



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112445082 B

(45) 授权公告日 2024.03.19

(21) 申请号 202010922291.5

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2020.09.04

G03F 7/20 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

(56) 对比文件

申请公布号 CN 112445082 A

CN 101625455 A, 2010.01.13

(43) 申请公布日 2021.03.05

CN 1577102 A, 2005.02.09

(30) 优先权数据

JP 2008089832 A, 2008.04.17

2019-161464 2019.09.04 JP

TW 201723678 A, 2017.07.01

(73) 专利权人 佳能株式会社

CN 107436539 A, 2017.12.05

地址 日本东京

JP 2010135479 A, 2010.06.17

(72) 发明人 河野道生

审查员 苏眉英

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038

专利代理人 程晨

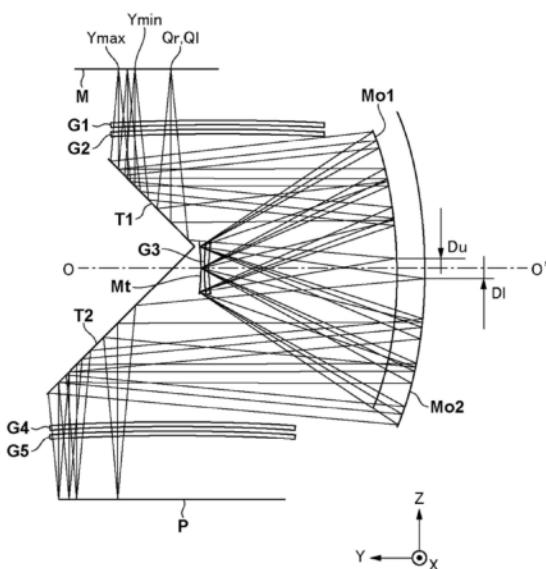
权利要求书1页 说明书12页 附图13页

(54) 发明名称

曝光装置以及物品制造方法

(57) 摘要

提供对投影光学系统中的凹面镜的小型化有利的曝光装置以及物品制造方法。提供一边对掩模及基板进行扫描一边对所述基板进行曝光的曝光装置。所述曝光装置具有将所述掩模的图案投影到所述基板的投影光学系统。所述投影光学系统构成为包括第1凹面镜、凸面镜以及第2凹面镜,透过所述掩模的图案的光按照所述第1凹面镜、所述凸面镜以及所述第2凹面镜的顺序反射。在将利用来自所述掩模上的圆弧状的照明区域的所有物点的光束在所述第1凹面镜或所述第2凹面镜上形成的有效区域和与所述投影光学系统的光轴正交且在与所述基板平行的方向上延伸的直线的最小接近距离设为D、将形成于所述基板上的所述圆弧的最外周半径设为Ru时,满足 $0 < D < 0.1 \cdot Ru$ 的条件。



1. 一种曝光装置,一边对掩模及基板进行扫描一边对所述基板进行曝光,该曝光装置的特征在于,

具有将所述掩模的图案投影到所述基板的投影光学系统,

所述投影光学系统构成为包括第1凹面镜、凸面镜以及第2凹面镜,透过所述掩模的图案的光按照所述第1凹面镜、所述凸面镜以及所述第2凹面镜的顺序反射,

在将利用来自所述掩模上的圆弧状的照明区域的所有物点的光束在所述第1凹面镜或所述第2凹面镜上形成的有效区域和与所述投影光学系统的光轴正交且在与所述基板平行的方向上延伸的直线的最小距离设为D、将形成于所述基板上的所述圆弧的最外周半径设为Ru时,满足 $0 < D < 0.1 \cdot Ru$ 的条件。

2. 根据权利要求1所述的曝光装置,其特征在于,

所述投影光学系统是放大系统。

3. 根据权利要求1所述的曝光装置,其特征在于,

所述投影光学系统是等倍系统。

4. 根据权利要求1所述的曝光装置,其特征在于,

所述投影光学系统是缩小系统。

5. 根据权利要求1所述的曝光装置,其特征在于,

在将所述照明区域的与所述基板面上的扫描方向正交的方向的宽度设为W时,满足 $W \geq 780\text{mm}$ 的条件。

6. 根据权利要求1所述的曝光装置,其特征在于,

所述投影光学系统在所述掩模面及所述基板面处是远心的,

所述投影光学系统在所述掩模面或所述基板面的附近还包括具有正的折射力的透镜群,

作为入射到所述第1凹面镜的主光线的角度的第一角度向接近所述投影光学系统的光轴的方向倾斜,或者,作为从所述第2凹面镜射出的主光线的角度的第二角度向远离所述光轴的方向倾斜。

7. 根据权利要求6所述的曝光装置,其特征在于,

所述透镜群包括具有非球面形状的透镜。

8. 根据权利要求6所述的曝光装置,其特征在于,

表示所述第一角度的第一远心度的绝对值或者表示所述第二角度的第二远心度的绝对值在 0.015 弧度以上。

9. 根据权利要求6所述的曝光装置,其特征在于,

所述掩模面及所述基板面处的远心度在 ± 0.05 弧度以内。

10. 一种物品制造方法,其特征在于,包括:

使用权利要求1至9中的任意一项所述的曝光装置对基板进行曝光的工序;以及

对曝光后的所述基板进行显影的工序,

根据显影后的所述基板制造物品。

曝光装置以及物品制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及曝光装置以及物品制造方法。

背景技术

[0002] 曝光装置是在作为半导体设备、液晶显示装置等的制造工序的光刻工序中将原版(还称为投影掩模或掩模)的图案经由投影光学系统转印到感光的基板(在表面形成有抗蚀剂层的晶片、玻璃板等)的装置。以往,在投影光学系统中可以使用奥夫纳(Offner)型光学系统。奥夫纳型光学系统具有大致同心状地配置的凹面镜和凸面镜(凹凸2;片镜光学系统),使用光轴外的轮带状良像区域在基板上对原版的图案进行成像。

