137.713	
21	-370.567496646	37.810813405	AIR	153.233	
22	-216.552824900	-37.810813405	AIR	155.425	REFL
23	-370.567496646	-14.982820253	SILUV	147.967	
24	-233.811577421	-201.398483236	AIR	120.238	
25	168.695670563	201.398483236	AIR	106.748	REFL
26	-233.811577421	14.982820253	SILUV	76.924	
27	-370.567496646	37.810813405	AIR	81.451	
28	0.000000000	40.022296005	AIR	92.209	
29	241.209000864	59.448832101	SILUV	108.950	
30	-367.385238353	16.411120649	AIR	108.057	
31	357.895873274	15.315252659	SILUV	93.192	
32	94.401040596	38.563342544	AIR	77.588	
33	442.579628511	14.989394891	SILUV	78.610	
34	12021.837327700	28.864129981	AIR	79.433	
35	-191.074651244	21.063184315	SILUV	81.221	
36	-155.506376055	9.229041305	AIR	86.157	
37	185.464309512	44.606063412	SILUV	101.263	
38	-1150.340708410	31.620758000	AIR	100.270	
39	0.000000000	-0.000000330	AIR	92.899	
40	134.597113443	29.097516432	SILUV	92.514	
41	296.937234549	3.458534424	AIR	90.494	
42	150.878027709	36.379168022	SILUV	87.171	
43	-494.554249982	0.979230496	AIR	84.334	
44	65.631220570	30.011852752	SILUV	57.267	
45	126.706468270	0.934188028	AIR	49.586	
46	43.426322889	31.956384174	CAFUV	36.843	
47	0.000000000	2.999915964	H2OV	20.807	
48	0.000000000	0.000000000	AIR	16.001	

[0297] 表 20A

[0298] 非球面常数

[0299]

表面	K	C1	C2	C3
1	0.00000000e+000	-1.87990337e-008	-7.06178066e-012	-1.25139326e-015
6	0.00000000e+000	2.08430698e-009	3.65727833e-013	1.43149385e-018
7	0.00000000e+000	1.33126997e-008	-2.47997131e-012	3.62223701e-017
12	0.00000000e+000	6.92559246e-007	1.01811160e-010	4.16533262e-015
16	0.00000000e+000	1.26266812e-008	-7.60497043e-013	5.26322462e-017
20	0.00000000e+000	-2.84981575e-008	5.16388350e-013	-2.39579817e-017
24	0.00000000e+000	-2.84981575e-008	5.16388350e-013	-2.39579817e-017
26	0.00000000e+000	-2.84981575e-008	5.16388350e-013	-2.39579817e-017
29	0.00000000e+000	1.10496506e-007	-6.42644915e-012	2.43910073e-016
31	0.00000000e+000	-8.94334736e-008	5.51621746e-012	2.64317734e-016
34	0.00000000e+000	7.27650226e-008	5.05452869e-012	2.12206759e-016
42	0.00000000e+000	-5.69019750e-008	-3.78079018e-012	-3.58536429e-016
43	0.00000000e+000	3.85631053e-008	-1.96032685e-012	-4.18174469e-016
45	0.00000000e+000	1.32980535e-007	6.98357216e-011	-9.96688046e-015

表面	C4	C5	C6
1	1.04002349e-019	1.61613724e-024	-2.08243603e-028
6	3.84125705e-021	-4.35918853e-025	5.89812982e-029
7	-3.52780013e-022	1.86263171e-025	-7.15398794e-030
12	2.76714831e-017	-1.56122873e-020	5.24368076e-024
16	1.50861183e-021	2.14471673e-025	2.66224210e-030
20	3.35275866e-022	-8.50016423e-028	-1.97442790e-031
24	3.35275866e-022	-8.50016423e-028	-1.97442790e-031
26	3.35275866e-022	-8.50016423e-028	-1.97442790e-031
29	-1.98759724e-020	8.00452148e-025	-9.31628471e-030
31	3.20019743e-020	-4.26422117e-024	1.50940276e-028
34	5.08829476e-020	-5.03622460e-024	7.39342220e-028
42	-4.25536201e-020	2.42006208e-024	1.84293028e-028
43	9.23637376e-020	-8.60875665e-024	4.05098414e-028
45	-3.10084571e-019	1.88265675e-022	-4.40640742e-026

[0300] 表 21

[0301] $NA=1.2, \beta = 0.25$

[0302]

Field	a	b	c
	26	4.5	4.75

WL	193.3 nm
SILUV	1.56049116
CAFUV	1.50110592
H2OV	1.4368

表面	半径	厚度	材料	1/2 直径	类型
0	0.000000000	31.999392757	AIR	64.675	
1	149.202932404	20.120662646	SILUV	82.837	
2	233.357095260	1.010428853	AIR	82.195	
3	172.529012606	14.999455624	SILUV	83.021	
4	153.116811658	37.462782355	AIR	80.924	
5	-385.292133909	24.003915576	SILUV	81.802	
6	-189.041850576	1.014246919	AIR	84.223	
7	-1521.447544300	27.529894754	SILUV	83.808	
8	-150.691487200	0.999361796	AIR	85.384	
9	89.238407847	56.953687562	SILUV	75.993	
10	101.329520927	13.713067990	AIR	58.085	
11	176.794820361	18.039991299	SILUV	55.978	
12	-447.950790449	73.129977874	AIR	52.127	
13	-57.595257960	16.299538518	SILUV	50.436	
14	-83.036630542	0.999811850	AIR	64.360	
15	-2287.430407510	44.210083628	SILUV	86.772	
16	-147.632600397	0.998596167	AIR	92.132	
17	-352.966686998	32.886671205	SILUV	97.464	
18	-153.824954969	271.807415024	AIR	100.038	
19	-238.525982305	14.998824247	SILUV	122.669	
20	-315.714610405	19.998064817	AIR	131.899	
21	-202.650261219	-19.998064817	AIR	131.917	REFL
22	-315.714610405	-14.998824247	SILUV	131.852	
23	-238.525982305	-196.811186275	AIR	112.411	
24	207.441141965	-14.998504935	SILUV	107.771	
25	268.178120713	-19.998469851	AIR	124.363	
26	193.196124575	19.998469851	AIR	127.679	REFL
27	268.178120713	14.998504935	SILUV	125.948	
28	207.441141965	271.807924190	AIR	114.576	
29	325.701461380	38.709870586	SILUV	92.964	
30	-885.381927410	59.476563453	AIR	90.975	
31	-123.867242183	18.110373017	SILUV	74.226	
32	126.359054159	30.087671186	AIR	73.733	
33	-16392.865249200	31.626040348	SILUV	77.090	
34	-299.592698534	15.292623049	AIR	86.158	
35	-296.842399050	24.895495087	SILUV	89.777	
36	-163.748333285	8.131594074	AIR	94.529	
37	675.259743609	47.908987883	SILUV	116.712	
38	-263.915255162	1.054743285	AIR	118.641	
39	356.010681144	47.536295502	SILUV	120.712	
40	-435.299476405	3.543672029	AIR	119.727	
41	0.000000000	10.346485925	AIR	112.597	
42	256.262375445	67.382487780	SILUV	107.047	
43	-454.037284452	0.998990981	AIR	99.451	
44	84.434680547	36.424585989	SILUV	70.101	
45	207.490725651	0.997139930	AIR	62.005	
46	50.112836179	41.301883710	CAFUV	43.313	
47	0.000000000	2.999011124	H2OV	20.878	
48	0.000000000	0.000000000	AIR	16.169	

[0303] 表 21A

[0304] 非球面常数

表面	K	C1	C2	C3
6	0.00000000e+000	5.47357338e-008	1.50925239e-012	-1.14128005e-015
7	0.00000000e+000	-5.65236098e-008	-4.45251739e-012	-1.12368170e-015
12	0.00000000e+000	3.75669258e-007	2.00493160e-011	-1.57617930e-015
16	0.00000000e+000	-2.97247128e-008	-1.16246607e-013	1.91525676e-016
19	0.00000000e+000	-1.79930163e-008	-1.81456294e-014	-6.42956161e-018
23	0.00000000e+000	-1.79930163e-008	-1.81456294e-014	-6.42956161e-018
24	0.00000000e+000	1.41712563e-008	1.42766536e-013	5.35849443e-018
28	0.00000000e+000	1.41712563e-008	1.42766536e-013	5.35849443e-018
29	0.00000000e+000	1.42833387e-007	3.55808937e-014	-1.23227147e-017
31	0.00000000e+000	-1.51349602e-008	1.62092054e-011	-4.43234287e-016
34	0.00000000e+000	1.39181850e-007	3.36145772e-012	-4.99179521e-017
42	0.00000000e+000	-4.24593271e-009	-1.84016360e-012	-2.09008867e-017
43	0.00000000e+000	-1.75350671e-008	1.70435017e-014	1.85876255e-020
45	0.00000000e+000	4.03560215e-008	2.57831806e-011	-6.32742355e-015

[0305]

表面	C4	C5	C6
6	2.03745939e-022	-1.46491288e-024	3.18476009e-028
7	7.05334891e-020	-6.42608755e-024	4.64154513e-029
12	2.00775938e-018	-1.81218495e-022	1.59512857e-028
16	-5.42330199e-021	4.84113906e-025	-1.50564943e-030
19	-1.72138657e-022	4.34933124e-027	-2.46030547e-031
23	-1.72138657e-022	4.34933124e-027	-2.46030547e-031
24	5.30493751e-022	-2.04437497e-026	1.09297996e-030
28	5.30493751e-022	-2.04437497e-026	1.09297996e-030
29	1.26320560e-021	1.99476309e-025	-1.46884711e-029
31	2.01248512e-019	-3.73070267e-023	1.98749982e-027
34	-8.18195448e-021	4.05698527e-025	4.11589492e-029
42	-2.89704097e-021	1.96863338e-025	6.53807102e-030
43	6.37197338e-021	-5.19573140e-025	2.34597624e-029
45	9.55984243e-019	-1.13622236e-022	6.56644929e-027

[0306] 表 22

[0307]

表面	半径	厚度	材料	1/2 直径	类型
0	0.000000000	31.993696817	AIR	65.000	
1	0.000000000	-0.006216437	AIR	75.178	
2	173.245898492	28.849219645	SILUV	80.701	
3	-1901.645842520	1.159056366	AIR	81.186	
4	139.958280577	17.383993593	SILUV	82.800	
5	114.690720801	65.798932682	AIR	78.012	
6	177.803002075	54.744184912	SILUV	88.979	
7	-204.801382425	0.997356478	AIR	88.078	
8	89.450127459	21.884550473	SILUV	62.734	
9	143.066432170	15.678153833	AIR	57.180	
10	-13433.891703300	15.000276693	SILUV	54.058	
11	-8853.549440170	13.872934681	AIR	46.493	
12	0.000000000	0.000000000	AIR	37.955	
13	0.000000000	61.755398574	AIR	38.009	
14	-66.760883146	14.994014816	SILUV	54.182	
15	-72.012316741	23.617101147	AIR	60.909	
16	-63.807677134	21.572901785	SILUV	62.830	
17	-76.257505928	1.720678480	AIR	75.095	
18	1299.192911670	55.482510512	SILUV	104.240	
19	-148.321651349	39.989348698	AIR	106.312	
20	0.000000000	232.380264110	AIR	95.929	
21	-201.575622280	-232.380264110	AIR	121.585	REFL
22	199.702239038	232.380264110	AIR	118.875	REFL
23	0.000000000	39.986853275	AIR	91.439	
24	162.499205332	44.748459237	SILUV	93.810	
25	-2036.857320830	1.012661476	AIR	91.212	
26	141.444403824	15.471017813	SILUV	77.784	
27	167.499214725	41.441314042	AIR	72.833	
28	-106.505215697	14.992253348	SILUV	70.530	
29	98.946616742	44.625025386	AIR	64.458	
30	-139.301063148	14.998444853	SILUV	66.132	
31	-339.669887909	0.997145626	AIR	79.298	
32	1356.020956420	23.905236106	SILUV	86.623	
33	-340.109054698	5.477848077	AIR	90.957	
34	472.296115575	52.138063579	SILUV	108.763	
35	-222.876812950	8.808100307	AIR	112.258	
36	2053.528638090	24.342755161	SILUV	119.824	
37	-621.581254067	1.014456714	AIR	120.910	
38	210.455448779	43.312493694	SILUV	124.650	
39	-1489.901649750	5.393215295	AIR	124.077	
40	210.646045010	47.972124824	SILUV	119.142	
41	-627.180734089	0.998977914	AIR	117.607	
42	97.515291800	53.409662718	SILUV	82.565	
43	469.577208920	0.998603706	AIR	69.163	
44	58.393704585	42.102914517	CAFUV	46.689	
45	0.000000000	3.001333990	H2OV	20.956	

[0308] 表 22A

[0309] 非球面常数

[0310]

表面 2

K	0.0000
C1	-4.85507054e-008
C2	8.30450606e-013
C3	-6.55835562e-016
C4	6.07754089e-020
C5	-4.30736726e-024
C6	9.97068342e-029
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

表面 5

K	0.0000
C1	4.63982284e-008
C2	-4.36308368e-016
C3	-4.56700150e-016
C4	1.41944231e-020
C5	-2.58792066e-024
C6	2.91613493e-032
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

表面 6

K	0.0000
C1	7.93368538e-008
C2	-3.49340213e-012
C3	-3.72450023e-016
C4	-1.50853577e-020
C5	4.35840155e-024
C6	-1.74914218e-028
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

表面 11

K	0.0000
C1	3.21277393e-007
C2	2.34047891e-012
C3	1.48915392e-014
C4	-1.12960188e-017
C5	3.70333100e-021
C6	-4.63366043e-025
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

表面 19

K	0.0000
C1	1.27016347e-008
C2	4.09192710e-013
C3	2.48214285e-017
C4	9.66053244e-022
C5	1.60329104e-027
C6	2.07652380e-030
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

表面 21

K	0.0000
C1	1.00526801e-008
C2	1.78849410e-013
C3	2.48862104e-018
C4	9.77481750e-023
C5	-3.23740664e-028
C6	6.28188299e-032
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

表面 22

K	0.0000
C1	-8.36189868e-009
C2	-1.86708153e-013
C3	-3.35782535e-018
C4	-6.14811355e-023
C5	-6.72093224e-028
C6	-5.98449275e-032
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

表面 24

K	0.0000
C1	3.26436925e-008
C2	9.95492740e-013
C3	3.47886760e-017
C4	6.60667009e-021
C5	-3.90366799e-025
C6	4.03156525e-029
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

表面 28

K	0.0000
C1	1.73452145e-007
C2	9.62198511e-012
C3	8.33010916e-016
C4	-4.89738667e-020
C5	-2.08149618e-023
C6	2.57941116e-027
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

表面 31

K	0.0000
C1	1.28849399e-007
C2	4.99181087e-012
C3	5.65181638e-017
C4	2.64289484e-020
C5	-3.15869403e-024
C6	-3.04781776e-029
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

表面 34

K	0.0000
C1	-2.57944586e-008
C2	7.33527637e-013
C3	-5.33079171e-018
C4	-8.21688122e-022
C5	-2.94478649e-026
C6	2.23217522e-030
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

表面 38

K	0.0000
C1	-1.91471943e-008
C2	-1.34589512e-012
C3	3.11852582e-017
C4	-2.35897615e-021
C5	6.73415544e-026
C6	1.62707757e-030
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

[0311]

表面 40

K	0.0000
C1	-6.30346424e-008
C2	-4.64729134e-013
C3	3.22359222e-017
C4	2.89305419e-023
C5	-2.15332629e-026
C6	8.39177392e-031
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

表面 41

K	0.0000
C1	-2.41682461e-008
C2	1.18102559e-013
C3	-1.34037856e-016
C4	1.79602212e-020
C5	-8.86179442e-025
C6	1.89592509e-029
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

表面 43

K	0.0000
C1	1.25460964e-007
C2	7.10922055e-012
C3	-1.61078694e-015
C4	1.49634597e-019
C5	-1.71885653e-023
C6	1.04621563e-027
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

[0312] 表 23

[0313]

WL	193.3 nm	193.4 nm	193.2 nm
SILUV	1.560491	1.560332	1.560650
CAFUV	1.501106	1.501010	1.501202
H2OV	1.436800	1.436800	1.436800

Ymax = 64.675 mm; NA = 1.2

表面	半径	厚度	材料	1/2 直径	类型
0	0.000000000	32.343320391	AIR	64.675	
1	0.000000000	0.319194773	AIR	74.840	
2	165.502154849	22.393605178	SILUV	81.725	
3	427.564472229	78.042155049	AIR	81.442	
4	362.770694637	28.092832019	SILUV	88.424	
5	-418.998032701	0.953143564	AIR	88.789	
6	108.458706796	42.211528711	SILUV	85.410	
7	309.813567338	43.976162585	AIR	80.542	
8	440.563406352	17.425727560	SILUV	60.495	
9	-278.343745406	54.725816031	AIR	56.963	
10	-65.973394609	15.012675322	SILUV	50.057	
11	-89.483928231	44.616098218	AIR	59.618	
12	-164.547135387	29.271100213	SILUV	82.247	
13	-110.100956635	0.995307980	AIR	86.942	
14	-467.051029385	33.374516855	SILUV	94.291	
15	-156.421752282	39.987151223	AIR	96.378	
16	0.000000000	229.883694545	AIR	89.855	
17	-196.922423263	-229.883694545	AIR	115.021	REFL
18	196.894790764	229.883694545	AIR	115.024	REFL
19	0.000000000	40.005209742	AIR	89.120	
20	158.312187294	42.217660752	SILUV	95.332	
21	2467.131056460	70.144222480	AIR	92.913	
22	-160.335654972	14.992560808	SILUV	73.410	
23	116.412074936	38.531709122	AIR	69.984	
24	-250.712291671	18.369318291	SILUV	71.881	
25	-300.079780156	31.051013458	AIR	80.817	
26	5705.510103480	24.334610155	SILUV	107.710	
27	-458.981124329	14.563800138	AIR	111.524	
28	946.448274166	62.249192106	SILUV	126.621	
29	-192.486608755	1.015402218	AIR	129.650	
30	-4079.043797180	15.732935333	SILUV	130.993	
31	-1100.089935780	14.595769901	AIR	131.283	
32	0.000000000	0.000000000	AIR	130.790	
33	0.000000000	-13.603116119	AIR	131.340	
34	220.445900864	51.281950308	SILUV	133.878	
35	-1597.683074300	5.271684397	AIR	133.124	
36	215.527385603	15.522171709	SILUV	124.678	
37	314.221642044	4.657196014	AIR	121.589	
38	305.812344416	42.963421749	SILUV	120.269	
39	-771.778612980	0.996840378	AIR	117.157	
40	109.741348234	43.192990855	SILUV	84.698	
41	708.633799886	6.161060319	AIR	76.900	
42	66.404779509	39.130193750	CAFUV	46.929	
43	0.000000000	2.999814914	H2OV	20.723	
44	0.000000000	0.000000000	AIR	16.171	

[0314] 表 23A

[0315] 非球面常数

[0316]

表面 3

K	0.0000
C1	5.16435696e-008
C2	-3.34181067e-012
C3	3.14093710e-017
C4	-3.87421162e-022
C5	-8.61200118e-027
C6	-1.47089082e-029
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

表面 4

K	0.0000
C1	9.50247881e-010
C2	-3.73319015e-012
C3	-6.51837734e-017
C4	-7.93160821e-021
C5	9.00091591e-025
C6	-1.92340271e-028
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

表面 9

K	0.0000
C1	1.24922845e-007
C2	1.54187542e-011
C3	-3.69685941e-016
C4	1.37785719e-018
C5	-3.60351270e-022
C6	2.85480659e-026
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

表面 13

K	0.0000
C1	1.45134700e-009
C2	1.24926632e-014
C3	8.37553299e-018
C4	2.49716672e-021
C5	-2.66380030e-025
C6	2.61815898e-029
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

表面 17

K	0.0000
C1	9.25585261e-009
C2	1.67052938e-013
C3	2.68611580e-018
C4	1.04166910e-022
C5	-1.70724722e-027
C6	1.10260829e-031
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

表面 18

K	0.0000
C1	-8.29620456e-009
C2	-1.78159419e-013
C3	-3.07128696e-018
C4	-8.08505340e-023
C5	2.33488811e-028
C6	-8.31087015e-032
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

表面 20

K	0.0000
C1	1.71573479e-008
C2	5.87191967e-013
C3	3.53602344e-017
C4	3.89188764e-021
C5	-2.56256746e-025
C6	2.81528130e-029
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

表面 22

K	0.0000
C1	-9.04880266e-009
C2	3.31829223e-012
C3	-7.82564703e-017
C4	7.87650776e-020
C5	-7.94502597e-024
C6	2.40943558e-027
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

表面 25

K	0.0000
C1	1.11732794e-007
C2	5.01044308e-012
C3	1.82247821e-016
C4	2.99282347e-021
C5	-2.06723334e-024
C6	2.32093750e-029
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

表面 28

K	0.0000
C1	-2.42933057e-008
C2	3.07041360e-014
C3	7.41003764e-018
C4	-5.26534391e-022
C5	1.17630052e-026
C6	-1.17982545e-031
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

表面 34

K	0.0000
C1	-8.91439687e-009
C2	-7.33160527e-013
C3	-4.83885006e-018
C4	-2.37515306e-022
C5	2.33792040e-026
C6	-2.27854885e-032
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

表面 36

K	0.0000
C1	-5.63334250e-008
C2	-3.26907281e-013
C3	9.72642980e-017
C4	4.30118073e-021
C5	-5.03894259e-025
C6	1.42974281e-029
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

表面 39

K	0.0000
C1	-1.21454753e-008
C2	1.19750305e-012
C3	-6.39990660e-017
C4	4.10753453e-021
C5	-1.17680773e-025
C6	4.05203512e-030
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

[0317]

表面 41

K	0.0000
C1	4.06678857e-008
C2	3.94505025e-012
C3	-2.03790398e-016
C4	2.07246865e-020
C5	-3.19577553e-024
C6	2.12601962e-028
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

[0318] 表 27 (EM28)

表面	半径	非球面	厚度	材料	1/2 直径
1	0.000000		-0.028411	LUFTV193	76.078
2	148.374584	AS	30.141343	SIO2V	82.524
3	2980.684122		2.731918	N2VP950	82.907
4	177.363525		46.196958	SIO2V	84.542
5	765.980001	AS	27.096346	N2VP950	80.837
6	2666.335118		22.841301	SIO2V	73.658
7	-291.755432	AS	0.990907	N2VP950	70.887
8	230.707988		26.508915	SIO2V	65.013
9	-298.406132		21.906961	N2VP950	61.389
10	-112.314548		10.039397	SIO2V	45.510
11	-118.846218		2.540087	N2VP950	43.187
12	0.000000		0.000000	N2VP950	35.411
13	0.000000		18.000000	N2VP950	35.411
14	0.000000		10.013160	SIO2V	46.508
15	0.000000		0.991399	N2VP950	50.085
16	237.566392		20.385633	SIO2V	54.619
17	-476.646043		28.746587	N2VP950	57.184
18	-81.332740		10.129443	SIO2V	59.250
19	-86.414601		0.995700	N2VP950	63.535
20	-2069.485733	AS	30.115541	SIO2V	71.732
21	-141.210644		0.983397	N2VP950	74.255
22	962.252932	AS	9.980083	SIO2V	74.793
23	819.084531		36.977869	N2VP950	75.040
24	0.000000		198.944441	N2VP950	77.850
25	-167.595461	AS	-198.944441	REFL	139.680
26	167.595461	AS	198.944441	REFL	111.811
27	0.000000		36.992449	N2VP950	110.123
28	268.305681		49.624605	SIO2V	123.343
29	-828.322347	AS	47.027120	N2VP950	122.544
30	327.800199		39.684648	SIO2V	108.912
31	-1269.440044	AS	0.995014	N2VP950	106.029
32	331.950903		9.989996	SIO2V	93.089
33	95.290319		49.810064	N2VP950	76.973
34	-442.703787		9.991655	SIO2V	76.737
35	143.501616		20.229593	N2VP950	77.748
36	483.451705		9.993273	SIO2V	79.933
37	241.810075		15.546146	N2VP950	84.505
38	928.401379		29.795388	SIO2V	88.441
39	-298.259102	AS	8.829909	N2VP950	94.008
40	-1812.559641	AS	29.628322	SIO2V	101.744
41	-270.502936		7.417032	N2VP950	107.779
42	-7682.999744	AS	45.892645	SIO2V	118.999
43	-231.286706		27.404554	N2VP950	122.729
44	449.487156		46.556603	SIO2V	134.549
45	-668.069375		1.250913	N2VP950	134.857
46	886.959900	AS	43.269922	SIO2V	133.822
47	-295.612418		0.987420	N2VP950	133.749
48	230.112826		44.287713	SIO2V	112.987
49	-2356.132765	AS	0.978312	N2VP950	108.183
50	92.104165		41.465221	SIO2V	76.439
51	253.332614		1.131452	N2VP950	67.260
52	84.180015		39.033045	CAF2V193	50.611
53	0.000000		3.000000	H2OV193	21.082
54	0.000000		0.000000	AIR	16.500

[0319]

[0320]

[0321] 表 27A

[0322] 非球面常数

[0323]

