



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107957658 B

(45)授权公告日 2020.07.31

(21)申请号 201710934813.1

(22)申请日 2017.10.10

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107957658 A

(43)申请公布日 2018.04.24

(30)优先权数据
2016-203033 2016.10.14 JP

(73)专利权人 佳能株式会社
地址 日本东京

(72)发明人 河野道生 深见清司 福岡亮介

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038
代理人 宋岩

(51)Int.Cl.

G02B 17/06(2006.01)

G02B 27/64(2006.01)

G03F 7/20(2006.01)

(56)对比文件

JP H0553057 A, 1993.03.05,

US 2008030822 A1, 2008.02.07,

DE 102010004827 A1, 2010.09.30,

CN 101995775 A, 2011.03.30,

US 2011116062 A1, 2011.05.19,

EP 0452963 A2, 1991.10.23,

JP 2004029625 A, 2004.01.29,

CN 103109225 A, 2013.05.15,

审查员 胡雅婷

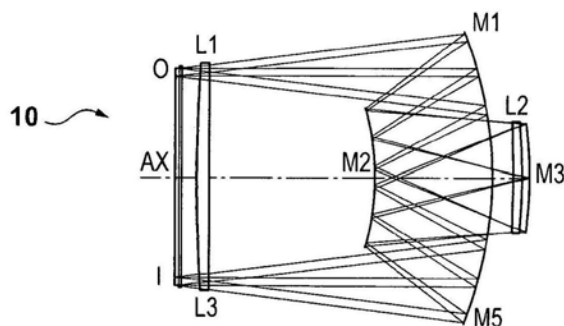
权利要求书2页 说明书37页 附图26页

(54)发明名称

投影光学系统、曝光装置及物品制造方法

(57)摘要

公开了投影光学系统、曝光装置及物品制造方法。本发明提供了一种投影光学系统,包含第一凹反射面、第一凸反射面、第二凹反射面和第三凹反射面,其中第一凹反射面、第一凸反射面、第二凹反射面和第三凹反射面被布置使得来自物面的光通过由第一凹反射面、第一凸反射面、第二凹反射面、第一凸反射面及第三凹反射面按照列举的顺序反射而在像面上形成图像。



1. 一种投影光学系统,其特征在于,包含第一凹反射面、第一凸反射面、第二凹反射面和第三凹反射面,所述第二凹反射面定位于所述投影光学系统的光瞳面上,

其中所述第一凹反射面、所述第一凸反射面、所述第二凹反射面和所述第三凹反射面被布置使得来自物面的光通过被所述第一凹反射面、所述第一凸反射面、所述第二凹反射面、所述第一凸反射面和所述第三凹反射面按照列举的顺序反射而在像面上形成图像,并且

在所述物面与所述第一凹反射面之间以及所述第三凹反射面与所述像面之间不存在反射面的情况下,令 $Lt1$ 为所述物面与所述第二凹反射面之间的距离, $Lt2$ 为所述第二凹反射面与所述像面之间的距离, $Pt1$ 为所述第一凹反射面与所述第二凹反射面之间的距离,并且 $Pt2$ 为所述第二凹反射面与所述第三凹反射面之间的距离,

满足 $0.05 \leq Pt1/Lt1 \leq 0.2$ 或者 $0.05 \leq Pt2/Lt2 \leq 0.2$ 。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中令 $R2$ 为所述第一凸反射面的曲率半径, $W1$ 为所述第一凸反射面与在不存在反射面的情况下的所述物面之间的距离,并且 $W2$ 为所述第一凸反射面与在不存在反射面的情况下的所述像面之间的距离,

满足 $0.70 \leq W1/R2 \leq 1.0$ 或者 $0.70 \leq W2/R2 \leq 1.0$ 。

3. 根据权利要求1所述的系统,其中令 $R1$ 为所述第一凹反射面的曲率半径, $R2$ 为所述第一凸反射面的曲率半径, $R5$ 为所述第三凹反射面的曲率半径, $D1$ 为所述第一凹反射面与所述第一凸反射面之间的距离,并且 $D2$ 为所述第一凸反射面与所述第三凹反射面之间的距离,

满足 $0.87 \leq (R2+D1)/R1 \leq 1.15$ 或者 $0.87 \leq (R2+D2)/R5 \leq 1.15$ 。

4. 根据权利要求1所述的系统,其中令 $R1$ 为所述第一凹反射面的曲率半径, $R3$ 为所述第二凹反射面的曲率半径,并且 $R5$ 为所述第三凹反射面的曲率半径,

满足 $0.8 \leq R3/R1 \leq 1.25$ 或者 $0.8 \leq R3/R5 \leq 1.25$ 。

5. 根据权利要求1所述的系统,其中令 $R3$ 为所述第二凹反射面的曲率半径,

满足 $0.9 \leq R3/Lt1 \leq 1.1$ 或者 $0.9 \leq R3/Lt2 \leq 1.1$ 。

6. 根据权利要求1所述的系统,其中令 $W1$ 为所述第一凸反射面与在不存在反射面的情况下的所述物面之间的距离,并且 $W2$ 为所述第一凸反射面与在不存在反射面的情况下的所述像面之间的距离,

满足 $0.5 \leq W1/Lt1 \leq 0.7$ 或者 $0.5 \leq W2/Lt2 \leq 0.7$ 。

7. 根据权利要求1所述的系统,还包含在所述物面、所述像面和所述第一凸反射面之间的具有非球面形状的透镜。

8. 根据权利要求1所述的系统,还包含在所述第一凸反射面与所述第二凹反射面之间的、具有沿相同方向弯曲的第一表面和第二表面的弯月透镜。

9. 根据权利要求1所述的系统,其中所述第一凹反射面、所述第一凸反射面、所述第二凹反射面和所述第三凹反射面中的至少一个具有非球面形状。

10. 根据权利要求1所述的系统,还包含在所述第一凸反射面与所述第二凹反射面之间的孔径光阑。

11. 根据权利要求10所述的系统,其中所述孔径光阑的开口形状是可变的。

12. 根据权利要求1所述的系统,其中所述第一凹反射面和所述第三凹反射面由具有一

个曲率半径的一个反射面形成。

13. 根据权利要求1所述的系统,其中所述投影光学系统是放大系统和缩小系统之一。

14. 根据权利要求13所述的系统,其中令R1为所述第一凹反射面的曲率半径,R5为所述第三凹反射面的曲率半径,并且B为所述投影光学系统的图像形成倍率,

满足 $B \times 0.87 \leq (R5/R1) \leq B \times 1.15$ 。

15. 根据权利要求1所述的系统,其中所述投影光学系统在物面侧和像面侧上是远心的。

16. 一种曝光装置,其特征在于,包含:

照明光学系统,被配置成用来自光源的光照射掩模;以及

投影光学系统,被配置成将所述掩模的图案的图像投影到基板上,

其中所述投影光学系统包含第一凹反射面、第一凸反射面、第二凹反射面和第三凹反射面,所述第二凹反射面定位于所述投影光学系统的光瞳面上,

所述第一凹反射面、所述第一凸反射面、所述第二凹反射面和所述第三凹反射面被布置使得来自物面的光通过被所述第一凹反射面、所述第一凸反射面、所述第二凹反射面、所述第一凸反射面和所述第三凹反射面按照列举的顺序反射而在像面上形成图像,并且

在所述物面与所述第一凹反射面之间以及所述第三凹反射面与所述像面之间不存在反射面的情况下,令Lt1为所述物面与所述第二凹反射面之间的距离,Lt2为所述第二凹反射面与所述像面之间的距离,Pt1为所述第一凹反射面与所述第二凹反射面之间的距离,并且Pt2为所述第二凹反射面与所述第三凹反射面之间的距离,

满足 $0.05 \leq Pt1/Lt1 \leq 0.2$ 或者 $0.05 \leq Pt2/Lt2 \leq 0.2$ 。

17. 一种制造物品的方法,其特征在于,所述方法包括:

使用曝光装置在基板上形成图案;以及

使已曝光的基板显影以制造所述物品,

其中所述曝光装置包含:

照明光学系统,被配置成用来自光源的光照射掩模;以及

投影光学系统,被配置成将所述掩模的图案的图像投影到所述基板上,

其中所述投影光学系统包含第一凹反射面、第一凸反射面、第二凹反射面和第三凹反射面,所述第二凹反射面定位于所述投影光学系统的光瞳面上,

所述第一凹反射面、所述第一凸反射面、所述第二凹反射面和所述第三凹反射面被布置使得来自物面的光通过被所述第一凹反射面、所述第一凸反射面、所述第二凹反射面、所述第一凸反射面和所述第三凹反射面按照列举的顺序反射而在像面上形成图像,并且

在所述物面与所述第一凹反射面之间以及所述第三凹反射面与所述像面之间不存在反射面的情况下,令Lt1为所述物面与所述第二凹反射面之间的距离,Lt2为所述第二凹反射面与所述像面之间的距离,Pt1为所述第一凹反射面与所述第二凹反射面之间的距离,并且Pt2为所述第二凹反射面与所述第三凹反射面之间的距离,

满足 $0.05 \leq Pt1/Lt1 \leq 0.2$ 或者 $0.05 \leq Pt2/Lt2 \leq 0.2$ 。

投影光学系统、曝光装置及物品制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及投影光学系统、曝光装置及物品制造方法。

背景技术

[0002] 最近,随着电视系统的HD(高清晰度)标准化发展,许多FPD(平板显示器)被用作显示设备,并且出现了对更大屏幕和更低成本的需求。在FPD的制造中,光刻技术被用来将掩模的电路图案(原件)投影到涂有光致抗蚀剂的基板上,并将该图案转印(形成)到基板上,如同在集成电路(IC)的制造中那样。

[0003] 作为用于这种光刻技术中的投影光学系统的示例,在日本专利特开No.52-5544和No.7-57986中的每个专利特开内公开了使用用于形成具有校正像差的有限狭缝状区域的镜的等倍光学系统。图案可以通过关于狭缝状区域同步扫描物面(掩模表面)和像面(基板表面)形成于二维宽屏幕上。

[0004] 在日本专利特开No.52-5544所公开的光学系统中,掩模图案由几乎以同心形式布置的凹面镜和凸面镜反射3次,并且还由无折光力梯形镜反射2次(即,该图案总共被反射5次),由此形成等倍放大的图像。在日本专利特开No.52-5544所公开的光学系统中,有助于曝光的区域是离轴有限弧形区域。日本专利特开No.7-57986公开了通过布置多个小尺寸的等倍光学系统而形成的多透镜光学系统。该光学系统通过使形成于基板上的多个矩形区域中的相邻区域重叠来确保大屏幕区域。如上所述,用来对诸如液晶基板的大尺寸基板进行曝光的投影光学系统被大致划分成主要包含两个镜(即,凹面镜和凸面镜)的系统,以及包含透镜和镜的系统(所谓的戴森(Dyson)光学系统)。

[0005] 在日本专利特开No.52-5544所公开的光学系统中,镜具有光学系统的主要折光力,所以几乎不产生色差。另外,该光学系统具有单个光学系统可以一次曝光大面积的优点。另一方面,作为主镜的凹面镜具有大的直径。但是,在实现例如对放大同时曝光区(在光学上为弧形的好图像区)的需求以便将来提高光学性能,即,通过增大数值孔径(NA)来提高分辨力(resolving power),并且增大镜头尺寸时,该光学系统存在问题。更具体地说,问题在于光学系统及包含该系统的曝光装置的大型化,重量及装置所占用的面积(占地面积)的增加,以及由热和振动引起的性能波动。

[0006] 日本专利特开No.7-57986所公开的光学系统可以整体变小。但是,分辨率在在基板上的相邻的矩形区域相互重叠的区域内会下降,并且这会使整个屏幕上的均匀性恶化。为了防止像这样的分辨率下降,有必要控制曝光量、焦点和重叠精度,因而控制的难度增大。另外,由于每个等倍光学系统的光焦度取决于透镜的折光力,因而产生色差。因此,当与以前的光学系统比较时,像差校正在从紫外到远紫外的宽波段内具有其局限性。而且,如果通过紫外光继续曝光,则分辨率由于由透镜的光吸收引起的发热或者折射率变化而降低。这表明了在提高分辨力时高NA的局限以及短波长的局限。

[0007] 因此,日本专利特开No.5-53057、美国专利No.5078502和日本专利特开No.2009-276769中的每个提出了使用两个镜(即凹面镜和凸面镜)引起5次反射的光学系统,或者使

用三个镜促使反射5次的光学系统。

[0008] 日本专利特开No.5-53057所公开的光学系统具有可以使佩兹伐和(Petzval sum)最小化的设计解决方案。但是,设计自由度并不足以降低投影光学系统所需的各种像差。特别地,该光学系统无法增加NA。本文所提及的各种像差包括例如球面像差、像散以及在曝光狭缝内的像场曲率。

[0009] 在美国专利No.5078502和日本专利特开No.2009-276769所公开的光学系统中,定位于光瞳面上的镜与主镜(凹面镜)间隔开,所以镜的曲率和位置可以自由确定。与日本专利特开No.5-53057所公开的光学系统相比,这会增加设计自由度。因此,即使NA增加,像差也可以降低。特别地,日本专利特开No.2009-276769已经公开了光学系统的设计示例,在该示例中定位于光瞳面上的镜与主镜间隔很远。但是,在该设计示例中,即使在凹面镜与凸面镜之间的距离减小以便使光学系统小时,光学系统的总长度也会增加。用于曝光装置中的光学系统需要减小高度和深度两者的尺寸,并且可以高精度地校正像差。

发明内容

[0010] 本发明提供了一种有利于实现光学系统的小尺寸和高性能两个方面的技术。

[0011] 根据本发明的第一方面,提供了一种投影光学系统,包含第一凹反射面、第一凸反射面、第二凹反射面和第三凹反射面,其中所述第一凹反射面、所述第一凸反射面、所述第二凹反射面和所述第三凹反射面被布置使得来自物面的光通过被所述第一凹反射面、所述第一凸反射面、所述第二凹反射面、所述第一凸反射面和所述第三凹反射面按照列举的顺序反射而在像面上形成图像,并且在所述物面与所述第一凹反射面之间以及所述第三凹反射面与所述像面之间不存在反射面的情况下,令 $Lt1$ 为所述物面与所述第二凹反射面之间的距离, $Lt2$ 为所述第二凹反射面与所述像面之间的距离, $Pt1$ 为所述第一凹反射面与所述第二凹反射面之间的距离,并且 $Pt2$ 为所述第二凹反射面与所述第三凹反射面之间的距离,满足 $0.05 \leq Pt1/Lt1 \leq 0.2$ 或者 $0.05 \leq Pt2/Lt2 \leq 0.2$ 。

[0012] 根据本发明的第二方面,提供了一种曝光装置,包含照明光学系统,被配置成用来自光源的光照射掩模;以及投影光学系统,被配置成将所述掩模的图案的图像投影到基板上,其中所述投影光学系统包含第一凹反射面、第一凸反射面、第二凹反射面和第三凹反射面,所述第一凹反射面、所述第一凸反射面、所述第二凹反射面和所述第三凹反射面被布置使得来自物面的光通过被所述第一凹反射面、所述第一凸反射面、所述第二凹反射面、所述第一凸反射面和所述第三凹反射面按照列举的顺序反射而在像面上形成图像,并且在所述物面与所述第一凹反射面之间以及所述第三凹反射面与所述像面之间不存在反射面的情况下,令 $Lt1$ 为所述物面与所述第二凹反射面之间的距离, $Lt2$ 为所述第二凹反射面与所述像面之间的距离, $Pt1$ 为所述第一凹反射面与所述第二凹反射面之间的距离,并且 $Pt2$ 为所述第二凹反射面与所述第三凹反射面之间的距离,满足 $0.05 \leq Pt1/Lt1 \leq 0.2$ 或者 $0.05 \leq Pt2/Lt2 \leq 0.2$ 。

[0013] 根据本发明的第三方面,提供了一种制造物品的方法,该方法包括使用曝光装置在基板上形成图案;并且使已曝光基板显影以制造所述物品,其中所述曝光装置包含:照明光学系统,被配置成用自光源的光照射掩模;以及投影光学系统,被配置成将所述掩模的图案的图像投影到所述基板上,其中所述投影光学系统包含第一凹反射面、第一凸反射面、第

二凹反射面和第三凹反射面,所述第一凹反射面、所述第一凸反射面、所述第二凹反射面和所述第三凹反射面被布置使得来自物面的光通过由所述第一凹反射面、所述第一凸反射面、所述第二凹反射面、所述第一凸反射面和所述第三凹反射面按照列举的顺序反射而在像面上形成图像,并且在所述物面与所述第一凹反射面之间以及所述第三凹反射面与所述像面之间不存在反射面的情况下,令 L_{t1} 为所述物面与所述第二凹反射面之间的距离, L_{t2} 为所述第二凹反射面与所述像面之间的距离, P_{t1} 为所述第一凹反射面与所述第二凹反射面之间的距离,并且 P_{t2} 为所述第二凹反射面与所述第三凹反射面之间的距离,满足 $0.05 \leq P_{t1}/L_{t1} \leq 0.2$ 或者 $0.05 \leq P_{t2}/L_{t2} \leq 0.2$ 。

[0014] 本发明的更多特征在下面参考附图关于示例性实施例的描述中将变得清楚。

附图说明

- [0015] 图1A至1C用于解释根据本发明的示例1的投影光学系统的视图。
- [0016] 图2A至2C用于解释根据本发明的示例2的投影光学系统的视图。
- [0017] 图3A至3C用于解释根据本发明的示例3的投影光学系统的视图。
- [0018] 图4A至4C用于解释根据本发明的示例4的投影光学系统的视图。
- [0019] 图5A至5C用于解释根据本发明的示例5的投影光学系统的视图。
- [0020] 图6A至6C用于解释根据本发明的示例6的投影光学系统的视图。
- [0021] 图7A至7C用于解释根据本发明的示例7的投影光学系统的视图。
- [0022] 图8A和8B用于解释根据本发明的示例8的投影光学系统的视图。
- [0023] 图9A和9B用于解释根据本发明的示例9的投影光学系统的视图。
- [0024] 图10A和10B用于解释根据本发明的示例10的投影光学系统的视图。
- [0025] 图11A和11B用于解释根据本发明的示例11的投影光学系统的视图。
- [0026] 图12是用于示出根据一种实施例的光学系统的尺寸的定义的视图。
- [0027] 图13A和13B是用于解释光学系统的尺寸的视图。
- [0028] 图14是用于解释光瞳投影量对光学系统的像素和尺寸所产生的影响的视图。
- [0029] 图15是用于示出根据本发明的一个方面的曝光装置的布局的视图。

具体实施方式

[0030] 本发明的优选实施例将在下文参考附图来描述。注意,相同的附图标记在附图中表示相同的部件,并且关于它们的重复描述将不再给出。

[0031] 本实施例提出了在增加NA时实现小尺寸和高性能(准确像差校正)两者的光学系统。更具体地说,在三个镜的五次反射系统中,定义了从主镜到定位于光瞳面上的镜的投影量、三个镜的同心度以及在物面或像面与每个镜的顶点(球形中心)之间的距离。通过定义这些条件,本实施例提出了一种光学系统,该光学系统在不损害接近于等光程状态的同心镜系统(两个镜系统)的优点的情况下通过使用三个镜来增加系统的自由度,并且减少总长度。该光学系统的尺寸如图12所示那样定义。注意,镜(反射面)可以关于光学系统的光轴是水平对称的或非对称的,并且还可以在光学系统的光轴的左右两侧分开。

[0032] 根据本实施例的光学系统通过按照第一凹面镜M1、第一凸面镜M2、第二凹面镜M3(光瞳面)、第一凸面镜M2和第三凹面镜M5的顺序来反射光而在弧形像面上形成来自弧形物