[0003] 专利文献1(日本特开2008-089832号公报)公开了用于抑制与设备的大型化相伴的原版的大型化的奥夫纳型光学系统的设计信息。专利文献2(日本特开2009-038152号公报)公开了调整奥夫纳型光学系统中的失真和/或像散的技术。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2008-089832号公报

[0007] 专利文献2:日本特开2009-038152号公报

发明内容

[0008] 发明要解决的问题

[0009] 用于大画面一并曝光的凹凸2片镜光学系统当前是等倍成像系统,光学设计上在1个大口径的凹面镜中使光束反射2次。在凹凸2片镜光学系统中将成像倍率设为放大系统时,2片大口径的凹面镜具有不同的曲率,被分割而成为独立的结构(专利文献1)。为了支撑大口径且对半分割的反射镜,需要诸如不发生其面变形的高精度的机械性支撑法。另外,在曝光时,在这些反射镜个别地振动时,与在等倍成像系统(专利文献2)中2个反射面作为整体活动的情况不同,在像面上易于发生曝光像的位移、倍率变动,在设计上了解到像性能大幅降低。

[0010] 另一方面,为了对大画面高速地进行扫描曝光,需要与其相称的曝光宽度和曝光狭缝宽度,这导致光学系统、特别是凹面镜的大型化。在反射镜变得大型化时,如上所述,不仅由于其自重、支撑而易于引起面变形,而且由于重量增加,其固有振动频率降低,易于拾取振幅大的低频率的地板振动等。

[0011] 为了克服这样的问题,需要具有一并曝光所需的宽的曝光宽度和曝光狭缝,并且需要使凹面镜尽可能小型化。此外,上述问题不仅在放大系统中存在,而且在等倍的2片镜光学系统中,在将凹面镜分割成为独立个体的情况下也同样存在。

[0012] 本发明例如提供对投影光学系统中的凹面镜的小型化有利的曝光装置。

[0013] 解决问题的方法

[0014] 根据本发明的第1侧面,提供一种曝光装置,该曝光装置一边对掩模及基板进行扫

描一边对所述基板进行曝光,所述曝光装置的特征在于,具有将所述掩模的图案投影到所述基板的投影光学系统,所述投影光学系统构成为包括第1凹面镜、凸面镜以及第2凹面镜,透过所述掩模的图案的光按照所述第1凹面镜、所述凸面镜以及所述第2凹面镜的顺序反射,在将利用来自所述掩模上的圆弧状的照明区域的所有物点的光束在所述第1凹面镜或所述第2凹面镜上形成的有效区域和与所述投影光学系统的光轴正交且在与所述基板平行的方向上延伸的直线的最小接近距离设为D、将形成在所述基板上的所述圆弧的最外周半径设为Ru时,满足 $0 < D < 0.1 \cdot R_U$ 的条件。

[0015] 根据本发明的第2侧面,提供一种曝光装置,该曝光装置一边对掩模及基板进行扫描一边对所述基板进行曝光,所述曝光装置的特征在于,具有将所述掩模的图案投影到所述基板的投影光学系统,所述投影光学系统包括第1凹面镜、凸面镜以及第2凹面镜,透过所述掩模的图案的光按照所述第1凹面镜、所述凸面镜以及所述第2凹面镜的顺序入射,在将利用来自所述掩模上的圆弧状的照明区域的所有物点的光束在所述第1凹面镜或所述第2凹面镜上形成的有效区域和与所述投影光学系统的光轴正交且在与所述基板平行的方向上延伸的直线的最小接近距离设为D、将形成在所述基板上的所述圆弧的最内周半径设为R1时,满足 $0 < D < 0.1 \cdot R_1$ 的条件。

[0016] 根据本发明的第3侧面,提供一种曝光装置,该曝光装置一边对掩模及基板进行扫描一边对所述基板进行曝光,所述曝光装置的特征在于,具有将所述掩模的图案投影到所述基板的投影光学系统,所述投影光学系统包括第1凹面镜、凸面镜以及第2凹面镜,透过所述掩模的图案的光按照所述第1凹面镜、所述凸面镜以及所述第2凹面镜的顺序入射,在将利用来自所述掩模上的圆弧状的照明区域的所有物点的光束在所述第1凹面镜或所述第2凹面镜上形成的有效区域和与所述投影光学系统的光轴正交且在与所述基板平行的方向上延伸的直线的最小接近距离设为D、将形成在所述基板上的所述圆弧的最外周半径与最内周半径之间的沿着所述直线的方向的中央处的差设为Sw时,满足 $0 < D < 1.15 \cdot S_w$ 的条件。

[0017] 根据本发明的第4侧面,提供一种曝光装置,该曝光装置一边对掩模及基板进行扫描一边对所述基板进行曝光,所述曝光装置的特征在于,具有将所述掩模的图案投影到所述基板的投影光学系统,所述投影光学系统包括第1凹面镜、凸面镜以及第2凹面镜,透过所述掩模的图案的光按照所述第1凹面镜、所述凸面镜以及所述第2凹面镜的顺序入射,所述投影光学系统构成为利用来自所述掩模上的圆弧状的照明区域的所有物点的光束在所述第1凹面镜及所述第2凹面镜上形成有效区域,所述投影光学系统在所述掩模面及所述基板面处是远心的(telecentric),所述投影光学系统在所述掩模面或所述基板面的附近还包括具有正的折射力的透镜群,作为入射到所述第1凹面镜的主光线的角度的第一角度向接近所述投影光学系统的光轴的方向倾斜,或者,作为从所述第2凹面镜射出的主光线的角度的第二角度向远离所述光轴的方向倾斜。