表面	2	5	7	20	22
K	0	0	0	0	0
C1	-7.058653e-08	-1.114728e-07	1.398385e-07	-1.149358e-08	-5.629065e-08
C2	-2.984480e-12	4.526601e-12	-6.219606e-12	-6.065516e-12	1.905377e-12
C3	-1.303901e-16	1.421882e-16	3.410808e-16	6.763250e-16	-2.554160e-16
C4	-5.960748e-21	-1.154537e-19	3.575265e-20	-7.651964e-20	6.886775e-21
C5	-6.187687e-25	1.628794e-23	-2.900443e-23	5.689563e-24	-6.938594e-25
C6	8.668981e-29	-6.255900e-28	2.343745e-27	-2.312648e-28	-2.420574e-29
C7	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
C8	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
C9	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00

表面	25	26	29	31	39
K	-2.31378	-2.31378	0	0	0
C1	-4.828221e-08	4.828221e-08	1.342570e-08	-9.018801e-08	3.278431e-08
C2	7.051572e-13	-7.051572e-13	-3.644532e-13	6.045342e-12	1.370822e-17
C3	-2.377185e-17	2.377185e-17	-2.375681e-18	-1.273791e-16	1.643036e-16
C4	6.284480e-22	-6.284480e-22	-3.970849e-22	-2.702171e-21	-2.021350e-20
C5	-1.385194e-26	1.385194e-26	-4.372813e-27	3.262226e-25	2.670722e-24
C6	1.514567e-31	-1.514567e-31	6.283103e-31	-6.948598e-30	-1.187217e-28
C7	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
C8	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
C9	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00

表面	40	42	46	49
K	0	0	0	0
C1	-5.316551e-08	-1.954895e-09	-4.282391e-08	-3.095959e-08
C2	-7.707570e-14	5.606761e-14	-1.948121e-13	3.451241e-12
C3	2.146900e-16	-6.199304e-17	7.664802e-17	-1.219768e-16
C4	-2.184878e-20	3.478339e-21	-2.354982e-21	4.060098e-21
C5	2.255720e-24	-1.558932e-25	1.361973e-26	-9.053687e-26
C6	-9.545251e-29	4.899450e-30	2.019923e-31	1.610152e-30
C7	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
C8	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
C9	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00

[0324] 表 28 (EM25)

WL	193.368 nm	193.468 nm	193.268 nm
SIO2V'	1.5607857	1.56062813	1.56094365
CAF2V193'	1.50175423	1.50185255	1.50195109
H2OV193'	1.4364632	1.43667693	1.43689123

NA 1.2; Fmin = 18.63 mm; Fmax = 66 mm

[0325]

表面	半径	厚度	材料	1/2 直径	类型
0	0.00000000	31.974939715	AIR	66.000	
1	0.00000000	-0.024765663	AIR	76.143	
2	148.940822391	31.463360093	SIO2V	83.171	
3	6331.489300420	40.453855135	AIR	83.210	
4	928.302406310	14.994423747	SIO2V	83.796	
5	251.967918823	13.753137508	AIR	83.372	
6	172.912005335	50.243372901	SIO2V	87.569	
7	-197.856766081	1.000964332	AIR	86.631	
8	81.522536296	17.681593406	SIO2V	65.574	
9	88.327907526	30.256558951	AIR	60.047	
10	117.551427452	18.843304175	SIO2V	50.042	
11	855.507852453	8.921765220	AIR	45.493	
12	0.00000000	0.00000000	AIR	37.552	
13	0.00000000	49.799403498	AIR	37.641	
14	-56.887108985	19.216557050	SIO2V	46.868	
15	-153.952881762	0.978745522	AIR	66.363	
16	-10783.364868000	53.980836551	SIO2V	79.120	
17	-370.423261824	5.444267505	AIR	97.662	
18	-1928.185768980	46.883883025	SIO2V	104.839	
19	-156.534475362	0.983619441	AIR	108.499	
20	-2025.935551520	37.434974978	SIO2V	114.116	
21	-206.572644709	34.979106092	AIR	115.758	
22	0.00000000	220.766423587	AIR	108.107	
23	-187.624624543	-220.766423587	AIR	140.612	REFL
24	185.347836932	220.766423587	AIR	130.980	REFL
25	0.00000000	38.094302401	AIR	87.940	
26	572.857393641	19.003060435	SIO2V	84.526	
27	-2621.148115610	0.995124659	AIR	83.267	
28	286.158521436	14.994640836	SIO2V	80.188	
29	106.165691183	42.739053946	AIR	72.275	
30	-269.972769063	14.994253287	SIO2V	72.751	
31	217.103611286	19.468009312	AIR	79.551	
32	49574.268497900	15.072135262	SIO2V	82.355	
33	-1724.117745890	7.993795407	AIR	87.009	
34	-681.152171807	39.742301517	SIO2V	89.501	
35	-135.848489522	0.995182990	AIR	93.025	
36	729.076676327	18.240313704	SIO2V	99.335	
37	-1221.183105010	8.112527507	AIR	100.052	
38	470.281491581	33.610782817	SIO2V	101.641	
39	-393.774605114	34.640728842	AIR	101.306	
40	-135.515968276	14.997016204	SIO2V	100.625	
41	-242.973369762	0.998166637	AIR	109.176	
42	629.218885691	33.238719341	SIO2V	114.327	
43	-476.667589984	1.000069241	AIR	114.673	
44	609.210504505	31.634185939	SIO2V	112.966	
45	-463.558570174	0.991784251	AIR	112.249	

[0326]

46	181.331821629	26.489265851	SIO2V	99.538
47	478.467068575	0.985154964	AIR	96.400
48	166.964883598	32.619952496	SIO2V	90.254
49	34746.976265700	0.961982243	AIR	86.267
50	65.547601143	30.975153472	SIO2V	58.849
51	118.066733717	1.052010322	AIR	51.946
52	68.706870791	32.347686260	CAF2V193	43.646
53	0.000000000	3.000000148	H2OV193	21.134
54	0.000000000	0.000000000	AIR	16.501

[0327] 表 28A

[0328] 非球面常数

[0329]

表面	K	C1	C2	C3	C4
2	0.00000000e+000	-5.25595959e-008	-5.05125696e-014	-3.39834764e-016	1.43455947e-022
4	0.00000000e+000	-9.82547285e-009	-3.46617126e-012	4.26908111e-016	8.30046581e-021
7	0.00000000e+000	4.35702944e-008	3.07328355e-012	-6.64471080e-016	8.46058187e-020
11	0.00000000e+000	1.78059855e-008	-4.49918001e-011	-1.45873634e-015	-5.93868926e-020
15	0.00000000e+000	9.71039823e-009	-5.80809116e-012	1.66373755e-015	-6.79295769e-020
18	0.00000000e+000	-9.90188358e-009	-3.63667799e-012	4.39791888e-016	-4.05829074e-020
20	0.00000000e+000	-3.56668353e-008	1.04282881e-012	-3.79146258e-017	1.77203987e-021
23	-1.00000000e+000	0.00000000e+000	0.00000000e+000	0.00000000e+000	0.00000000e+000
24	0.00000000e+000	-4.12889632e-009	-9.85960529e-014	-2.94691200e-018	-3.56770055e-025
26	0.00000000e+000	2.84735678e-008	8.22076690e-013	8.98622393e-019	1.63369077e-020
36	0.00000000e+000	-3.45458233e-008	7.01690612e-013	2.53558597e-017	-2.32833922e-023
42	0.00000000e+000	6.80041144e-009	-3.73953529e-014	-4.59353922e-017	3.53253945e-021
47	0.00000000e+000	3.44340794e-008	8.40449554e-013	-3.7292761e-016	3.22089615e-020
49	0.00000000e+000	1.97298275e-008	2.76921584e-012	1.03703892e-016	-5.16050166e-020

表面	C5	C6	C7	C8
2	5.23175535e-024	-1.25244222e-027	1.21805557e-031	-4.43910196e-036
4	-4.64399579e-024	1.19810111e-027	-1.78448775e-031	9.48653785e-036
7	-6.78485826e-024	2.18615691e-028	1.27733528e-032	-7.77343429e-037
11	2.10051516e-021	-2.86208035e-027	-1.14692199e-028	-9.07436019e-033
15	4.67315167e-024	1.33956477e-027	-1.86319592e-031	1.80116188e-036
18	3.14215669e-024	-1.78747424e-028	6.25454799e-033	-9.94933562e-038
20	-1.02830257e-025	1.63016234e-030	9.47579264e-035	-3.37443982e-039
23	0.00000000e+000	0.00000000e+000	0.00000000e+000	0.00000000e+000
24	-4.97425291e-027	1.63379520e-032	3.42393048e-036	-1.99876678e-040
26	-7.11352194e-024	7.18534327e-028	-1.59298542e-032	-4.89537949e-037
36	2.80044530e-026	-1.74079904e-030	-4.85763706e-034	2.78340967e-038
42	-9.74225973e-026	9.00308701e-031	0.00000000e+000	0.00000000e+000
47	-2.63108130e-024	2.07908763e-028	-7.57742152e-033	9.89130621e-038
49	8.50503256e-024	-9.50392825e-028	5.47302796e-032	-1.31141198e-036

[0330] 表 30 (EM29)

表面	半径	非球面	厚度	材料	1/2 直径
1	0.000000		-0.000674	LV193975	75.450
2	501.388885	AS	15.700263	SIO2V	76.793
3	-2140.989756		1.030768	HEV19397	78.495
4	142.094518		41.139801	SIO2V	86.380
5	4509.859821	AS	48.031590	HEV19397	84.694
6	294.047825		42.018849	SIO2V	75.299
7	-284.632088	AS	0.899132	HEV19397	70.073
8	196.950986		32.325473	SIO2V	62.732
9	-427.997978	AS	24.031073	HEV19397	55.024
10	0.000000		0.000000	HEV19397	35.604
11	0.000000		17.973629	HEV19397	35.604
12	0.000000		9.999076	SIO2V	45.185
13	0.000000		34.757744	HEV19397	48.346
14	997.955935	AS	34.646365	SIO2V	67.618
15	-300.927832		15.875609	HEV19397	75.070
16	-346.766852	AS	31.454835	SIO2V	80.051
17	-123.279874		36.439684	HEV19397	83.364
18	0.000000		205.977742	HEV19397	86.638
19	-174.397052	AS	-205.977742	REFL	131.209
20	170.274411	AS	205.977742	REFL	116.516
21	0.000000		37.095745	HEV19397	97.388
22	437.401009		36.383480	SIO2V	104.301
23	-468.489757		45.906894	HEV19397	104.284
4	-1223.579996		21.742866	SIO2V	97.101
5	-511.114441	AS	8.072398	HEV19397	96.542
26	432.469418		10.004999	SIO2V	85.308
27	102.889104		42.520104	HEV19397	75.234
28	-594.379481		9.996510	SIO2V	75.720
29	174.356867		19.418323	HEV19397	79.411
30	715.897359		10.937733	SIO2V	82.556
31	324.211087		13.818484	HEV19397	88.129
32	1110.064311		30.443596	SIO2V	93.022
33	-264.206409	AS	7.862028	HEV19397	97.550
34	-1190.503106	AS	29.935994	SIO2V	104.823
35	-237.772522		11.246604	HEV19397	110.038
36	10331.864054	AS	39.860150	SIO2V	122.900
37	-277.281811		10.852741	HEV19397	125.931
38	214450.764260		31.052526	SIO2V	131.630
9	-428.573007		13.316274	HEV19397	132.643
40	751.599719		33.094141	SIO2V	133.007
41	-805.999226		1.057548	HEV19397	132.758
42	914.688148	AS	40.568688	SIO2V	130.742
43	-348.277386		0.878766	HEV19397	129.732
44	219.106958		38.836424	SIO2V	108.095
45	2357.913334	AS	1.971079	HEV19397	102.766
46	85.554437		39.388562	SIO2V	72.129
47	193.092045		0.892017	HEV19397	62.113
48	83.536468		37.250760	CAF2V193	49.390
49	0.000000		0.300000	SIO2V	21.410
50	0.000000		0.000000	SIO2V	21.050
51	0.000000		3.000000	H2OV193B	21.050
52	0.000000		0.000000	AIR	16.500

[0331]

[0332] 表 30A

[0333] 非球面常数

[0334]

表面	2	5	7	9	14
K	0	0	0	1.84398	0
C1	-4.426813e-08	-2.968289e-08	1.574555e-07	1.174665e-07	-3.306265e-08
C2	-6.238723e-13	5.914537e-12	-1.371133e-11	5.249946e-12	-1.008549e-12
C3	5.373027e-21	-2.636410e-17	7.979944e-16	0.000000e+00	-2.352647e-16
C4	5.520432e-21	-2.348783e-20	-1.733518e-21	0.000000e+00	2.617179e-25
C5	-4.165047e-25	1.589258e-24	-1.045941e-23	0.000000e+00	-1.275061e-24
C6	-2.539882e-29	-3.710160e-29	1.048551e-27	0.000000e+00	7.076571e-29
C7	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
C8	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
C9	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00

表面	16	19	20	25	33
K	0	-2.01302	-2.06565	0	0
C1	-4.975918e-08	-3.276866e-08	4.322230e-08	-1.196195e-07	2.211028e-08
C2	1.193440e-12	3.671721e-13	-3.203678e-13	6.474093e-12	7.931065e-13
C3	-3.326252e-18	-8.127219e-18	1.331133e-17	-2.172807e-16	2.746964e-17
C4	5.194442e-21	1.823894e-22	-2.254203e-22	5.562468e-21	-3.773718e-21
C5	7.844572e-25	-2.990635e-27	4.731338e-27	4.566785e-26	8.556577e-25
C6	-3.910445e-29	4.402752e-32	-3.185999e-32	-6.729599e-30	-5.193468e-29
C7	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
C8	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
C9	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00

表面	34	36	42	45
K	0	0	0	0
C1	-6.109386e-08	-2.940384e-09	-3.072861e-08	-4.317432e-08
C2	1.186926e-12	-1.302883e-13	1.225198e-13	5.093533e-12
C3	9.338913e-17	-7.457684e-17	6.438064e-17	-2.542515e-16
C4	-8.049754e-21	4.922730e-21	-2.717739e-21	1.185033e-20
C5	7.964565e-25	-1.822077e-25	3.936453e-26	-3.870604e-25
C6	-3.877045e-29	3.491116e-30	-1.518766e-31	7.346646e-30
C7	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
C8	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
C9	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00

[0335] 表 31 (EM29)

表面	半径	非球面	厚度	材料	1/2 直径
1	0.000000		-0.012399	LV193975	75.472
2	154.966472	AS	24.304901	SIO2V	82.008
3	529.820026		2.090993	HEV19397	82.074
4	150.769271		40.595812	SIO2V	84.201
5	5646.002857		29.581615	HEV19397	81.519
6	-1210.857565		22.741810	SIO2V	74.381
7	-182.994045	AS	34.025994	HEV19397	72.364
8	173.187773		25.484337	SIO2V	52.132
9	-296.185557		22.382287	HEV19397	47.253
10	0.000000		10.110510	SIO2V	44.035
11	0.000000		17.152556	HEV19397	46.863
12	51884.400557	AS	16.631540	SIO2V	54.537
13	-361.923018		63.995754	HEV19397	58.291
14	-878.387785	AS	34.625490	SIO2V	82.453
15	-136.078636		36.436642	HEV19397	85.494
16	0.000000		196.253966	HEV19397	89.191
17	-182.153238	AS	-196.253966	REFL	149.252
18	150.956725	AS	196.253966	REFL	101.676
19	0.000000		36.446112	HEV19397	104.396
20	333.439228		55.820683	SIO2V	116.602
21	-309.405465		37.869545	HEV19397	116.527
22	-424.165104		20.518575	SIO2V	104.186
23	-285.104268	AS	0.896321	HEV19397	103.405
24	635.351851		9.997637	SIO2V	92.108
25	107.969149		40.308038	HEV19397	80.454
26	389.814743		9.996225	SIO2V	82.006
27	152.951561		26.349381	HEV19397	81.938
28	1310.914891		9.999638	SIO2V	84.278
29	275.521100		17.511021	HEV19397	89.677
30	1763.795762		26.773314	SIO2V	93.617
31	-289.165601	AS	9.639413	HEV19397	97.853
32	-1578.752955	AS	27.680692	SIO2V	106.237
33	-272.338400		9.732573	HEV19397	110.951
34	-3842.769867	AS	35.516033	SIO2V	122.549
35	-314.937511		28.595034	HEV19397	125.359
36	889.868029		47.614171	SIO2V	135.827
37	-355.067891		-12.204373	HEV19397	136.279
38	0.000000		0.000000	HEV19397	133.729
39	0.000000		28.717983	HEV19397	133.729
40	574.174423	AS	45.539693	SIO2V	132.500
41	-344.516223		0.852315	HEV19397	132.025
42	204.978326		45.863613	SIO2V	111.958
43	-6283.361425	AS	0.828469	HEV19397	106.831
44	87.555579		40.313564	SIO2V	74.022
45	201.419511		0.722913	HEV19397	64.044
46	86.647656		38.420734	CAF2V193	50.908
47	0.000000		0.300000	SIO2V	21.485
48	0.000000		0.000000	SIO2V	21.121
49	0.000000		3.000000	H2OV193B	21.121
50	0.000000		0.000000	AIR	16.500

[0336]

[0337] 表 31A

[0338] 非球面常数

[0339]

表面	2	7	12	14	17
K	0	0	0	0	-205.145
C1	-5.06E-02	1.55E-01	-6.58E-02	-3.99E-02	-3.00E-02
C2	-1.36E-06	-4.50E-06	6.94E-07	7.46E-07	3.06E-07
C3	-1.39E-10	2.86E-10	-8.42E-10	-4.18E-11	-7.06E-12
C4	2.02E-14	3.18E-14	3.01E-14	-4.94E-18	1.35E-16
C5	-1.21E-18	-4.70E-18	9.27E-20	2.51E-19	-2.46E-21
C6	7.59E-23	2.24E-22	-5.52E-22	-2.26E-23	2.42E-26
C7	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
C8	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
C9	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00

表面	18	23	31	32	34
K	-19.986	0	0	0	0
C1	5.81E-02	-5.44E-02	2.45E-02	-6.17E-02	2.25E-02
C2	-5.04E-07	5.13E-06	5.17E-07	1.84E-06	-1.23E-06
C3	2.61E-11	-2.58E-10	4.76E-11	9.77E-11	-5.97E-11
C4	-5.07E-16	1.19E-14	-1.55E-15	-8.36E-15	6.09E-15
C5	1.40E-20	-3.68E-19	8.15E-19	8.28E-19	-2.59E-19
C6	-4.71E-26	5.92E-24	-4.46E-23	-3.91E-23	5.18E-24
C7	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
C8	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
C9	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00

表面	40	43
K	0	0
C1	-3.76E-02	-2.60E-02
C2	7.18E-08	3.27E-06
C3	5.92E-11	-1.25E-10
C4	-1.80E-15	4.09E-15
C5	7.98E-21	-8.18E-20
C6	1.92E-25	8.62E-25
C7	0.000000e+00	0.000000e+00
C8	0.000000e+00	0.000000e+00
C9	0.000000e+00	0.000000e+00

[0340] 表 32 (EM29)

表面	半径	非球面	厚度	材料	1/2 直径
1	0.000000		-0.011620	LV193975	75.462
2	585.070331	AS	17.118596	SIO2V	76.447
3	-766.901651		0.890161	HEV19397	78.252
4	145.560665		45.675278	SIO2V	85.645
5	2818.543789	AS	40.269525	HEV19397	83.237
6	469.396236		29.972759	SIO2V	75.894
7	-193.297708	AS	21.997025	HEV19397	73.717
8	222.509238		27.666963	SIO2V	57.818
9	-274.231957		31.483375	HEV19397	52.595
10	0.000000		10.117766	SIO2V	44.115
11	0.000000		15.361487	HEV19397	47.050
12	26971.109897	AS	14.803554	SIO2V	54.127
13	-562.070426		45.416373	HEV19397	58.058
14	-510.104298	AS	35.926312	SIO2V	76.585
15	-118.683707		36.432152	HEV19397	80.636
16	0.000000		199.241665	HEV19397	86.561
17	-181.080772	AS	-199.241665	REFL	147.684
18	153.434246	AS	199.241665	REFL	102.596
19	0.000000		36.432584	HEV19397	105.850
20	408.244008		54.279598	SIO2V	118.053
21	-296.362521		34.669451	HEV19397	118.398
22	-1378.452784		22.782283	SIO2V	106.566
23	-533.252331	AS	0.892985	HEV19397	105.292
24	247.380841		9.992727	SIO2V	92.481
25	103.088603		45.957039	HEV19397	80.536
26	-1832.351074		9.992069	SIO2V	80.563
27	151.452362		28.883857	HEV19397	81.238
28	693.739003		11.559320	SIO2V	86.714
29	303.301679		15.104783	HEV19397	91.779
30	1016.426625		30.905849	SIO2V	95.900
31	-258.080954	AS	10.647394	HEV19397	99.790
32	-1386.614747	AS	24.903261	SIO2V	108.140
33	-305.810572		14.249112	HEV19397	112.465
34	-11755.656826	AS	32.472684	SIO2V	124.075
35	-359.229865		16.650084	HEV19397	126.831
36	1581.896158		51.095339	SIO2V	135.151
37	-290.829022		-5.686977	HEV19397	136.116
38	0.000000		0.000000	HEV19397	131.224
39	0.000000		28.354383	HEV19397	131.224
40	524.037274	AS	45.835992	SIO2V	130.144
41	-348.286331		0.878010	HEV19397	129.553
42	184.730622		45.614622	SIO2V	108.838
43	2501.302312	AS	0.854125	HEV19397	103.388
44	89.832394		38.416586	SIO2V	73.676
45	209.429378		0.697559	HEV19397	63.921
46	83.525032		37.916651	CAF2V193	50.040
47	0.000000		0.300000	SIO2V	21.480
48	0.000000		0.000000	SIO2V	21.116
49	0.000000		3.000000	H2OV193B	21.116
50	0.000000		0.000000	AIR	16.500

[0341]

[0342] 表 32A

[0343] 非球面常数

[0344]

表面	2	5	7	12	14
K	0	0	0	0	0
C1	-5.72E-02	-4.71E-02	1.75E-01	-8.29E-02	-4.35E-02
C2	-2.97E-07	7.04E-06	-1.17E-05	-1.87E-07	1.59E-06
C3	1.03E-12	1.09E-10	1.34E-09	-7.04E-10	-6.81E-11
C4	2.76E-14	-2.90E-14	-5.44E-14	6.65E-14	5.03E-15
C5	-1.51E-18	-1.55E-21	-1.82E-18	-1.33E-17	-1.68E-23
C6	-1.04E-24	5.61E-23	2.56E-22	2.46E-21	-2.36E-23
C7	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
C8	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
C9	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00

表面	17	18	23	31	32
K	-197.849	-204.054	0	0	0
C1	-2.94E-02	5.77E-02	-7.06E-02	3.41E-02	-4.85E-02
C2	2.63E-07	-5.00E-07	4.11E-06	4.07E-08	9.88E-07
C3	-6.11E-12	2.67E-11	-1.18E-10	8.10E-11	7.37E-11
C4	1.11E-16	-5.69E-16	2.92E-15	-4.34E-15	-6.56E-15
C5	-2.01E-21	1.89E-20	-3.23E-20	7.59E-19	6.53E-19
C6	2.08E-26	-1.49E-25	2.18E-25	-3.41E-23	-2.88E-23
C7	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
C8	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
C9	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00

表面	34	40	43
K	0	0	0
C1	1.59E-02	-4.10E-02	-3.89E-02
C2	-1.51E-06	3.04E-07	4.76E-06
C3	6.62E-13	5.71E-11	-2.23E-10
C4	1.72E-15	-1.72E-15	8.89E-15
C5	-9.36E-20	-9.60E-22	-2.41E-19
C6	2.36E-24	3.81E-25	3.43E-24
C7	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
C8	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
C9	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00

[0345] 表 34 (EM26)

[0346]

WL	193.368 nm	193.468 nm	193.268 nm
SIO2V'	1.5607857	1.56062813	1.56094365
CAF2V193'	1.50175423	1.50185255	1.50195109
H2OV193'	1.4364632	1.43667693	1.43689123