面的离轴点的光的图像。第一凹面镜M1起着第一凹反射面的作用,第一凸面镜M2起着第一凸反射面的作用,第二凹面镜M3起着第二凹反射面的作用,并且第三凹面镜M5起着第三凹反射面的作用。第二凹面镜M3被放置于与第一凹面镜M1相比远离物面的位置。此外,根据本实施例的光学系统基本上常用于以下状态下:用于弯曲光路的第一弯曲镜被放置于第一凹面镜M1和物面之间,并且第二弯曲镜被放置于第三凹面镜M5与像面之间。但是,为了方便理解根据本实施例的光学系统,将通过假定第一弯曲镜和第二弯曲镜(无折光力镜(反射面))不存在来进行解释。

[0033] 分别令 R_1 、 R_2 、 R_3 和 R_5 为第一凹面镜M1、第一凸面镜M2、第二凹面镜M3和第三凹面镜M5的曲率半径。令 D_1 为在第一凹面镜M1和第一凸面镜M2之间的距离,并且 D_2 为在第一凸面镜M2和第三凹面镜M5之间的距离。令 W_1 为在物面(在没有第一弯曲镜时的物面)与第一凸面镜M2之间的距离(工作距离),并且 W_2 为在像面(在没有第二弯曲镜时的像面)与第一凸面镜M2之间的距离(工作距离)。令 L_{t1} 为在物面与第二凹面镜M3之间的距离(光学长度),并且 L_{t2} 为在像面与第二凹面镜M3之间的距离(光学长度)。令 B 为图像形成倍率。

[0034] 根据本实施例的光学系统满足以下条件1、2、3、4、5、6和7。

[0035] 条件1: $0.05 \leq P_{t1}/L_{t1} \leq 0.2$ 或者 $0.05 \leq P_{t2}/L_{t2} \leq 0.2$

[0036] 条件1是由本发明人发现的设计方面的条件,并且定义了光瞳面关于光学系统的总长度的投影量。光学系统在其下变为等光程的最基本条件之一是其中诸如镜和透镜的功率光学元件(power optical element)进行同心布置并且物面被定位于球形中心的状态。当与两个镜的五次反射系统相比较时,三镜的五次反射系统增加了设计自由度,但是倾向于偏离镜之间的同心性。条件1实现了这两个冲突条件,并且意味着定位于光瞳面上的光学元件(第二凹面镜M3或透镜L2)最有效地校正像差的区域。条件1还有助于减小光学系统的总长度。

[0037] 条件2: $0.70 \leq W_1/R_2 \leq 1.0$ 或者 $0.70 \leq W_2/R_2 \leq 1.0$

[0038] 条件2定义了第一凸面镜M2(曲率半径 R_2)与物面的同心度。如上所述,随着物面接近镜的球形中心,整个光学系统的同心度会增加,并且诸如球面像差的像差以及离轴像高的光晕改善。此外,在实际布局中确保在物面与第一凸面镜M2之间的距离 W_1 使得有可能布置弯曲的镜,并且使掩模和基板在曝光装置内彼此平行地排列并同时扫描它们。

[0039] 条件3: $0.87 \leq (R_2+D_1)/R_1 \leq 1.15$ 或者 $0.87 \leq (R_2+D_2)/R_5 \leq 1.15$

[0040] 条件3定义了第一凹面镜M1和第一凸面镜M2的同心度。

[0041] 条件4: $0.8 \leq R_3/R_1 \leq 1.25$ 或者 $0.8 \leq R_3/R_5 \leq 1.25$

[0042] 条件4定义了第一凹面镜M1和第二凹面镜M3的同心度。

[0043] 条件5: $0.9 \leq R_3/L_{t1} \leq 1.1$ 或者 $0.9 \leq R_3/L_{t2} \leq 1.1$

[0044] 条件5定义了第二凹面镜M3和物面的同心度。

[0045] 如上所述,条件3、4和5有助于改善诸如球面像差的像差。

[0046] 条件6: $0.5 \leq W_1/L_{t1} \leq 0.7$ 或者 $0.5 \leq W_2/L_{t2} \leq 0.7$

[0047] 条件6针对必要的工作距离(距离 W_1 和 W_2)限定了光学系统的总长度(距离 L_{t1} 和 L_{t2})。当在曝光装置内指定待曝光的屏幕尺寸时,曝光宽度和弧形像高基于所指定的尺寸来确定。需要预定的工作距离来将用于反射全部曝光光线的弯曲镜放置于光路中。条件6可以限制光学系统的总长度,即使工作距离增加。

[0048] 条件7: $B \times 0.87 \leq (R5/R1) \leq B \times 1.15$

[0049] 根据本实施例的光学系统包含在物面和像面附近(在第一凸面镜M2与物面及像面之间)的具有非球面形状的透镜。此外,根据本实施例的光学系统包含在第二凹面镜M3附近(在第一凸面镜M2与第二凹面镜M3之间)的具有沿相同方向弯曲的第一和第二表面的弯月透镜。在根据本实施例的光学系统中,第一凹面镜M1、第一凸面镜M2、第二凹面镜M3和第三凹面镜M5中的至少一个具有非球面形状。根据本实施例的光学系统包含在第一凸面镜M2与第二凹面镜M3之间的具有可变开口的光阑。根据本实施例的光学系统是相对物面侧和像面侧远心的。

[0050] 下列示例将证明在条件1至7中的数值的有效性。如果超出这些条件的下限或上限,则光学系统的同心度削弱,因而分辨力(resolving power)随着像差恶化而降低。另外,光学系统的尺寸还会增加。

[0051] <示例1>

[0052] 图1A是示出示例1的投影光学系统10的布局的剖视图。投影光学系统10包含具有正折光力的第一凹面镜M1、具有负折光力的第一凸面镜M2、具有正折光力的第二凹面镜M3,以及具有正折光力的第三凹面镜M5。

[0053] 由于投影光学系统10在示例1中是等倍系统,因而第一凹面镜M1和第三凹面镜M5是光学上相同的镜。因此,第一凹面镜M1和第三凹面镜M5可以由在中间具有中空部分的甜甜圈状集成镜形成,并且还可以由不同的镜形成。

[0054] 透镜L1被放置于物面O附近,并且透镜L3被放置于像面I附近。透镜L2被放置于第二凹面镜M3附近。来自物面O的光按以下顺序依次穿过透镜L1、第一凹面镜M1、第一凸面镜M2、透镜L2、第二凹面镜M3、透镜L2、第一凸面镜M2、第三凹面镜M5和透镜L3在像面I上形成图像。第二凹面镜M3被放置于投影光学系统10的光瞳面上。另外,孔径光阑被放置于第二凹面镜M3附近。穿过投影光学系统10的光轴的中心的每个物像点的主光线在物面上变为远心的。孔径光阑可以具有让开口直径或开口形状可变的机构。这使得可以根据各种曝光过程设定最佳的数值孔径。更具体地说,当分辨线宽(resolution line width)较大时,可以通过减小孔径光阑的开口直径同时使焦点的深度变宽并获得必要的分辨力(resolving power)。注意,第二凹面镜M3自身可以具有孔径光阑的功能,而不是除了第二凹面镜M3外还使用孔径光阑。

[0055] 透镜L1和L3不一定是必不可少的。但是,透镜L1和L3优选地作为非球面透镜来安装,以便校正离轴像高的像场曲率和像散,并且扩大好图像区。在这种情况下,这些非球面透镜优选地实际上没有折光力,以便解决上述透镜系统的问题。透镜L2是具有沿相同方向弯曲的折射面的所谓弯月透镜(包括具有无限曲率的平板玻璃)。透镜L2主要有助于校正由透镜L1和L3产生的色差。从同心度的角度来看,透镜L2的折射面的弯曲方向优选地与第二凹面镜M3的折射面的弯曲方向相同。透镜L2实际没有像透镜L1和L3一样的折光力,并因此有助于解决上述透镜系统的问题。

[0056] 图1B是示出示例1的投影光学系统10的纵向像差和畸变的视图。图1C是示出示例1的投影光学系统10的横向像差的视图。图1B和1C表明纵向像差和横向像差是通过离轴像高来校正的。示例1的投影光学系统10是关于放置于光瞳面上的第二凹面镜M3对称的等倍系统,所以基本上不会产生畸变。此外,不会产生诸如彗形像差和倍率色差的非对称像差。另

外,由于镜系统具有整个投影光学系统10的主光焦度,因而由透镜L1、L2和L3产生的色差也基本上很小。

[0057] 下面的表1示出了示例1的投影光学系统10的实际数值示例。R是曲率半径,D是表面距离,并且N是玻璃材料。R的空栏意指平面(曲率半径无穷大),并且N的空栏意指折射率为1。注意,NA在物面侧为0.12,校正波长为i线(365nm)、h线(405nm)和g线(436nm),并且所用的像高为490–530mm。因此,曝光狭缝宽度为40mm。该所用像高确保了750mm或更大的同时曝光宽度。示例1的投影光学系统10包含多个非球面镜表面和多个非球面透镜表面,并且它们的系数示于表1的下半部分。

[0058] [表1]

表面编号		R	D	N
物体				
1			18.75	
2			11.72	'SiO2'
[0059] 3			74.59	
4	非球面	10463.57	59.73	'SiO2'
5			816.66	
6		-1229.02	579.45	
7		-1871.68	-579.45	反射

[0060]	8	非球面	-1229.02	0	反射		
	9			579.45			
	10		-1871.68	108.23			
	11		-3720.42	40	'SiO2'		
	12	非球面	-3648.34	10.26			
	13			28.76			
	14	非球面	-1706.24	-28.76	反射		
	15			-10.26			
	16	非球面	-3648.34	-40	'SiO2'		
	17		-3720.42	-108.23			
	18			-579.45			
	19	非球面	-1229.02	0	反射		
	20			579.45			
	21		-1871.68	-579.45	反射		
	22			-816.66			
	23			-59.73	'SiO2'		
	24	非球面	10463.57	-74.59			
	25			-11.72	'SiO2'		
	26			-18.75			
	图像						
	[0061]	非球面数据					
		表面编号	K	A04	B06	C08	D10
		4	1.0510E+00	1.0860E-09	-1.2960E-14	7.5870E-20	-3.0020E-25
		8	-1.2200E-01	-9.0750E-12	-8.0640E-17	3.0480E-21	-7.3390E-26
[0062]	12	1.0400E+00	-2.4020E-12	1.1800E-16	-1.3520E-21	2.1820E-27	
	14	-3.8300E-01	-8.6940E-12	3.5680E-17	-7.0450E-21	3.6480E-25	
	16	1.0400E+00	-2.4020E-12	1.1800E-16	-1.3520E-21	2.1820E-27	
	19	-1.2200E-01	-9.0750E-12	-8.0640E-17	3.0480E-21	-7.3390E-26	
	24	1.0510E+00	1.0860E-09	-1.2960E-14	7.5870E-20	-3.0020E-25	

表面编号	E12	F14	G16	H18	J20
4	8.0560E-31	-1.2580E-36	5.3720E-43	1.3540E-48	-1.5950E-54
8	1.1120E-30	-1.0680E-35	6.2720E-41	-2.0500E-46	2.8490E-52
12	1.2790E-31	-8.0870E-38	-7.4360E-42	-1.6870E-46	1.7250E-51
14	-1.0800E-29	1.9740E-34	-2.2080E-39	1.3910E-44	-3.7840E-50
16	1.2790E-31	-8.0870E-38	-7.4360E-42	-1.6870E-46	1.7250E-51
19	1.1120E-30	-1.0680E-35	6.2720E-41	-2.0500E-46	2.8490E-52
24	8.0560E-31	-1.2580E-36	5.3720E-43	1.3540E-48	-1.5950E-54

[0063] 非球面由 $z=rh^2/(1+(1-(1+k)r^2h^2)^{1/2})+Ah^4+Bh^6+Ch^8+Dh^{10}+Eh^{12}+Fh^{14}+Gh^{16}$ 表示。

[0064] 光学系统的尺寸的比较将在下文解释。图13A是示出包含两个镜的常规光学系统的剖面的视图，而图13B是示出示例1的投影光学系统10的剖面的视图。常规的双镜光学系统和示例1的投影光学系统10按照相同的规格来设计，并且以相同的比例示出。因此，在物像距离H为1,060mm的相等条件下，作为主镜的最大凹面镜的直径F在现有技术中为 $\phi 1,964\text{mm}$ ，并且在示例1中为 $\phi 1,410\text{mm}$ （现有技术的72%）。此外，光学系统的总长度L在现有技术中为3,459mm，并且在示例1中为1,744mm（现有技术的50%）。因而，示例1的投影光学系统10的高度和总长度足够小。

[0065] 示例1的投影光学系统10满足下列条件：

[0066] 作为条件1，光瞳投影量 $(P_t/L_t1)=0.11$

[0067] 作为条件2，工作距离 $(W1/R2)=0.80$

[0068] 作为条件3，同心度 $((R2+D)/R1)=0.97$

[0069] 作为条件4，同心度 $(R3/R1)=0.91$

[0070] 作为条件5，同心度 $(R3/L_t1)=0.98$

[0071] 作为条件6，工作距离 $(W1/L_t1)=0.56$

[0072] 光瞳投影量在条件1下于设计方面对光学系统的像差和尺寸产生的影响将参考图14来解释。参考图14，当增加光瞳投影量 P_t 时，例如，当将第二凹面镜M3移向位置M3'时，有必要减小主光线 R_p 和边缘光线 R_m 相对于光轴的倾角。如果第一凸面镜M2的曲率减小，则边缘光线 R_m 会干扰第一凹面镜M1的有效直径，如图14中的H所示。由于为了避免这种干扰必须增加物体的高度Y，因而第一凹面镜M1的有效直径增加。因而，当光瞳投影量 P_t 增加时，光学系统会在高度和深度两个方向上放大。此外，像差自身会倾向于恶化，因为它们会在避免该干扰的同时以大的物体高度来进行校正。

[0073] 在示例1的投影光学系统10中，因此，光瞳投影量 P_t 与总长度L之比 (P_t/L_t) 被设定为5%-20%。下限被设定为可允许投影光学系统10充分实现如同三镜光学系统那样的设计自由度。这将在下列示例中实现，特别地，在示例2和3中。

[0074] <示例2>

[0075] 图2A是示出示例2的投影光学系统10的布局的剖视图。在示例2中，投影光学系统10是等倍系统。在示例2的投影光学系统10的光学元件中的布局和图像形成关系与示例1中的那些布局和图像形成关系是相同的。

[0077] 下面的表2示出了示例2的投影光学系统10的实际数值示例。注意,NA在物面侧为0.12,校正波长为i线(365nm),320nm,并且所用的像高为20-520mm。因此,曝光狭缝宽度为40mm。该所用像高确保了为750mm或更大的同时曝光宽度。示例2的投影光学系统10包含多个非球面镜表面和多个非球面透镜表面。

[0078] [表2]

表面编号		R	D	N	
物体			0		
[0079]	1		23		
	2		6	'SiO2'	
	3		220		
	4	非球面	-820.87	29.22	'SiO2'
	5	非球面	-1335.63	134	
	6		640		

	7		-1175.42	473.14	
	8		-1668.57	-473.14	反射
	9		-1175.42	473.14	反射
	10		-1668.57	260	
	11	非球面	-2495.35	30	'SiO2'
	12	非球面	-2490.48	90	
	13	非球面	-1878.71	-90	反射
	14	非球面	-2490.48	-30	'SiO2'
	15	非球面	-2495.35	-260	
[0080]	16			-473.14	
	17		-1175.42	473.14	反射
	18		-1668.57	-473.14	反射
	19			-640	
	20			-134	
	21	非球面	-1335.63	-29.22	'SiO2'
	22	非球面	-820.87	-220	
	23			-6	'SiO2'
	24			-23	
	图像				
[0081]	非球面数据				
	表面编号	K	A04	B06	C08
					D10
	4	5.1210E-01	4.8730E-09	-1.7910E-14	6.8300E-20
	5	3.2210E+00	2.2640E-09	-1.3770E-15	-1.6940E-20
	11	4.0000E+00	-2.7440E-10	-3.9510E-15	-4.6580E-22
[0082]	12	2.5550E+00	-1.9420E-10	-5.5920E-15	1.1670E-20
	13	2.8130E-01	-2.4860E-11	7.3410E-16	-7.5900E-21
	14	2.5550E+00	-1.9420E-10	-5.5920E-15	1.1670E-20
	15	4.0000E+00	-2.7440E-10	-3.9510E-15	-4.6580E-22
	21	3.2210E+00	2.2640E-09	-1.3770E-15	-1.6940E-20
					2.6460E-26

[0083]	22	5.1210E-01	4.8730E-09	-1.7910E-14	6.8300E-20	-2.9110E-25
	表面编号	E12	F14	G16	H18	J20
	4	8.2960E-31	-1.1790E-36	5.9500E-43	1.9040E-49	1.1280E-55
	5	7.8500E-32	-1.9450E-37	-6.0680E-44	6.5160E-49	-4.6160E-55
	11	4.7830E-30	-2.0090E-35	-6.0850E-40	5.5390E-46	4.3970E-50
[0084]	12	5.1290E-30	1.8800E-35	-9.3170E-40	-2.8390E-45	8.0400E-50
	13	-9.8600E-30	1.8550E-34	-2.4320E-39	2.0590E-44	-8.0080E-50
	14	5.1290E-30	1.8800E-35	-9.3170E-40	-2.8390E-45	8.0400E-50
	15	4.7830E-30	-2.0090E-35	-6.0850E-40	5.5390E-46	4.3970E-50
	21	7.8500E-32	-1.9450E-37	-6.0680E-44	6.5160E-49	-4.6160E-55
	22	8.2960E-31	-1.1790E-36	5.9500E-43	1.9040E-49	1.1280E-55

[0085] 示例2的投影光学系统10满足下列条件:

[0086] 作为条件1,光瞳投影量(P_t/L_t1)=0.20

[0087] 作为条件2,工作距离($W1/R2$)=0.90

[0088] 作为条件3,同心度($(R2+D)/R1$)=0.99

[0089] 作为条件4,同心度($R3/R1$)=1.13

[0090] 作为条件5,同心度($R3/L_t1$)=0.99

[0091] 作为条件6,工作距离($W1/L_t1$)=0.55

[0092] 图2B是示出示例2的投影光学系统10的纵向像差和畸变的视图。图2C是示出示例2的投影光学系统10的横向像差的视图。图2B和2C证明了纵向像差和横向像差连接良好。该畸变在离轴的所用像高的范围内与纵坐标轴平行,并且这表明,恒定倍率在曝光狭缝内产生。由于示例2的投影光学系统10是具有对称布局的等倍系统,因而畸变应当为0。但是,严格来说,产生了量级为大约0.001拉德(rad)的远心。当可使像差最小化的最佳像面位置沿着光轴方向移动了少量距离时,图像形成点偏移达两者的乘积,并且倍率改变。结果,畸变相对纵坐标轴偏移。这种现象可以通过优化轻易地消除,所以轻微的倍率偏移并不算是问题。重要的是,在曝光狭缝中倍率是恒定的。因此,即使在扫描掩模和基板时对曝光狭缝内掩模图案执行多重曝光,到基板的转印图像不会发生偏移,所以可以形成高对比度图像。

[0093] <示例3>

[0094] 图3A是示出示例3的投影光学系统10的布局的剖视图。在示例3中,投影光学系统10是等倍系统。在示例3的投影光学系统10的光学元件中的布局和图像形成关系与示例1中的那些布局和图像形成关系是相同的。

[0095] 下面的表3示出了示例3的投影光学系统10的实际数值示例。注意,NA在物面侧为0.12,校正波长为i线(365nm),320nm,并且所用的像高为480-520mm。因此,曝光狭缝宽度为40mm。该所用像高确保了750mm或更大的同时曝光宽度。示例3的投影光学系统10包含多个非球面镜表面和多个非球面透镜表面。

[0096] [表3]