[0018] 根据本发明的第5侧面,提供一种物品制造方法,其特征在于,包括使用上述第1~4侧面中的任意1个侧面所涉及的曝光装置对基板进行曝光的工序以及对曝光后的所述基板进行显影的工序,根据显影后的所述基板制造物品。

[0019] 发明的效果

[0020] 根据本发明,例如能够提供对投影光学系统中的凹面镜的小型化有利的曝光装置。

附图说明

- [0021] 图1是示出实施方式中的曝光装置的结构的图。
- [0022] 图2是实施例1中的投影光学系统的光线图。
- [0023] 图3是实施例1中的像圆弧区域内的横像差图。
- [0024] 图4是示出实施例1中的掩模面上的圆弧状曝光区域的图。
- [0025] 图5是示出实施例1中的凹面镜上的有效光束区域的示意图。
- [0026] 图6是示出实施例1中的凹面镜上的有效光束区域的轨迹图。
- [0027] 图7是实施例2中的投影光学系统的光线图。
- [0028] 图8是实施例2中的像圆弧区域内的横像差图。
- [0029] 图9是实施例3中的投影光学系统的光线图。
- [0030] 图10是实施例3中的像圆弧区域内的横像差图。
- [0031] 图11是示出实施例3中的有效光束区域的示意图。
- [0032] 图12是示出实施例3中的凹面镜上的有效光束区域的轨迹图。
- [0033] 图13是示出各实施例的设计值的规格的图。
- [0034] (符号说明)
- [0035] M:掩模;G1~G5:折射光学部件;T1:第1平面反射镜;T2:第2平面反射镜;Mt:凸面镜;P:平板(基板)。

具体实施方式

[0036] 以下参照附图详细说明实施方式。此外,以下的实施方式不限定权利要求书所涉及的发明。在实施方式中记载了多个特征,但并非所有这些多个特征都是发明所必须的,另外多个特征也可以任意地组合。而且,在附图中,对同一或同样的结构附加相同的参照编号,省略重复的说明。

[0037] 图1是示出实施方式中的曝光装置的结构的图。在本说明书及附图中,在将水平面设为XY平面的XYZ坐标系中示出方向。一般地,作为被曝光基板的平板P以其表面成为与水平面(XY平面)平行的方式放置于平板载置台401上。因此,以下将在沿着平板P的表面的平面内相互正交的方向设为X轴及Y轴,将与X轴及Y轴垂直的方向设为Z轴。

[0038] 照明光学系统1包括光源101、ND滤光片102、光学积分器103、光阑104、聚光透镜105、狭缝106、透镜107、反射镜108以及透镜109。光源101发出高压汞灯等紫外线的光。ND滤光片102具有预定的透过率,调整从光源101发出的光的强度。光学积分器103例如由蝇眼透镜构成。蝇眼透镜由多个微小透镜的集合构成,在其光射出面附近形成多个2次光源。光阑104是用于决定由光学积分器103形成的2次光源的集合的总体的形状的光阑。2次光源的集合的总体的形状被称为照明形状。聚光透镜105使用来自光学积分器103的光对狭缝106进行柯勒照明。狭缝106对来自光源的光进行整形。狭缝106的开口部形成通过遮光叶片(masking blade)对掩模上进行照射的形状。通过狭缝106的光经由透镜107、反射镜108、透镜109对掩模M进行照射。

[0039] 掩模载置台201能够保持掩模M而在Y轴方向上移动。激光干涉仪202测量掩模载置台201的位置。

[0040] 投影光学系统3将在掩模M上描绘的图案投影到作为涂敷有感光材料的基板的平

板P上。投影光学系统3是所谓的奥夫纳(Offner)型光学系统。在奥夫纳光学系统的情况下,为了确保良好的像区域,对掩模M照射圆弧形状的光。为此,狭缝106的光透过部(开口部)的形状、向平板P到达的曝光光的照射形状也成为圆弧形状。透过掩模M图案的光在按照第1平面反射镜T1、第1凹面镜Mo1、凸面镜Mt、第2凹面镜Mo2、第2平面反射镜T2的顺序反射之后到达平板P。由此,掩模M上的图案被转印到平板P上。此外,第1凹面镜Mo1和第2凹面镜Mo2在光学上独立,但两者既可以整体地形成也可以独立地构成。

[0041] 平板载置台401能够保持平板P而至少在X方向及Y方向上移动。通过平板载置台401保持平板P而与掩模载置台201同步地在Y方向上驱动,可以进行平板P的扫描曝光。控制部5例如由包括CPU及存储器的计算机构成,控制扫描曝光。

[0042] 用户能够经由操作部6进行曝光装置的各种参数的设定。输入的参数的值可以发送给控制部5,由控制部5调整曝光装置内的各部分。

[0043] 在投影光学系统是奥夫纳型的情况下,如上所述狭缝106的形状成为圆弧状。这是因为在使掩模M上的像在平板P上成像时,良好的成像区域成为圆弧状,使用该良好的区域进行曝光。狭缝106相对扫描方向具有圆弧状的开口部。稍后描述这个与扫描方向有关的狭缝106的开口宽度(狭缝宽度)。

[0044] (实施例1)