NA 1.2; Fmin = 18.63 mm; Fmax = 66 mm

表面	半径	厚度	材料	1/2 直径	类型
0	0.000000000	31.982585487	AIR	66.000	
1	0.000000000	-0.017071913	AIR	76.172	
2	147.976296433	25.157601132	SIO2V	83.329	
3	483.267348199	66.318217434	AIR	83.329	
4	6843.187124890	14.990603080	SIO2V	89.462	
5	-10922.857227200	0.990910304	AIR	89.696	
6	185.444884732	43.423576628	SIO2V	90.336	
7	-291.453552095	0.988388071	AIR	88.691	
8	75.552245567	18.214694705	SIO2V	66.883	
9	76.794787833	36.638500036	AIR	60.819	
10	119.890093734	18.824651829	SIO2V	50.527	
11	1688.559592410	8.584817314	AIR	45.933	
12	0.000000000	0.000000000	AIR	38.451	
13	0.000000000	52.042672045	AIR	38.545	
14	-59.826650342	14.981853380	SIO2V	48.449	
15	-143.442731652	0.981820223	AIR	65.183	
16	-809.267677971	22.623991877	SIO2V	74.792	
17	-189.427877067	23.734179117	AIR	79.164	
18	-404.048228936	40.321323389	SIO2V	94.462	
19	-133.255827443	0.996126038	AIR	98.239	
20	-532.626067795	25.229572964	SIO2V	102.508	
21	-218.631437997	34.992902498	AIR	104.152	
22	0.000000000	232.569743258	AIR	102.146	
23	-203.850853866	-232.569743258	AIR	154.862	REFL
24	180.897913619	232.569743258	AIR	125.795	REFL
25	0.000000000	35.093353727	AIR	89.945	
26	-2097.871590640	18.902530877	SIO2V	88.318	
27	-311.592066935	1.000926290	AIR	88.349	
28	197.040247642	14.994864591	SIO2V	82.980	
29	123.794489384	39.397144698	AIR	76.695	
30	-351.625590566	14.996140251	SIO2V	76.667	
31	194.519969585	25.840876165	AIR	79.734	
32	-783.090311926	14.999335864	SIO2V	81.725	
33	602.209892650	15.636785753	AIR	89.884	
34	-860.877333066	40.308090334	SIO2V	92.572	
35	-144.751331394	0.995503627	AIR	96.367	
36	489.496864563	22.261422840	SIO2V	107.265	
37	-1492.086252490	0.998123009	AIR	108.225	
38	542.517785037	42.667711177	SIO2V	110.092	
39	-278.956019182	30.784648856	AIR	110.074	
40	-143.206504187	16.457194925	SIO2V	109.358	
41	-245.275186574	0.991006459	AIR	118.513	
42	450.076146500	56.637715430	SIO2V	124.493	
43	-281.238265383	0.994417156	AIR	124.569	
44	173.286659802	30.025805518	SIO2V	105.228	

[0347]	45	405.488019133	4.969943131	AIR	101.974	
	46	170.349078374	38.966672867	SIO2V	93.740	
	47	78634.784391100	0.980473718	AIR	86.875	
	48	65.899645851	30.022369482	SIO2V	58.766	
	49	115.328388498	0.871701885	AIR	51.820	
	50	70.957276330	32.640666401	CAF2V193	44.305	
	51	0.000000000	3.000000148	H2OV193	21.157	
	52	0.000000000	0.000000000	AIR	16.500	

[0348] 表 34A

[0349] 非球面常数

[0350]

表面	K	C1	C2	C3	C4
2	0.00000000e+000	-4.78882631e-008	-1.07874702e-012	-3.02679637e-016	1.88733824e-020
4	0.00000000e+000	6.93936013e-009	4.14547565e-012	-2.44188432e-016	3.37511708e-020
7	0.00000000e+000	2.35987002e-008	8.31924580e-012	-7.77774842e-016	6.50303307e-021
11	0.00000000e+000	1.26922184e-007	-4.36848744e-011	4.57206313e-015	1.74083492e-018
15	0.00000000e+000	7.93042774e-008	-2.07633723e-013	3.76353009e-016	7.36365299e-020
18	0.00000000e+000	-1.97913247e-009	-8.66959877e-013	6.04641277e-017	-4.73473989e-021
20	0.00000000e+000	-5.08811298e-009	-3.02758381e-013	-6.93452917e-018	3.42662757e-022
23	0.00000000e+000	9.00942854e-009	1.77368463e-013	2.86086903e-018	5.71387977e-023
24	0.00000000e+000	-6.79867230e-009	-1.66279668e-013	-3.17226607e-018	-2.14919508e-022
26	0.00000000e+000	-5.37053896e-008	1.67618239e-012	4.07995560e-016	-3.53050500e-020
36	0.00000000e+000	-3.31965207e-008	6.14833787e-013	2.40373774e-017	1.18984531e-022
41	0.00000000e+000	-1.38336514e-008	8.93474375e-013	-2.71551009e-017	1.74375713e-021
45	0.00000000e+000	1.44983141e-008	-1.95881989e-014	-1.05859436e-016	5.32744894e-021
47	0.00000000e+000	3.11232761e-008	2.84716248e-012	-1.11706969e-016	-2.66038924e-021

表面	C5	C6	C7	C8
2	-4.39149695e-025	-1.09132516e-028	-1.04998811e-035	7.96689244e-037
4	-5.06638092e-024	5.32303197e-028	-2.85457308e-032	3.58175757e-038
7	3.23059366e-024	-1.16477659e-020	-4.43574135e-032	2.44981381e-036
11	-1.38306535e-022	2.43454067e-025	-8.52163913e-029	1.77790237e-034
15	-4.68407947e-024	8.91865260e-029	8.87815151e-032	-8.32251546e-036
18	1.77442213e-025	4.52110292e-031	-2.53815340e-035	-4.30166930e-039
20	-9.21678831e-028	-3.68127185e-033	1.89749139e-038	-4.16625182e-039
23	-4.46902171e-028	1.13482418e-031	-3.89411163e-036	7.97497644e-041
24	1.19742697e-026	-1.09727605e-030	4.00797914e-035	-7.95846450e-040
26	9.00535444e-025	-3.46673523e-029	-6.86798043e-033	5.92310794e-037
36	-9.53667910e-026	4.93885674e-030	-2.90808572e-034	1.22198832e-039
41	-1.26665751e-025	5.84505761e-030	-2.30469572e-034	6.06339556e-039
45	-5.94726685e-026	2.48643254e-029	-1.88792088e-033	5.60469477e-038
47	2.43106684e-025	-3.95551801e-029	-7.28245783e-037	4.70291791e-038

[0351] 表 36 (EM27)

WL	193.368 nm	193.468 nm	193.268 nm
SIO2V'	1.5607857	1.56062813	1.56094365
CAF2V193'	1.50175423	1.50185255	1.50195109
H2OV193'	1.4364632	1.43667693	1.43689123

NA 1.2; Fmin = 18.63 mm; Fmax = 66 mm

表面	半径	非球面	厚度	材料	1/2 直径
1	0.000000		-0.004216	LUFTV193	75.440
2	341.127979	AS	22.791928	SIO2V	77.399
3	-547.910038		0.998331	N2VP950	79.138
4	127.727169		41.232021	SIO2V	85.886
5	423.981317	AS	37.538965	N2VP950	83.125
6	1837.865411		20.893107	SIO2V	73.497
7	-224.309944	AS	1.002068	N2VP950	71.189
8	162.793881		28.373758	SIO2V	63.095
9	-357.404285		20.328095	N2VP950	58.827
10	-130.668159		9.997405	SIO2V	40.623
11	-153.854050		6.572008	N2VP950	37.125
12	0.000000		9.999712	SIO2V	37.199
13	0.000000		1.062092	N2VP950	40.839
14	743.447647		18.547401	SIO2V	42.269
15	-194.707721		22.944701	N2VP950	46.232
16	-91.226681		9.997232	SIO2V	51.224
17	-149.640287		18.143695	N2VP950	58.055
18	-523.085587	AS	23.764093	SIO2V	70.561
19	-159.366370	AS	0.999029	N2VP950	75.025
20	-418.047917	AS	30.390060	SIO2V	78.905
21	-139.497541		36.995337	N2VP950	82.309
22	0.000000		202.057337	N2VP950	86.976
23	-179.767561	AS	-202.057337	REFL	144.017
24	157.031815	AS	202.057337	REFL	107.178
25	0.000000		36.997499	N2VP950	101.742
26	440.441126		47.272805	SIO2V	111.232
27	-305.204169		41.252868	N2VP950	111.473
28	-462.717592		18.096500	SIO2V	101.263
29	-434.773502	AS	1.272365	N2VP950	100.762
30	323.034266		9.997203	SIO2V	90.351
31	107.871517		41.101537	N2VP950	80.055
32	-2104.261715		9.996146	SIO2V	80.354
33	162.693545		24.114798	N2VP950	82.448
34	461.867528		11.590831	SIO2V	88.405
35	292.431899		14.861810	N2VP950	92.938
36	1076.736610		38.645047	SIO2V	96.114
37	-233.326361	AS	4.528881	N2VP950	101.701
38	-818.919435	AS	26.752850	SIO2V	107.052
39	-301.917563		18.307802	N2VP950	113.375
40	-2069.863617	AS	54.519854	SIO2V	125.923
41	-240.586609		40.043329	N2VP950	131.701
42	0.000000		0.000000	N2VP950	138.484
43	0.000000		-20.273619	N2VP950	138.484
44	442.810512		63.820483	SIO2V	138.949
45	-533.873885		2.798052	N2VP950	139.304

[0352]

[0353]

46	662.397337	AS	40.282382	SIO2V	135.640
47	-428.200815		0.994361	N2VP950	134.489
48	213.024607		43.377768	SIO2V	113.450
49	3009.037627	AS	0.987971	N2VP950	107.741
50	95.712001		40.028327	SIO2V	77.581
51	241.528599		2.069796	N2VP950	67.915
52	85.826880		38.946996	CAF2V193	50.851
53	0.000000		3.000000	H2OV193	21.090
54	0.000000		0.000000	AIR	16.500

[0354] 表 36A

[0355] 非球面常数

[0356]

表面	2	5	7	18	20
K	0	0	0	0	0
C1	-6.825898e-08	-1.139291e-07	1.715001e-07	-5.525454e-08	-1.928670e-08
C2	-5.820149e-13	6.229489e-12	-3.362340e-12	-1.835201e-13	1.369964e-12
C3	-1.764721e-16	2.070760e-16	2.245144e-16	1.097082e-16	-1.178098e-16
C4	1.898479e-20	-3.072912e-20	6.731621e-20	2.983525e-22	-5.533661e-22
C5	-2.878598e-26	5.780651e-25	-1.102455e-23	-7.073376e-25	4.333159e-25
C6	-4.377548e-29	7.588531e-29	1.662149e-28	2.028418e-28	-5.576742e-29
C7	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
C8	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
C9	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00

表面	23	24	29	37	38
K	-1.94543	-2.30892	0	0	0
C1	-2.949816e-08	6.225716e-08	-9.081623e-08	1.700564e-08	-5.539058e-08
C2	2.672898e-13	-8.664624e-13	4.328932e-12	7.578402e-13	7.069194e-13
C3	-5.319153e-18	3.983466e-17	-9.663515e-17	6.487979e-17	7.954509e-17
C4	1.038342e-22	-1.106567e-21	1.861873e-21	-4.481439e-21	-5.116182e-21
C5	-1.448694e-27	3.014885e-26	-2.365064e-26	9.785695e-25	7.622924e-25
C6	1.457411e-32	-3.386885e-31	4.413420e-31	-4.763684e-29	-3.862189e-29
C7	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
C8	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
C9	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00

表面	40	46	49
K	0	0	0
C1	-6.320049e-10	-2.772679e-08	-2.949915e-08
C2	-1.306440e-13	-1.390524e-13	3.478719e-12
C3	-3.923481e-17	4.871921e-17	-1.481636e-16
C4	2.072577e-21	-1.427007e-21	6.052349e-21
C5	-6.511387e-26	7.907911e-27	-1.731162e-25
C6	1.538497e-30	1.183697e-31	2.820274e-30
C7	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
C8	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
C9	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00

[0357] 表 37(j342p)

表面	半径	非球面	厚度	材料	1/2 直径
0	0.000000		32.000671		66.0
1	153.319623		25.301467	SILUV	83.9
2	362.312706		1.846656		83.3
3	249.932462		10.039369	SILUV	83.5
4	296.617151		16.156206		82.9
5	129.380687		32.591808	SILUV	85.8
6	353.939024		25.413158		83.3
7	441.659706		33.067185	SILUV	77.6
8	-249.821483		0.999731		73.0
9	242.432431		23.800036	SILUV	66.0
10	-418.172385		16.233683		62.2
11	-135.497448		9.999688	SILUV	53.8
12	-172.144731		14.407576		51.0
13	0.000000		14.446986		37.2
14	403.537798		17.810754	SILUV	47.2
15	-250.734154		43.083755		50.0
16	-86.913472		14.999924	SILUV	58.5
17	-119.371112		3.501271		67.2
18	-227.124051		29.708033	SILUV	72.5
19	-115.706665		0.999372		77.3
20	-6458.564488		21.246094	SILUV	81.9
21	-316.595524		244.245108		83.5
22	-175.503346		-209.246168	REFL	137.3
23	172.837073		259.698197	REFL	116.6
24	286.122846		54.616082	SILUV	114.1
25	-319.487475		0.999912		113.6
26	966.963595		26.197513	SILUV	104.1
27	-1040.269926		1.072535		101.1
28	1363.207517		10.039037	SILUV	93.7
29	99.625589		52.260353		77.5
30	4756.567563		10.000836	SILUV	78.0
31	153.387698		31.977828		78.4
32	-621.996267		10.519453	SILUV	80.7
33	337.392641		11.072501		89.8
34	737.023107		38.757083	SILUV	94.6
35	-226.600466		0.999349		98.8
36	2080.296355		23.152743	SILUV	107.0
37	-464.590999		1.039809		110.3
38	1055.490633		38.268883	SILUV	115.5
39	-319.028277		39.203877		117.8
40	653.756661		35.609928	SILUV	125.1
41	-584.439739		12.416338		125.1
42	531.560104		43.648724	SILUV	121.9
43	-344.752529		0.999813		121.1
44	216.368978		41.075323	SILUV	104.1
45	-1287.916059		1.004925		99.2
46	80.185742		39.619634	SILUV	69.4
47	176.364295		1.538101		59.8
48	85.292538		38.558988	SILUV	48.9
49	0.000000		3.000000	H2O	21.1
50	0.000000				16.5

[0358]

[0359] 表 37A

[0360] 非球面常数

[0361]

表面	3	8	20	22	23
K	0	0	0	-2.68078	-2.40925
C1	-3.607637E-08	1.865463E-07	-2.924038E-08	-4.659443E-08	5.109968E-08
C2	-2.229774E-12	-7.002614E-12	-1.606274E-13	1.037806E-12	-5.972057E-13
C3	-9.424200E-17	6.321555E-16	-3.464603E-17	-3.569130E-17	2.704163E-17
C4	2.475481E-20	-2.270568E-20	-8.460050E-22	1.252351E-21	-7.866414E-22
C5	-2.200899E-24	-7.376870E-24	-3.093437E-26	-4.105857E-26	3.951644E-26
C6	2.031865E-28	4.292117E-28	1.330447E-29	1.072302E-30	-1.866653E-30
C7	-1.376196E-32	-4.030529E-32	-2.982210E-33	-1.880272E-35	6.750678E-35
C8	1.838592E-38	6.145449E-36	1.368410E-37	1.598017E-40	-1.047201E-39

表面	27	36	38	42	45
K	0	0	0	0	0
C1	-7.658966E-08	-5.016408E-08	-9.533350E-10	-3.314101E-08	-6.295604E-09
C2	5.681524E-12	6.321012E-13	-5.085963E-13	3.915833E-13	2.792116E-12
C3	-2.238871E-16	1.067455E-16	-9.972640E-17	5.982003E-17	-1.225842E-16
C4	5.298747E-21	-7.397651E-21	6.787141E-21	-1.575240E-21	1.102964E-20
C5	6.569464E-25	1.926832E-25	-1.791598E-25	-3.559970E-26	-1.065854E-24
C6	-9.223653E-29	6.753657E-30	-3.368098E-30	1.054274E-30	8.785997E-29
C7	5.022050E-33	-9.556799E-34	3.525219E-34	1.406168E-35	-4.393692E-33
C8	-1.105440E-37	1.329917E-38	-3.436374E-39	-3.845075E-40	1.041770E-37

[0362] 表 38(j344p)

表面	半径	非球面	厚度	材料	1/2 直径
0	0.000000		35.248514		66.0
1	143.248122		28.781110	SILUV	86.3
2	358.453084		2.742037		85.3
3	249.892226		15.480033	SILUV	85.2
4	590.981355		14.283399		84.5
5	117.666799		24.212151	SILUV	83.0
6	167.854363		18.418499		79.6
7	383.299246		37.170753	SILUV	78.0
8	-249.806207		1.005138		72.8
9	176.708488		25.812894	SILUV	64.2
10	-489.209320		17.845992		60.0
11	-138.689463		10.119648	SILUV	47.3
12	-180.883089		11.123457		43.8
13	1814.626805		14.880881	SILUV	38.4
14	-249.444318		45.270915		42.1
15	-80.916188		15.005805	SILUV	54.4
16	-125.947065		2.167332		65.0
17	-470.801754		30.186754	SILUV	72.8
18	-134.611795		2.050714		78.1
19	-522.384219		31.415391	SILUV	84.0
20	-154.268791		249.623006		87.1
21	-181.420630		-209.608609	REFL	140.1
22	169.119629		250.842406	REFL	114.7
23	291.616363		51.793776	SILUV	110.3
24	-309.683041		17.091881		109.8
25	-940.483291		12.127436	SILUV	99.3
26	-42805.292832		1.002005		97.3
27	220.631691		10.003981	SILUV	88.3
28	99.320400		49.161757		77.3
29	-561.336190		9.999954	SILUV	77.2
30	154.957512		24.909934		79.0
31	1924.820454		13.223705	SILUV	81.7
32	303.786903		14.995612		89.2
33	1300.890310		31.155401	SILUV	93.9
34	-258.803624		9.929012		98.4
35	-3575.038127		30.701987	SILUV	109.0
36	-265.328196		2.056209		113.6
37	2294.378555		44.440918	SILUV	123.1
38	-267.747777		29.673499		125.9
39	557.248167		36.861702	SILUV	131.7
40	-783.213643		-0.938224		131.3
41	-14802.205529		16.206383		129.7
42	828.039709		43.221788	SILUV	129.1
43	-324.649154		0.998849		128.8
44	206.870457		45.792196	SILUV	109.6
45	-1913.727624		0.997376		104.5
46	81.421622		39.892459	SILUV	70.6
47	171.051496		1.070665		60.3
48	81.435251		36.484505	CAFUV	48.6
49	0.000000		3.000000	H2O	21.1
50	0.000000				16.5

[0363]

[0364] 表 38A(j344p)

[0365] 非球面常数

[0366]

表面	3	8	17	19	21
K	0	0	0	0	-2.35919
C1	-4.239547E-08	1.776408E-07	-3.517097E-08	-2.260275E-08	-3.531314E-08
C2	-3.439882E-12	-7.365374E-12	-1.680998E-12	1.477964E-12	5.754980E-13
C3	2.585420E-17	6.010661E-16	1.988836E-16	-5.557313E-17	-1.422154E-17
C4	-7.398192E-21	3.465765E-20	-8.317822E-21	-1.521633E-21	3.469778E-22
C5	2.490541E-24	-1.352374E-23	1.490936E-25	2.529206E-25	-6.366916E-27
C6	-1.543807E-28	7.789367E-28	9.086464E-29	-2.473128E-29	6.303151E-32

表面	22	26	34	35	37
K	-2.55041	0	0	0	0
C1	5.763867E-08	-9.608615E-08	1.305280E-08	-5.677213E-08	3.512847E-09
C2	-8.648037E-13	4.888828E-12	5.858393E-13	1.460926E-12	-4.457077E-13
C3	3.811912E-17	-1.061062E-16	-2.240057E-17	7.309271E-17	-9.211061E-17
C4	-1.031346E-21	2.226871E-21	1.299691E-21	-7.691388E-21	7.360949E-21
C5	2.586799E-26	6.374143E-26	1.071950E-25	4.906816E-25	-3.041901E-25
C6	-2.333304E-31	-5.123581E-30	-1.228055E-29	-1.882267E-29	6.008115E-30

表面	42	45
K	0	0
C1	-2.753413E-08	-2.014104E-08
C2	-1.731330E-13	3.259304E-12
C3	6.979195E-17	-1.414937E-16
C4	-2.163794E-21	5.867152E-21
C5	9.215216E-27	-1.748151E-25
C6	2.896055E-31	3.188929E-30

[0367] 表 39 (dave040421)

[0368]

表面	半径	非球面	厚度	材料	1/2 直径
0	0.000000		40.000000		68.0
1	146.623761	AS	35.648639	SIO2V	84.3
2	-262.402199	AS	11.489893		86.4
3	-1418.271111	AS	55.535686	SIO2V	89.1
4	-149.803131		80.058956		92.8
5	-316.127680		-80.058956	REFL	66.8
6	-149.803131		-55.535686	SIO2V	77.9
7	-1418.271111		-11.489893		77.7
8	-262.402199		11.489893	REFL	78.4
9	-1418.271111		55.535686	SIO2V	88.5
10	-149.803131		90.058608		97.6
11	-318.170858	AS	42.027645	SIO2V	125.7
12	-174.217513		221.335808		130.9
13	-245.648700	AS	-201.335981	REFL	202.8
14	114.970031	AS	241.335931	REFL	93.2
15	372.783567	AS	46.864614	SIO2V	124.6
16	-819.903755		1.038628		123.6
17	177.861341		41.772805	SIO2V	112.5
18	341.365208		37.021407		104.9
19	-466.562113		12.000000	SIO2V	100.5
20	162.712763		42.079202		91.1
21	-370.098539		12.000000	SIO2V	91.3
22	462.418362		26.721285		96.0
23	-356.944827		27.234109	SIO2V	97.2
24	-176.415718		1.000000		100.3
25	250.680892	AS	35.225819	SIO2V	109.0
26	-1151.380195		1.000000		108.8
27	400.524336		38.251924	SIO2V	107.1
28	-405.535651		31.160614		105.6
29	-149.637246		50.218339	SIO2V	104.4
30	-384.493074	AS	30.129631		114.6
31	0.000000		-29.129631		116.2
32	266.421209		50.004341	SIO2V	116.1
33	-466.737916		1.000000		115.2
34	142.958212		42.562558	SIO2V	102.2
35	432.609562	AS	0.098646		97.2
36	114.421108		32.582267	SIO2V	82.2
37	573.116962	AS	1.000000		76.7
38	60.777409		26.925305	SIO2V	52.9
39	76.682879		1.000000		41.9
40	70.399871		26.141931	CAF2V193	40.0
41	0.000000		3.000000	H2OV193	21.6
42	0		0		17.0

[0369] 表 39A (dave040421)

[0370] 非球面常数

[0371]

表面	1	2	3	11	13
K	0	0	0	0	0
C1	-3.341087E-07	8.388602E-08	3.429680E-08	3.116059E-09	3.046218E-09
C2	-2.505072E-12	-1.111052E-11	-9.182012E-12	4.201540E-13	4.170047E-14
C3	2.943082E-15	1.569768E-15	8.908974E-16	-8.967249E-17	3.681161E-19
C4	-4.955011E-19	-1.841754E-19	-1.039175E-19	4.467021E-21	2.802579E-23
C5	4.666851E-23	1.342877E-23	7.467060E-24	-1.240183E-25	-1.004802E-27
C6	-1.905456E-27	-4.061739E-28	-2.463306E-28	-3.737311E-31	3.611732E-32
C7					-6.507196E-37
C8					6.094959E-42

表面	14	15	25	30	35
K	0	0	0	0	0
C1	-1.471452E-07	1.493626E-09	-2.761928E-08	3.891658E-09	8.202081E-10
C2	3.389142E-12	7.786239E-13	1.065077E-13	-2.344148E-13	-6.269685E-13
C3	-1.091618E-15	3.130190E-17	8.399310E-18	1.511118E-17	-2.459088E-16
C4	1.594470E-19	2.199868E-22	-2.005406E-21	-1.816247E-21	5.806198E-20
C5	-2.248477E-23	-1.132529E-25	1.619754E-25	3.834331E-26	-3.997034E-24
C6	1.655691E-27	2.738900E-30	-8.094709E-30	5.510731E-31	1.041043E-28
C7	-5.527960E-32				
C8	-3.066052E-37				

表面	37
K	0
C1	1.252989E-07
C2	2.533320E-12
C3	1.123761E-16
C4	-1.266332E-19
C5	1.618688E-23
C6	-8.614797E-28
C7	
C8	

[0372] 表 40 (d125i9)

表面	半径	非球面	厚度	材料	1/2 直径
0	0.000000		31.999820		72.0
1	1121.871530	AS	22.353990	SIO2V	81.6
2	-593.507575		151.330057		83.2
3	-276.701090		-150.330068	REFL	99.4
4	-1841.732700		158.991136	REFL	58.1
5	-1993.161426		66.359854	SIO2V	129.7
6	-226.138813		0.999989		137.1
7	320.967306		58.008492	SIO2V	147.2
8	-521.971452	AS	138.103093		146.7
9	1018.489753	AS	33.863171	SIO2V	132.4
10	-836.147368		169.056435		131.1
11	-150.333251		22.332601	SIO2V	98.2
12	-264.622066		19.637756		104.6
13	-642.439229		-19.637756	REFL	105.6
14	-264.622066		-22.332601	SIO2V	96.6
15	-150.333251		-169.056435		86.0
16	-836.147368		-33.863171	SIO2V	72.6
17	1018.489753	AS	-94.088120		78.6
18	196.895316		-14.999941	SIO2V	99.4
19	1436.276484		-28.015060		114.2
20	263.470635		28.015060	REFL	117.3
21	1436.276484		14.999941	SIO2V	115.4
22	196.895316		94.088120		104.5
23	1018.489753	AS	33.863171	SIO2V	98.4
24	-836.147368		232.111001		96.3
25	-203.114130	AS	20.739811	SIO2V	89.7
26	-179.567740		1.000292		94.4
27	214.374385		45.853859	SIO2V	107.3
28	-685.859253	AS	14.406908		106.3
29	155.448944		34.186529	SIO2V	99.0
30	402.440360		26.948978		95.4
31	1784.180000		14.999955	SIO2V	87.8
32	215.162499		22.977434		79.8
33	-1182.190098		22.085678	SIO2V	78.7
34	-212.011934		1.511427		77.6
35	-2234.326431	AS	16.015583	SIO2V	73.6
36	102.656630		55.587588		68.2
37	227.255721		75.569686	SIO2V	88.7
38	-317.233998		1.001303		92.3
39	1810.772356	AS	34.492120	SIO2V	91.9
40	-251.541624		3.237774		94.2
41	0.000000		-2.238080		92.7
42	312.037351		16.355638	SIO2V	94.5
43	1101.731550	AS	0.999509		94.2
44	373.203773		35.331514	SIO2V	95.0
45	-352.262575		0.999305		95.0
46	800.952563		34.674551	SIO2V	91.8
47	-210.477645	AS	0.999728		90.3
48	72.234210		29.521553	SIO2V	58.5
49	126.294484		7.096090		50.0
50	89.472175		36.272448	SIO2V	41.5
51	0.000000		0.000000		18.0