表面编号		R	D	N
物体			0	
1			25	
2			6	'SiO2'
3			220	
4	非球面	-832.37	46.65	'SiO2'
5	非球面	-1332	134	
6			640	
[0097] 7		-1195.13	579.43	
8		-1810.07	-579.43	反射
9		-1195.13	579.43	反射
10		-1810.07	30	
11	非球面	-1925.69	35.67	'SiO2'
12	非球面	-1928.46	20	
13	非球面	-1689	-20	反射
14	非球面	-1928.46	-35.67	'SiO2'
15	非球面	-1925.69	-30	
16			-579.43	
17		-1195.13	579.43	反射
18		-1810.07	-579.43	反射
19			-640	
20			-134	
[0098] 21	非球面	-1332	-46.65	'SiO2'
22	非球面	-832.37	-220	
23			-6	'SiO2'
24			-25	
图像				
[0099] 非球面数据				

	表面编号	K	A04	B06	C08	D10
	4	5.4470E-01	4.8280E-09	-1.6900E-14	6.9290E-20	-2.9210E-25
	5	2.9050E+00	2.4730E-09	-1.2060E-15	-1.6580E-20	2.7150E-26
	11	4.7310E-01	3.9170E-11	-5.0760E-16	5.0060E-21	-1.8330E-25
[0100]	12	-1.0650E+00	8.8510E-12	-4.4940E-16	6.1330E-21	-2.1910E-25
	13	-3.8330E-01	-1.0320E-11	4.5670E-17	-5.7730E-21	3.0310E-25
	14	-1.0650E+00	8.8510E-12	-4.4940E-16	6.1330E-21	-2.1910E-25
	15	4.7310E-01	3.9170E-11	-5.0760E-16	5.0060E-21	-1.8330E-25
	21	2.9050E+00	2.4730E-09	-1.2060E-15	-1.6580E-20	2.7150E-26
	22	5.4470E-01	4.8280E-09	-1.6900E-14	6.9290E-20	-2.9210E-25
	表面编号	E12	F14	G16	H18	J20
	4	8.2360E-31	-1.1950E-36	5.8080E-43	2.2010E-49	1.0410E-55
	5	7.7910E-32	-2.0380E-37	-1.0240E-43	5.9400E-49	-2.9300E-55
[0101]	11	2.7380E-30	-6.2880E-36	-3.2960E-40	3.3670E-45	-6.8240E-51
	12	2.4730E-30	1.5760E-35	-5.3090E-40	2.0290E-45	1.2230E-50
	13	-9.4210E-30	1.8990E-34	-2.4820E-39	1.9210E-44	-6.6390E-50
	14	2.4730E-30	1.5760E-35	-5.3090E-40	2.0290E-45	1.2230E-50
	15	2.7380E-30	-6.2880E-36	-3.2960E-40	3.3670E-45	-6.8240E-51
[0102]	21	7.7910E-32	-2.0380E-37	-1.0240E-43	5.9400E-49	-2.9300E-55
	22	8.2360E-31	-1.1950E-36	5.8080E-43	2.2010E-49	1.0410E-55

[0103] 示例3的投影光学系统10满足下列条件:

[0104] 作为条件1,光瞳投影量 $(Pt/Lt1) = 0.05$

[0105] 作为条件2,工作距离 $(W1/R2) = 0.90$

[0106] 作为条件3,同心度 $((R2+D)/R1) = 0.98$

[0107] 作为条件4,同心度 $(R3/R1) = 0.93$

[0108] 作为条件5,同心度 $(R3/Lt1) = 0.97$

[0109] 作为条件6,工作距离 $(W1/Lt1) = 0.62$

[0110] 图3B是示出示例3的投影光学系统10的纵向像差和畸变的视图。图3C是示出示例3的投影光学系统10的横向像差的视图。

[0111] <示例4>

[0112] 图4A是示出示例4的投影光学系统10的布局的剖视图。在示例4中,投影光学系统10是等倍系统。在示例4的投影光学系统10的光学元件中的布局和图像形成关系与示例1中的那些布局和图像形成关系是相同的。

[0113] 下面的表4示出了示例4的投影光学系统10的实际数值示例。注意,NA在物面侧为0.12,校正波长为i线(365nm),320nm,并且所用的像高为480-520mm。因此,曝光狭缝宽度为40mm。该所用像高确保了750mm或更大的同时曝光宽度。示例4的投影光学系统10包含多个非球面镜表面和多个非球面透镜表面。

[0114] [表4]

	表面编号	R	D	N
	物体		0	
	1		100.12	
[0115]	2 非球面	-5213.78	74.91	'SiO2'
	3		727.09	
	4	-1180.07	592.51	
	5 非球面	-1842.72	-592.51	反射
	6 非球面	-1180.07	592.51	反射
	7	-1842.72	59.19	
	8	-2949.6	30	'SiO2'
	9	-2894.7	30.96	
	10 非球面	-1582.26	-30.96	反射
	11	-2894.7	-30	'SiO2'
[0116]	12	-2949.6	-59.19	
	13		-592.51	
	14 非球面	-1180.07	592.51	反射
	15 非球面	-1842.72	-592.51	反射
	16		-727.09	
	17		-74.91	'SiO2'
	18 非球面	-5213.78	-100.12	
	图像			

[0117] 非球面数据

	表面编号	K	A04	B06	C08	D10
[0118]	2	2.6980E+00	1.7300E-09	-1.5360E-14	9.1290E-20	-3.9150E-25
	5	-3.8090E-03	4.0110E-13	-6.7150E-19	-3.0660E-26	5.6830E-32
	6	-4.3570E-02	-3.7170E-12	-8.3110E-17	3.4030E-21	-9.7850E-26
	10	-3.0960E-01	-1.1840E-11	1.2000E-16	-1.0790E-20	5.2760E-25
	14	-4.3570E-02	-3.7170E-12	-8.3110E-17	3.4030E-21	-9.7850E-26
	15	-3.8090E-03	4.0110E-13	-6.7150E-19	-3.0660E-26	5.6830E-32
	18	2.6980E+00	1.7300E-09	-1.5360E-14	9.1290E-20	-3.9150E-25
	表面编号	E12	F14	G16	H18	J20
[0119]	2	1.1190E-30	-1.8070E-36	8.3810E-43	1.6740E-48	-1.9230E-54
	5	-5.4020E-37	-2.3680E-42	1.5460E-48	9.1220E-54	-1.0480E-59
	6	1.7150E-30	-1.8910E-35	1.2730E-40	-4.7560E-46	7.5240E-52
	10	-1.5750E-29	2.9300E-34	-3.3230E-39	2.1040E-44	-5.7100E-50
	14	1.7150E-30	-1.8910E-35	1.2730E-40	-4.7560E-46	7.5240E-52
[0120]	15	-5.4020E-37	-2.3680E-42	1.5460E-48	9.1220E-54	-1.0480E-59

[0121] 示例4的投影光学系统10满足下列条件:

[0122] 作为条件1,光瞳投影量 ($Pt/Lt1$) = 0.14

[0123] 作为条件2,工作距离 ($W1/R2$) = 0.84

[0124] 作为条件3,同心度 ($(R2+D)/R1$) = 0.87

[0125] 作为条件4,同心度 ($R3/R1$) = 0.80

[0126] 作为条件5,同心度 ($R3/Lt1$) = 0.89

[0127] 作为条件6,工作距离 ($W1/Lt1$) = 0.57

[0128] 图4B是示出示例4的投影光学系统10的纵向像差和畸变的视图。图4C是示出示例4的投影光学系统10的横向像差的视图。

[0129] 在示例4中,条件3为0.87,并且条件4为0.80。但是,如果同心度是完美的,则这些值为1.0。从定义相对同心度的偏离允许值的视角看,甚至是对于1.0或更大,也存在等效的允许范围。例如, $1/0.87 = 1.15$ 被设定为条件3的上限,并且 $1/0.80 = 1.25$ 被设定为条件4的上限。

[0130] <示例5>

[0131] 图5A是示出示例5的投影光学系统10的布局的剖视图。在示例5中,投影光学系统10是等倍系统。在示例5的投影光学系统10的光学元件中的布局和图像形成关系与示例1中的那些布局和图像形成关系是相同的。

[0132] 下面的表5示出了示例5的投影光学系统10的实际数值示例。注意,NA在物面侧为0.08,校正波长为i线(365nm),320nm,并且所用的像高为480-520mm。因此,曝光狭缝宽度为

40mm。该所用像高确保了750mm或更大的同时曝光宽度。示例5的投影光学系统10包含多个非球面镜表面和多个非球面透镜表面。

[0133] [表5]

	表面编号	R	D	N
[0134]	物体		0	
	1		23	
	2		6	'SiO2'

	3			220		
	4	非球面	-846.36	43.23	'SiO2'	
	5	非球面	-1314.35	134		
	6			640		
	7		-1267.88	530.4		
	8	非球面	-2067.32	-530.4	反射	
	9	非球面	-1267.88	530.4	反射	
	10		-2067.32	104.38		
	11	非球面	-1027.49	46.33	'SiO2'	
	12	非球面	-1067.49	47.85		
	13			64.64		
	14	非球面	-1648.77	-64.64	反射	
[0135]	15			-47.85		
	16	非球面	-1067.49	-46.33	'SiO2'	
	17	非球面	-1027.49	-104.38		
	18			-530.4		
	19	非球面	-1267.88	530.4	反射	
	20	非球面	-2067.32	-530.4	反射	
	21			-640		
	22			-134		
	23	非球面	-1314.35	-43.23	'SiO2'	
	24	非球面	-846.36	-220		
	25			-6	'SiO2'	
	26			-23		
	图像					
[0136]	非球面数据					
	表面编号	K	A04	B06	C08	D10
[0137]	4	6.9750E-01	4.9420E-09	-1.7410E-14	6.8640E-20	-2.9260E-25
	5	3.0400E+00	2.3420E-09	-1.6620E-15	-1.6510E-20	2.6880E-26

	8	1.1910E+00	-3.8790E-11	3.8430E-21	1.2080E-23	2.8790E-29
	9	3.6720E+00	-3.6420E-10	-8.8140E-16	5.5570E-21	-9.3910E-27
	11	4.0000E+00	-1.7110E-09	-1.3850E-14	-2.8380E-20	1.4300E-24
	12	4.0000E+00	-1.4500E-09	-1.1330E-14	-3.3630E-22	1.0650E-24
	14	1.0540E+00	-4.9320E-11	2.6280E-16	-3.9220E-21	-5.3160E-26
[0138]	16	4.0000E+00	-1.4500E-09	-1.1330E-14	-3.3630E-22	1.0650E-24
	17	4.0000E+00	-1.7110E-09	-1.3850E-14	-2.8380E-20	1.4300E-24
	19	3.6720E+00	-3.6420E-10	-8.8140E-16	5.5570E-21	-9.3910E-27
	20	1.1910E+00	-3.8790E-11	3.8430E-21	1.2080E-23	2.8790E-29
	23	3.0400E+00	2.3420E-09	-1.6620E-15	-1.6510E-20	2.6880E-26
	24	6.9750E-01	4.9420E-09	-1.7410E-14	6.8640E-20	-2.9260E-25
	表面编号	E12	F14	G16	H18	J20
	4	8.2490E-31	-1.1960E-36	5.8740E-43	2.1330E-49	-5.2590E-56
	5	7.9670E-32	-2.0470E-37	-1.1070E-43	4.8480E-49	-1.5680E-55
	8	-7.0510E-35	1.0870E-41	8.3410E-47	1.0780E-52	-3.3780E-58
	9	-4.8590E-31	4.8830E-37	2.0020E-40	-2.7300E-45	1.0400E-50
	11	-1.5750E-29	-1.3560E-33	3.2810E-38	1.1110E-42	-2.2530E-47
[0139]	12	-2.5350E-29	-2.1120E-35	-9.0470E-40	1.2730E-42	-2.0370E-47
	14	5.5150E-30	2.3210E-35	-1.2180E-38	3.0500E-43	-2.4270E-48
	16	-2.5350E-29	-2.1120E-35	-9.0470E-40	1.2730E-42	-2.0370E-47
	17	-1.5750E-29	-1.3560E-33	3.2810E-38	1.1110E-42	-2.2530E-47
	19	-4.8590E-31	4.8830E-37	2.0020E-40	-2.7300E-45	1.0400E-50
	20	-7.0510E-35	1.0870E-41	8.3410E-47	1.0780E-52	-3.3780E-58
	23	7.9670E-32	-2.0470E-37	-1.1070E-43	4.8480E-49	-1.5680E-55
	24	8.2490E-31	-1.1960E-36	5.8740E-43	2.1330E-49	-5.2590E-56
[0140]	示例5的投影光学系统10满足下列条件:					
[0141]	作为条件1,光瞳投影量(P_t/L_{t1})=0.07					
[0142]	作为条件2,工作距离($W1/R2$)=0.76					
[0143]	作为条件3,同心度($(R2+D)/R1$)=0.96					
[0144]	作为条件4,同心度($R3/R1$)=0.86					
[0145]	作为条件5,同心度($R3/L_{t1}$)=0.98					

[0146] 作为条件6,工作距离($W1/Lt1$)=0.56

[0147] 图5B是示出示例5的投影光学系统10的纵向像差和畸变的视图。图5C是示出示例5的投影光学系统10的横向像差的视图。

[0148] <示例6>

[0149] 图6A是示出示例6的投影光学系统10的布局的剖视图。在示例6中,投影光学系统10是等倍系统。在示例6的投影光学系统10的光学元件中的布局和图像形成关系与示例1中的那些布局和图像形成关系是相同的。

[0150] 下面的表6示出了示例6的投影光学系统10的实际数值示例。注意,NA在物面侧为0.12,校正波长为i线(365nm),320nm,并且所用的像高为480-520mm。因此,曝光狭缝宽度为40mm。该所用像高确保了750mm或更大的同时曝光宽度。示例6的投影光学系统10包含多个非球面镜表面和多个非球面透镜表面。

[0151] [表6]

	表面编号	R	D	N
	物体	0	0	
	1	0	216.27	
	2 非球面	2012.25	95	'SiO2'
	3	0	600.12	
	4	-1025.59	360.97	
[0152]	5 非球面	-1495.57	-360.97	反射
	6 非球面	-1025.59	360.97	反射
	7	-1495.57	50	
	8	-4412.97	30	'SiO2'
	9	-4586.58	21	
	10 非球面	-1236.02	-21	反射
	11	-4586.58	-30	'SiO2'

	12		-4412.97	-50	
	13		0	-360.97	
	14	非球面	-1025.59	360.97	反射
	15	非球面	-1495.57	-360.97	反射
[0153]	16		0	-600.12	
	17		0	-95	'SiO2'
	18	非球面	2012.25	-216.27	
	图像				
[0154]	非球面数据				
	表面编号	K	A04	B06	C08 D10
	2	2.6980E+00	1.1640E-09	-1.4360E-14	9.1670E-20 -3.9330E-25
	5	-2.4740E-01	8.6820E-12	-5.9800E-18	1.6730E-23 -1.6060E-29
	6	-7.3730E-02	8.0690E-12	-1.0890E-16	1.0640E-21 -7.8670E-26
[0155]	10	-1.3500E-01	-1.8960E-11	4.2930E-17	-7.5310E-21 4.1440E-25
	14	-7.3730E-02	8.0690E-12	-1.0890E-16	1.0640E-21 -7.8670E-26
	15	-2.4740E-01	8.6820E-12	-5.9800E-18	1.6730E-23 -1.6060E-29
	18	2.6980E+00	1.1640E-09	-1.4360E-14	9.1670E-20 -3.9330E-25
	表面编号	E12	F14	G16	H18 J20
	2	1.1140E-30	-1.8170E-36	8.8120E-43	1.8190E-48 -2.2620E-54
	5	-1.3460E-34	8.6920E-41	3.5640E-46	1.4400E-51 -3.9900E-57
	6	1.6610E-30	-1.9550E-35	1.2930E-40	-3.9610E-46 1.6260E-52
[0156]	10	-1.3170E-29	2.6860E-34	-4.3930E-39	6.1180E-44 -4.4640E-49
	14	1.6610E-30	-1.9550E-35	1.2930E-40	-3.9610E-46 1.6260E-52
	15	-1.3460E-34	8.6920E-41	3.5640E-46	1.4400E-51 -3.9900E-57
	18	1.1140E-30	-1.8170E-36	8.8120E-43	1.8190E-48 -2.2620E-54
[0157]	示例6的投影光学系统10满足下列条件:				
[0158]	作为条件1,光瞳投影量 (P_t/L_{t1}) = 0.07				
[0159]	作为条件2,工作距离 ($W1/R2$) = 0.89				
[0160]	作为条件3,同心度 ($(R2+D)/R1$) = 0.93				
[0161]	作为条件4,同心度 ($R3/R1$) = 0.83				
[0162]	作为条件5,同心度 ($R3/L_{t1}$) = 0.90				

[0163] 作为条件6,工作距离 ($W1/Lt1$) = 0.66

[0164] 图6B是示出示例6的投影光学系统10的纵向像差和畸变的视图。图6C是示出示例6的投影光学系统10的横向像差的视图。

[0165] <示例7>

[0166] 图7A是示出示例7的投影光学系统10的布局的剖视图。在示例7中,投影光学系统10是等倍系统。在示例7的投影光学系统10的光学元件中的布局和图像形成关系与示例1中的那些布局和图像形成关系是相同的。

[0167] 下面的表7示出了示例7的投影光学系统10的实际数值示例。注意,NA在物面侧为0.13,校正波长为i线(365nm)、h线(405nm)和g线(436nm),并且所用的像高为500-530mm。因此,曝光狭缝宽度为30mm。该所用像高确保了750mm或更大的同时曝光宽度。示例7的投影光学系统10包含多个非球面镜表面和多个非球面透镜表面。

[0168] [表7]

表面编号		R	D	N
物体			0	
1			18.21	
2			11.38	'SiO2'
3			74.78	
4	非球面	-8713.03	70	'SiO2'
[0169] 5			726.38	
6		-1178.26	591.59	
7		-1845.9	-591.59	反射
8	非球面	-1178.26	0	
9			591.59	
10		-1845.9	50	
11		-2722.84	20.38	'SiO2'

	12		-2673	30.05	
	13	非球面	-1556.35	-30.05	反射
	14		-2673	-20.38	'SiO2'
	15		-2722.84	-50	
	16			-591.59	
	17	非球面	-1178.26	0	
	18			591.59	
[0170]	19		-1845.9	-591.59	反射
	20			-726.38	
	21	非球面	-8713.03	-70	'SiO2'
	22			-74.78	
	23			-11.38	'SiO2'
	24			-18.21	
	图像				
[0171]	非球面数据				
	表面编号	K	A04	B06	C08 D10
	4	2.6980E+00	1.7010E-09	-1.5430E-14	9.1050E-20 -3.9170E-25
	8	-2.8980E-02	-6.0400E-12	-4.8000E-17	3.1090E-21 -9.6560E-26
[0172]	13	-2.9690E-01	-1.2230E-11	1.0250E-16	-9.9840E-21 5.1480E-25
	17	-2.8980E-02	-6.0400E-12	-4.8000E-17	3.1090E-21 -9.6560E-26
	21	2.6980E+00	1.7010E-09	-1.5430E-14	9.1050E-20 -3.9170E-25
	表面编号	E12	F14	G16	H18 J20
	4	1.1200E-30	-1.8010E-36	8.5450E-43	1.7110E-48 -2.1270E-54
	8	1.7310E-30	-1.8970E-35	1.2580E-40	-4.6510E-46 7.3810E-52
[0173]	13	-1.5780E-29	2.9540E-34	-3.3140E-39	2.0500E-44 -5.3740E-50
	17	1.7310E-30	-1.8970E-35	1.2580E-40	-4.6510E-46 7.3810E-52
	21	1.1200E-30	-1.8010E-36	8.5450E-43	1.7110E-48 -2.1270E-54
[0174]	示例7的投影光学系统10满足下列条件:				
[0175]	作为条件1,光瞳投影量 $(Pt/Lt1) = 0.06$				
[0176]	作为条件2,工作距离 $(W1/R2) = 0.76$				
[0177]	作为条件3,同心度 $((R2+D)/R1) = 0.96$				