[0045] 图2是实施例1中的投影光学系统3的光线图。从掩模M的面上的图示的点Y_{max}、Y_{min}、Q_r、Q₁(参照后述图4)发出的光束在通过掩模面正下的折射光学部件G1、G2之后,在第1平面反射镜T1的作用下使光路直角地弯曲,入射到第1凹面镜Mo1。由第1凹面镜Mo1反射的光束在通过位于投影光学系统3的光轴O-O'附近的折射光学部件G3之后,入射到凸面镜Mt。凸面镜Mt是该成像光学系统的瞳。在凸面镜Mt处反射的光束在再次通过折射光学部件G3之后,入射到第2凹面镜Mo2。在第2凹面镜Mo2处反射的光束行进到第2平面反射镜T2,在其作用下使光路直角地弯曲,通过平板面正上的折射光学部件G4、G5,在平板P的面上成像。在图2中,示出从掩模面上的点Q_r、Q₁发出的光束中的在第1凹面镜Mo1、第2凹面镜Mo2上最接近光轴O-O'的点和光轴O-O'的距离D_u、D₁。在图5中稍后描述与此有关的说明。本实施例的成像倍率是1.15倍,数值孔径(NA)是0.105,曝光宽度是750mm。都是掩模面处的值。另外,作为曝光波长,使用i、h、g线,并对它们进行像差校正。在表1中总结了用于实现它们的各光学部件的曲率半径R、间隔D、玻璃部件的光学折射率N以及对应的光学部件的参照符号。此外,光学部件中的几个光学部件由非球面构成,由以下的式1给出定义非球面形状的式子。各系数也一并记载在表1中。

[0046]
$$z = rh^2 / (1 + (1 - (1 + k)r^2 h^2)^{1/2}) + Ah^4 + Bh^6 + Ch^8 + Dh^{10} + Eh^{12} + Fh^{14} + Gh^{16} + Hh^{18} + Jh^{20} \dots \text{ (式1)}$$

[0047] 在此,r是表1中的1/R。

[0048] 【表1】

面编号		R	D	N	
物体		0	0		
1		0	238.84		
2	非球面	-54898.86	40	'Si02'	G1
3	非球面	7471.85	12.31		
4		8150.22	24.9	'Si02'	G2
5		10323.54	10		
6		0	20		
7		0	15		
8		0	20		
9		0	0		
10		0	598.58		
11		0	-917.57	反射	T1
12	非球面	2020.34	927.23	反射	Mo1
13		0	0		
14		0	0		
15		-2601.28	31.41	'Si02'	G3
16		-2384.46	35.04		
17	非球面	1125.61	-35.04	反射	Mt
18		-2384.46	-31.41	'Si02'	G3
19		-2601.28	0		
20		0	0		
21		0	-1064.75		
22	非球面	2308.58	1283.51	反射	Mo2
23		0	-753.47	反射	T2
24		0	-20		
25		0	-15		
26		0	-20		
27		0	-15		
28		0	-33.9	'Si02'	G4
29	非球面	4950.65	-10		
30		-29328.69	-10.77	'Si02'	G5
31	非球面	-2922.19	-268.68		
32		0	0		
像面					
非球面数据					
面编号	K	A04	B06	C08	D10
2	0.00E+00	2.03E-09	-1.34E-14	1.75E-20	7.58E-26
3	0.00E+00	3.19E-10	-2.72E-15	2.94E-21	-1.33E-26
12	0.00E+00	1.25E-12	1.56E-18	-5.50E-24	-1.57E-31
17	0.00E+00	2.57E-11	2.40E-16	7.44E-20	-2.79E-23
22	0.00E+00	2.53E-13	-1.86E-18	8.47E-24	-1.85E-29
29	0.00E+00	-1.89E-10	-5.63E-16	2.59E-21	7.81E-28
31	0.00E+00	7.07E-10	8.59E-16	-4.88E-22	-7.78E-27
面编号	E12	F14	G16	H18	J20
2	-1.05E-31	-9.89E-37	3.29E-42	-2.60E-48	0.00E+00
3	1.13E-31	-2.24E-38	-1.17E-42	2.34E-48	0.00E+00
12	3.78E-35	3.28E-41	-5.30E-46	1.10E-51	-7.23E-58
17	3.75E-27	-2.32E-31	5.51E-36	0.00E+00	0.00E+00
22	1.07E-35	3.71E-41	-8.70E-47	7.41E-53	-2.32E-59
29	-7.66E-33	3.56E-39	-1.95E-44	-1.32E-49	3.21E-55
31	1.26E-32	2.63E-38	6.35E-44	-1.17E-49	-1.63E-55

[0049]

[0050] 图3是本实施例的良像圆弧区域内5点处的横像差图,示出了像差被适当地校正。在此,使用图4及图5说明本发明的原理。图4是示出掩模M面上的圆弧状曝光区域的图。狭缝106仅对投影光学系统3具有的轴外的轮带状良像区域选择性地进行照明。图4是该区域。在图4中,横轴表示X方向,纵轴表示Y方向。狭缝106形成在X方向上曝光宽度W、在Y方向上狭缝宽度Sw的照明区域。在图4中,扫描方向是Y方向,在该方向上,掩模M和平板P被同步扫描,平板P整个面被曝光。在本说明书中,“曝光宽度”是指与掩模面上或平板面上的扫描方向(Y方向)正交的方向(X方向)的宽度。另外,“狭缝宽度”是指曝光宽度的中央处的狭缝的扫描方向(Y方向)的宽度。但是,如以下所说明,在图4的例子中,在曝光宽度的任意位置处狭缝的扫描方向(Y方向)的宽度都为Sw而相同。