[0373]

[0374] 表 40A (d125i9)

[0375] 非球面常数

[0376]

表面	1	8	9	17	23
K	0	0	0	0	0
C1	-6.489547E-09	1.779063E-08	-2.537260E-09	-2.537260E-09	-2.537260E-09
C2	2.573979E-12	-1.318309E-13	8.794118E-14	8.794118E-14	8.794118E-14
C3	-6.945437E-18	1.871976E-18	1.370489E-18	1.370489E-18	1.370489E-18
C4	-9.856064E-22	-2.538137E-23	2.480376E-23	2.480376E-23	2.480376E-23
C5	-5.398838E-26	5.262554E-28	3.221917E-28	3.221917E-28	3.221917E-28
C6	3.582736E-29	-4.568847E-33	-1.526882E-32	-1.526882E-32	-1.526882E-32

表面	25	28	35	39	43
K	0	0	0	0	0
C1	3.488627E-08	5.518741E-08	-1.889508E-07	-1.194060E-07	2.132675E-08
C2	-5.495753E-13	-1.879963E-12	-7.683963E-12	-3.708989E-13	3.335407E-12
C3	-6.723461E-17	-1.208371E-18	9.545139E-17	4.020986E-17	8.797815E-17
C4	2.810907E-21	8.370662E-22	1.920197E-20	-1.082725E-20	-6.582985E-21
C5	-1.827899E-25	-3.751988E-26	1.709381E-24	3.369011E-26	-4.306562E-26
C6	4.402454E-30	1.768617E-30	-4.887431E-30	1.763283E-29	1.609953E-29

表面	47
K	0
C1	1.327564E-08
C2	8.696711E-13
C3	-1.462960E-16
C4	1.072413E-20
C5	-5.792663E-25
C6	7.946613E-30

[0377] 表 41

[0378]

图	NA	Y'	N _L	N _{OP}	D _{max}	COMP1	COMP2	COMP3
4	1.10	16.25	17	3	201.5	10.25	174.21	58.07
7	1.10	16.25	17	3	220.9	11.23	190.99	63.66
8	1.15	16.25	17	3	220.1	10.24	174.11	58.04
16	1.20	16.25	20	3	219.7	9.39	187.78	62.59
17	1.20	16.25	21	3	235.5	10.06	211.35	70.45
19	1.20	16.25	20	3	263.9	11.28	225.56	75.19
20	1.20	16.00	19	3	306.5	13.30	252.76	84.25
21	1.20	16.17	20	3	240.6	10.33	206.66	68.89
22	1.20	16.25	19	3	249.3	10.65	202.42	67.47
23	1.20	16.17	18	3	264.2	11.35	204.24	68.08
27	1.20	16.50	23	3	269.9	11.36	261.27	87.09
28	1.20	16.50	23	3	229.4	9.65	222.06	74.02
30	1.20	16.50	21	3	266.1	11.20	235.19	78.40
31	1.20	16.50	20	3	272.6	11.47	229.46	76.49
32	1.20	16.50	20	3	272.3	11.46	229.21	76.40
34	1.20	16.50	22	3	241.0	10.14	223.15	74.38
36	1.20	16.50	23	3	278.6	11.73	269.69	89.90
37	1.20	16.50	23	3	250.2	10.53	242.20	80.73
38	1.20	16.50	23	3	263.4	11.09	254.97	84.99
39	1.20	17.00	16	3	260.0	10.62	169.93	56.64
40	1.05	18.00	19	3	294.0	14.81	281.48	93.83