[0178] 作为条件4,同心度 $(R3/R1) = 0.84$

[0179] 作为条件5,同心度 $(R3/Lt1) = 0.98$

[0180] 作为条件6,工作距离 $(W1/Lt1) = 0.57$

[0181] 图7B是示出示例7的投影光学系统10的纵向像差和畸变的视图。图7C是示出示例7的投影光学系统10的横向像差的视图。

[0182] <示例8>

[0183] 图8A是示出根据示例8的投影光学系统10的布局的剖视图。在示例8中,投影光学系统10是具有 $\times 1.25$ 的倍率的放大系统。投影光学系统10包含具有正折光力的第一凹面镜M1、具有负折光力的第一凸面镜M2、具有正折光力的第二凹面镜M3,以及具有正折光力的第三凹面镜M5。

[0184] 透镜L1被放置于物面0附近,并且透镜L3被放置于像面I附近。透镜L2被放置于第二凹面镜M3附近。来自物面0的光按以下顺序依次穿过透镜L1、第一凹面镜M1、第一凸面镜M2、透镜L2、第二凹面镜M3、透镜L2、第一凸面镜M2、第三凹面镜M5和透镜L3在像面I上形成图像。第二凹面镜M3被放置于投影光学系统10的光瞳面上。

[0185] 示例8的投影光学系统10与等倍系统的唯一差异在于由第一凸面镜M2第二次反射的光按照第三凹面镜M5和透镜L3的顺序传播。该布局的其余部分与在示例1至7中解释的等倍系统的相应部分相同。

[0186] 下面的表8示出了示例8的投影光学系统10的实际数值示例。注意,NA在像面侧为0.08,校正波长为i线(365nm)和h线(405nm),并且所用的像高为625-675mm。因此,曝光狭缝宽度为50mm。该所用像高确保了750mm或更大的同时曝光宽度。示例8的投影光学系统10包含多个非球面镜表面和多个非球面透镜表面。

[0187] [表8]

	表面编号	R	D	N
[0188]	物体		0	

	1		49.23		
	2		12	'SiO2'	
	3		10		
	4	非球面	-11407.08	26	'SiO2'
	5		713.36		
	6		-1319.74	580.82	
	7	非球面	-1886.04	-580.82	反射
	8	非球面	-1319.74	0	反射
	9		580.82		
	10		-1886.04	104.25	
	11		-10607.1	30.95	'SiO2'
	12	非球面	-9732.89	18.26	
	13		36.73		
[0189]	14	非球面	-1695.22	-36.73	反射
	15		-18.26		
	16	非球面	-9732.89	-30.95	'SiO2'
	17		-10607.1	-104.25	
	18		-580.82		
	19	非球面	-1319.74	0	反射
	20		818.71		
	21	非球面	-2355.19	-818.71	反射
	22		-988.61		
	23		-33	'SiO2'	
	24	非球面	-10974.44	-37	
	25		-12	'SiO2'	
	26		-50		
	图像				
[0190]	非球面数据				
[0191]	表面编号	K	A04	B06	C08 D10

	4	-4.0000E+00	1.5410E-09	-1.4440E-14	7.5760E-20	-2.9280E-25
	7	8.5550E-02	-1.8560E-12	-3.5470E-18	-2.4110E-24	-1.9760E-31
	8	1.0270E-01	-4.5390E-11	-3.6100E-17	2.1430E-21	-7.2450E-26
	12	-4.0000E+00	4.3080E-11	-1.5070E-15	1.1900E-20	4.6130E-26
[0192]	14	1.3500E-01	-2.2460E-11	5.4680E-16	-1.7630E-21	1.0860E-25
	16	-4.0000E+00	4.3080E-11	-1.5070E-15	1.1900E-20	4.6130E-26
	19	1.0270E-01	-4.5390E-11	-3.6100E-17	2.1430E-21	-7.2450E-26
	21	3.4490E-02	-3.3700E-13	-8.8170E-19	-2.9180E-25	-3.7570E-32
	24	4.0000E+00	6.4350E-10	-1.2680E-14	7.7910E-20	-2.9610E-25
	表面编号	E12	F14	G16	H18	J20
	4	8.2480E-31	-1.2660E-36	3.3490E-43	6.4650E-49	6.6930E-55
	7	4.2490E-36	1.7180E-42	2.4770E-47	-6.1340E-53	3.7940E-59
	8	1.0440E-30	-9.4510E-36	6.9920E-41	-3.7520E-46	9.2880E-52
[0193]	12	-1.2500E-30	5.8520E-35	9.9850E-40	-4.4960E-44	3.7550E-49
	14	-1.2350E-29	3.0640E-34	-1.2650E-39	-6.1100E-44	6.9940E-49
	16	-1.2500E-30	5.8520E-35	9.9850E-40	-4.4960E-44	3.7550E-49
	19	1.0440E-30	-9.4510E-36	6.9920E-41	-3.7520E-46	9.2880E-52
	21	7.8300E-38	-6.8540E-43	7.6250E-49	2.0630E-54	-1.9900E-60
	24	8.0780E-31	-1.2760E-36	4.7630E-43	1.2620E-48	-1.2050E-54
[0194]	示例8的投影光学系统10满足下列条件:					
[0195]	作为条件1,光瞳投影量 (P_t/L_{t1}) = 0.03					
[0196]	作为条件2,工作距离 ($W1/R2$) = 0.85					
[0197]	作为条件3,同心度 ($(R2+D)/R1$) = 0.91					
[0198]	作为条件4,同心度 ($R3/R1$) = 0.72					
[0199]	作为条件5,同心度 ($R3/L_{t1}$) = 0.90					
[0200]	作为条件6,工作距离 ($W1/L_{t1}$) = 0.59					
[0201]	作为条件7,比值 ($(R5/R1)/B$) = 1.00					
[0202]	图8B是示出示例8的投影光学系统10的纵向像差和畸变的视图。					
[0203]	<示例9>					
[0204]	图9A是示出根据示例9的投影光学系统10的布局的剖视图。在示例9中,投影光学系统10是具有 $\times 1.38$ 的倍率的放大系统。示例9的投影光学系统10的光学元件的布局 and 图像形成关系与示例8的相同。					
[0205]	下面的表9示出了示例9的投影光学系统10的实际数值示例。注意,NA在像面侧为					

0.08,校正波长为i线(365nm)、h线(405nm)和g线(436nm),并且所用的像高为690至745mm。因此,曝光狭缝宽度为55mm。该所用像高确保了750mm或更大的同时曝光宽度。示例9的投影光学系统10包含多个非球面镜表面和多个非球面透镜表面。

[0206] [表9]

表面编号		R	D	N
物体			0	
1			71.34	
2			6	'SiO2'
3			10	
4	非球面	-11967.88	65	'SiO2'
5	非球面	-3198.85	0	
6			775.73	
7		-1380.84	552.9	
[0207] 8	非球面	-1903.85	-552.9	反射
9	非球面	-1380.84	0	反射
10			552.9	
11		-1903.85	82.99	
12		-4552.16	56.18	'SiO2'
13	非球面	-4430.09	21.67	
14			41.42	
15	非球面	-1711.97	-41.42	反射
16			-21.67	
17	非球面	-4430.09	-56.18	'SiO2'

	18		-4552.16	-82.99	
	19			-552.9	
	20	非球面	-1380.84	0	反射
	21			913.79	
	22	非球面	-2632.22	-913.79	反射
[0208]	23			-977.95	
	24			-25	'SiO2'
	25	非球面	3089.51	-50	
	26			-6	'SiO2'
	27			-35	
	图像				
[0209]	非球面数据				
	表面编号	K	A04	B06	C08 D10
	4	-3.2340E+00	1.3070E-09	-1.3370E-14	7.6120E-20 -2.8960E-25
	5	-4.0000E+00	-7.8520E-11	2.4890E-15	-1.1050E-22 -1.1480E-26
	8	1.9860E-01	-8.0820E-12	5.0680E-18	-1.8410E-23 -2.4110E-29
	9	5.1480E-01	-6.4830E-11	-5.4370E-16	5.5230E-21 -6.4800E-26
[0210]	13	-4.0000E+00	-3.7400E-11	1.2630E-15	5.6650E-21 -3.8000E-25
	15	-2.9600E-01	-9.6600E-12	-8.3710E-16	1.1910E-20 1.1030E-25
	17	-4.0000E+00	-3.7400E-11	1.2630E-15	5.6650E-21 -3.8000E-25
	20	5.1480E-01	-6.4830E-11	-5.4370E-16	5.5230E-21 -6.4800E-26
	22	1.4520E-01	-2.6980E-12	1.7260E-18	-2.3040E-24 -2.9110E-30
	25	-4.0000E+00	7.2180E-10	-1.6540E-14	7.8660E-20 -2.8300E-25
	表面编号	E12	F14	G16	H18 J20
	4	8.1610E-31	-1.3350E-36	2.3380E-43	7.0880E-49 2.7200E-54
	5	-2.9390E-32	0.0000E+00	2.8580E-43	0.0000E+00 0.0000E+00
[0211]	8	7.2340E-35	1.4580E-40	-3.8970E-46	-1.4980E-52 5.4670E-58
	9	8.8180E-31	-1.0080E-35	7.6580E-41	-3.7520E-46 9.2880E-52
	13	-2.0100E-30	8.8570E-35	1.2040E-39	-4.3550E-44 3.0110E-49

	15	-1.3850E-29	3.1700E-34	-5.8670E-40	-5.8880E-44	5.2640E-49
	17	-2.0100E-30	8.8570E-35	1.2040E-39	-4.3550E-44	3.0110E-49
[0212]	20	8.8180E-31	-1.0080E-35	7.6580E-41	-3.7520E-46	9.2880E-52
	22	2.8120E-36	6.0900E-42	-6.9170E-48	-1.1500E-54	2.4050E-60
	25	8.2210E-31	-1.2820E-36	4.2160E-43	1.0650E-48	-8.7450E-55

[0213] 示例9的投影光学系统10满足下列条件:

[0214] 作为条件1,光瞳投影量 (P_t/L_{t1}) = 0.12,光瞳投影量 (P_t/L_{t2}) = 0.09

[0215] 作为条件2,工作距离 ($W1/R2$) = 0.67,工作距离 ($W2/R2$) = 0.79

[0216] 作为条件3,同心度 ($(R2+D)/R1$) = 1.02,同心度 ($(R2+D)/R5$) = 0.87

[0217] 作为条件4,同心度 ($R3/R1$) = 0.90,同心度 ($R3/R5$) = 0.65

[0218] 作为条件5,同心度 ($R3/L_{t1}$) = 1.02,同心度 ($R3/L_{t2}$) = 0.93

[0219] 作为条件6,工作距离 ($W1/L_{t1}$) = 0.55,工作距离 ($W1/L_{t2}$) = 0.59

[0220] 作为条件7,比值 ($(R5/R1)/B$) = 1.00

[0221] 图9B是示出示例9的投影光学系统10的纵向像差和畸变的视图。

[0222] <示例10>

[0223] 图10A是示出根据示例1的投影光学系统10的布局的剖视图。在示例10中,投影光学系统10为具有 $\times 0.75$ 的倍率的缩小系统。示例10的投影光学系统10的光学元件的布局 and 图像形成关系与示例9的相同。

[0224] 下面的表10示出了示例10的投影光学系统10的实际数值示例。注意,NA在像面侧为0.107,校正波长为i线(365nm)和h线(405nm),并且所用的像高为500–540mm。因此,曝光狭缝宽度为40mm。该所用像高确保了750mm或更大的同时曝光宽度。示例10的投影光学系统10包含多个非球面镜表面和多个非球面透镜表面。

[0225] [表10]

[0226] **表面编号** **R** **D** **N**

	物体		0	
	1		60	
	2		6	'SiO2'
	3		50	
	4	非球面	5939.49	25
	5		1019.95	'SiO2'
	6		798.19	
	7	非球面	-2488.24	-798.19
	8	非球面	-1381.76	0
	9		560.03	反射
	10		86.5	
	11		-5570.45	39.2
	12	非球面	-5375.23	23.01
	13		42.79	
[0227]	14	非球面	-1714.43	-42.79
	15		-23.01	反射
	16	非球面	-5375.23	-39.2
	17		-5570.45	'SiO2'
	18		-1921.36	-86.5
	19	非球面	-1381.76	-560.03
	20		0	反射
	21	非球面	-1921.36	560.03
	22		-1381.76	-560.03
	23		-57.73	反射
	24	非球面	3194.53	-776.76
	25		-6	'SiO2'
	26		-75	
	图像			
[0228]	非球面数据			

	表面编号	K	A04	B06	C08	D10
[0229]	4	-4.0000E+00	3.3390E-10	-1.4150E-14	7.8220E-20	-2.8800E-25
	7	-2.2980E-03	8.8210E-13	-3.0540E-18	-3.0540E-24	-5.2630E-31
	8	2.9020E-01	-5.3870E-11	-4.0670E-16	3.6810E-21	-5.9140E-26
	12	-1.7510E+00	9.5200E-11	-3.1310E-15	3.3260E-20	-1.7760E-25
	14	6.1670E-01	-3.5610E-11	6.8570E-16	1.0860E-20	-9.2910E-26
	16	-1.7510E+00	9.5200E-11	-3.1310E-15	3.3260E-20	-1.7760E-25
	19	2.9020E-01	-5.3870E-11	-4.0670E-16	3.6810E-21	-5.9140E-26
	21	8.1300E-02	-6.9940E-13	-9.4420E-18	-1.2790E-23	3.5690E-30
	24	-6.5180E-01	6.0450E-10	-1.2190E-14	7.5850E-20	-2.9680E-25
	表面编号	E12	F14	G16	H18	J20
[0230]	4	8.1590E-31	-1.2800E-36	4.4540E-43	1.0990E-48	-9.4300E-55
	7	5.3110E-36	6.7490E-42	-9.9230E-48	-5.6740E-54	8.4330E-60
	8	8.5180E-31	-8.5440E-36	6.9320E-41	-3.7520E-46	9.2880E-52
	12	-2.6290E-30	1.0600E-34	1.5100E-39	-5.7260E-44	4.1660E-49
	14	-1.4380E-29	3.4630E-34	-5.0550E-40	-6.7550E-44	5.9570E-49
	16	-2.6290E-30	1.0600E-34	1.5100E-39	-5.7260E-44	4.1660E-49
	19	8.5180E-31	-8.5440E-36	6.9320E-41	-3.7520E-46	9.2880E-52
	21	6.7920E-35	4.5200E-41	-3.8660E-46	3.5290E-52	3.7940E-59
	24	8.1100E-31	-1.2800E-36	4.4850E-43	1.0670E-48	-4.4500E-55

[0231] 示例10的投影光学系统10满足下列条件:

[0232] 作为条件1,光瞳投影量 (P_t/L_{t1}) = 0.02,光瞳投影量 (P_t/L_{t2}) = 0.11

[0233] 作为条件2,工作距离 ($W1/R2$) = 0.84,工作距离 ($W2/R2$) = 0.67

[0234] 作为条件3,同心度 ($(R2+D)/R1$) = 0.88,同心度 ($(R2+D)/R5$) = 1.01

[0235] 作为条件4,同心度 ($R3/R1$) = 0.69,同心度 ($R3/R5$) = 0.89

[0236] 作为条件5,同心度 ($R3/L_{t1}$) = 0.90,同心度 ($R3/L_{t2}$) = 1.02

[0237] 作为条件6,工作距离 ($W1/L_{t1}$) = 0.61,工作距离 ($W1/L_{t2}$) = 0.55

[0238] 作为条件7,比值 ($(R5/R1)/B$) = 1.03

[0239] 图10B是示出示例10的投影光学系统10的纵向像差和畸变的视图。

[0240] <示例11>

[0241] 图11A是示出根据示例11的投影光学系统10的布局的剖视图。在示例11中,投影光学系统10是具有 $\times 1.25$ 的倍率的放大系统。示例11的投影光学系统10的光学元件的布局和

图像形成关系与示例8的相同。

[0242] 下面的表11示出了示例11的投影光学系统10的实际数值示例。注意,NA在像面侧为0.08,校正波长为i线(365nm)和h线(405nm),并且所用的像高为625-675mm。因此,曝光狭缝宽度为50mm。该所用像高确保了750mm或更大的同时曝光宽度。示例11的投影光学系统10包含多个非球面镜表面和多个非球面透镜表面。

[0243] [表11]

表面编号				
物体		R	D	N
1			0	
2			49.48	
3			12	'SiO2'
4			10	
5	非球面	-16833.11	62.36	'SiO2'
[0244] 6			368.64	
7		-1230.07	582.4	
8	非球面	-1712.56	-582.4	反射
9	非球面	-1230.07	582.4	反射
10		-1712.56	94.54	
11		-3296.43	25	'SiO2'
12	非球面	-3217.51	33.01	
13			51.48	

	14	非球面	-1735.02	-51.48	反射	
	15			-33.01		
	16	非球面	-3217.51	-25	'SiO2'	
	17		-3296.43	-94.54		
	18			-582.4		
	19	非球面	-1230.07	1041.04	反射	
[0245]	20	非球面	-2456.88	-1041.04	反射	
	21			-1480.62		
	22			-25	'SiO2'	
	23	非球面	-39858.98	-37		
	24			-12	'SiO2'	
	25			-50		
	图像					
[0246]	非球面数据					
	表面编号	K	A04	B06	C08	D10
	5	-2.3570E-01	3.2960E-09	-2.4370E-14	7.3460E-20	-2.4980E-25
	8	8.2130E-02	-2.6860E-13	-9.3550E-18	3.0540E-24	9.2580E-30
	9	-2.8760E-01	-2.0460E-11	3.1380E-16	2.2840E-21	-1.0000E-25
[0247]	12	2.1570E+00	1.8130E-10	-4.8920E-15	2.6050E-20	6.6920E-25
	14	9.0470E-01	-4.2860E-11	1.7630E-15	-1.5070E-20	2.8940E-25
	16	2.1570E+00	1.8130E-10	-4.8920E-15	2.6050E-20	6.6920E-25
	19	-2.8760E-01	-2.0460E-11	3.1380E-16	2.2840E-21	-1.0000E-25
	20	-2.2670E-02	7.5060E-13	-5.4710E-19	1.3740E-25	4.9740E-31
	23	4.0000E+00	1.8220E-09	-1.6730E-14	7.6450E-20	-2.8920E-25
	表面编号	E12	F14	G16	H18	J20
	5	9.3210E-31	-1.2930E-36	-5.0470E-43	-1.3520E-48	6.7810E-54
[0248]	8	4.6410E-36	-2.7880E-41	-4.8970E-47	6.5210E-53	3.7940E-59
	9	9.0230E-31	-5.4870E-36	5.3980E-41	-3.7520E-46	9.2880E-52
	12	-1.0280E-29	-3.2360E-34	1.6080E-39	2.1340E-43	-2.7180E-48

	14	-1.0490E-29	2.5350E-34	-1.9300E-39	-2.8880E-44	4.7150E-49
	16	-1.0280E-29	-3.2360E-34	1.6080E-39	2.1340E-43	-2.7180E-48
[0249]	19	9.0230E-31	-5.4870E-36	5.3980E-41	-3.7520E-46	9.2880E-52
	20	4.3850E-37	-1.0360E-42	-3.5760E-49	1.0490E-54	-3.7890E-61
	23	8.2350E-31	-1.2710E-36	4.3120E-43	1.1460E-48	-1.0170E-54

[0250] 示例11的投影光学系统10满足下列条件:

[0251] 作为条件1,光瞳投影量 $(P_t/L_{t1}) = 0.16$,光瞳投影量 $(P_t/L_{t2}) = 0.11$

[0252] 作为条件2,工作距离 $(W1/R2) = 0.41$,工作距离 $(W2/R2) = 1.30$

[0253] 作为条件3,同心度 $((R2+D)/R1) = 1.06$,同心度 $((R2+D)/R5) = 0.92$

[0254] 作为条件4,同心度 $(R3/R1) = 1.01$,同心度 $(R3/R5) = 0.71$

[0255] 作为条件5,同心度 $(R3/L_{t1}) = 1.35$,同心度 $(R3/L_{t2}) = 0.73$

[0256] 作为条件6,工作距离 $(W1/L_{t1}) = 0.39$,工作距离 $(W1/L_{t2}) = 0.67$

[0257] 作为条件7,比值 $((R5/R1)/B) = 1.15$

[0258] 图11B是示出示例11的投影光学系统10的纵向像差和畸变的视图。

[0259] 在示例11中,条件7为1.15。但是,存在以下原则:比值 $R5/R1$ 理想地确定放大系统或缩小系统的倍率。从这个角度来看,存在着在其内 $(R5/R1)/B$ 的值为1.0或更小的等效允许范围。因此, $(R5/R1)/B = 1/1.15 = 0.87$ 被设定为下限。

[0260] 表12和13共同示出了示例1至11的投影光学系统10的数值和条件。

[0261] [表12]

[0262]		NA	校正波长	Ymax	Ymin	SW
		(@像面)		(@像面)	(@像面)	(@像面)

[0263]

示例 1	等倍系统 1	0.12	ihg 线	530	490	40
示例 2	等倍系统 2	0.12	i 线 , 320nm	520	480	40
示例 3	等倍系统 3	0.12	i 线 , 320nm	520	480	40
示例 4	等倍系统 4	0.12	i 线 , 320nm	520	480	40
示例 5	等倍系统 5	0.08	i 线 , 320nm	520	480	40
示例 6	等倍系统 6	0.12	i 线 , 320nm	520	480	40
示例 7	等倍系统 7	0.13	ihg 线	530	500	30
示例 8	放大系统 1	0.08	ih 线	675	625	50
示例 9	放大系统 2	0.08	ih 线	745	690	55

[0264]

示 例 10	缩小系统 1	0.107	ih 线	540	500	40
示 例 11	放大系统 3	0.08	ih 线	675	625	50

[0265] (单位:mm)

[0266] [表13]

[0267]

		条 件 1	条 件 2	条 件 3	条 件 4	条 件 5	条 件 6	条 件 7
		光 瞳 投 影 量 (Pt/ L1)	工 作 距 离 (w/ R2)	同 心 度 ((R2 +D)/R 1)	同 心 度 (R3/ R1)	同 心 度 (R3/ L1)	工 作 距 离 (W/ L1)	比值 ((R 5/R1) / 倍 率)
示 例 1	等倍系统 1	0.11	0.80	0.97	0.91	0.98	0.56	
示 例 2	等倍系统 2	0.20	0.90	0.99	1.13	0.99	0.55	
示 例 3	等倍系统 3	0.05	0.90	0.98	0.93	0.97	0.62	
示 例 4	等倍系统 4	0.14	0.84	0.87	0.80	0.89	0.57	
示 例 5	等倍系统 5	0.07	0.76	0.96	0.86	0.98	0.56	
示 例 6	等倍系统 6	0.07	0.89	0.93	0.83	0.90	0.66	
示 例 7	等倍系统 7	0.06	0.76	0.96	0.84	0.98	0.57	

[0268]

示 例 8	放 大 系 统 1	上光 路	0.12	0.61	1.01	0.90	1.07	0.51	1.00
	1.25x	下光 路	0.03	0.85	0.91	0.72	0.90	0.59	
示 例 9	放 大 系 统 2	上光 路	0.12	0.67	1.02	0.90	1.02	0.55	1.00
	1.38x	下光 路	0.09	0.79	0.87	0.65	0.93	0.59	
示 例 10	缩 小 系 统 1	上光 路	0.02	0.84	0.88	0.69	0.90	0.61	1.03
	0.75x	下光 路	0.11	0.67	1.01	0.89	1.02	0.55	
示 例 11	放 大 系 统 3	上光 路	0.16	0.41	1.06	1.01	1.35	0.39	1.15
	1.25x	下光 路	0.11	1.30	0.92	0.71	0.73	0.67	
示 例 12	等倍系统 1 (实际布局 图)		0.11	0.80	0.97	0.91	0.98	0.56	

[0269] 根据本实施例的投影光学系统(每个示例的投影光学系统10)可作为例如用于将掩模图案的图像投影到基板上的投影光学系统应用于曝光装置,用于对基板进行曝光。图15是示出包含投影光学系统10的曝光装置100的布局的视图。

[0270] 掩模M是图案形成于其上的原件。基板P是涂有光致抗蚀剂的板。掩模M和基板P被保持于移动台上并且沿着箭头的方向同步进行扫描。因此,掩模M的图案被转印到基板P上。图15没有示出用于以来自光源的光照射掩模M的照明光学系统,以及其它单元。示例1的设

计示例被应用于投影光学系统10。

[0271] 梯形的弯曲镜DM被定位于掩模M与基板P之间。弯曲镜DM形成了前面所描述的第一和第二弯曲镜。来自掩模M的光由弯曲镜DM的上反射面从垂直方向自上方发射到水平方向，并且由弯曲镜DM的下反射面从水平方向自下反射到垂直方向。由于如上所描述的那样满足工作距离的条件2或6，因而可以在缩小光学系统尺寸的同时安装弯曲镜DM。

[0272] 根据本发明的一种实施例的一种用于制造物品的方法适合于制造诸如器件(例如，半导体器件、磁存储介质或液晶显示设备)的物品。这种制造方法包括通过使用曝光装置100对以光敏剂涂覆的基板进行曝光的步骤以及使已曝光基板显影的步骤。该制造方法还包括其它已知的步骤(氧化、沉积、气相沉积、掺杂、平坦化、蚀刻、抗蚀剂去除、划片、键合、封装等)。根据本实施例的物品制造方法在物品性能、质量、生产率和生产成本中至少有一项优于常规的方法。

[0273] 注意，NA、像高、狭缝宽度、所用波长等并不限于上述示例中所列举的数值，而是可根据例如曝光装置所需的精度和规格进行改变，并且本发明包括这些条件。还要注意，非球面的布局以及它们与球面的偏离量并不限于上述示例。而且，上述实施例和示例的投影光学系统同样可应用于日本专利特开No. 7-57986所公开的每个多透镜光学系统。

[0274] 虽然本发明已经参考示例性的实施例进行了描述，但应当理解，本发明并不限于所公开的示例性实施例。下列权利要求的范围应被赋予最广泛的解释，以便涵盖所有此类修改以及等同的结构和功能。