[0051] 在图4中,设为R是形成该轮带状曝光区域的圆弧的最外半径、圆弧的中心是与光轴0一致的结构。在将该圆弧在Y方向(扫描方向)上偏移Sw的位置存在最内圆弧。通过设置这样的照明区域,在掩模M和平板P被扫描曝光时,能够在整个曝光宽度区域(X方向)中得到均匀的累计曝光量。此外,为了得到均匀的累计曝光量,还能够不同于图4而使圆弧的最内半径的中心与光轴0一致而在将最内半径在Y方向上偏移Sw的位置形成最外圆弧。在图4中,Y_{max}表示Y轴上的圆弧的最高点,Y_{min}表示最低点。另外,点Q_r、Q₁表示在圆弧区域内在X方向上最远离Y轴的左右的圆弧最内点。

[0052] 图5是示出凹面镜上的有效光束区域(双点划线的内部)的示意图。严格地说,该图是将光束投影到与光轴0-0'垂直的面的图。在图5中,横轴表示X方向,纵轴表示Z方向。在图2中,在第1平面反射镜T1处折弯的光束入射到第1凹面镜Mo1。在本实施例的情况下,设计成在掩模面和基板面上主光线成为远心的。因此,从掩模M面上的各点(Y_{max}、Y_{min}、Q_r、Q₁)发出的成像光束的各主光线与光轴0-0'大致平行地行进并入射到第1凹面镜Mo1。因此,在第1凹面镜Mo1上,原样地投影了图5的圆弧区域,并且加上成像光束的扩散的量来决定光束的有效区域。在图5中,单点划线的圆弧区域等于图4所示的掩模面上的圆弧区域,r表示在各点处扩散的光束的半径。具体而言,r是从掩模面到第1凹面镜Mo1的光学距离与成像光束的数值孔径(NA)之积。在图5中,圆弧的翘曲量A_n由下式定义。

$$A_n = R - \sqrt{(R^2 - (W/2)^2)^2}$$

[0054] 因此,在图5中用双点划线表示了第1凹面镜Mo1上的有效光束区域,但使用此前定义的数值由Sw+2r+A_n表示其向Z方向的扩散宽度。另外,向X方向的扩散宽度是W+2r。在此,在本发明中,在上述有效光束区域内,关注于最接近X轴的点P_r、P₁,规定它们和X轴的距离D。点P_r、P₁是从图4所示的掩模面上Q_r、Q₁发出的光束中的最接近光轴的点。具体而言,将通过来自照明区域的所有物点的光束在第1凹面镜Mo1或第2凹面镜Mo2上形成的有效区域和与投影光学系统3的光轴0正交且在与平板P平行的方向(X方向)上延伸的直线的最小接近距离设为D。

[0055] 如上所述,为了使凹面镜小径化,需要尽可能减小该最小接近距离D的值。这牵涉到在确保所需的曝光宽度和狭缝宽度的同时使圆弧半径R小径化。而且,在机械上和光学上都起到效果。为此,以下规定D值的上限值。

[0056] 根据我们的设计经验,了解到在将形成于平板P上的圆弧的最外周半径设为R_u时,在满足0 < D < 0.1 • R_u的条件的情况下,有助于凹面镜的小径化、像差的降低化。其理由之一是,凹面镜的外径一般与圆弧半径R_u的2倍(直径)成比例地变大,(实际上加上光束的扩散量),其体积以R_u的3次方变大。因此,在半径R_u变大10%时,体积增大约33%。因此,伴随重量增加,机械性支撑的难度提高,易于引起面变形,并且振动的固有振动频率降低到1/ $\sqrt{1.33}$ 倍,所以在曝光时易于拾取来自地板的低频振动。

[0057] 另外,从像差校正的观点来看,也了解到在物像高度变高10%时,特别是失真、像面弯曲、像散这样的依赖于像高的像差急剧恶化。根据同样的理由,了解到在将形成于平板上的圆弧的最内周半径设为R₁时,在满足0 < D < 0.1 • R₁的条件的情况下,有助于凹面镜的小径化、像差的降低化。

[0058] 另外,了解到在将形成于平板上的圆弧的最外周半径和最内周半径的Z轴上的位置处的差设为Sw时,在满足0 < D < 1.15 • Sw的条件的情况下,有助于凹面镜的小径化、像差的降低化。

降低化。其理由如以下所说明。通常,狭缝宽度想要尽可能设计得宽。这是为了增加累计曝光量,缩短曝光时间。但是,在设计上,在狭缝内的像高之间像差也恶化。具体而言,在狭缝的最大像高与最小像高之间,像面弯曲等像差发生变化,其通常成为像差容许值极限。换言之,意味着狭缝宽度成为与像高扩大相伴的像差劣化的一个基准。因此,为了抑制像差的恶化,需要将D值的增加抑制在狭缝宽度Sw以内。

[0059] 图6是示出实施例1的投影光学系统3中的凹面镜上的有效光束区域的轨迹图。了解到在掩模面M上的圆弧区域内,从在X方向上7点、在Y方向上3点这合计21点发出的成像光束在第1凹面镜Mo1上形成圆的集合。包括所有这些的区域与图5所示的双点划线的内部对应。光轴0之上的上半圆内的圆群是从掩模面发出而形成于第1凹面镜Mo1的光束群,图5所示的最短距离D用Du表示。另外,光轴0之下的下半圆内的圆群是形成于第2凹面镜Mo2的光束群,图5所示的最短距离D用D1表示。

[0060] 在图13中,总结地示出了本实施例中的光学系统的规格值。此外,在图13中,示出了作为各规格(NA、狭缝宽度、曝光宽度、Y_{max}、远心度)的后缀而记载的m是各个规格在掩模面侧取的值。另外,凹面径 $\varphi/2$ m、D_m以及凹面远心度m分别表示将图5适用于第1凹面镜的情况下凹面镜半径、最短距离D以及从狭缝中央物点发出的光束的主光线入射到第1凹面镜时的远心度。同样地,作为各规格的后缀而记载的p表示上述各规格在平板面侧或者第2凹面镜上取的值。