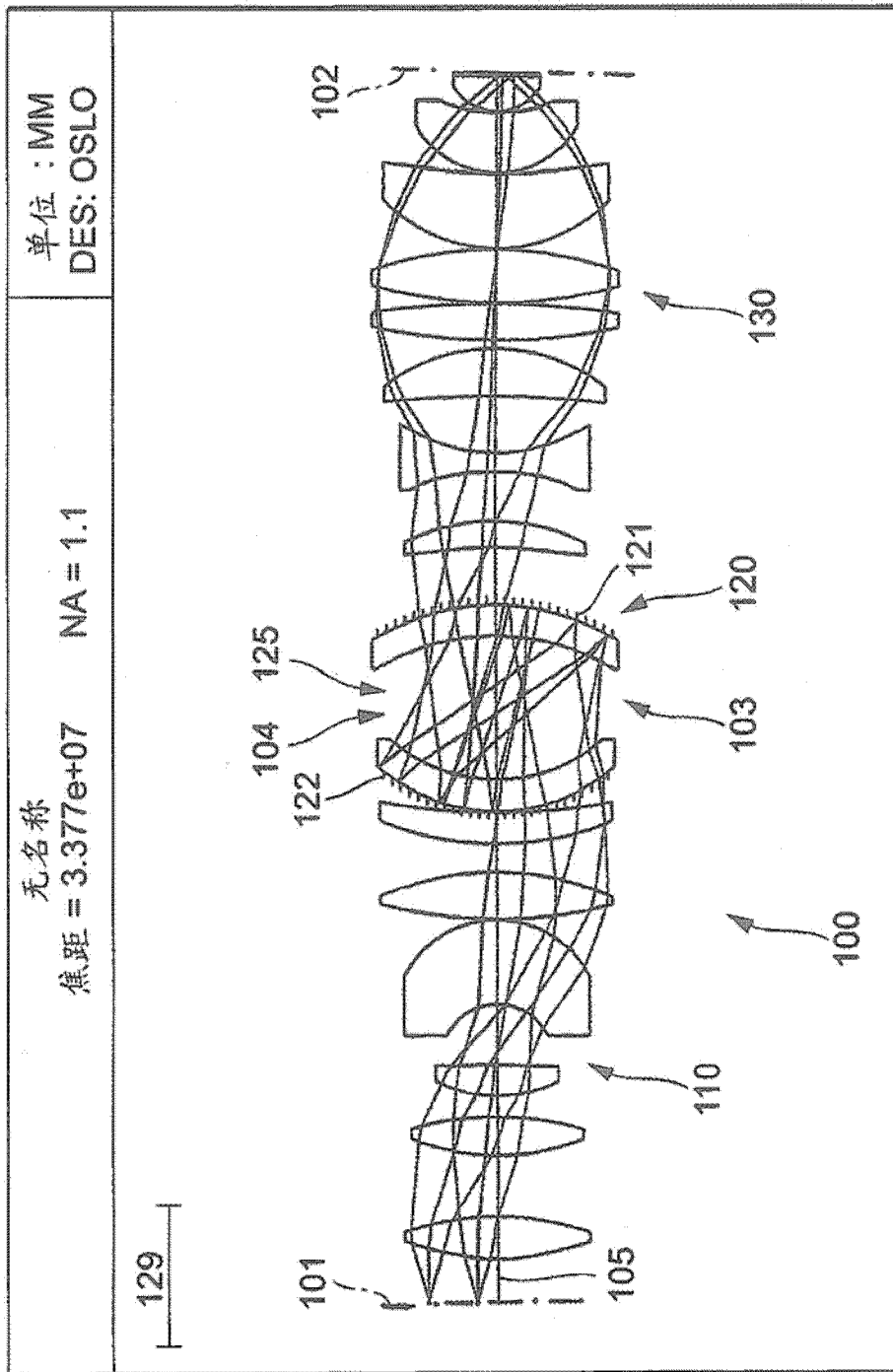


图 1

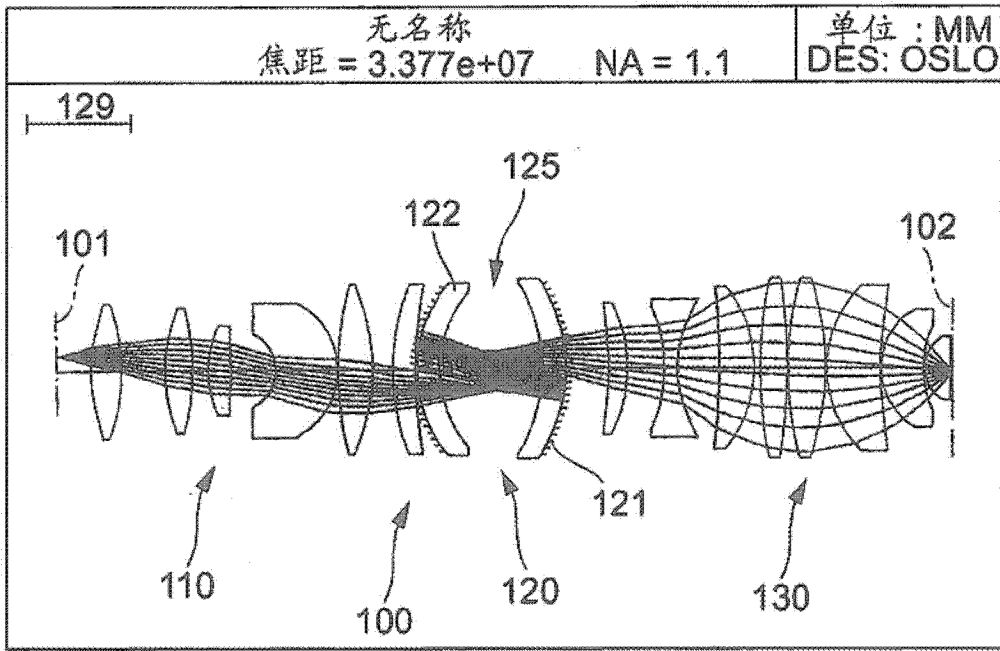


图 2

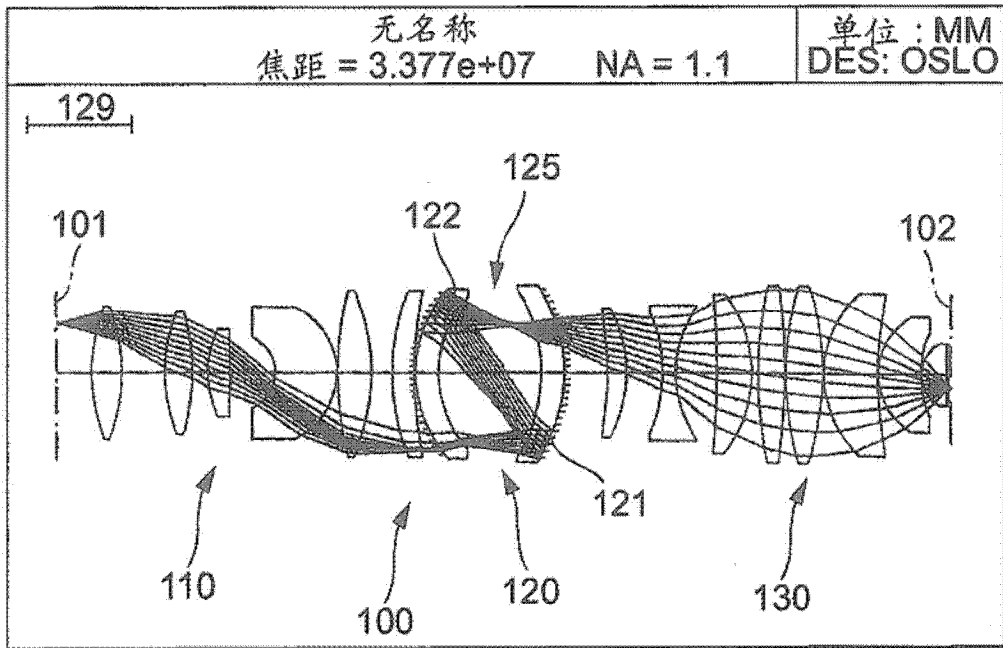


图 3

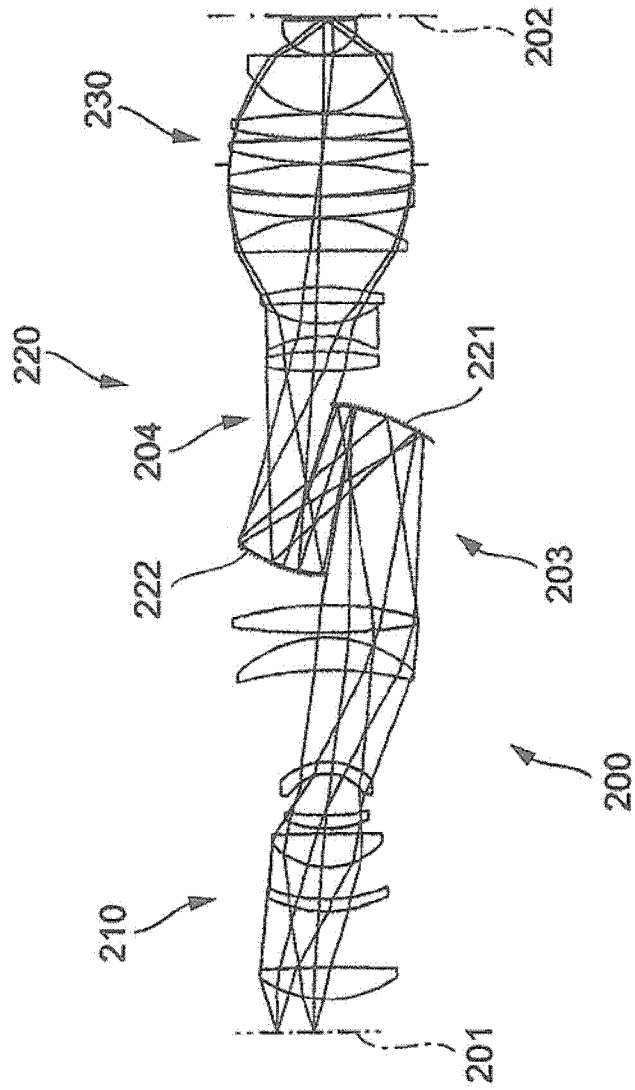


图 4

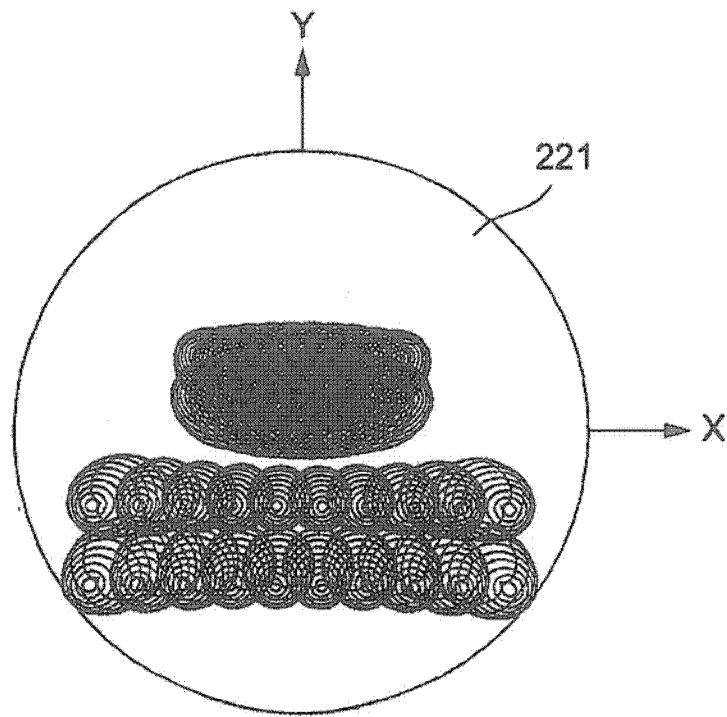


图 5

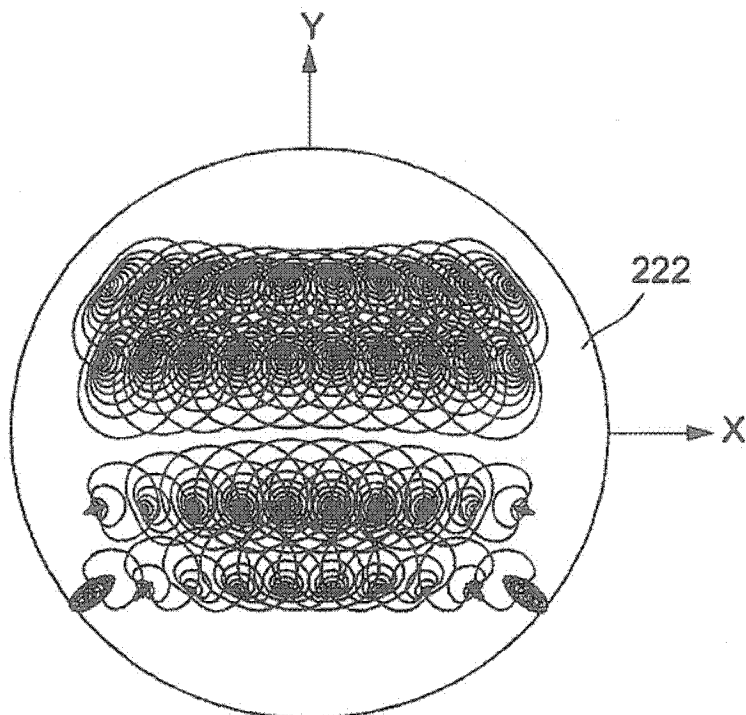


图 6

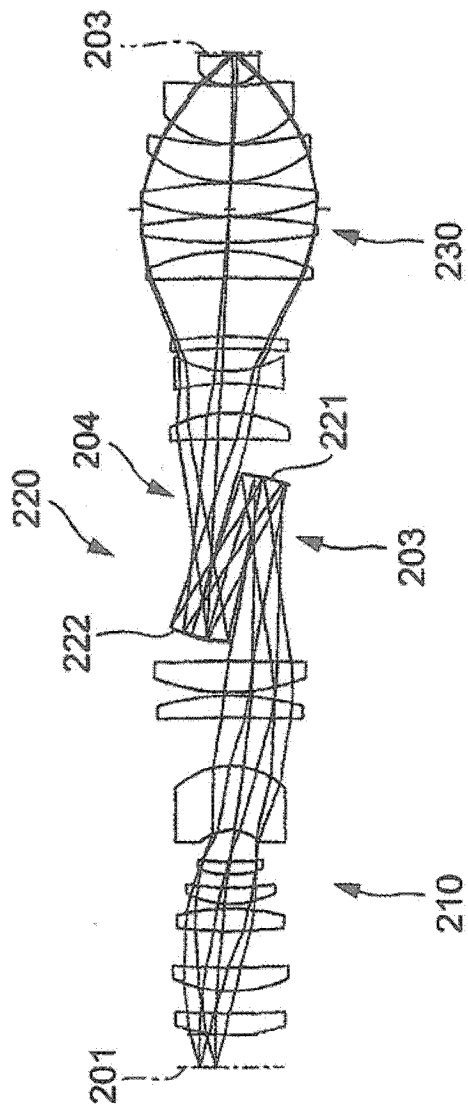


图 7

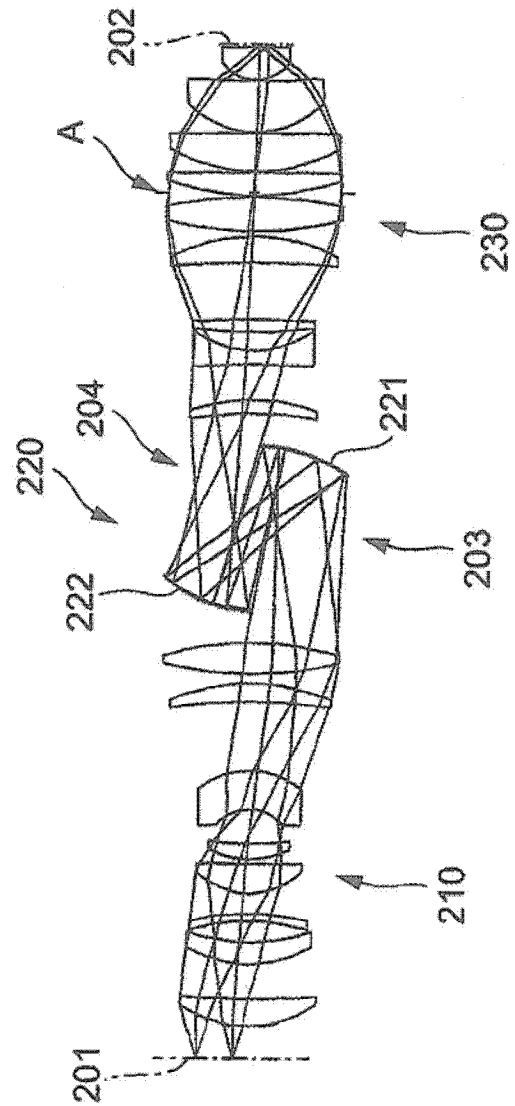


图 8

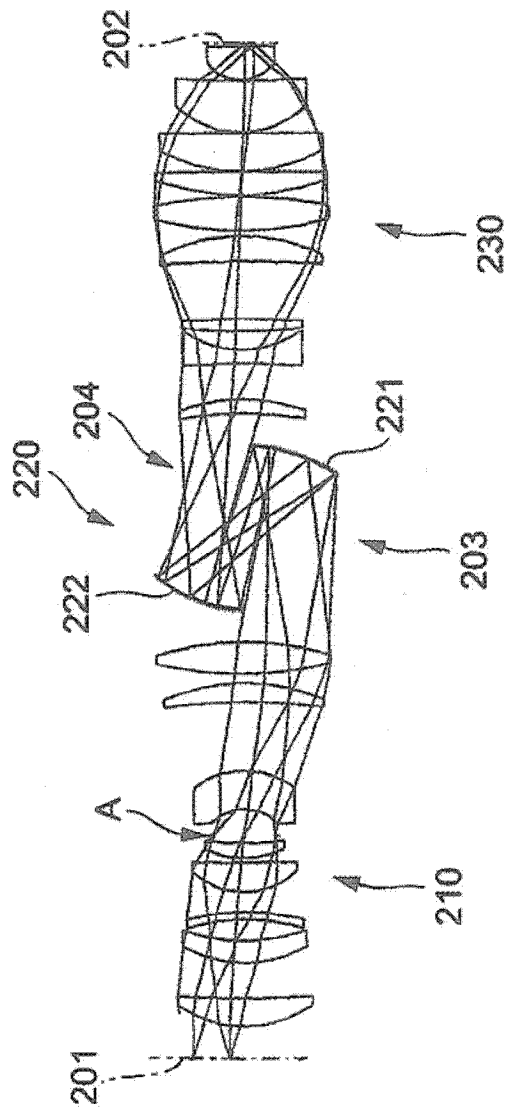


图 9

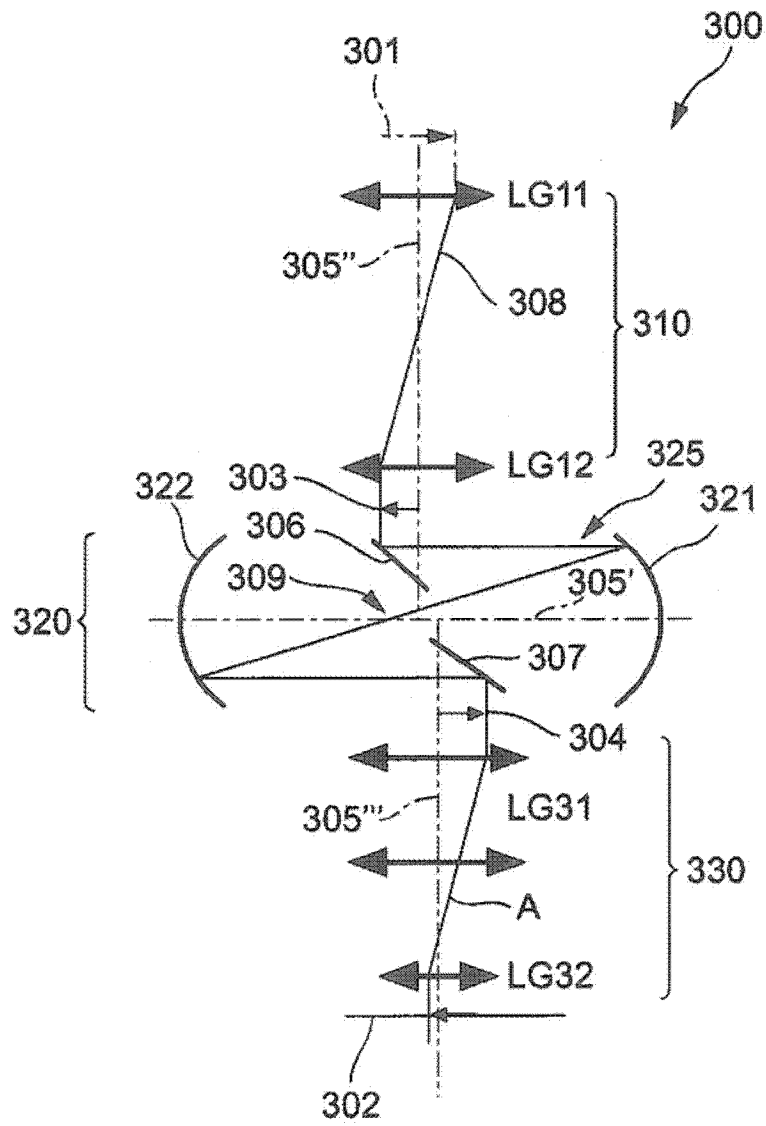


图 10

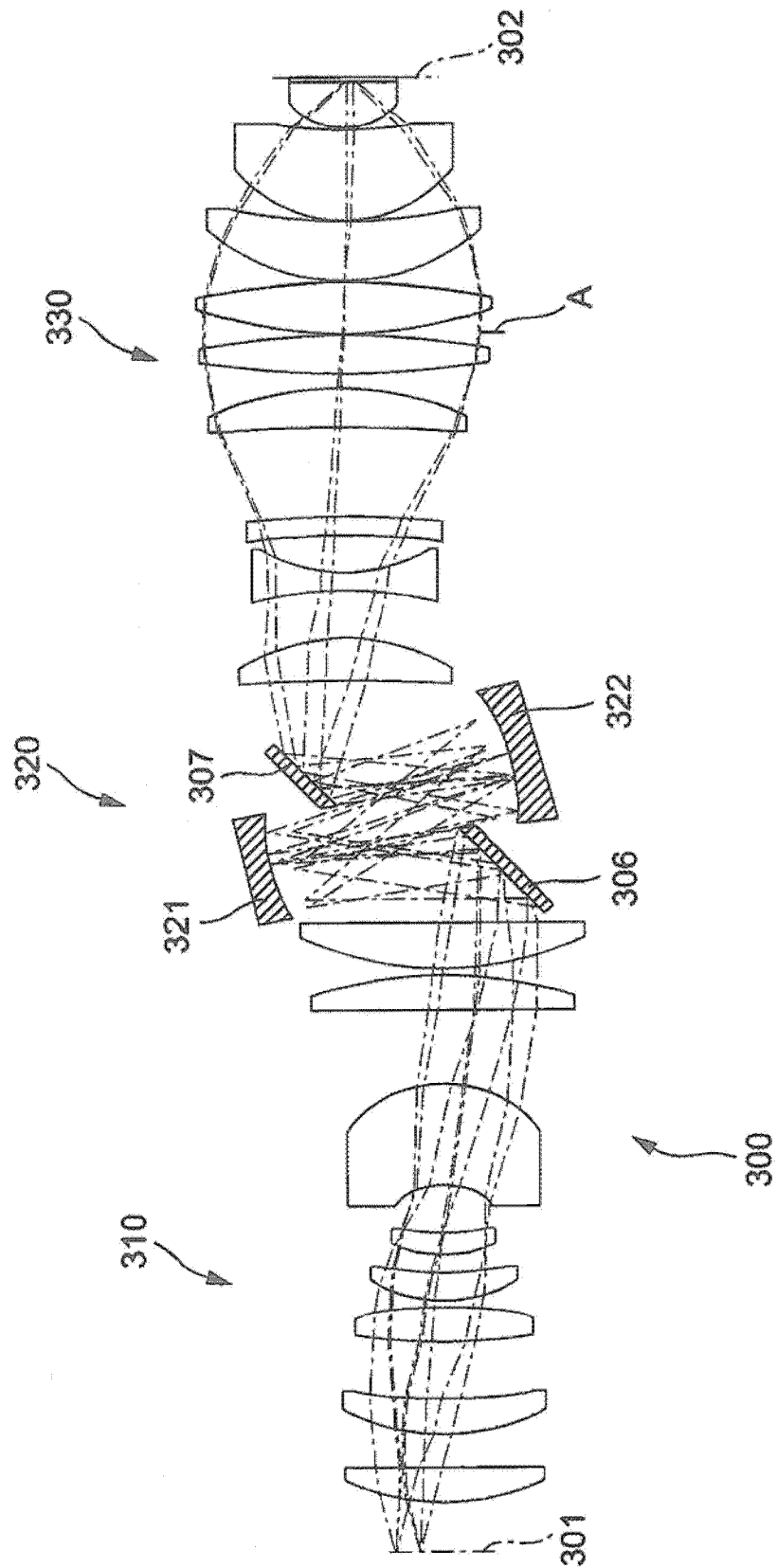


图 11

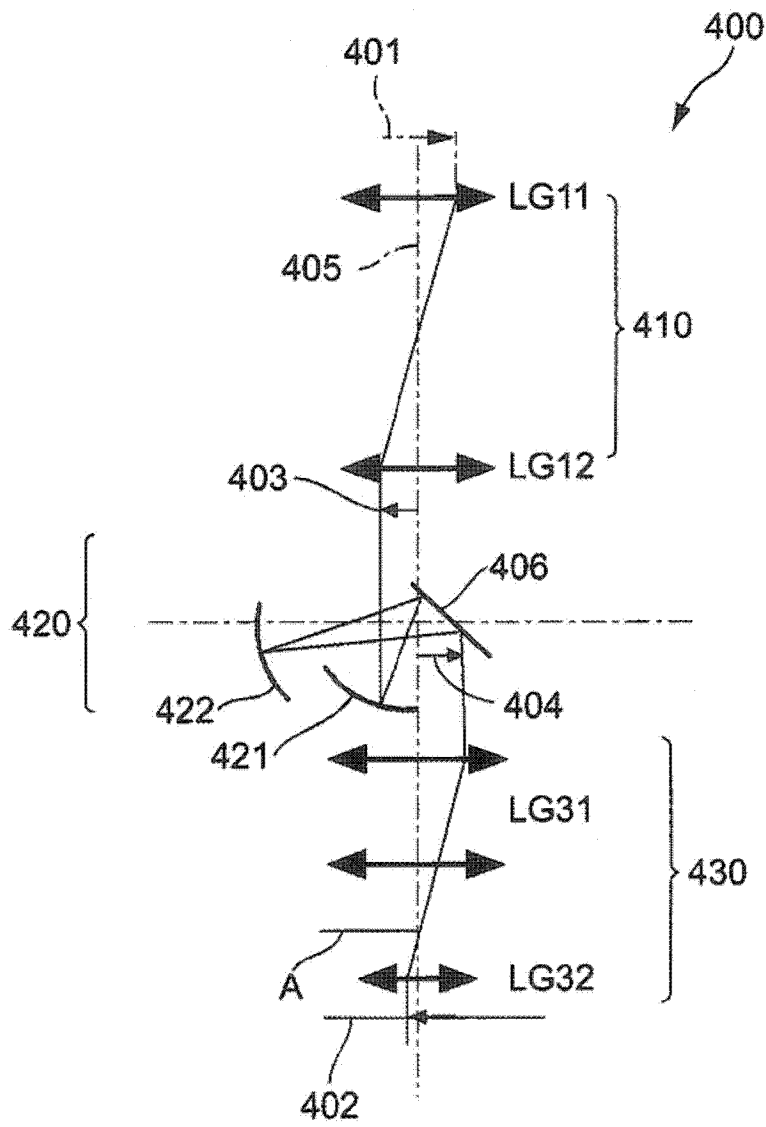


图 12