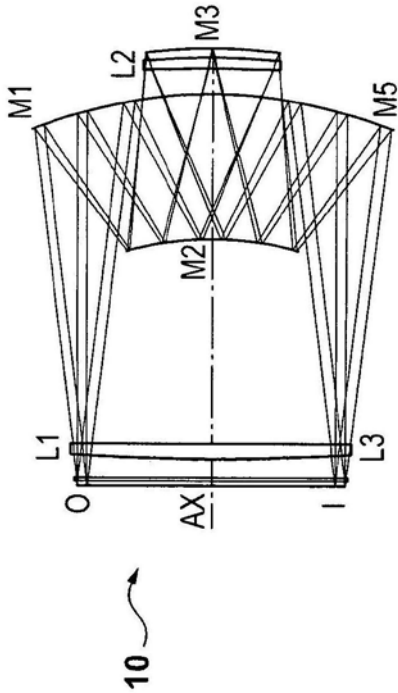


图1A

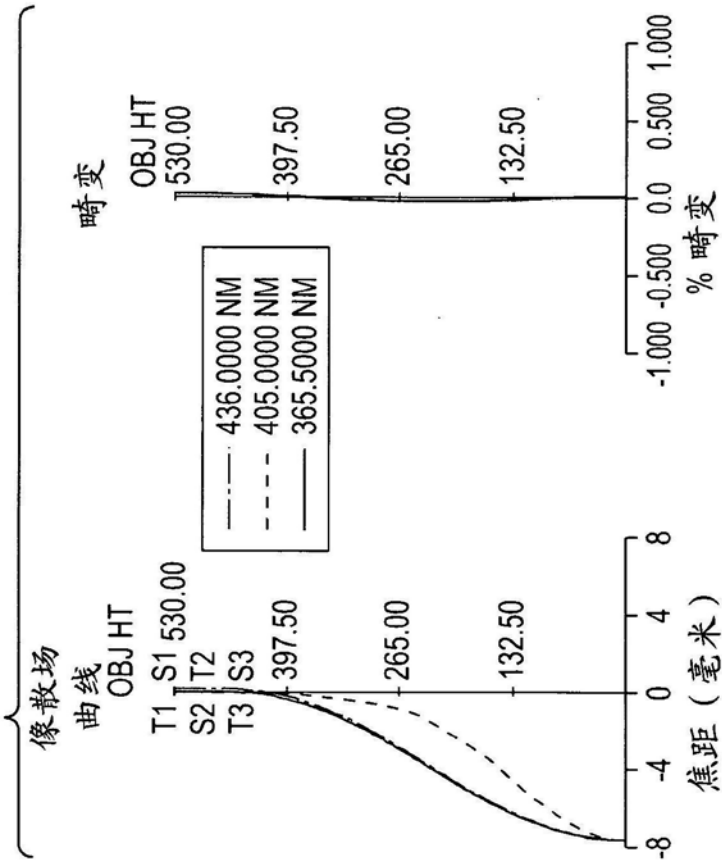


图1B

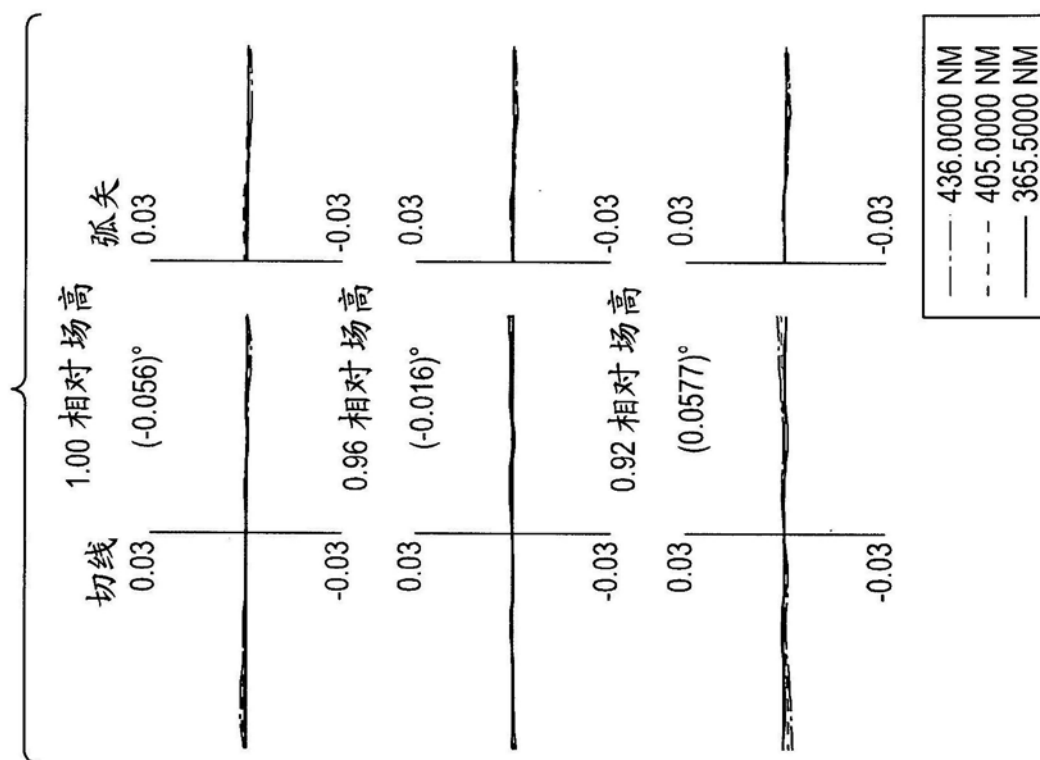


图1C

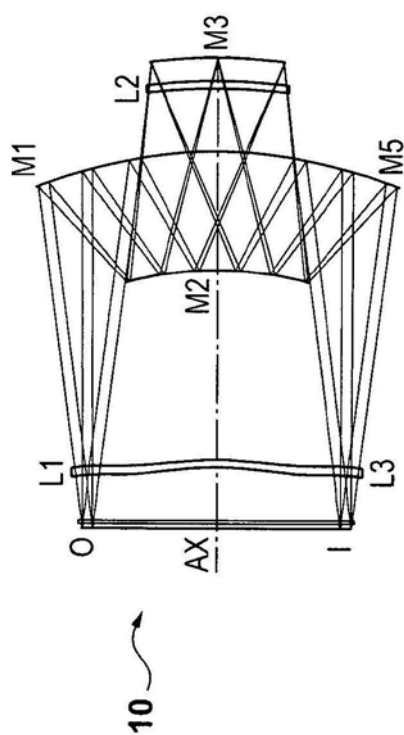


图2A

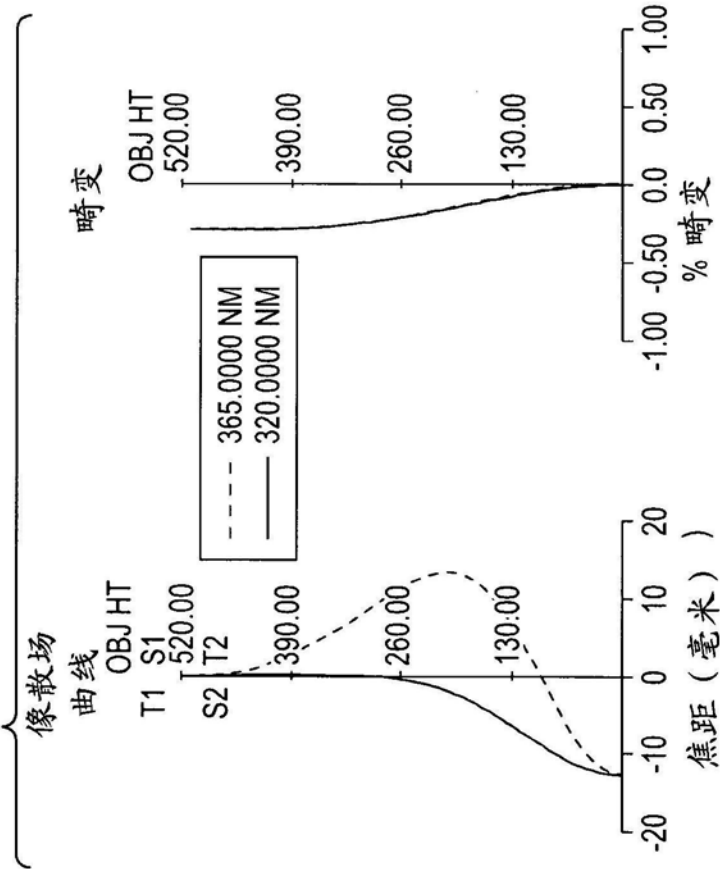


图2B

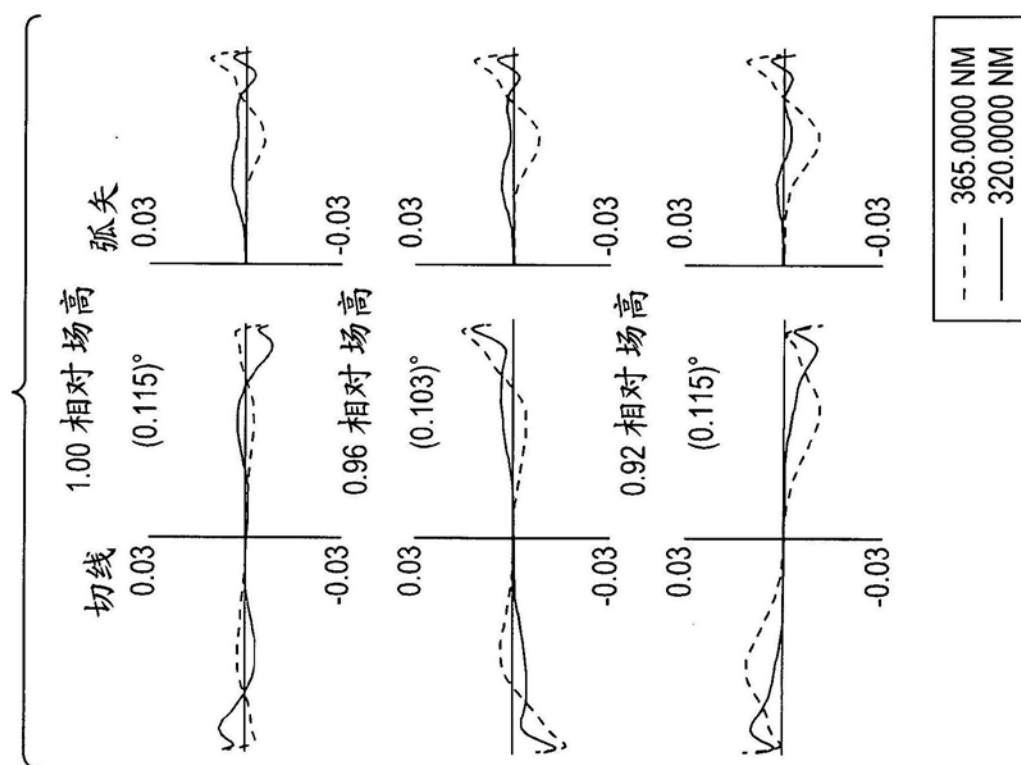


图2C

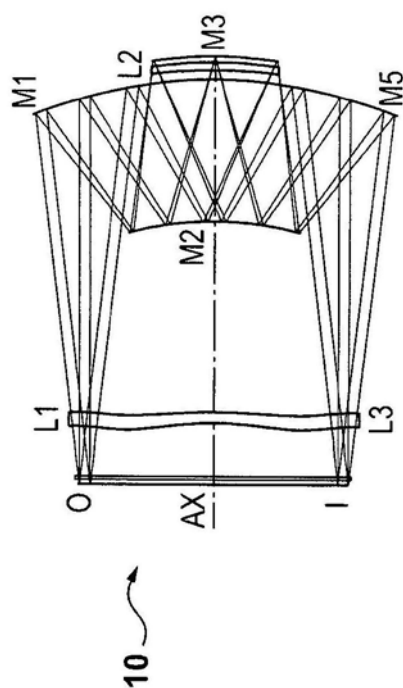


图3A

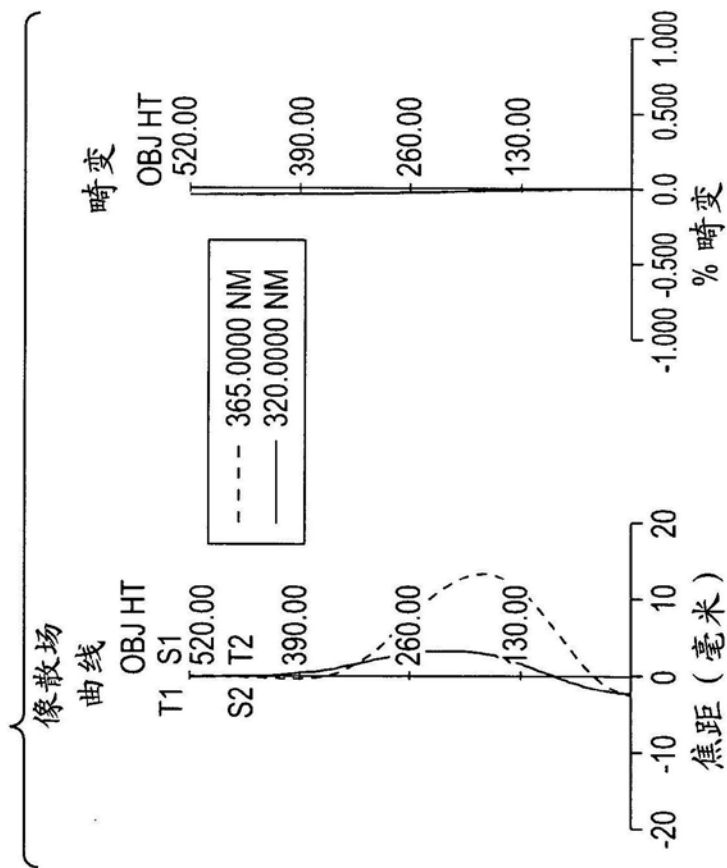


图3B

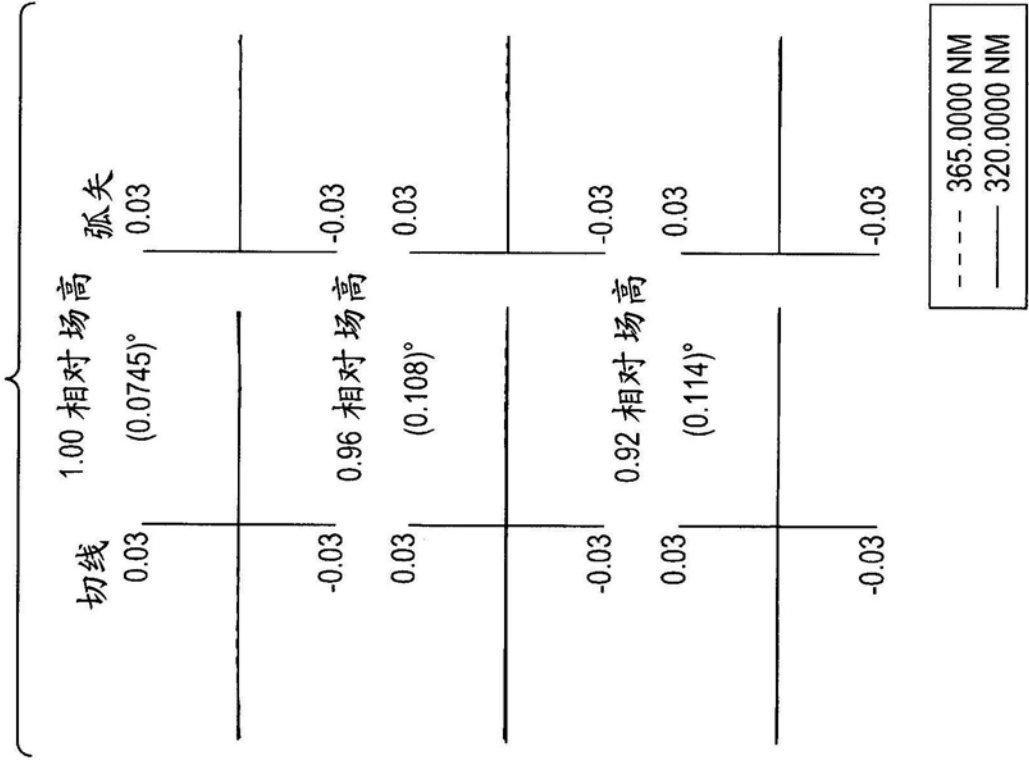


图3C

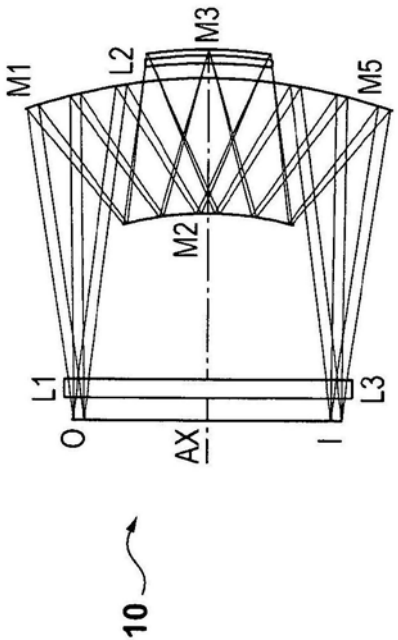


图4A

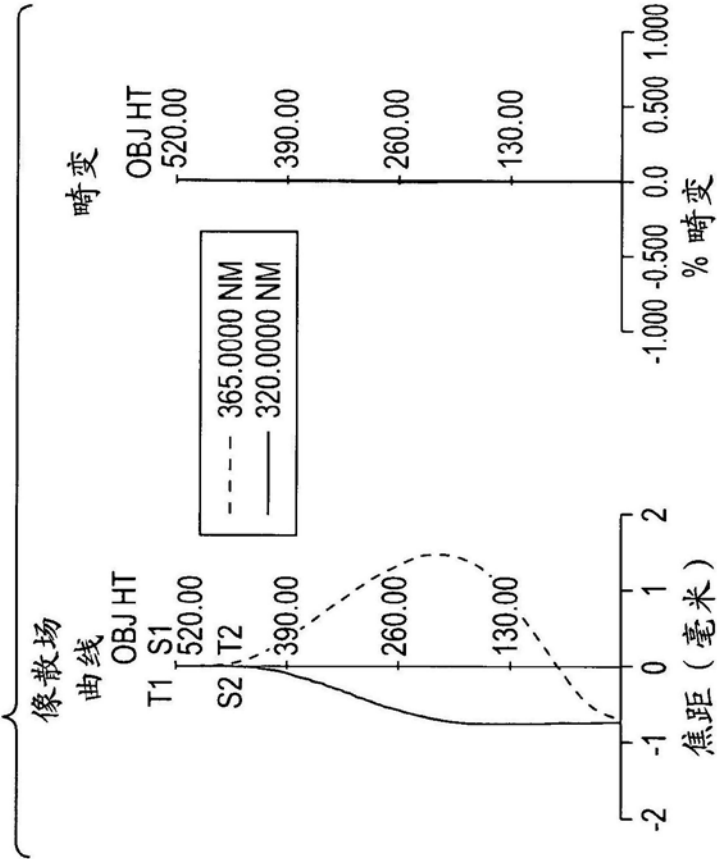


图4B

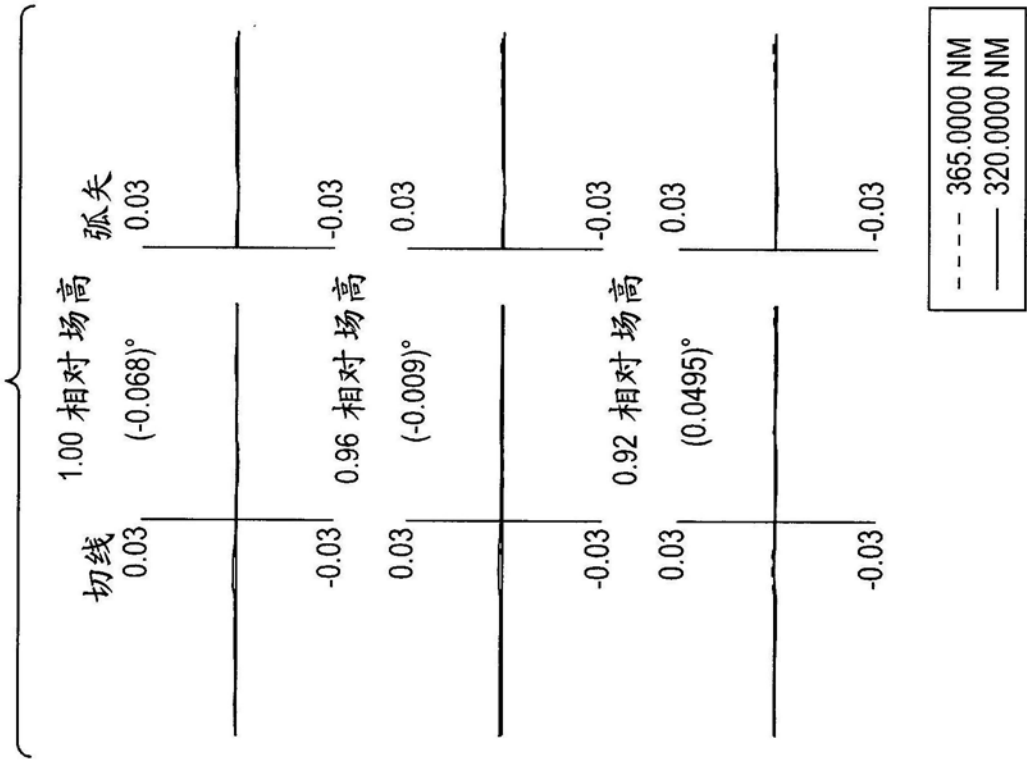


图4C

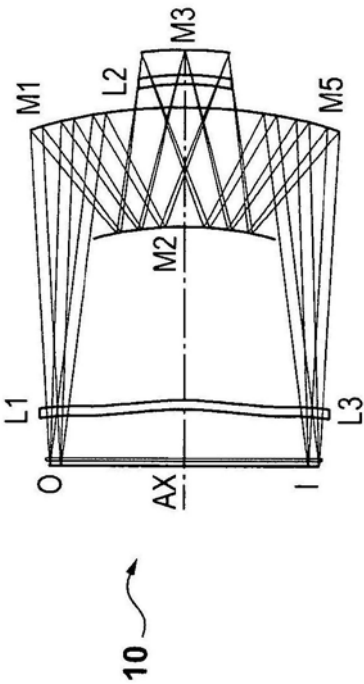


图5A

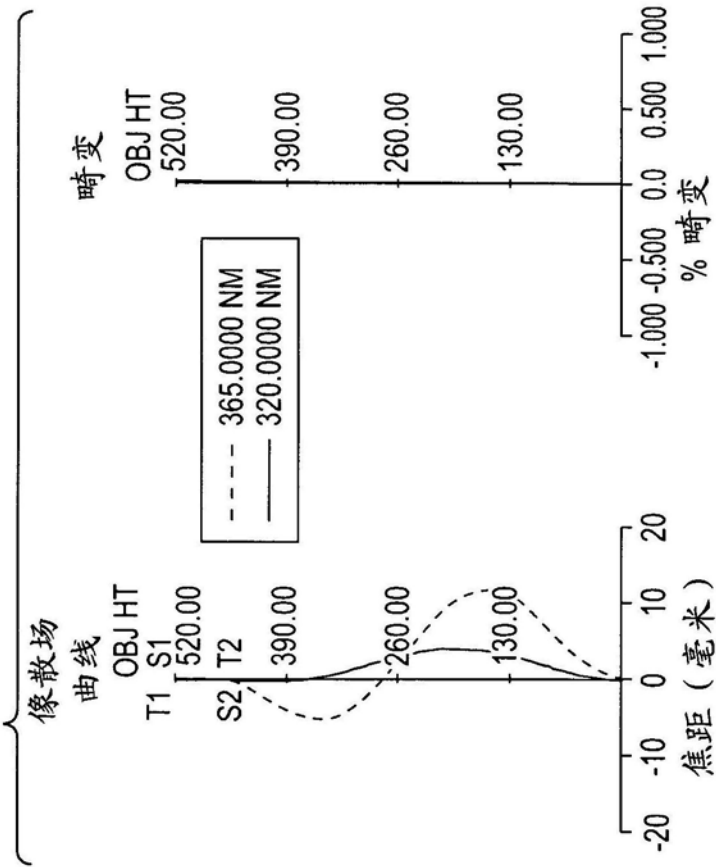


图5B

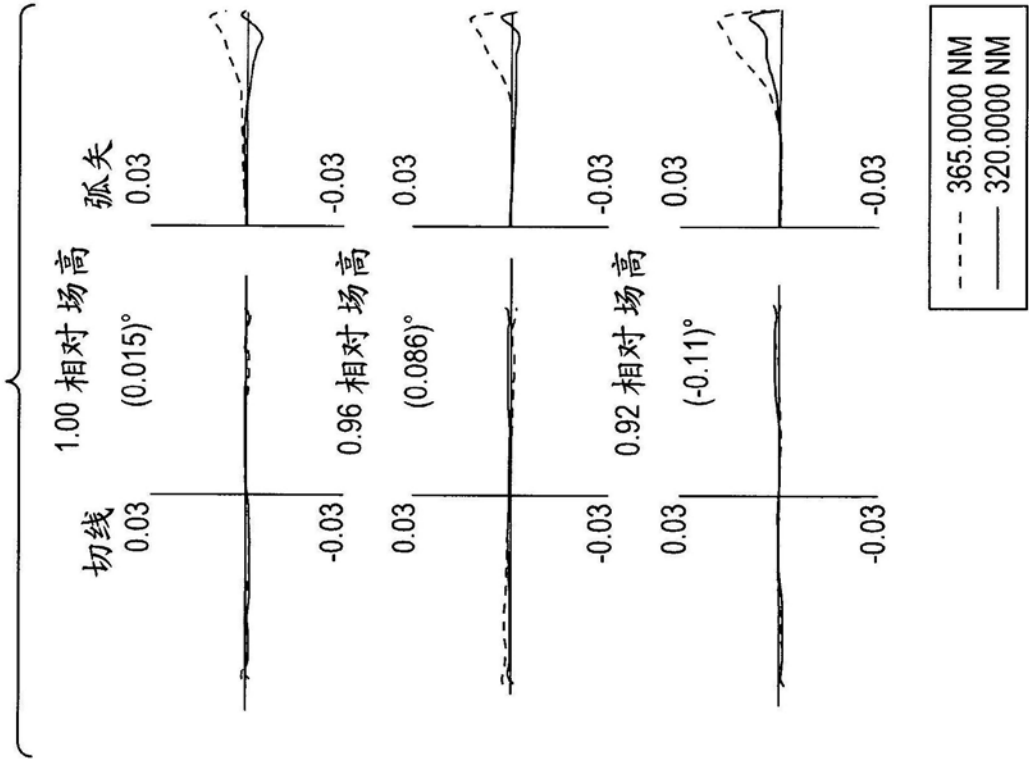
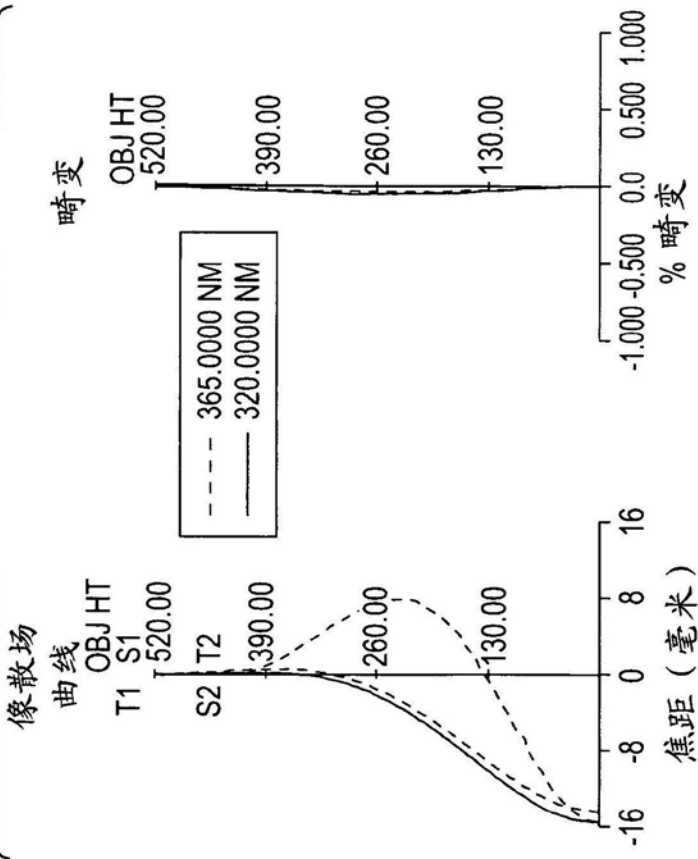
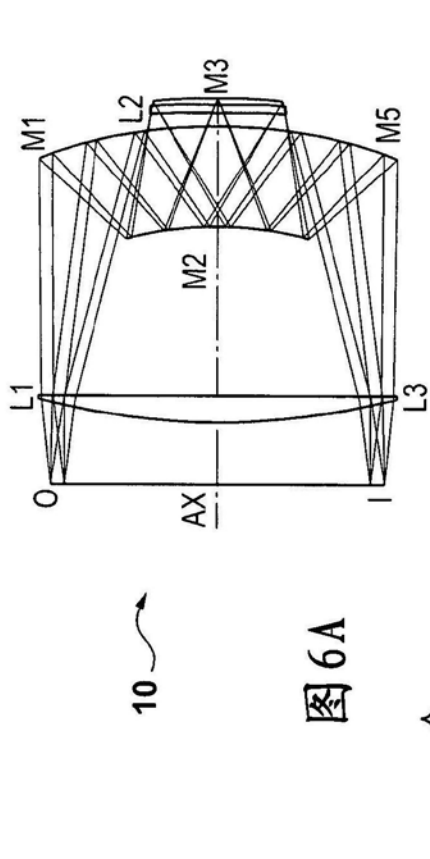