[0061] 根据图13的例子,表示照明区域的与基板面上的扫描方向正交的方向(X方向)的宽度W的“曝光宽度p”被设为863mm。在实施方式中,关于该宽度W,满足W≥780mm的条件即可。

[0062] (实施例2)

[0063] 图7是实施例2中的投影光学系统3的光线图。本实施例的投影光学系统3是放大系统。例如,其成像倍率是1.25倍,数值孔径(NA)是0.1,曝光宽度是750mm。都是掩模面M处的值。另外,作为曝光波长,使用i、h、g线,并对它们进行像差校正。光线从掩模面M向平板面P行进的过程、途中的光学部件的基本的结构与图2相同,所以省略说明。在表2中总结了各光学部件的曲率半径R、间隔D、玻璃部件的光学折射率N以及对应的光学部件的参照符号。

[0064] 【表2】

面编号		R	D	N	
物体		0	0		
1		0	232.64		
2	非球面	-3501.62	39.97	'SiO2'	
3	非球面	4254.45	26.97		G1
4	非球面	2469	10	'SiO2'	
5		12233.7	10		G2
6		0	20		
7		0	15		
8		0	20		
9		0	0		
10		0	603.74		
11		0	-946.28	反射	T1
12	非球面	2045.69	946.12	反射	Mo1
13		0	0		
14		0	0		
15		-1957.93	20	'SiO2'	
16		-1876.9	49.57		G3
17	非球面	1162.92	-49.57	反射	Mt
18		-1876.9	-20	'SiO2'	
19		-1957.93	0		G3
20		0	0		
21		0	-1096.07		
22		2439.5	1330.01	反射	Mo2
23		0	-704.33	反射	T2
24		0	-20		
25		0	-15		
26		0	-20		
27		0	-15		
28		0	-38.04	'SiO2'	
29	非球面	2302.42	-10		G4
30	非球面	-5565.4	-12.99	'SiO2'	
31	非球面	-1402.45	-430.55		G5
32		0	0		
像面					
非球面数据					
面编号	K	A04	B06	C08	D10
2	0.00E+00	3.29E-09	-1.53E-14	1.22E-20	8.18E-26
3	0.00E+00	-8.83E-10	-9.15E-16	9.32E-21	-1.18E-26
4	0.00E+00	-2.27E-09	4.39E-15	6.10E-21	-7.12E-28
12	0.00E+00	1.47E-12	-9.36E-19	5.64E-24	-1.82E-29
17	0.00E+00	2.55E-11	-7.75E-16	9.44E-20	-3.12E-24
29	0.00E+00	-7.73E-10	4.59E-16	3.11E-21	-3.03E-27
30	0.00E+00	-6.57E-10	3.82E-15	-1.41E-22	-1.90E-26
31	0.00E+00	6.77E-10	9.60E-16	1.17E-21	-1.04E-26
面编号	E12	F14	G16	H18	J20
2	-5.83E-32	-9.19E-37	2.74E-42	-2.78E-48	0.00E+00
3	1.09E-31	1.56E-39	-4.93E-43	-6.98E-49	0.00E+00
4	-2.25E-32	2.05E-38	2.41E-43	-1.05E-48	0.00E+00
12	1.96E-35	9.18E-41	-3.97E-46	6.03E-52	-3.33E-58
17	-2.20E-28	2.06E-32	-4.75E-37	0.00E+00	0.00E+00
29	-1.52E-32	-3.92E-39	8.85E-44	-2.72E-50	-1.02E-55
30	2.21E-32	-2.01E-38	6.11E-44	3.01E-50	-1.11E-55
31	3.18E-33	6.00E-39	5.62E-44	-8.13E-50	3.64E-56

[0065]

[0066] 定义非球面形状的式子与前述式1相同。另外,对于最短距离D的上限规定也与实施例1相同。

[0067] 在图13中,总结地示出了本实施例中的光学系统的规格值。

[0068] 图8是本实施例的良像圆弧区域内5点处的横像差图,示出了像差被适当地校正。

[0069] (实施例3)

[0070] 图9是实施例3中的投影光学系统3的光线图。本实施例的投影光学系统3是放大系

统。例如,其成像倍率是1.49倍,数值孔径(NA)是0.105,曝光宽度是750mm。都是掩模面M处的值。另外,作为曝光波长,使用i、h、g线,并对它们进行像差校正。光线从掩模面M向平板面P行进的过程、途中的光学部件的基本结构与图2相同。在表3中总结了各光学部件的曲率半径R、间隔D、玻璃部件的光学折射率N以及对应的光学部件的参照符号。