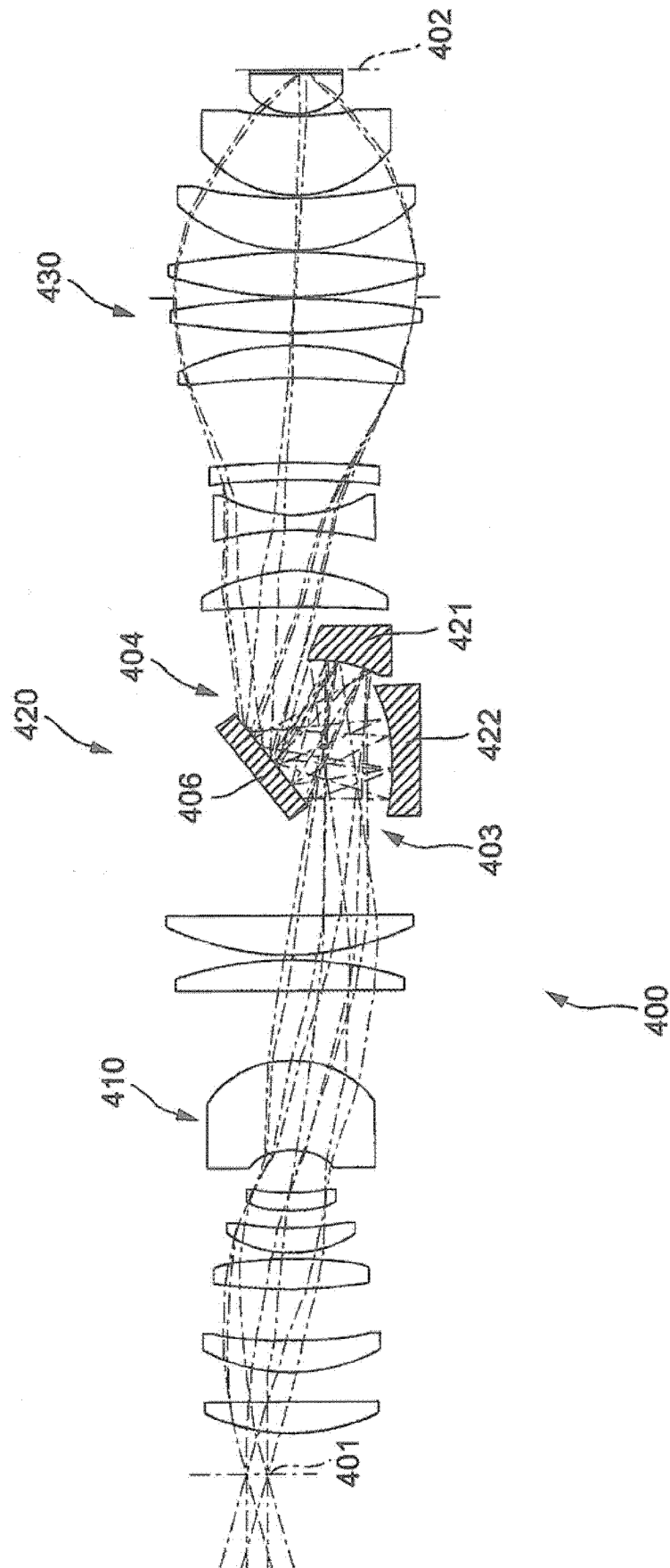


图 13

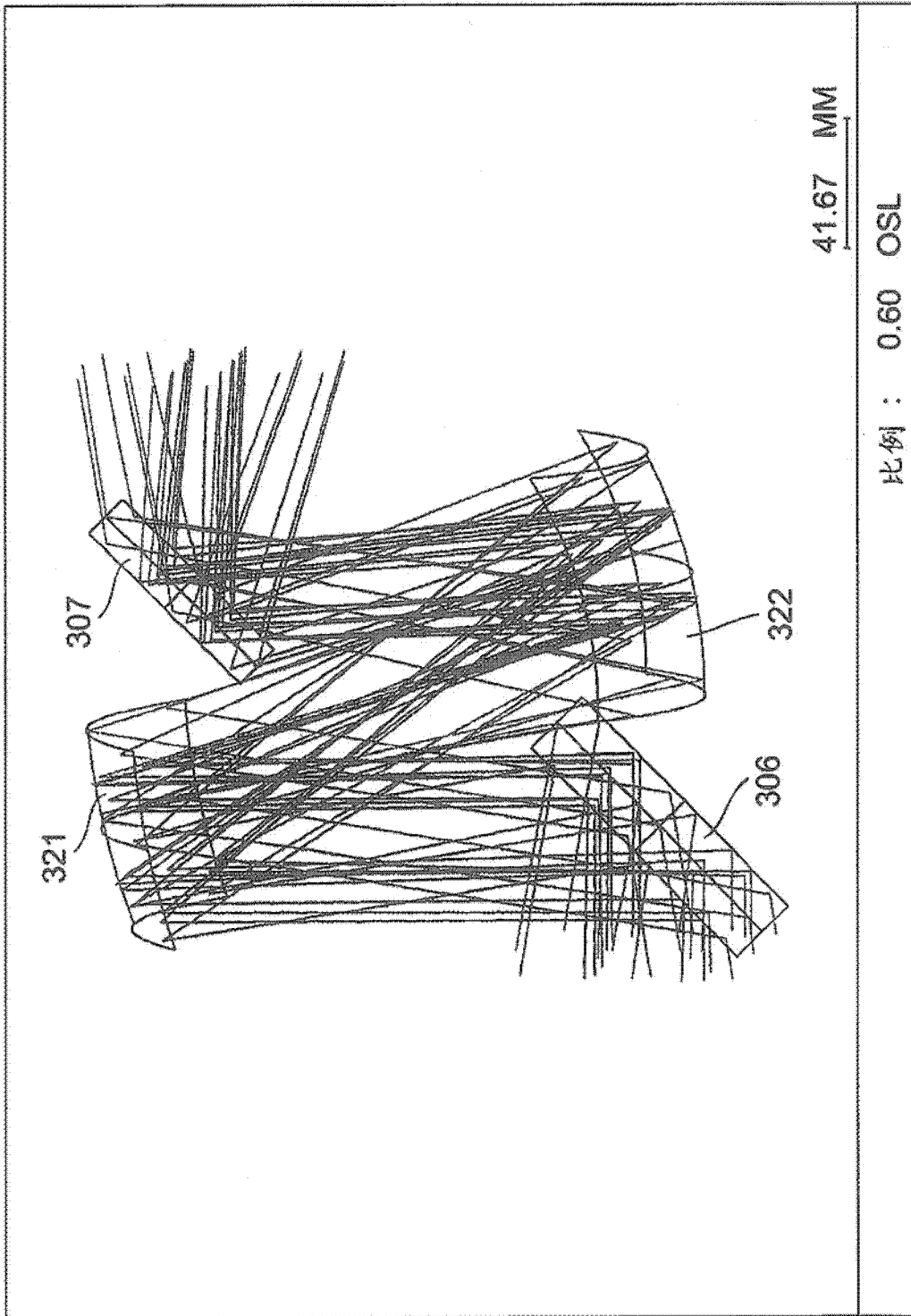


图 14

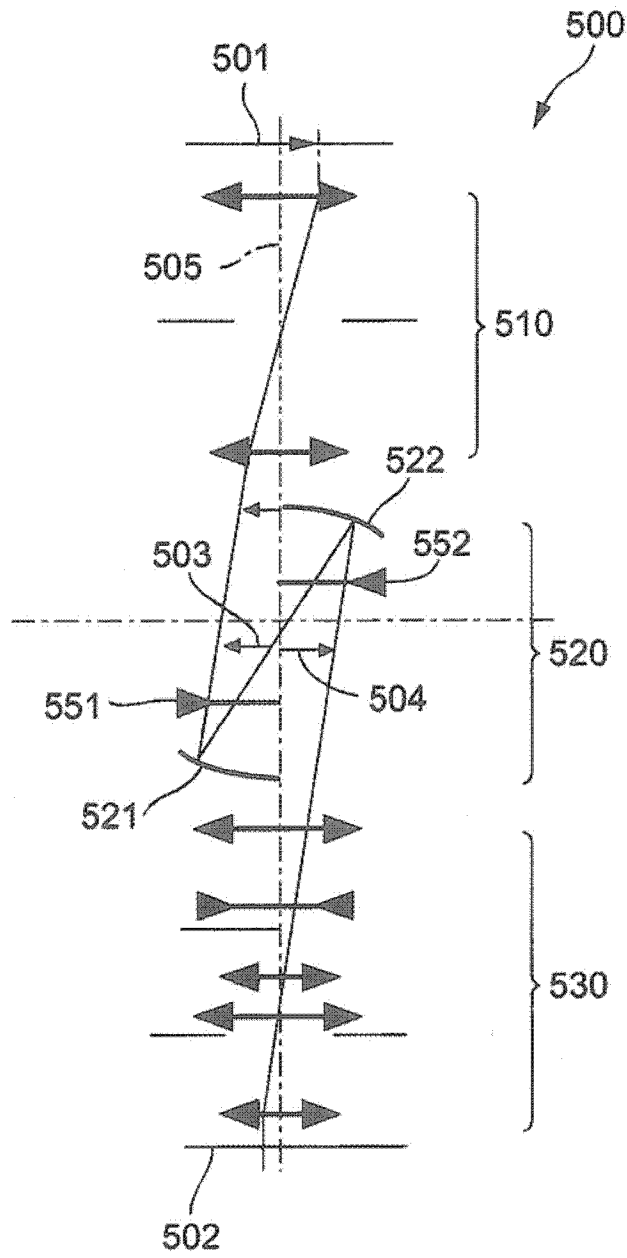


图 15

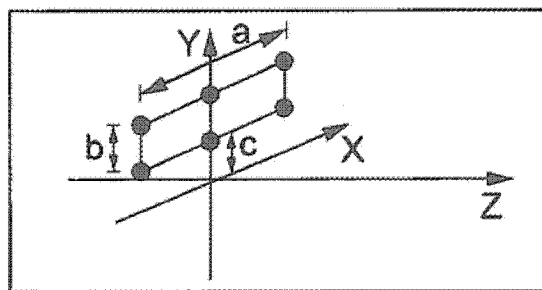


图 15a

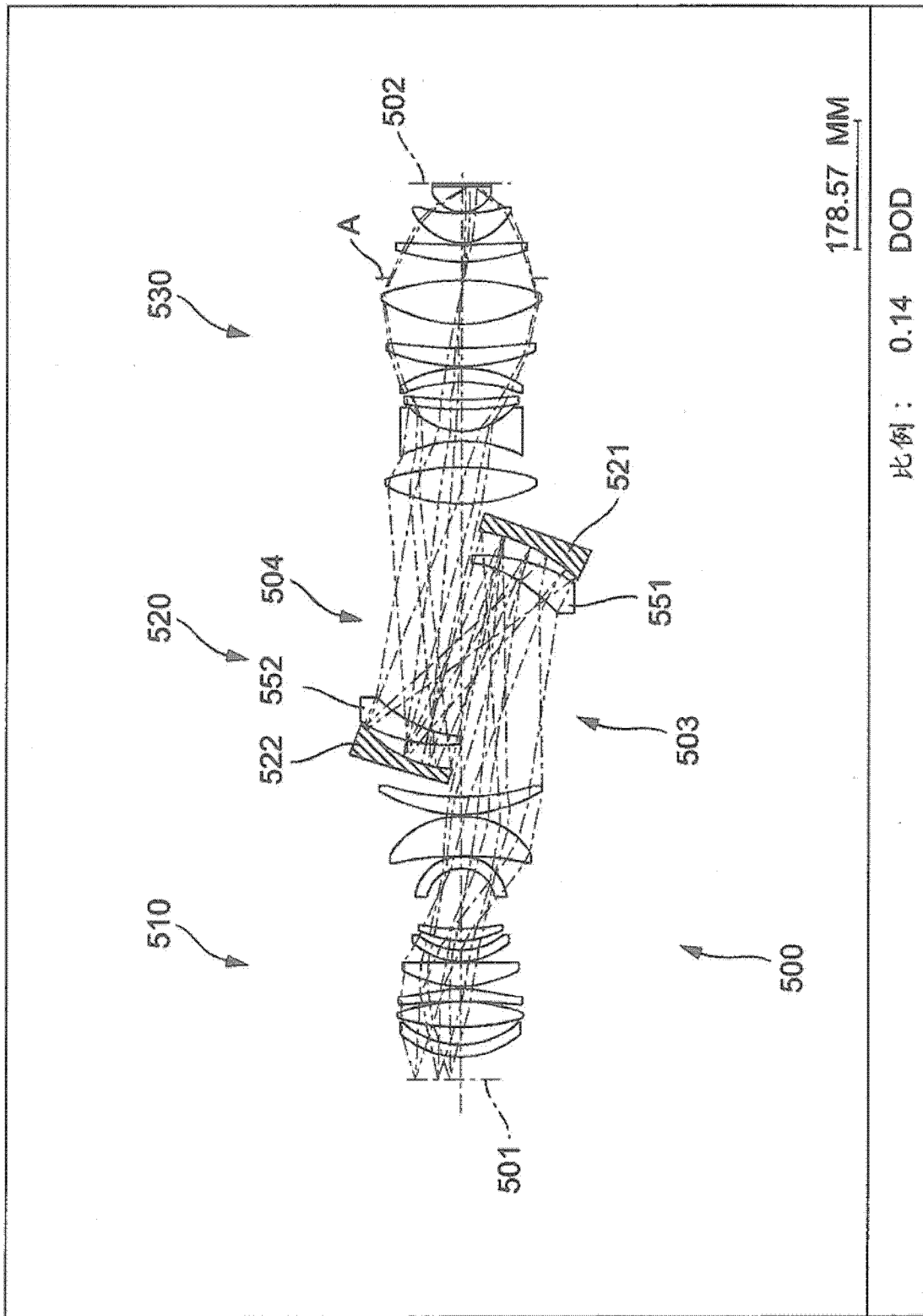


图 16

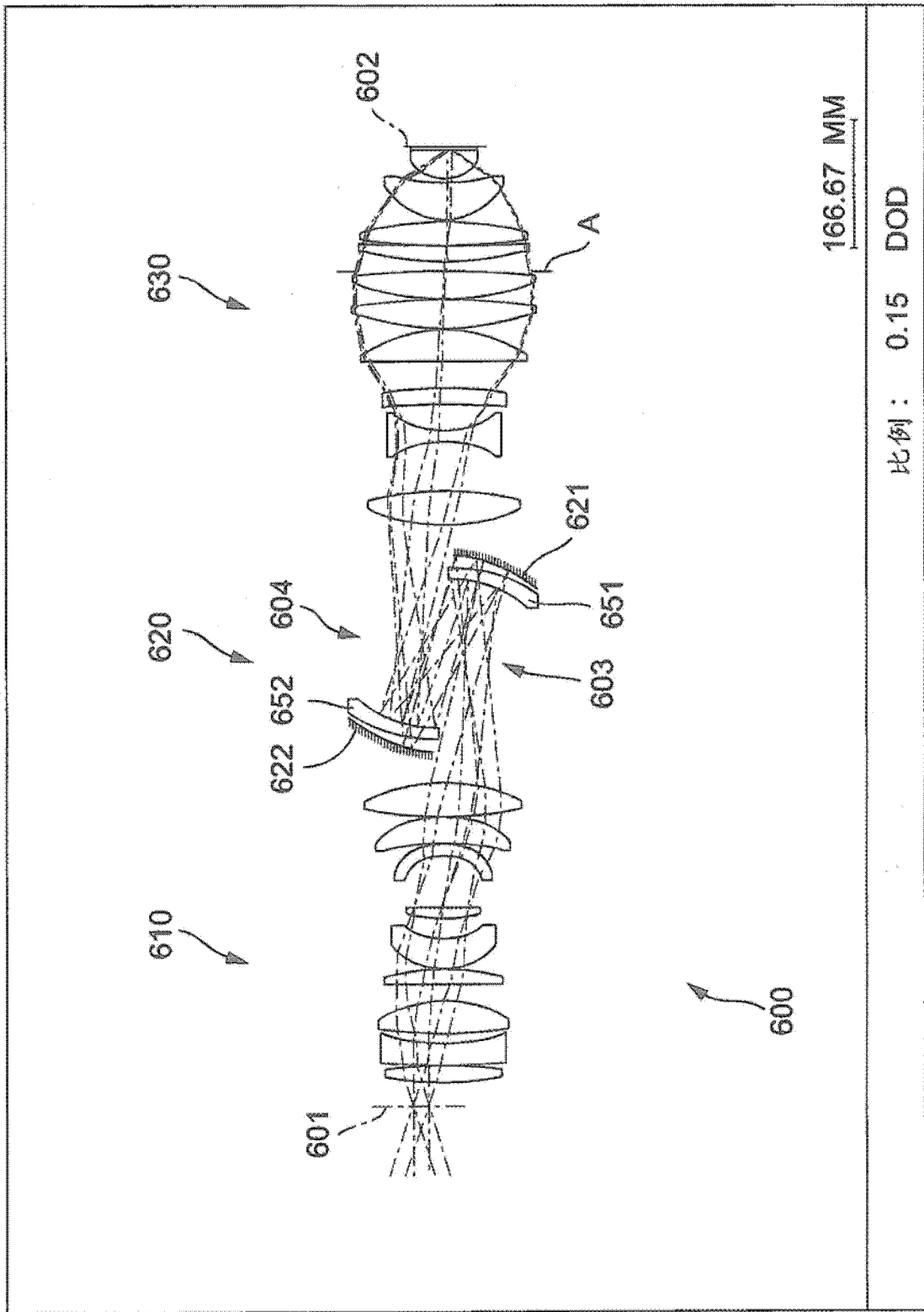


图 17

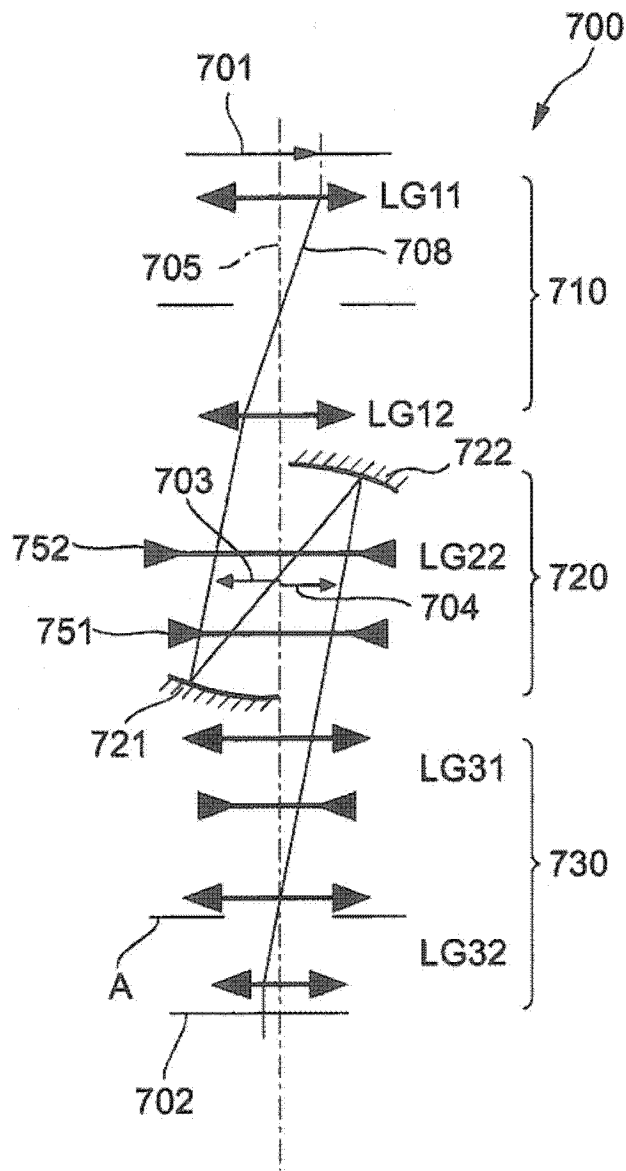


图 18

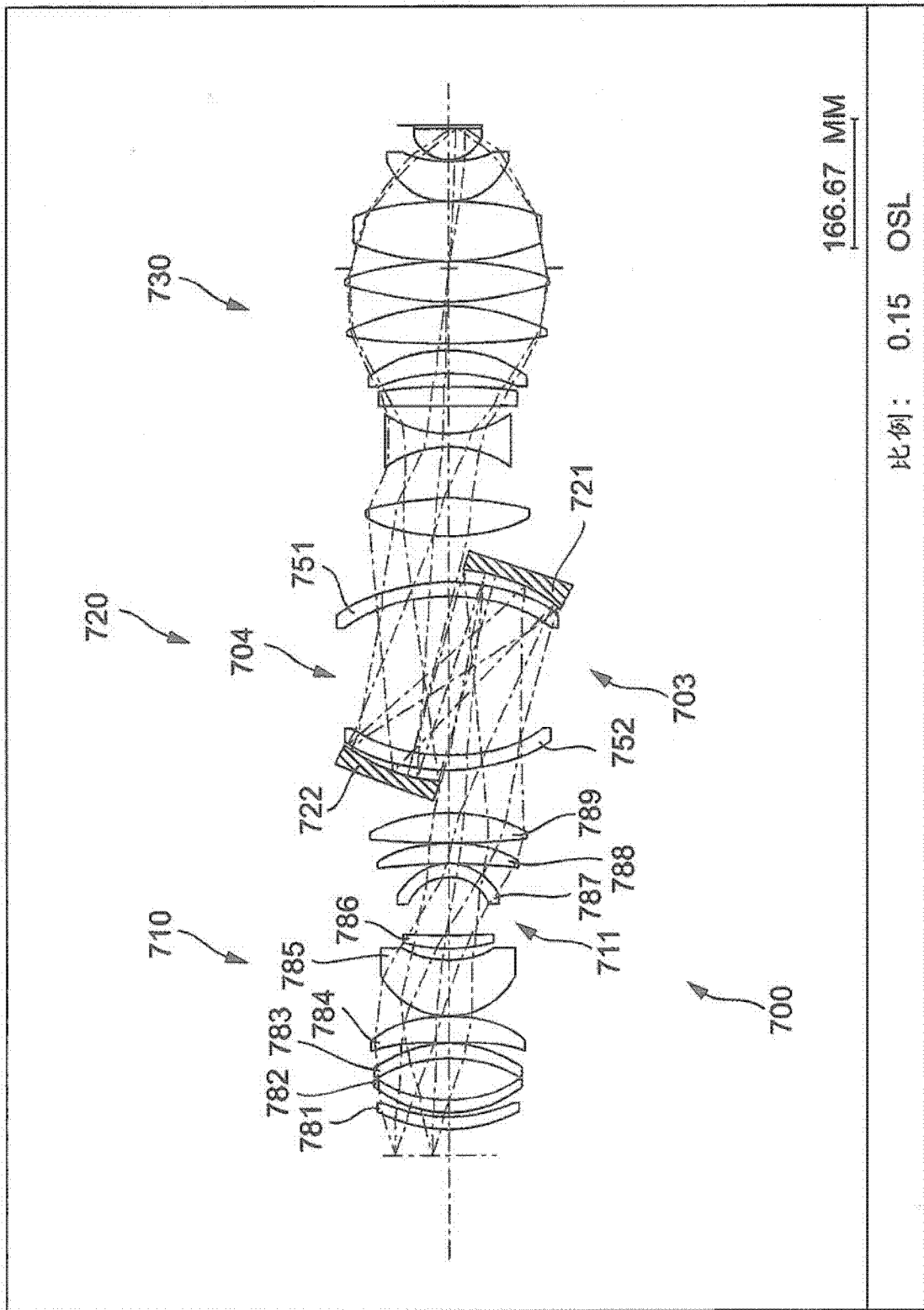


图 19

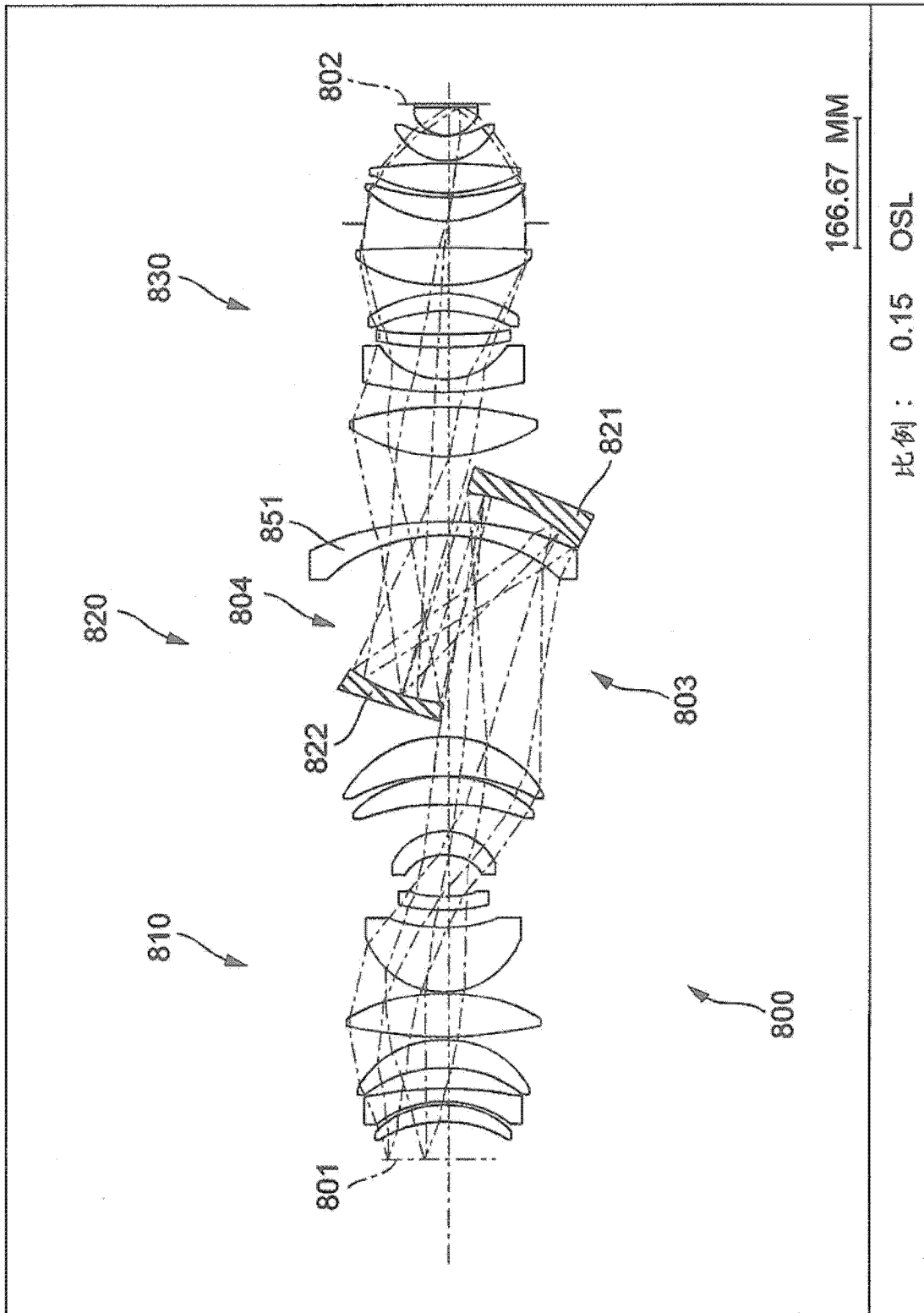


图 20

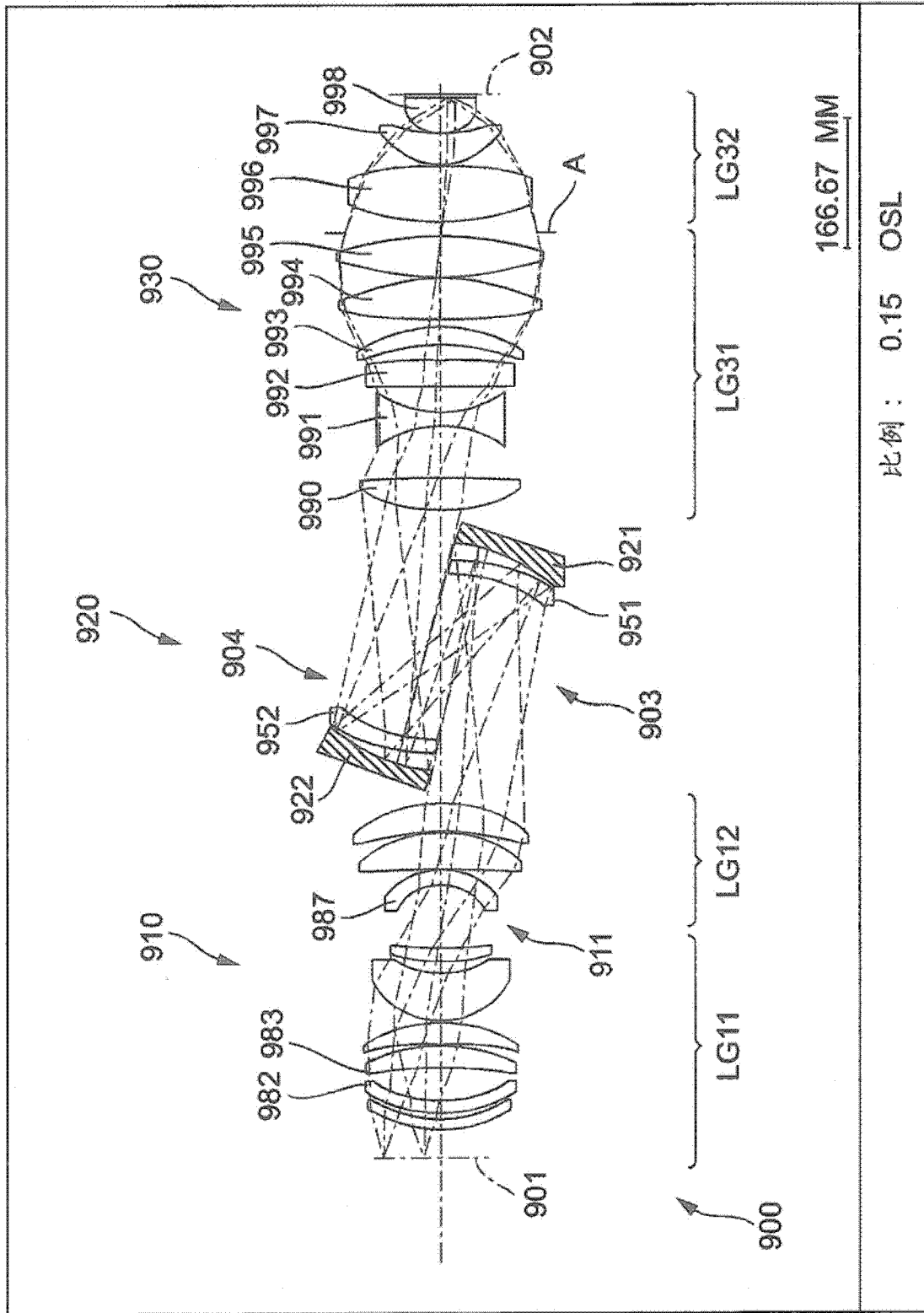


图 21

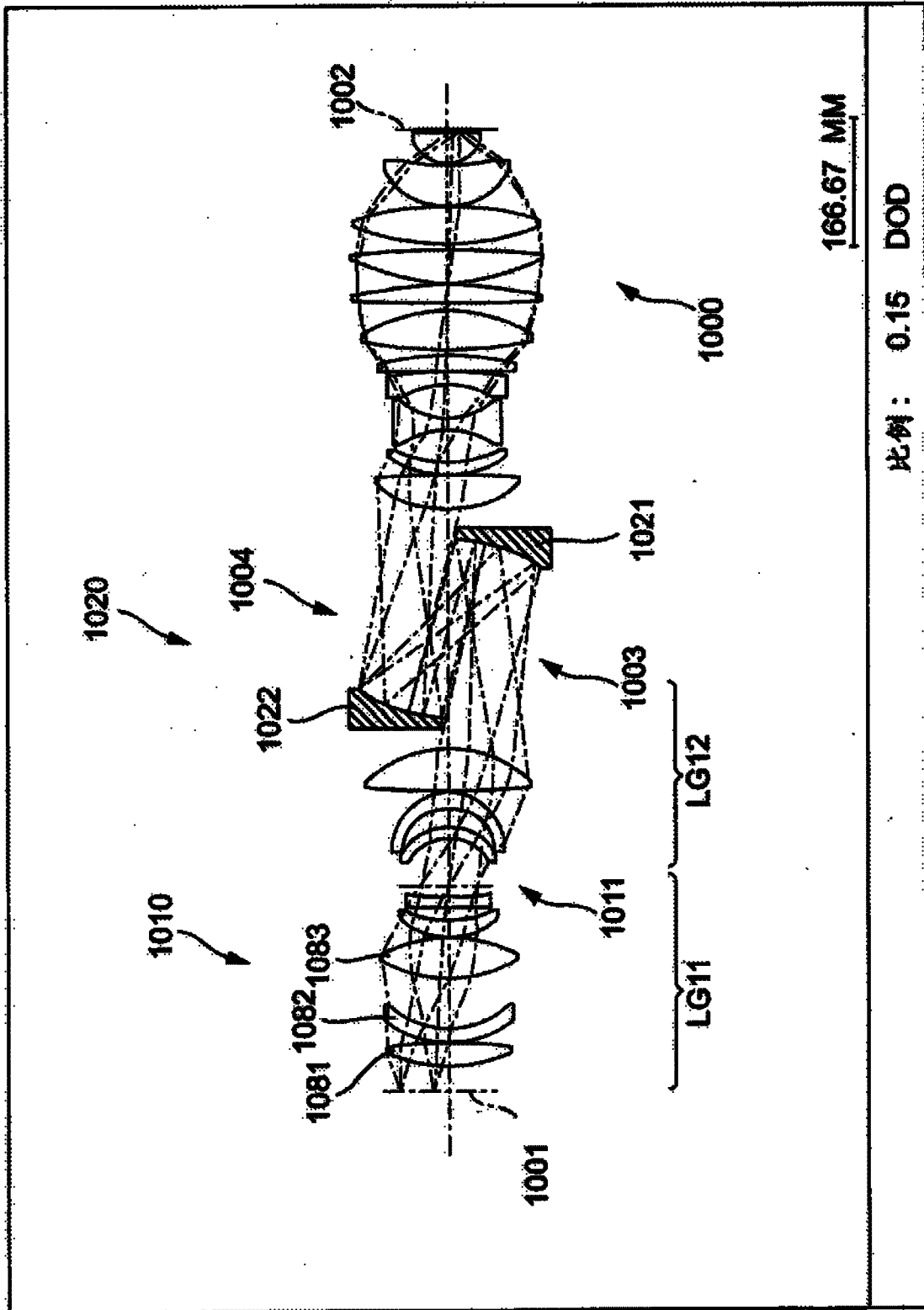
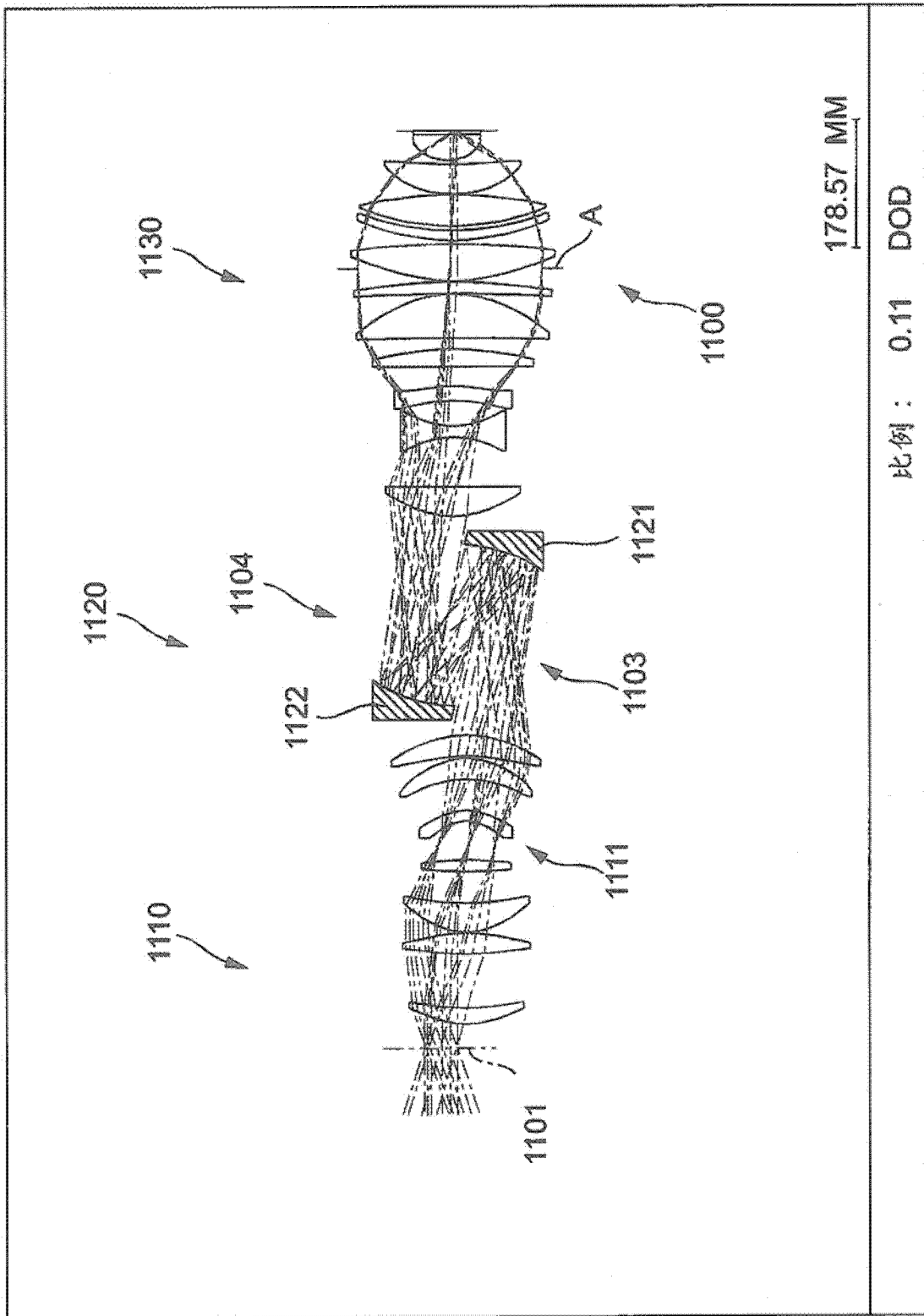