图5C



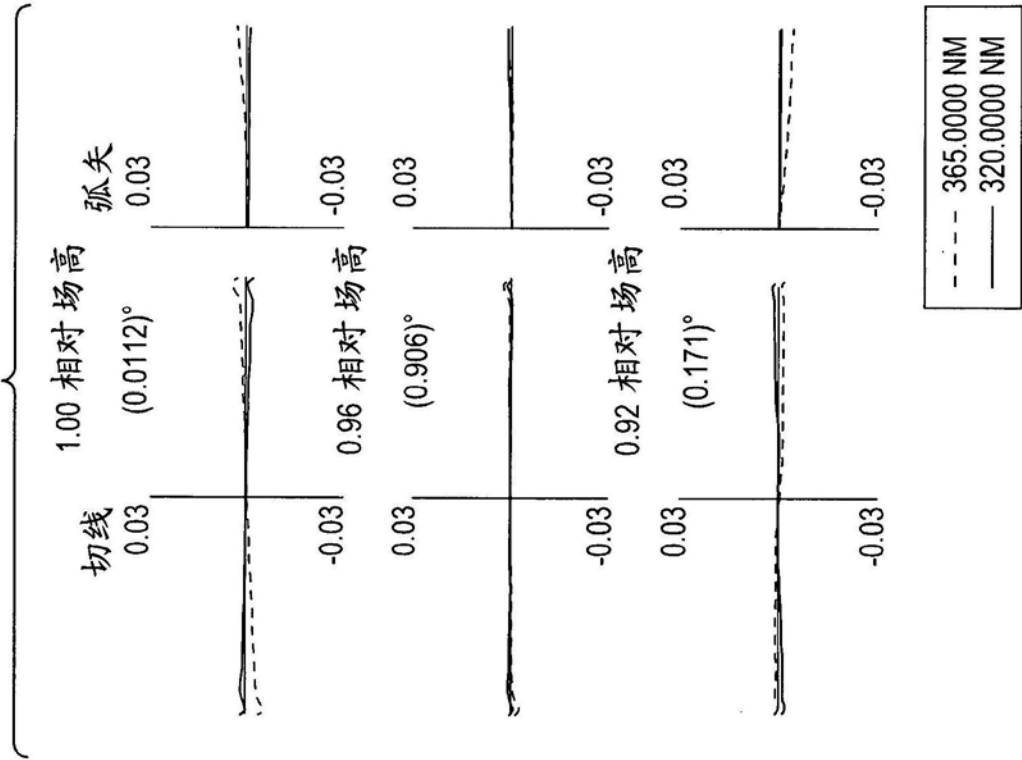


图6C

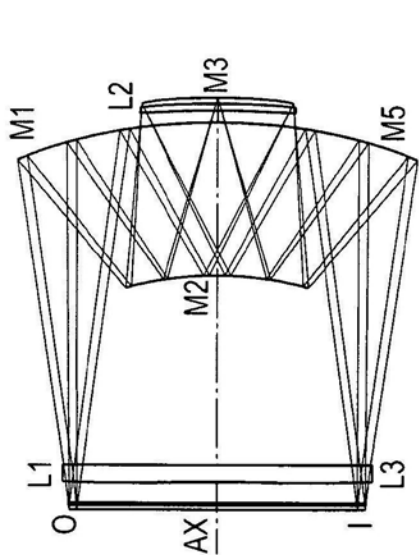


图 7A

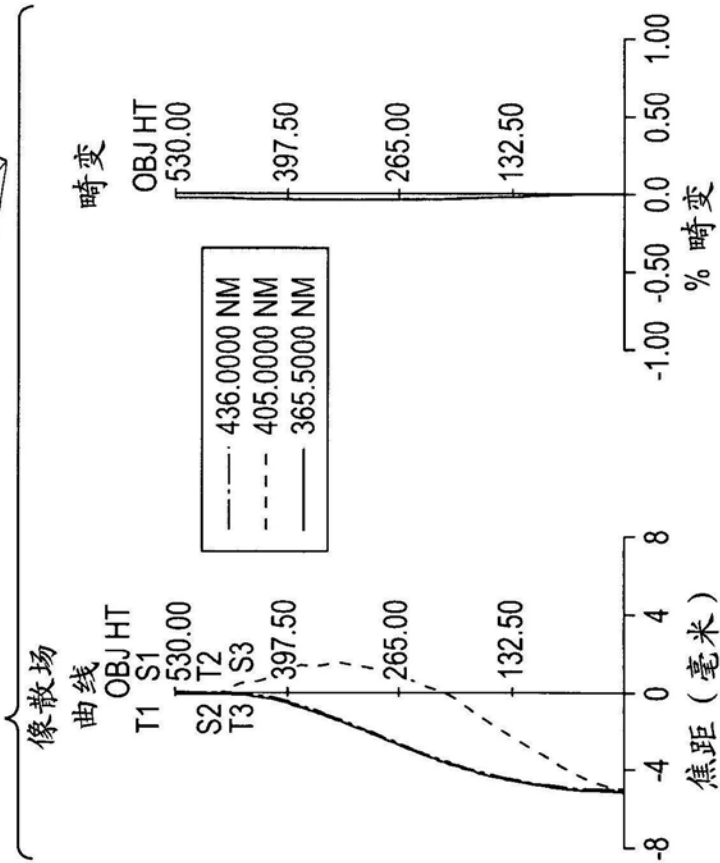


图 7B

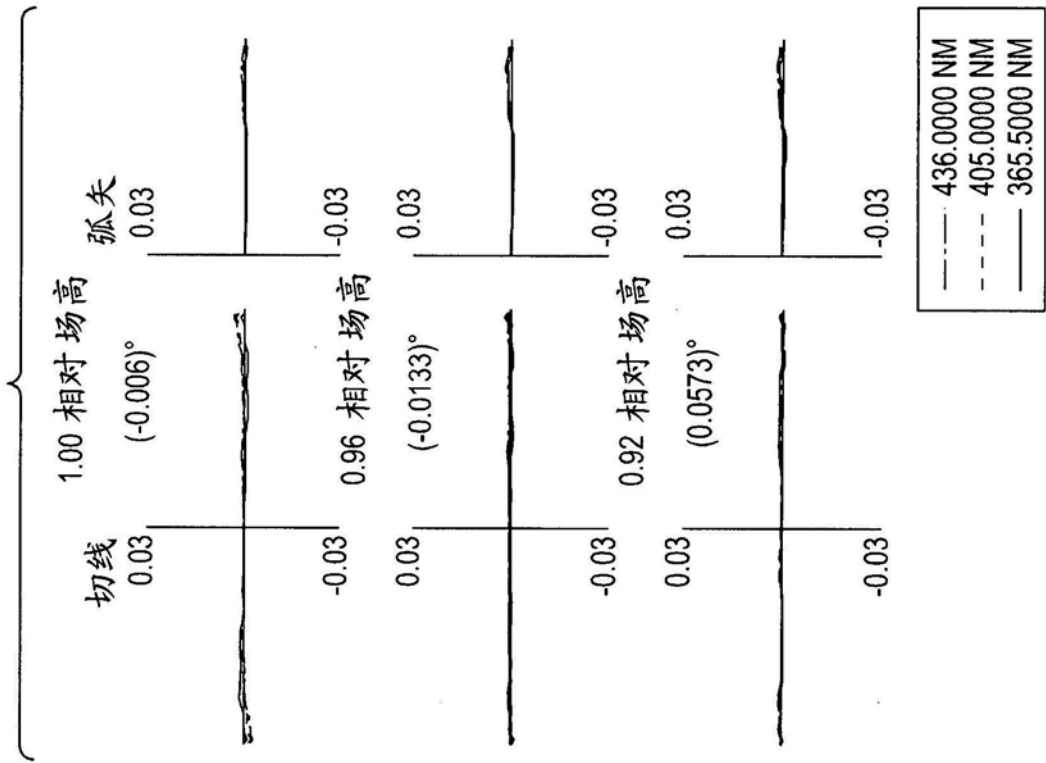


图7C

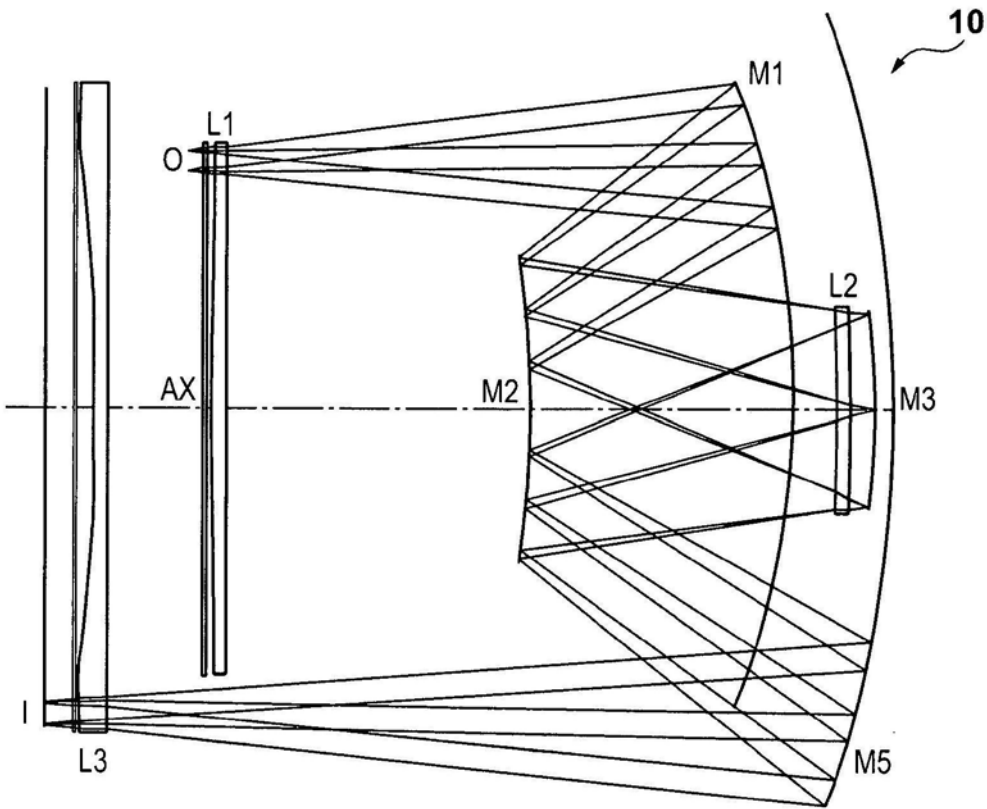


图8A

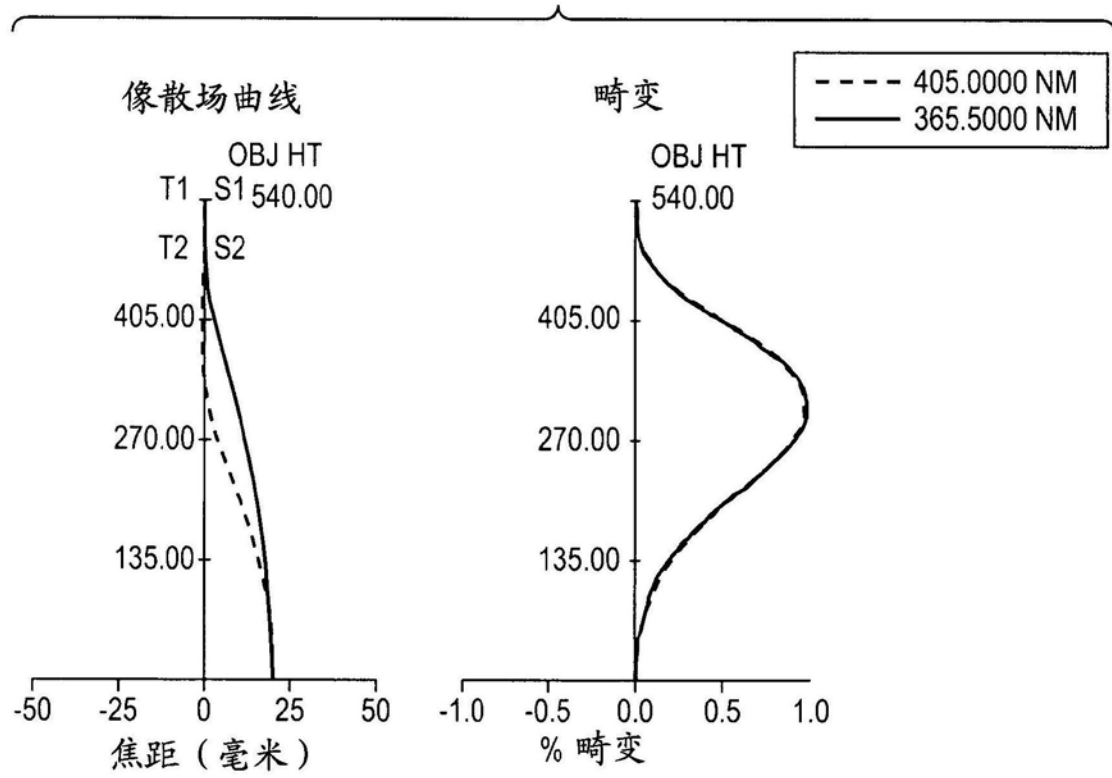


图8B

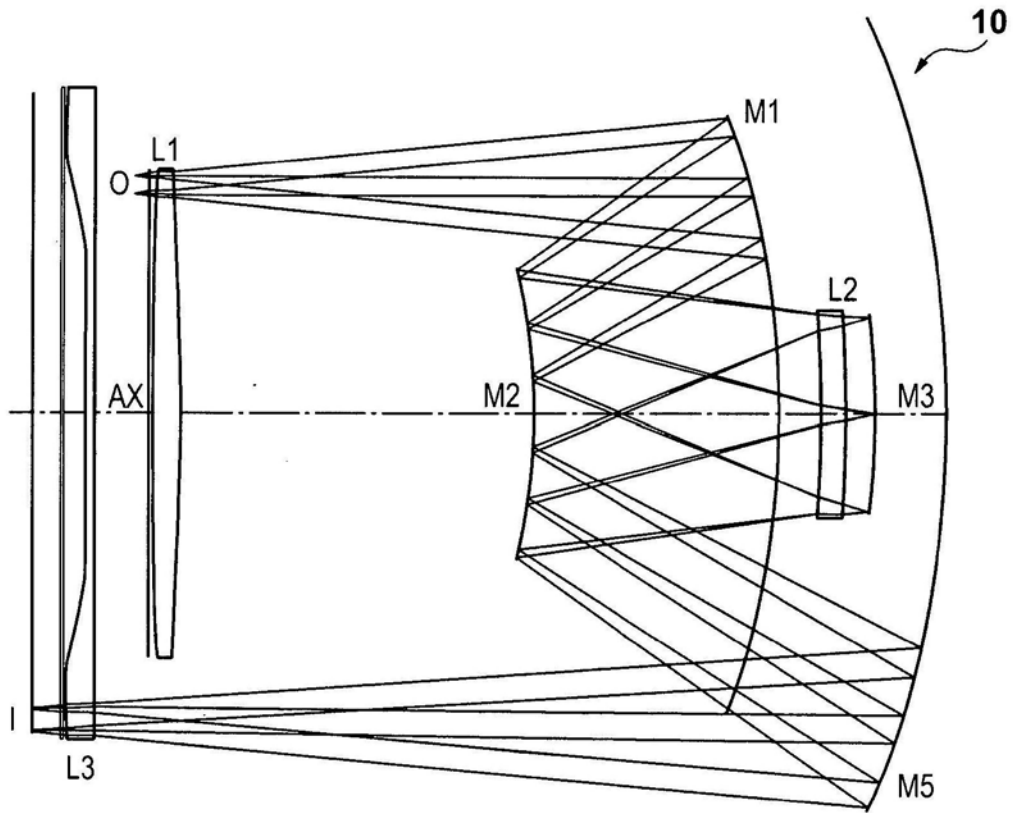


图9A

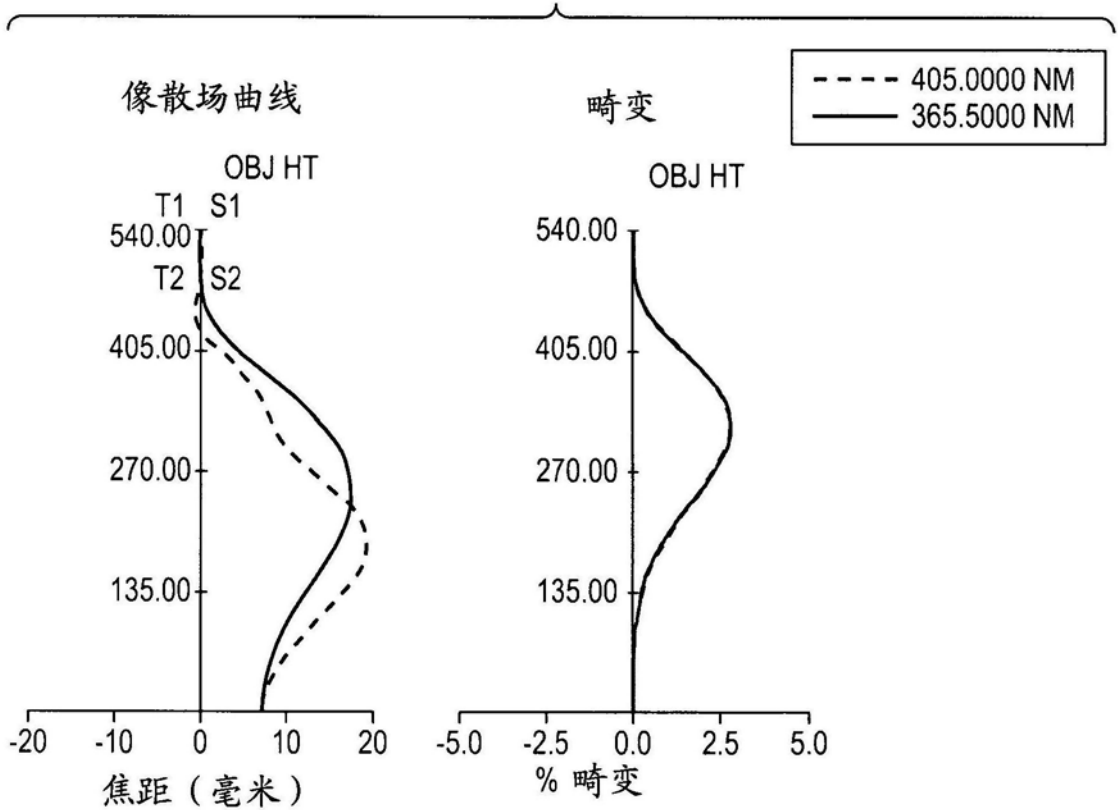


图9B