[0071] 【表3】

面编号		R	D	N	
物体		0	0		
1		0	221.75		
2	非球面	1698.24	40	'Si02'	G1
3	非球面	783.25	10		
4	非球面	7550.92	32.19	'Si02'	G2
5		12603.71	10		
6		0	20		
7		0	15		
8		0	20		
9		0	0		
10		0	590.64		
11		0	-797.57	反射	T1
12	非球面	1722.94	643.64	反射	Mo1
13		0	0		
14		0	0		
15		-2295.02	78.22	'Si02'	G3
16	非球面	-2123.65	39.21		
17	非球面	1104.74	-39.21	反射	Mt
18	非球面	-2123.65	-78.22	'Si02'	G3
19		-2295.02	0		
20		0	0		
21		0	-634.24		
22	非球面	2125.82	978.52	反射	Mo2
23		0	-875.86	反射	T2
24		0	-20		
25		0	-15		
26		0	-20		
27		0	-15		
28		0	-40	'Si02'	G4
29	非球面	3113.59	-23.99		
30	非球面	-5602.71	-40	'Si02'	G5
31	非球面	-877.83	-240.57		
32		0	0		
像面					
非球面数据					
面编号	K	A04	B06	C08	D10
2	0.00E+00	1.66E-09	-1.85E-14	1.35E-20	1.16E-25
3	0.00E+00	-3.55E-09	-1.31E-15	1.55E-20	2.02E-27
4	0.00E+00	-6.07E-10	4.23E-15	-5.98E-22	-1.67E-26
12	0.00E+00	-7.68E-13	9.89E-18	-4.14E-23	8.53E-29
16	0.00E+00	-3.48E-11	3.51E-15	-3.05E-19	3.80E-23
17	0.00E+00	-2.43E-12	-1.54E-15	-3.11E-20	-1.18E-24
18	0.00E+00	-3.48E-11	3.51E-15	-3.05E-19	3.80E-23
22	0.00E+00	-6.28E-12	9.13E-19	1.45E-25	-5.82E-29
29	0.00E+00	-7.77E-10	5.63E-16	3.63E-21	-2.70E-27
30	0.00E+00	-8.28E-10	4.14E-15	4.94E-22	-1.85E-26
31	0.00E+00	1.19E-09	1.99E-15	1.73E-21	-1.16E-26
面编号	E12	F14	G16	H18	J20
2	3.80E-32	-8.50E-37	1.89E-42	-3.43E-48	0.00E+00
3	1.11E-31	-6.36E-38	-6.95E-43	-1.03E-48	0.00E+00
4	-4.30E-32	8.75E-38	4.60E-43	-1.39E-48	0.00E+00
12	5.94E-36	-2.67E-40	9.52E-47	7.46E-52	-6.75E-58
16	-2.65E-27	9.46E-32	-1.39E-36	2.62E-42	0.00E+00
17	6.28E-28	-3.60E-32	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
18	-2.65E-27	9.46E-32	-1.39E-36	2.62E-42	0.00E+00
22	1.56E-34	6.08E-42	2.21E-46	-2.85E-51	4.28E-57
29	-1.59E-32	-6.21E-39	7.90E-44	-2.81E-50	-5.12E-56
30	2.08E-32	-2.51E-38	5.21E-44	1.01E-50	-6.43E-56
31	-7.84E-34	1.10E-39	5.37E-44	-7.11E-50	2.54E-56

[0072]

[0073] 定义非球面形状的式子与前述式1相同。

[0074] 图10是本实施例的良像圆弧区域内5点处的横像差图,示出了像差被适当地校正。

[0075] 在本实施例中,第1凹面镜Mo1和第2凹面镜Mo2在大致相同的位置重叠配置。而且,与此前描述的2个实施例最不同的点在于入射到第1凹面镜Mo1的主光线的角度(第1角度)

向接近光轴0-0'的方向倾斜(图9的箭头A1)。另外,同样地,在于从第2凹面镜Mo2射出的主光线的角度(第2角度)向远离光轴0-0'的方向倾斜(图9的箭头A2)。下面将这样的主光线的状态称为“内侧远心”。以下说明其效果。

[0076] 图11是示出凹面镜上的有效光束区域的示意图。与在图5中说明的内容大致相同,但与图5不同的点在于,在本实施例中主光线相对2个凹面镜内侧远心地入射或射出,所以凹面镜上的有效光束更接近光轴0地投影。这是通过位于掩模面或者平板面的附近的透镜群(图9中的G1、G2、G4、G5)在光学上具有正的折射力而实现的。如表3所示,透镜群可以包括具有非球面形状的透镜。该作用的结果是,从掩模面上的1点发出的光束在向凹面镜行进时,不仅成为内侧远心,而且光束直径自身也受到收敛作用,所以在凹面镜上比图5小径化而投影。在图11中, r' 是其半径。另外,圆弧狭缝的宽度、圆弧的翘曲也受到同样的收敛作用而缩小(图11中的 Sw' 、 An')。

[0077] 通过以上的说明,如图11所示,凹面镜上的有效光束区域从双点划线的区域(图5中的有效光束区域)移动到虚线的区域(圆弧最高点A向A'移动,圆弧最低点B向B'移动)并且缩小。其结果是,能够有助于作为本发明的目的的凹面镜的小径化。

[0078] 图12是示出本实施例的光学系统中的凹面镜上的有效光束区域的轨迹图。了解到在掩模M面上的圆弧区域内,从在X方向上7点、在Y方向上3点这合计21点发出的成像光束在第1凹面镜上形成圆的集合。包括所有这些的区域与图11所示的虚线的内部对应。光轴0之上的上半圆内的圆群是从掩模面发出而形成于第1凹面镜Mo1的光束群,图11所示的最短距离D'用Du表示。另外,光轴0之下的下半圆内的圆群是形成于第2凹面镜Mo2的光束群,图11所示的最短距离D'用D1表示。

[0079] 在图13中总结地示出了本实施例中的投影光学系统3的规格值。在图13中,表示作为入射到第1凹面镜Mo1的主光线的角度的第1角度的第1远心度被表示为“凹面远心度m”。另外,表示作为从第2凹面镜Mo2射出的主光线的角度的第2角度的第2远心度被表示为“凹面远心度p”。在本实施例中,例如,第1远心度的绝对值或第2远心度的绝对值在0.015弧度以上。在图13中,示出实施例3中的“凹面远心度m”是-0.062弧度,“凹面远心度p”是-0.1569弧度,第1远心度的绝对值以及第2远心度的绝对值都在0.015弧度以上。另外,在图13中,掩模面处的远心度被表示为“远心度m”,平板面处的远心度被表示为“远心度p”。在图13中,示出两者在0.05弧度以下。它们优选为±0.05弧度以内。