图 22



比例：0.11 DOD

图 23

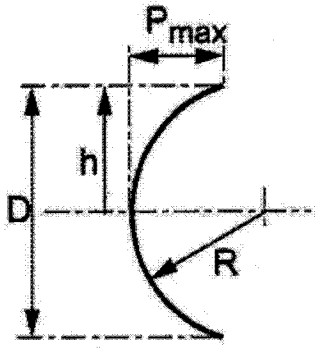


图 24

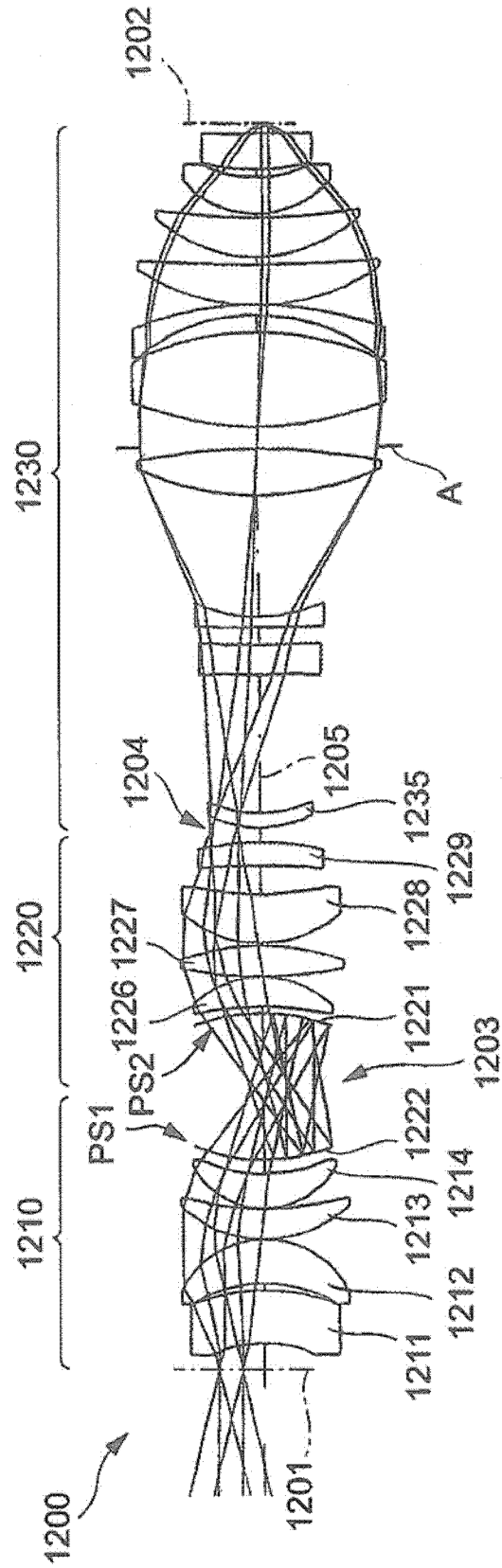


图 25

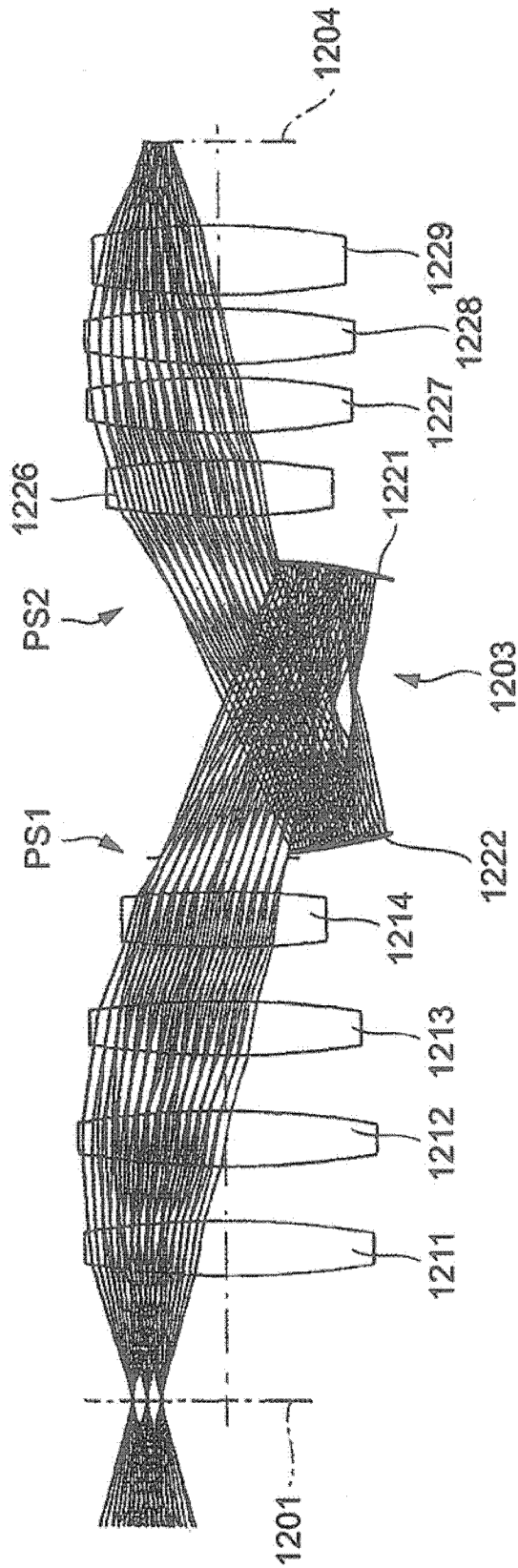


图 26

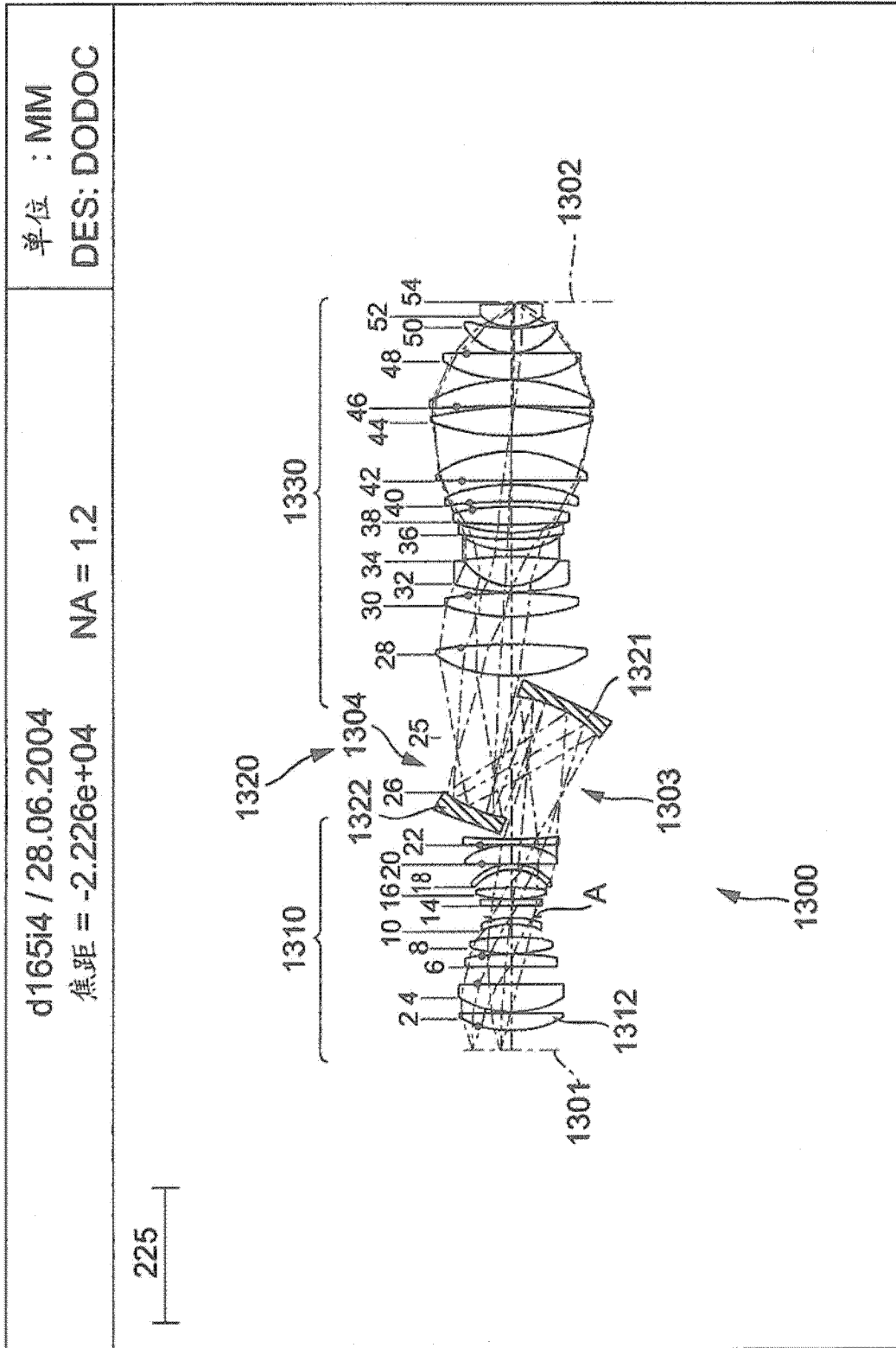


图 27

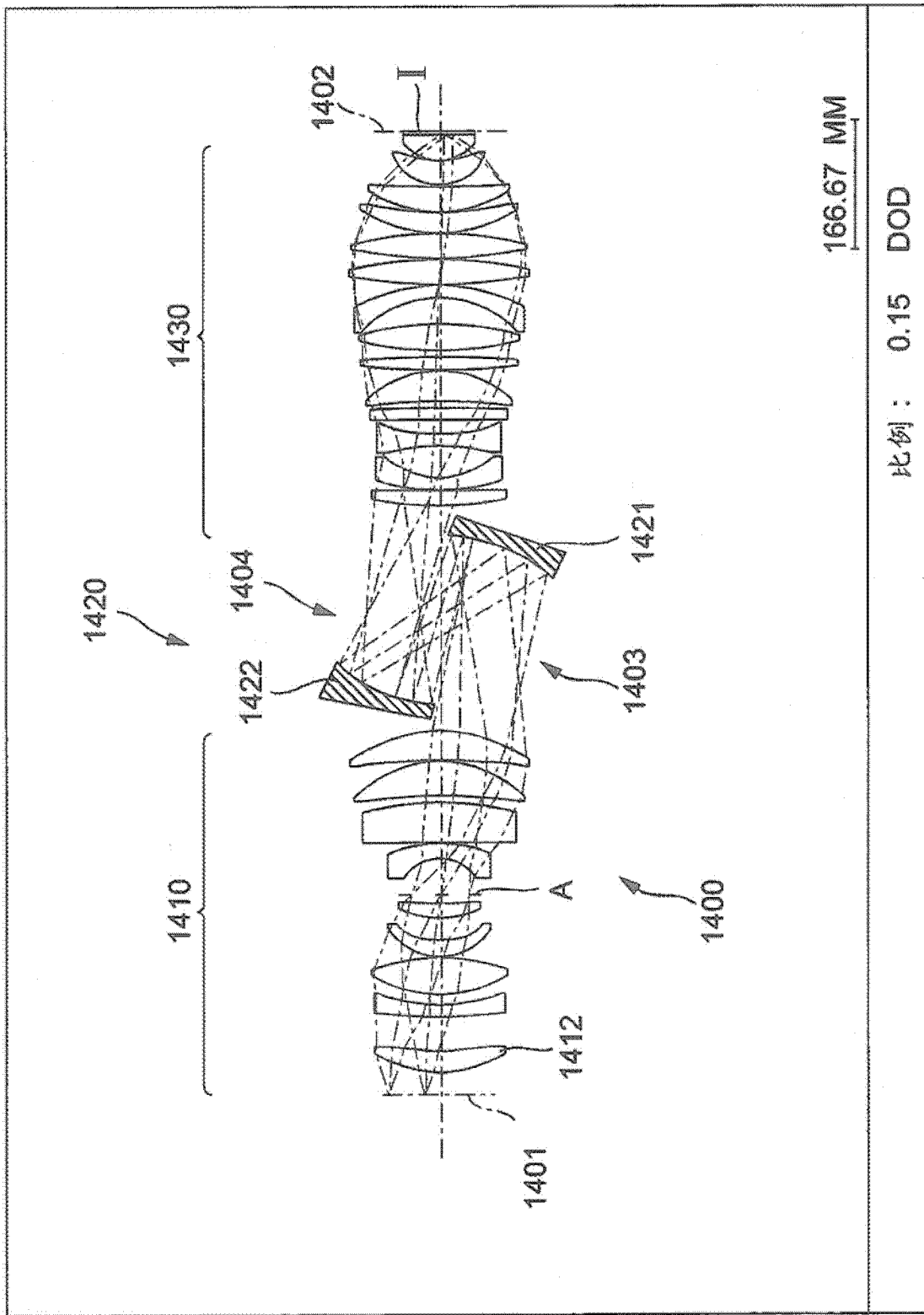


图 28

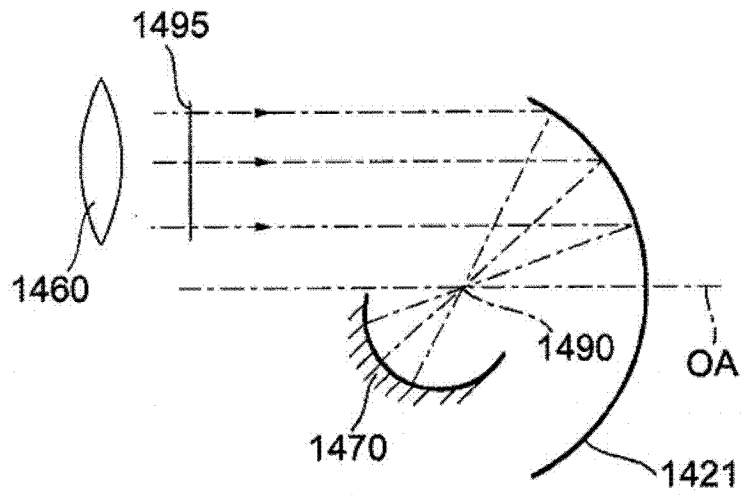


图 29

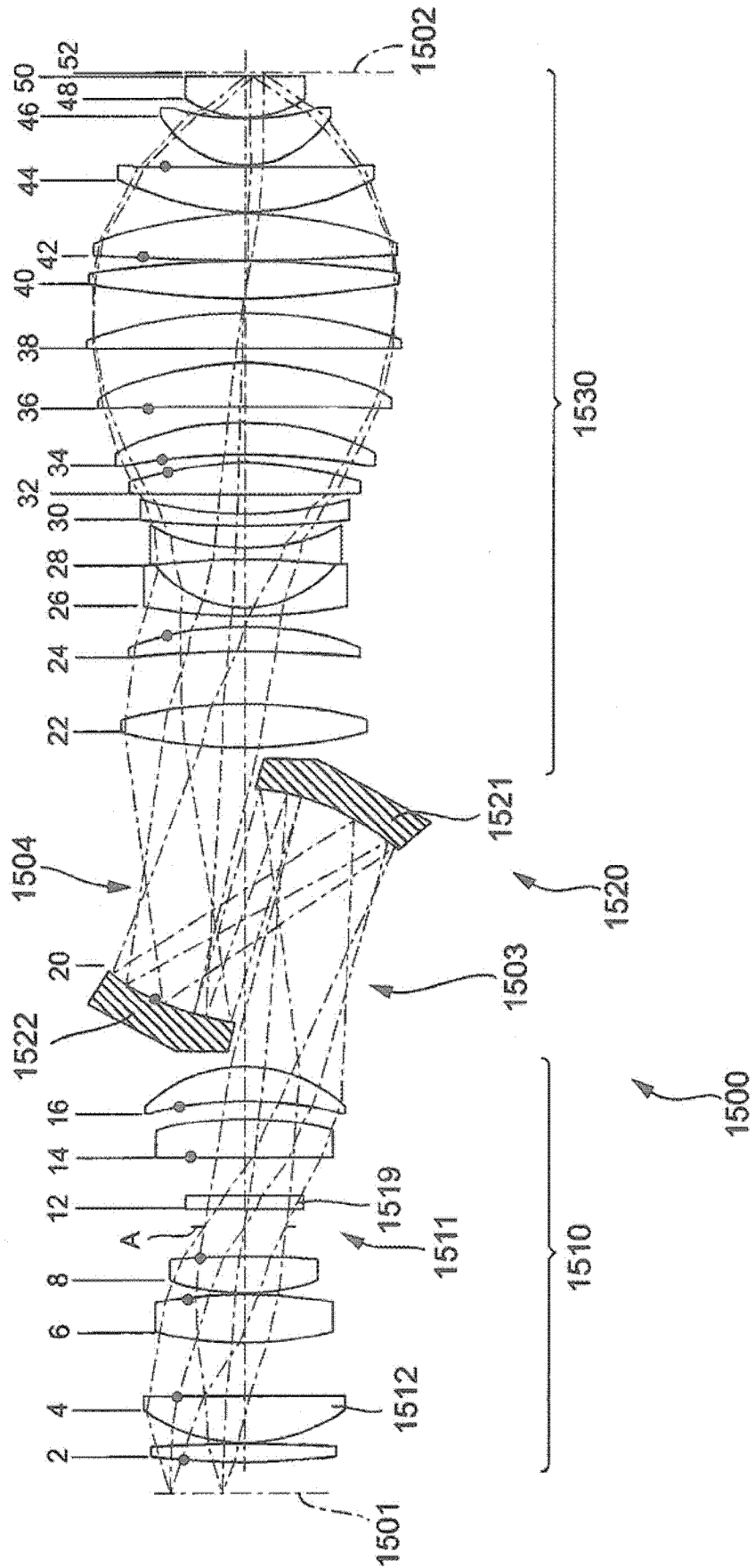


图 30

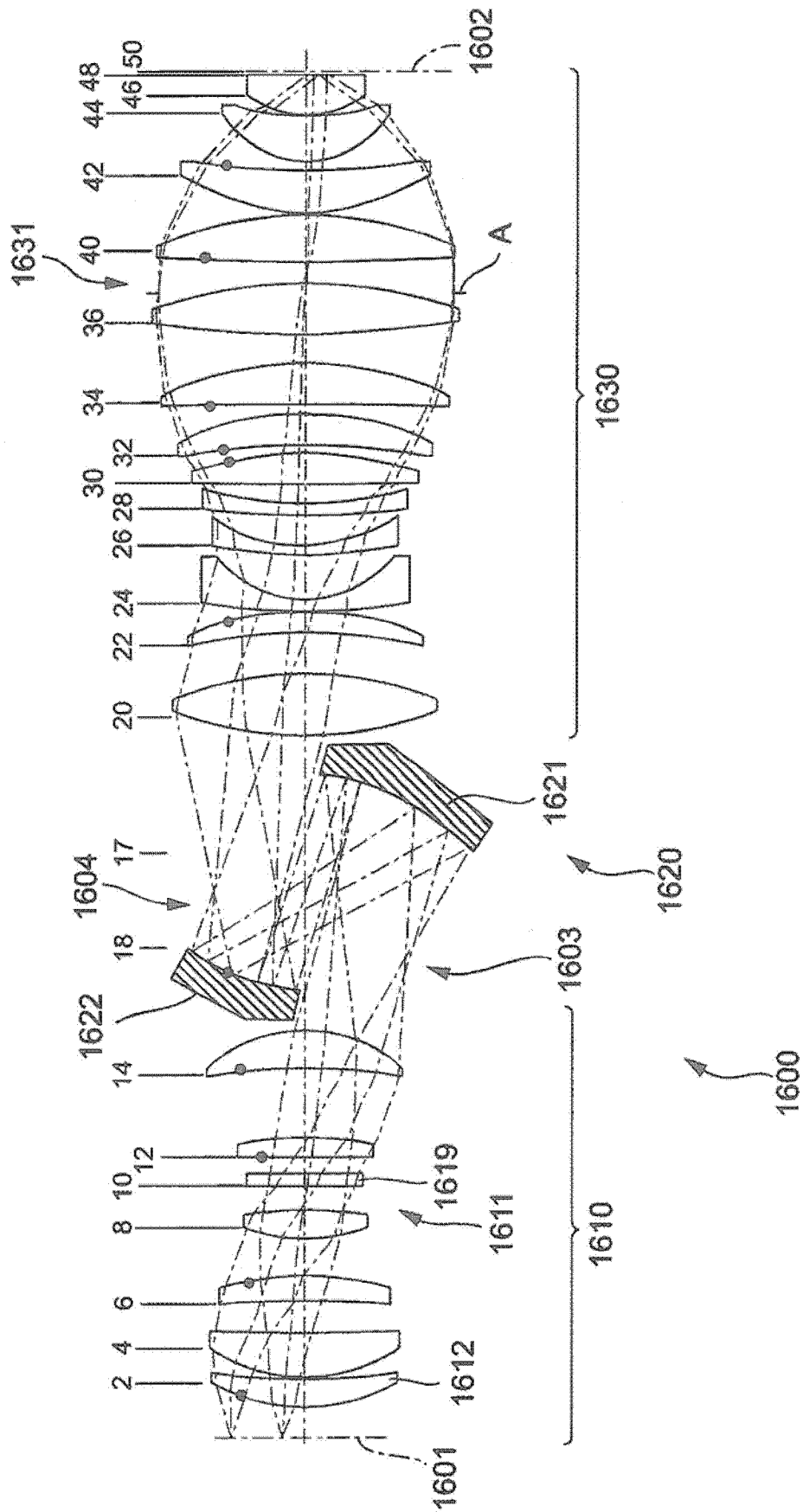


图 31

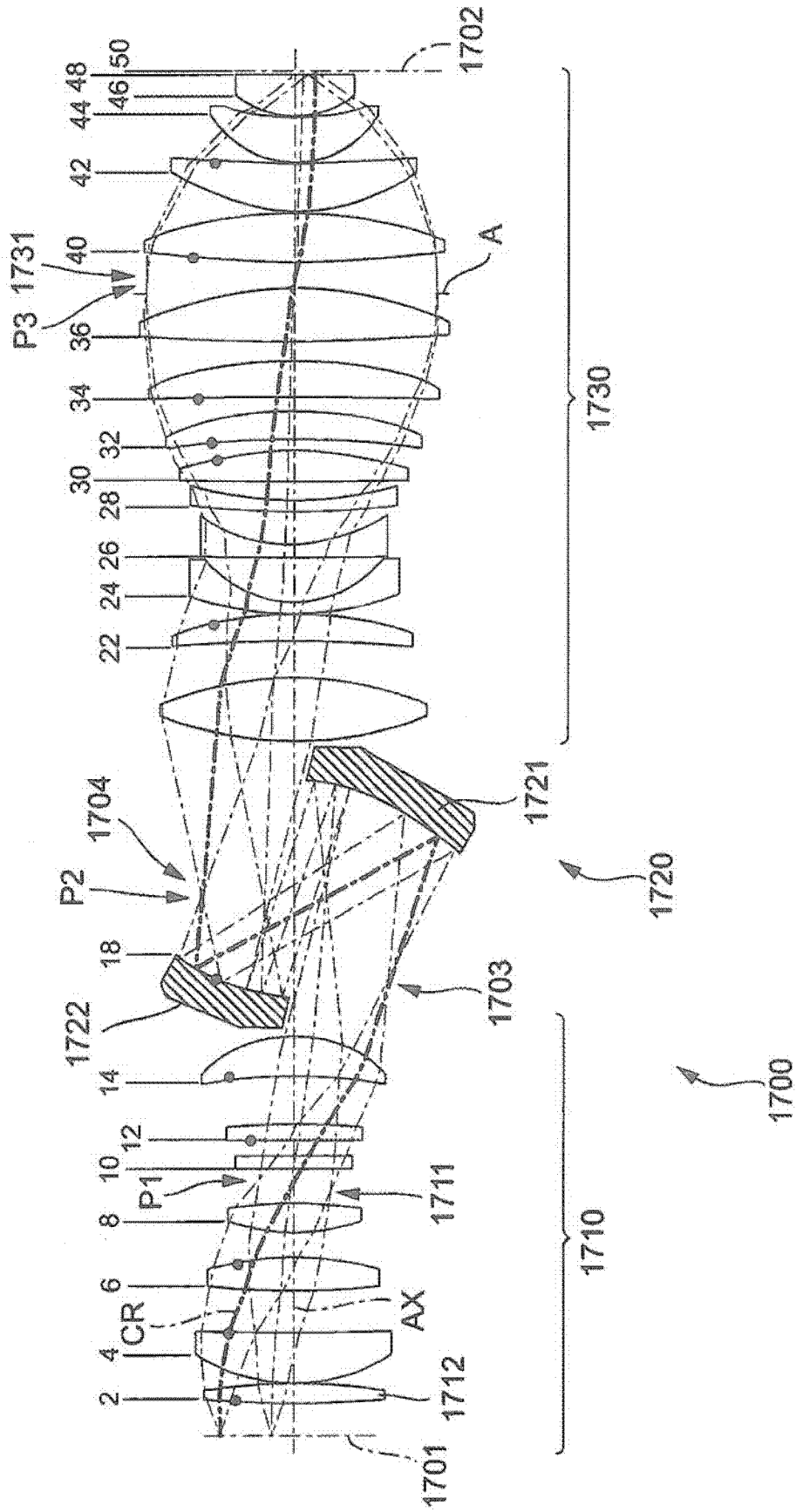


图 32

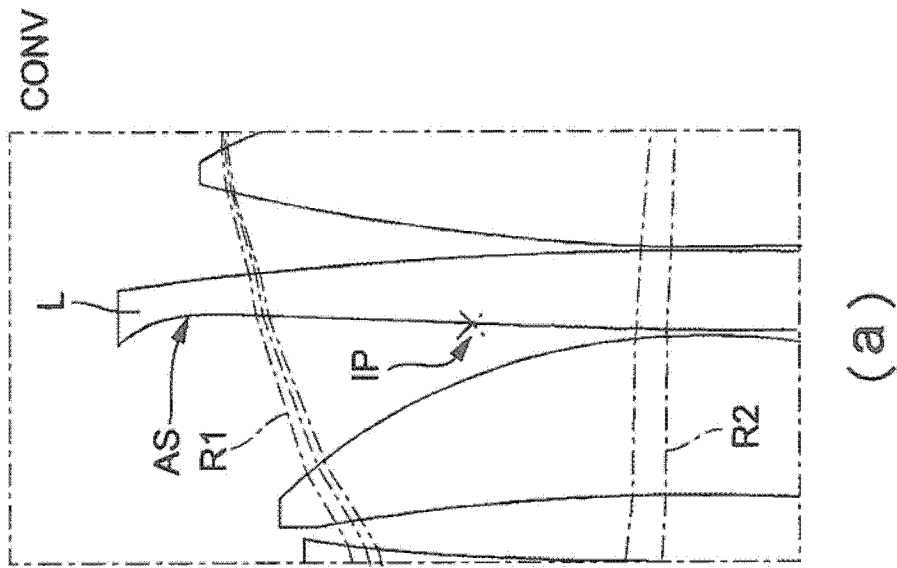


图 33(a)

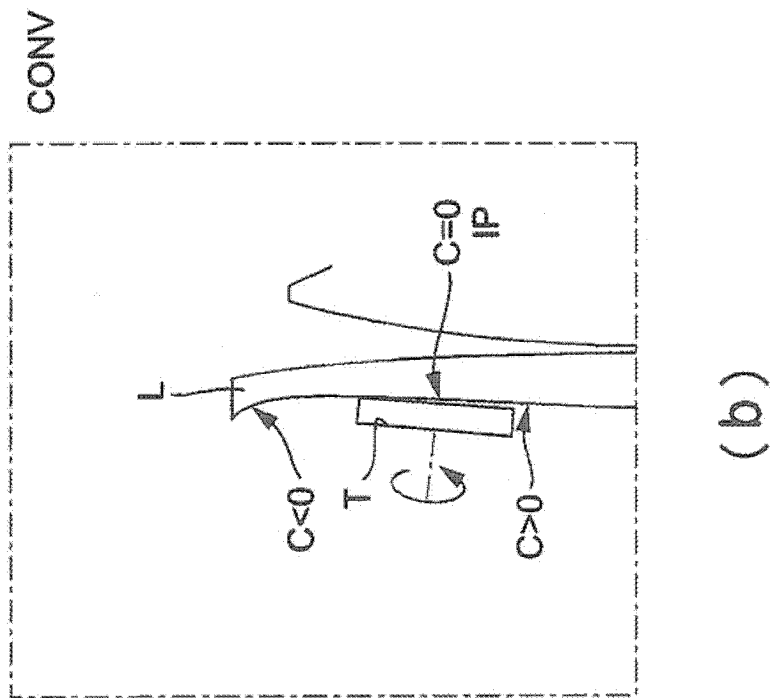


图 33(b)