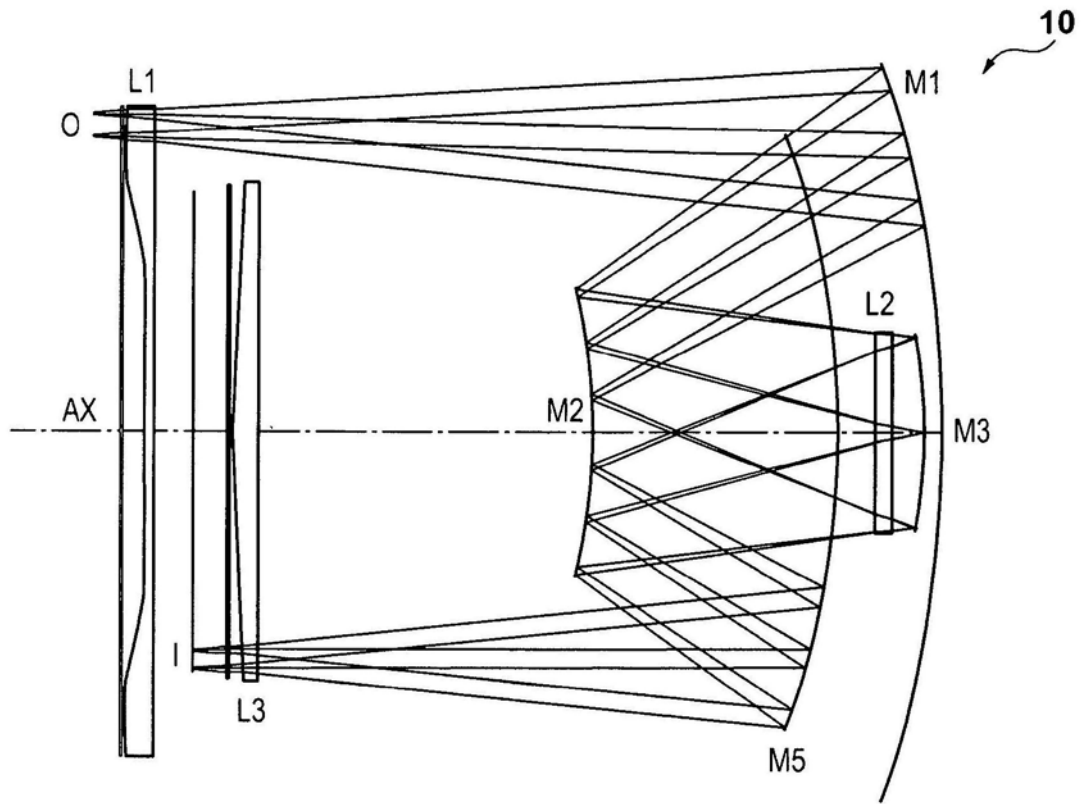


图10A

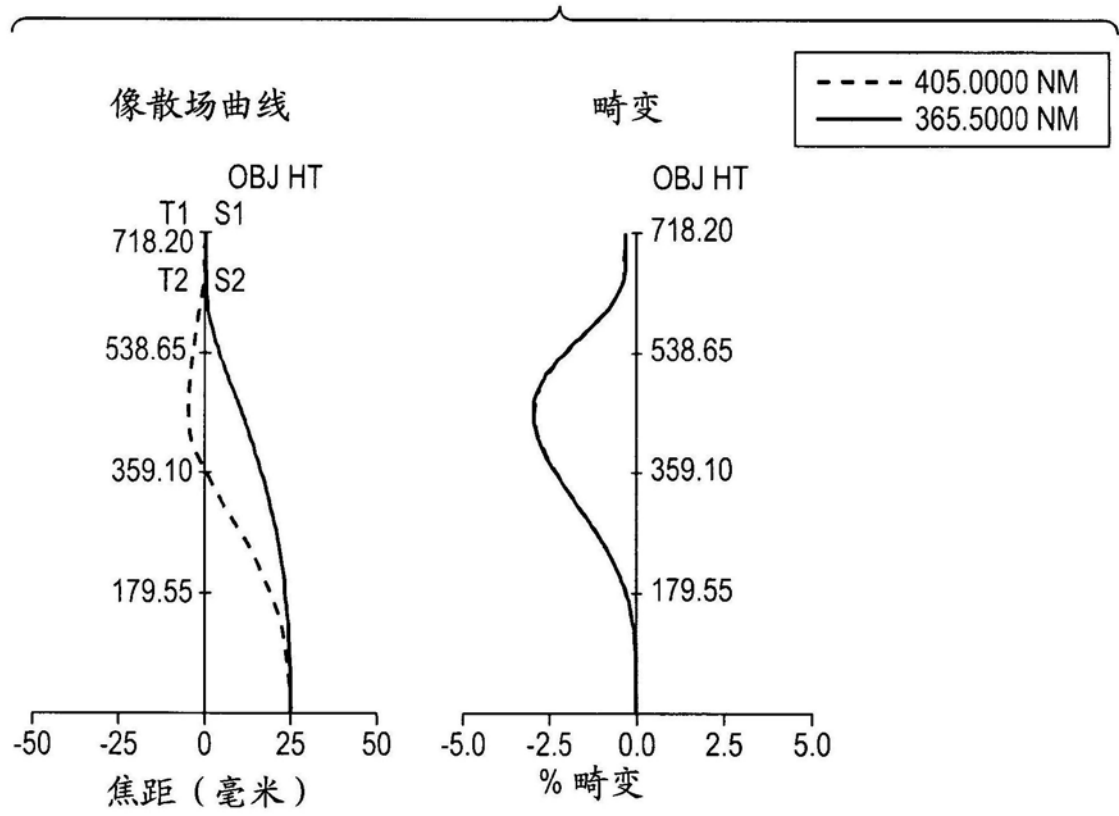


图10B

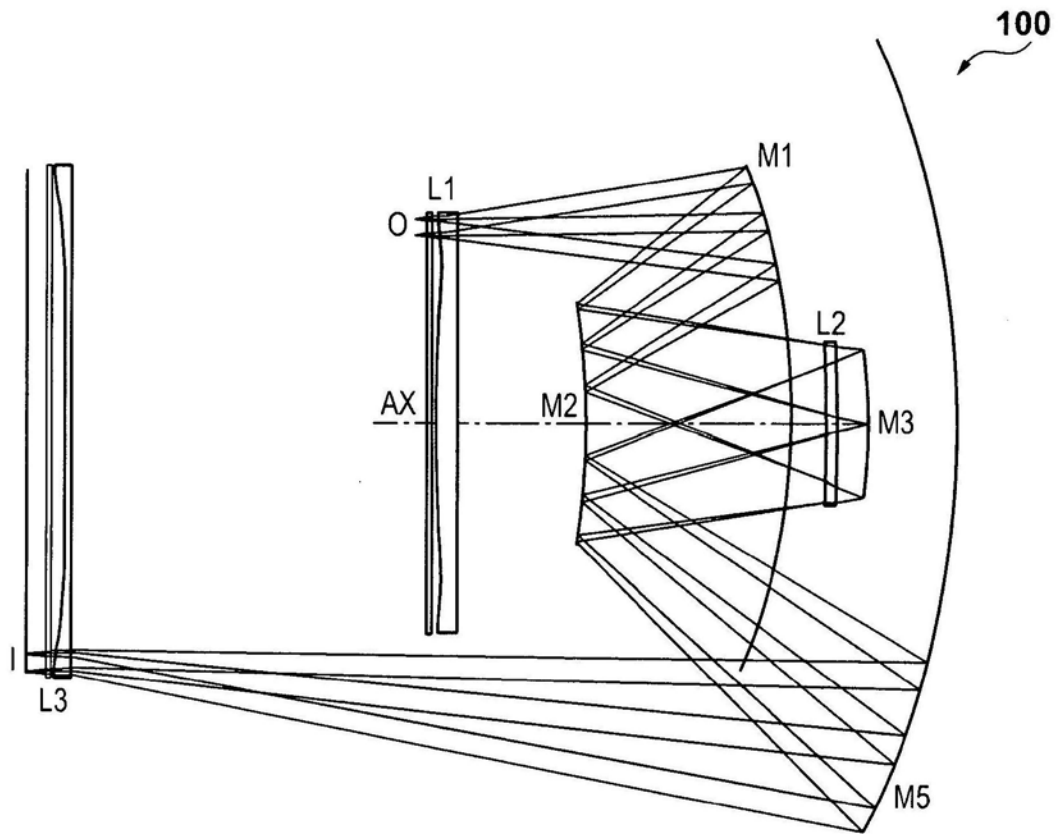


图11A

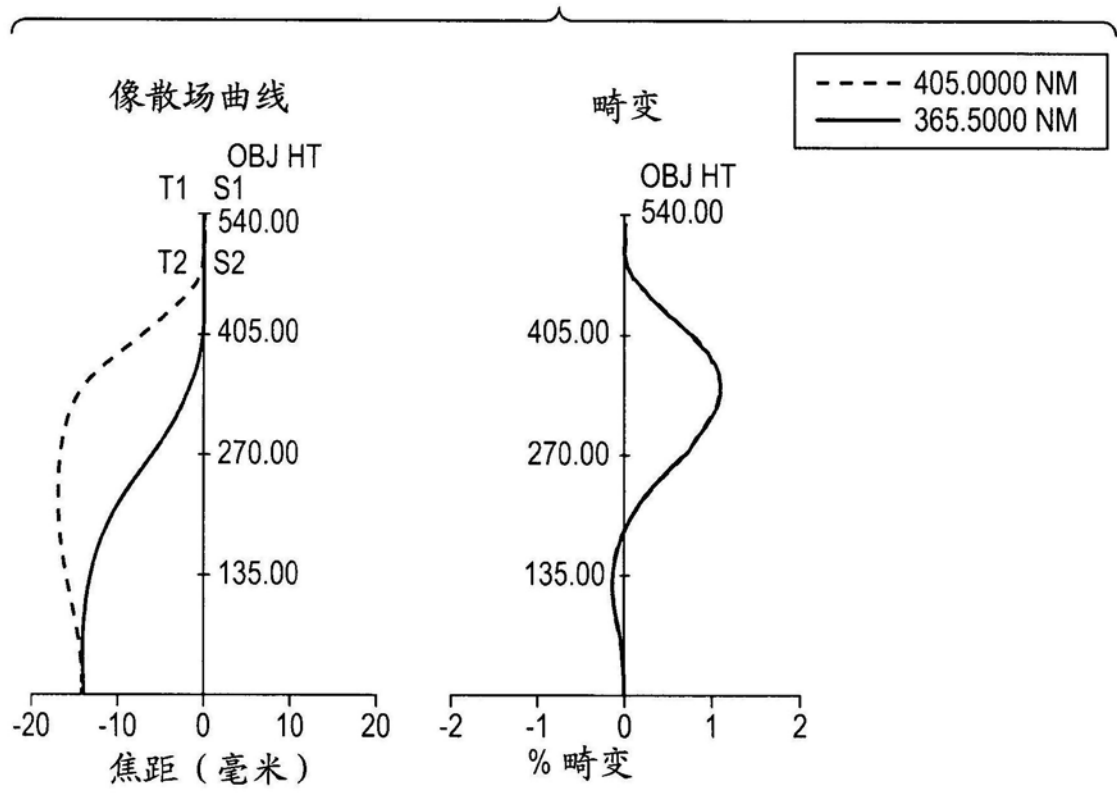


图11B

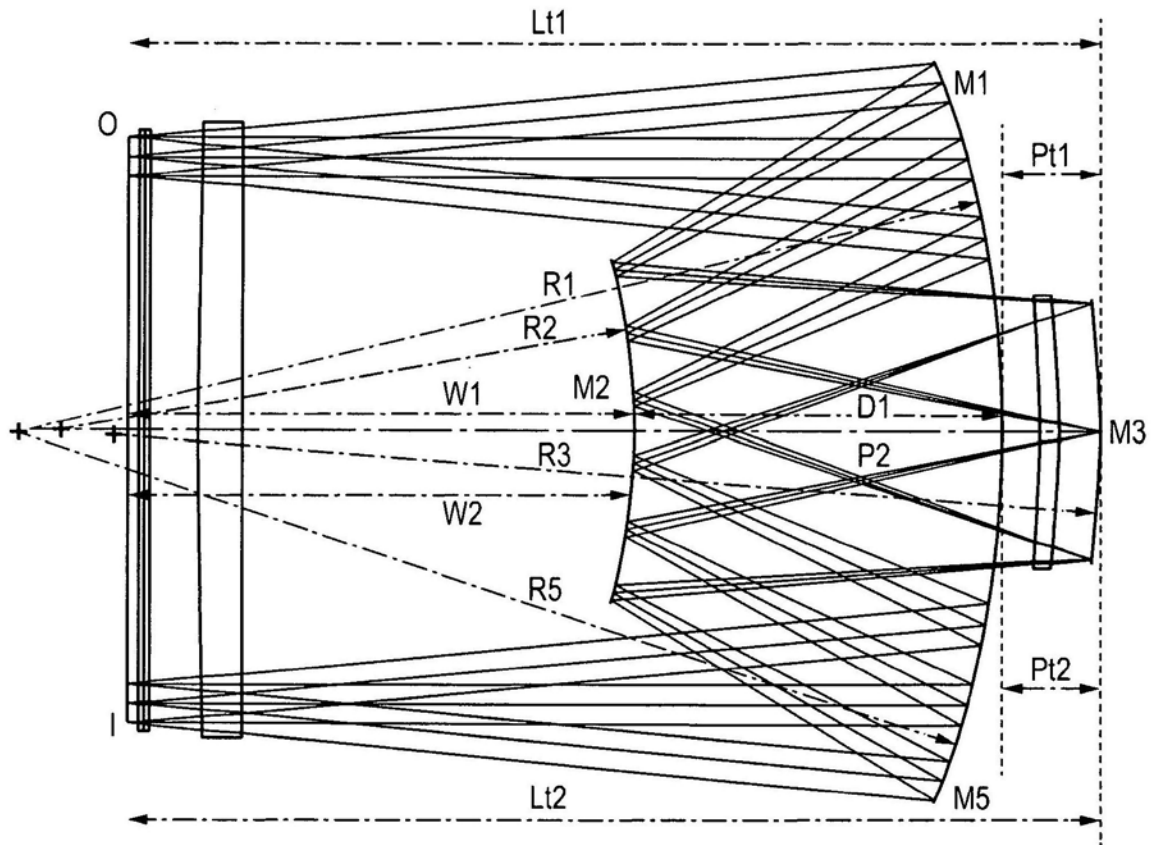


图12

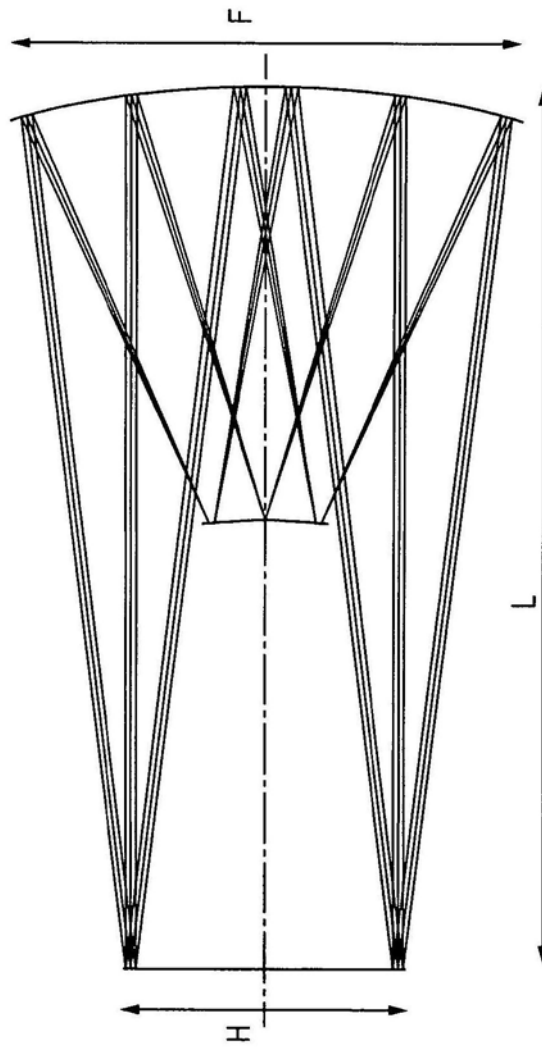


图13A

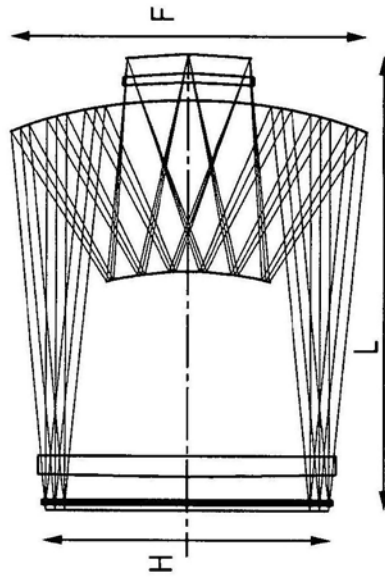


图13B

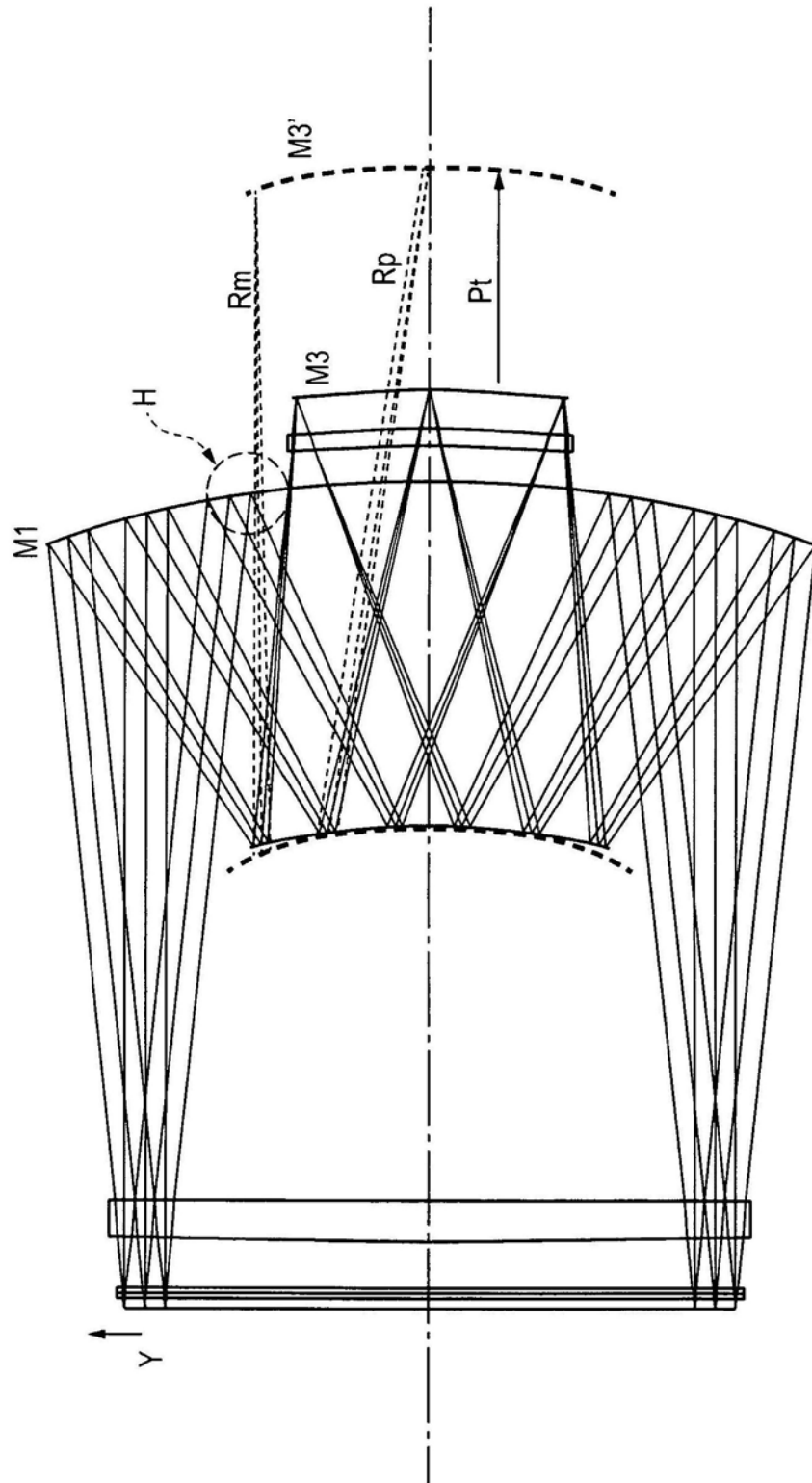


图14

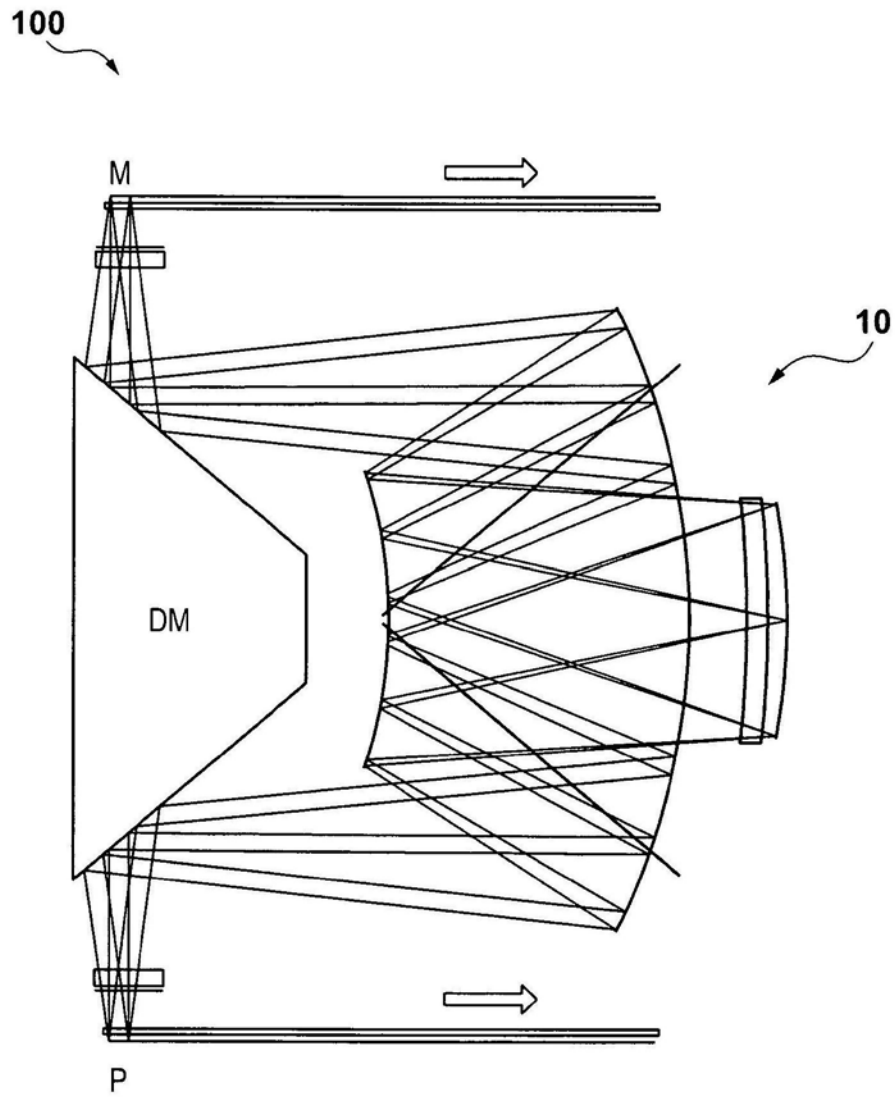


图15