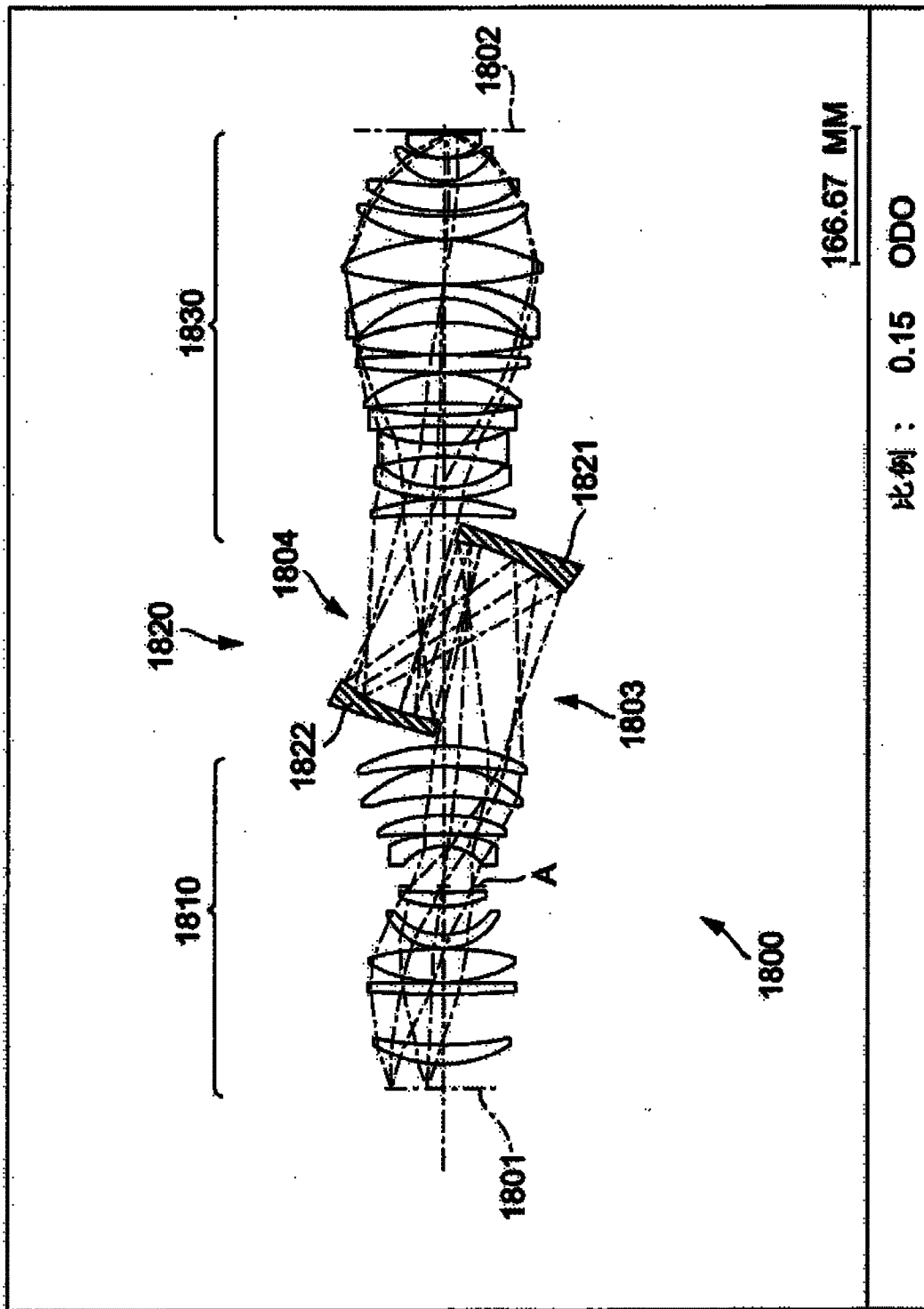


图 34

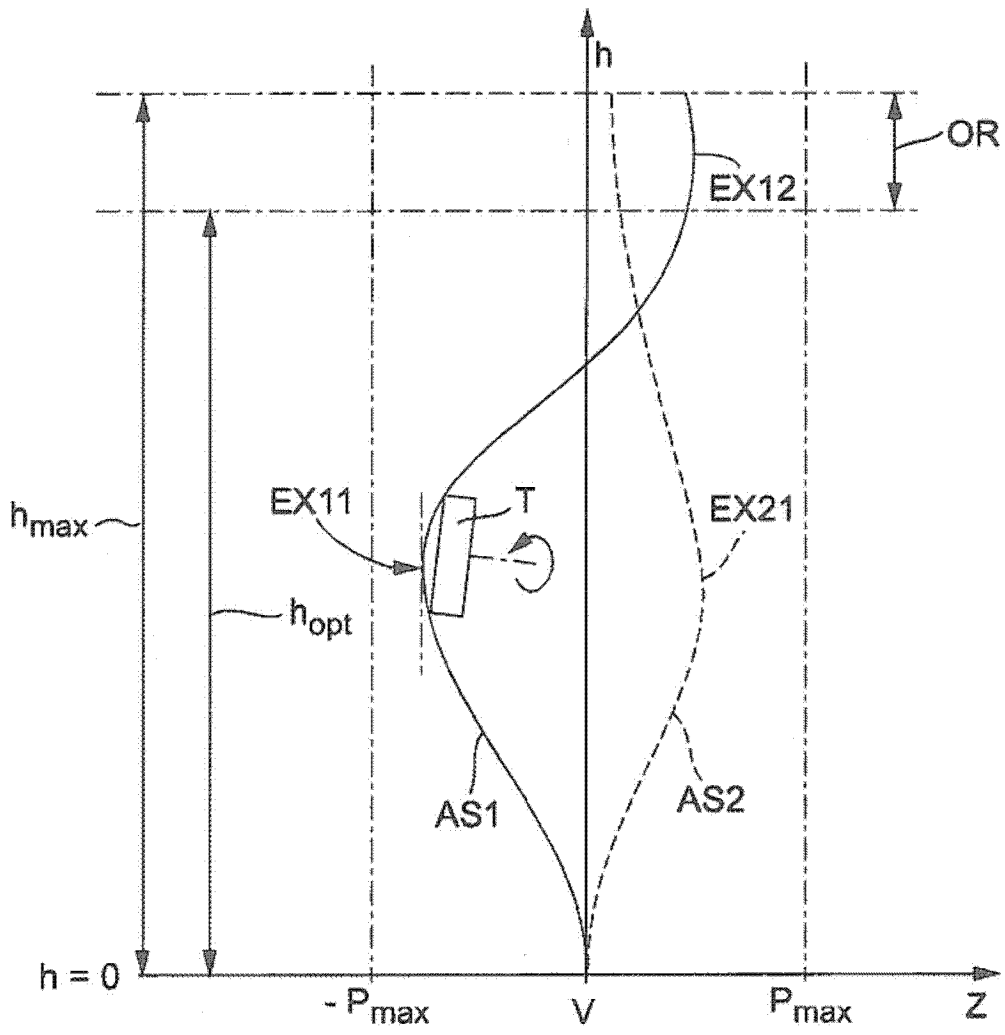


图 35

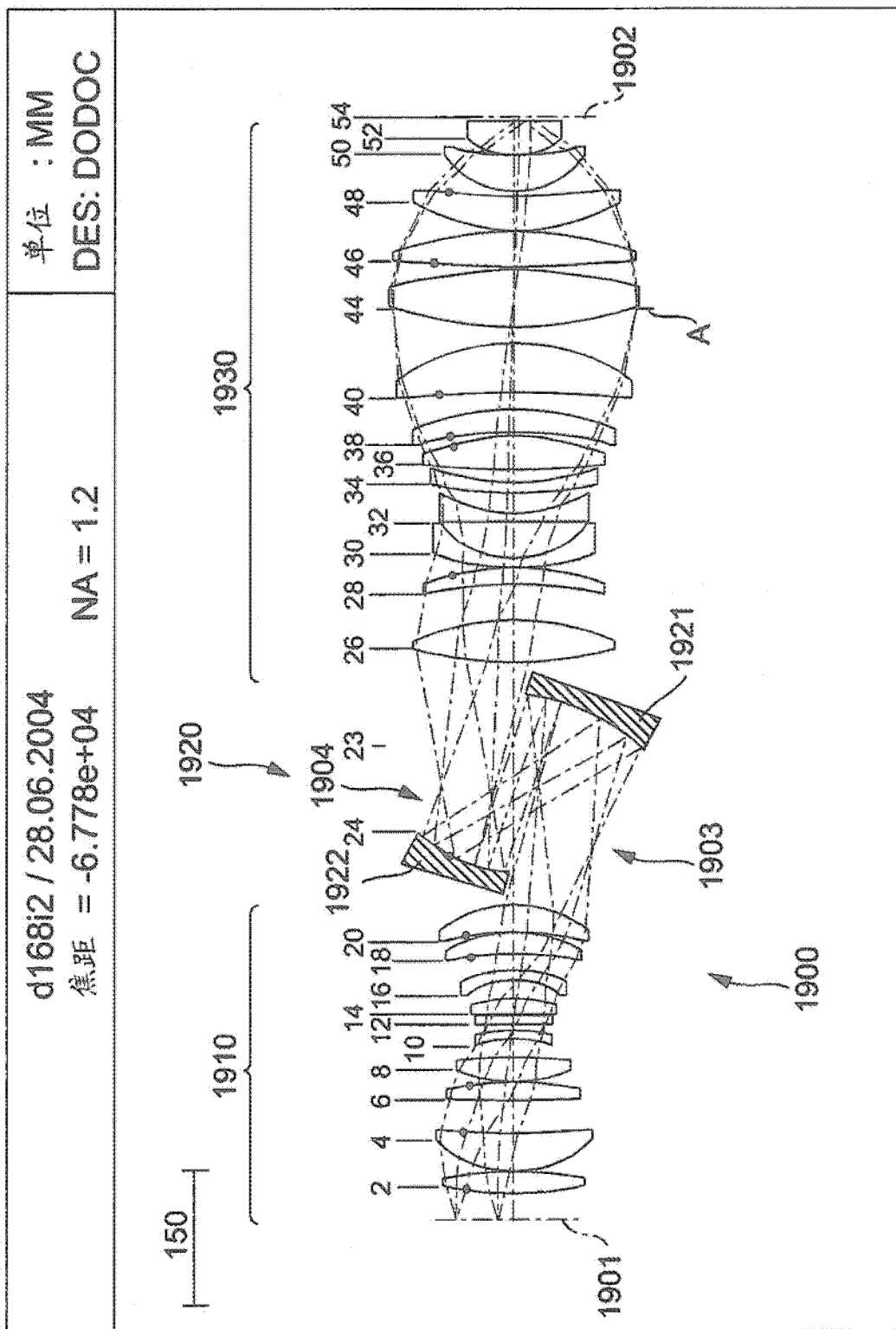


图 36

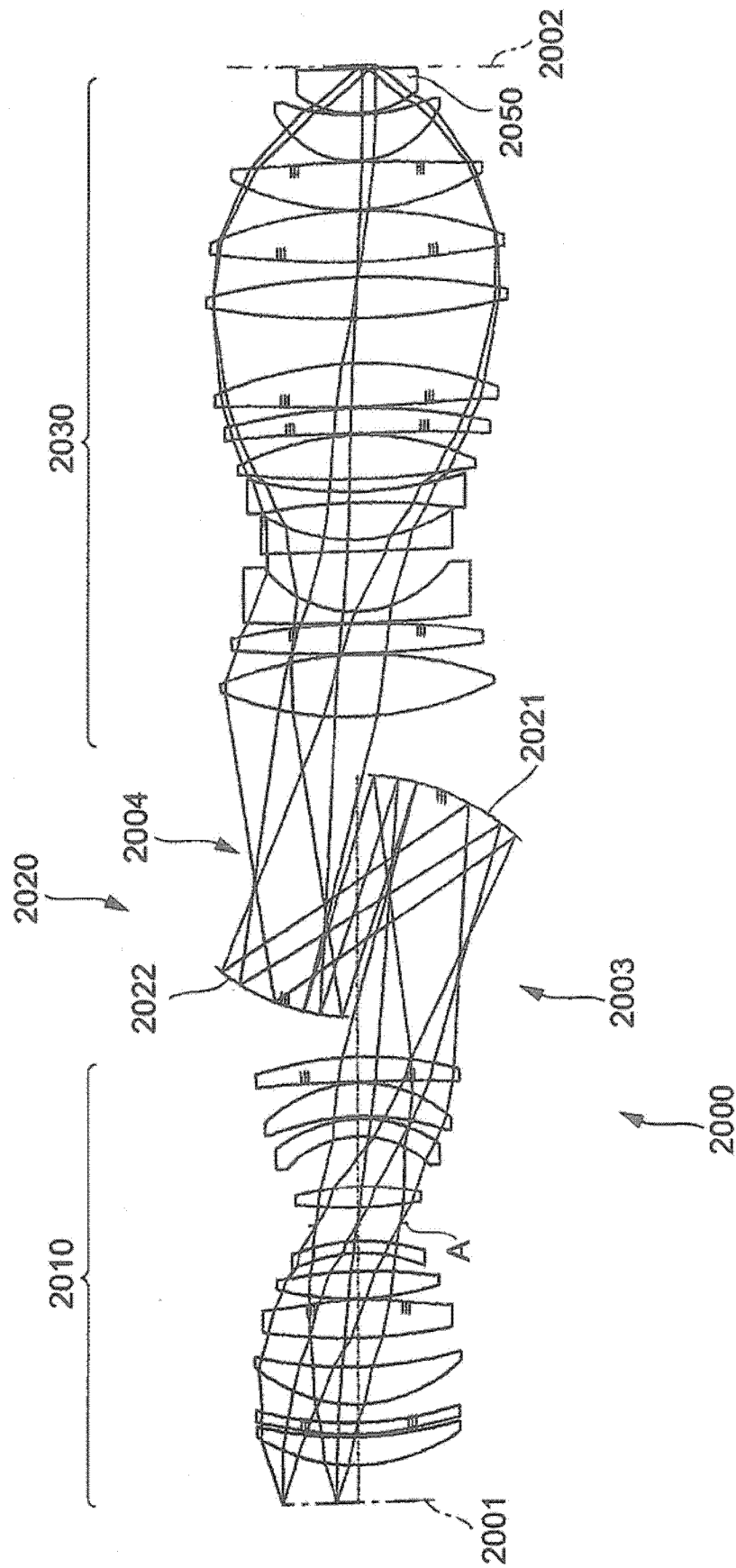


图 37

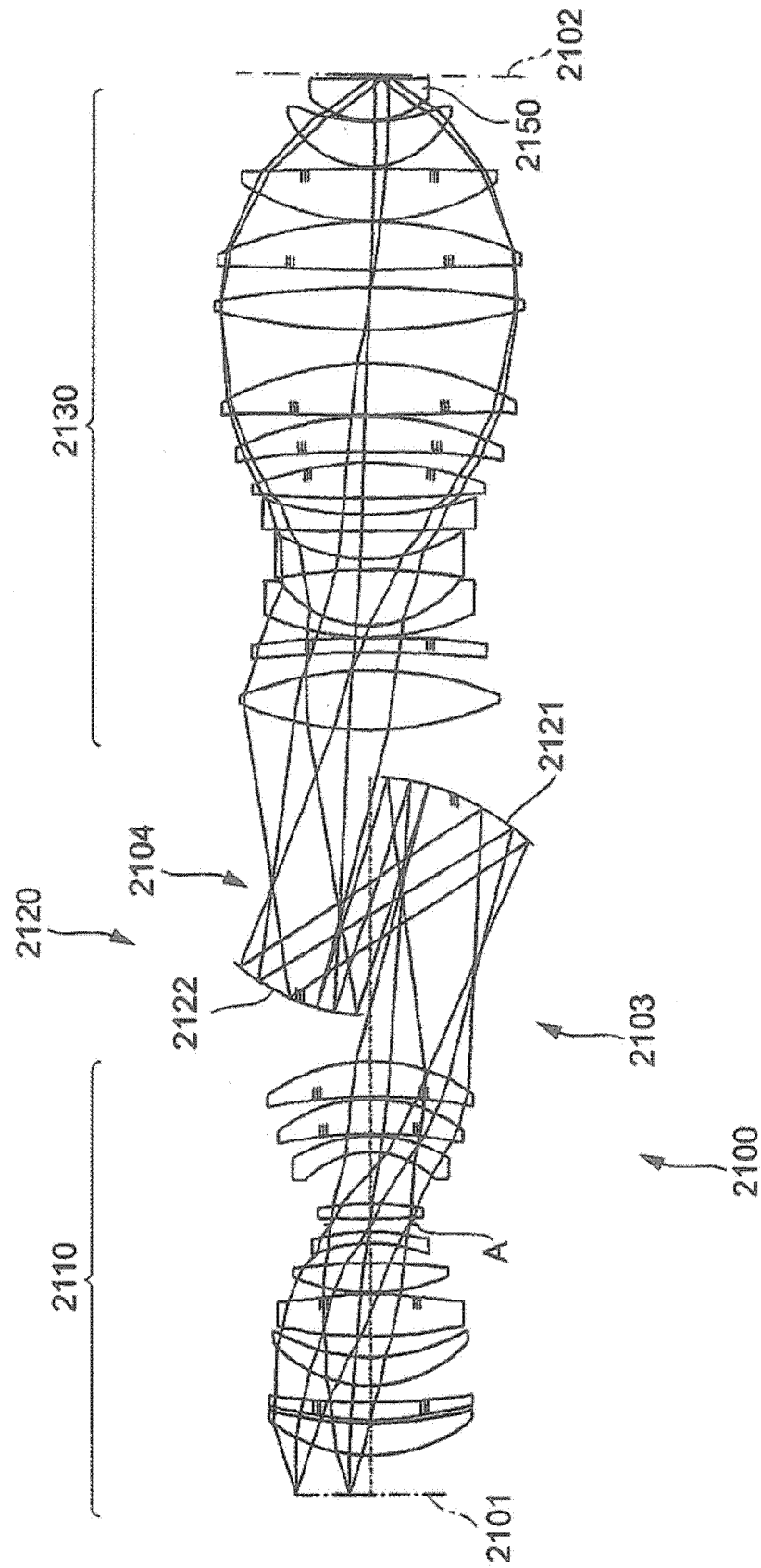


图 38

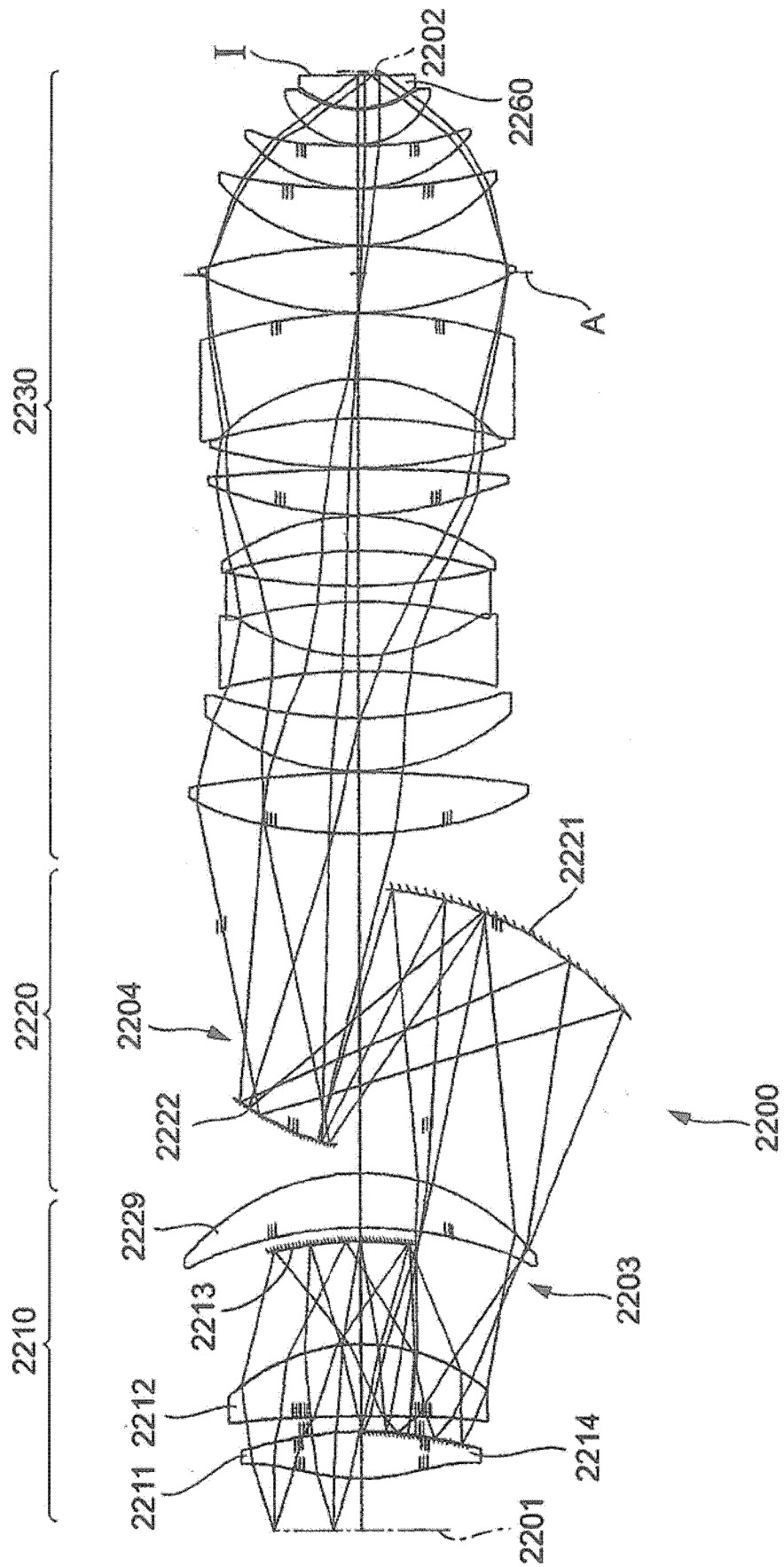


图 39

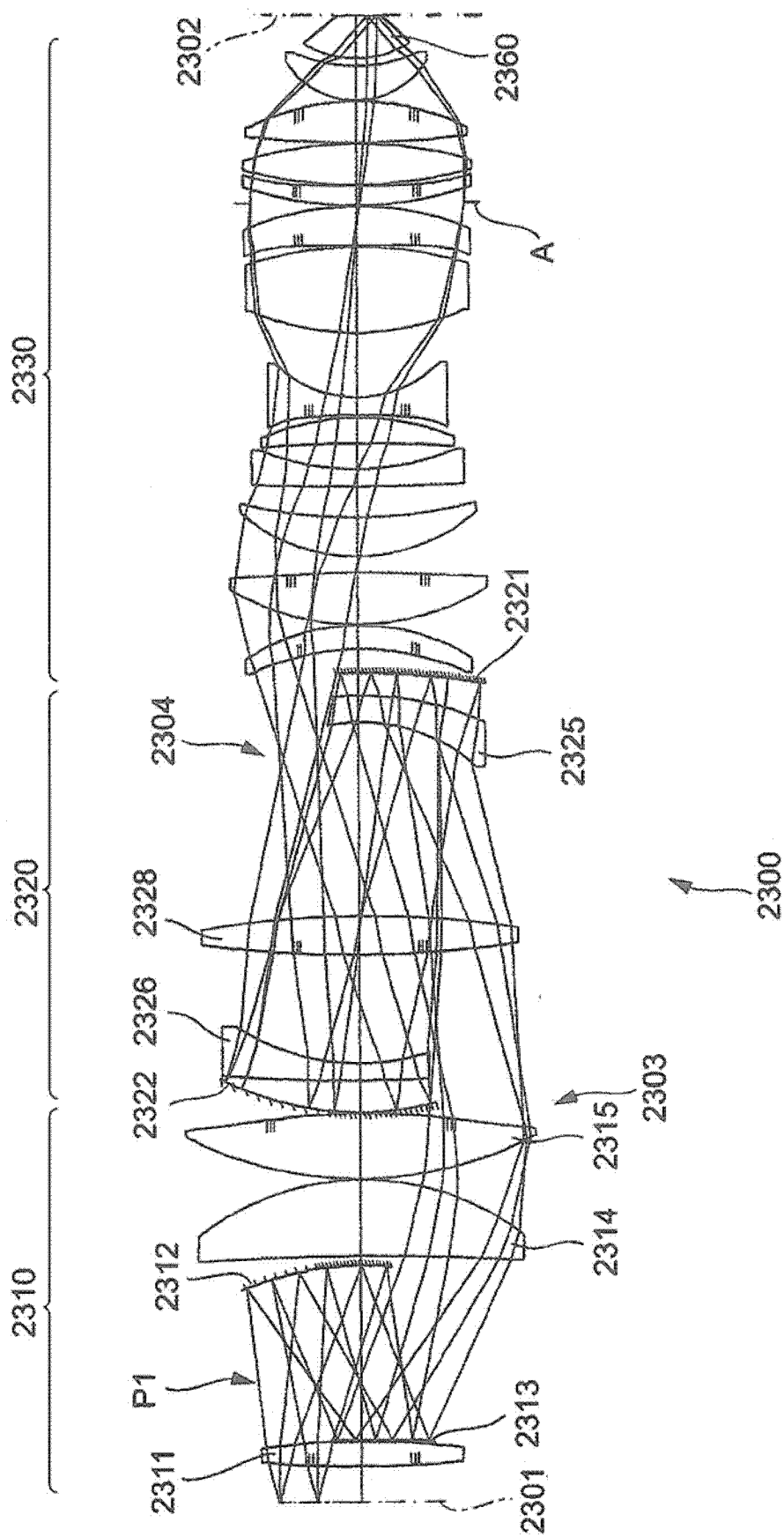


图 40