[0080] 此外,在以上的实施例中,主要描述了放大系统,但作为本发明的范围,还包括缩小系统。这如果使光学系统反转则能够容易地理解。另外,适用本发明的范围不限定于图13所示的设计值。本来是反射镜系统且颜色像差小,所以还能够适用于使用波长比i线短的远紫外线区域(DUV),也无需对数值孔径(NA)、狭缝宽度以及凹面镜的口径等特别加以限制。

[0081] 根据以上说明的实施方式所涉及的投影光学系统,能够使曝光用圆弧状狭缝的半径小径化,所以在光学设计上,能够实现低的物像高度且更高精度的像差校正。能够使用小径且轻量的凹面镜通过宽的曝光狭缝对宽的曝光宽度进行一并曝光。通过凹面镜的小型化,由机械支撑引起的面变形被降低,并且能够抑制曝光时的振动的影响。其结果是,在曝光时也维持高分辨率,能够以高生产率对高精细的面板进行曝光。

[0082] 另外,此前主要描述了在放大光学系统中凹面镜成为独立个体的方面,但本发明不限于此。即,在等倍系统的情况下,在光学设计上第1凹面镜和第2凹面镜成为相同的凹面

镜,但在装置结构上将其分割而独立支撑的情况也是本发明的适用范围。

[0083] <物品制造方法的实施方式>

[0084] 本发明的实施方式所涉及的物品制造方法例如适合于制造半导体设备等微型设备、具有细微构造的元件等物品。本实施方式的物品制造方法包括使用上述曝光装置在涂敷于基板的感光剂上形成潜像图案的工序(对基板进行曝光的工序),以及对在上述工序中形成了潜像图案的基板进行显影的工序。另外,上述制造方法包括其他公知的工序(氧化、成膜、蒸镀、掺杂、平坦化、蚀刻、抗蚀剂剥离、切割、键合、封装等)。本实施方式的物品制造方法相比于以往的方法,在物品的性能、品质、生产率、生产成本中的至少1个方面中有利。

[0085] 发明不限制于上述实施方式,能够不脱离发明的精神及范围而进行各种变更及变形。因此,为了公开发明的范围而添附权利要求。

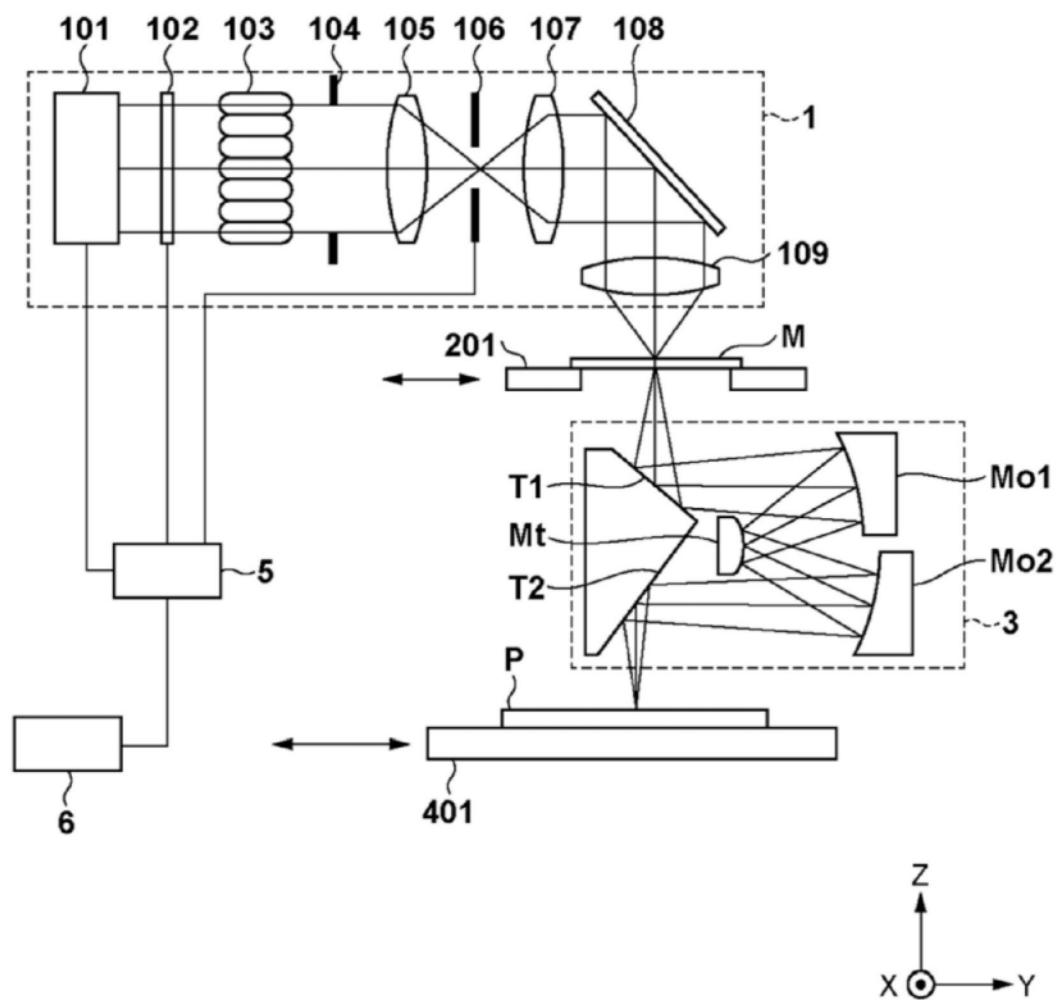


图1

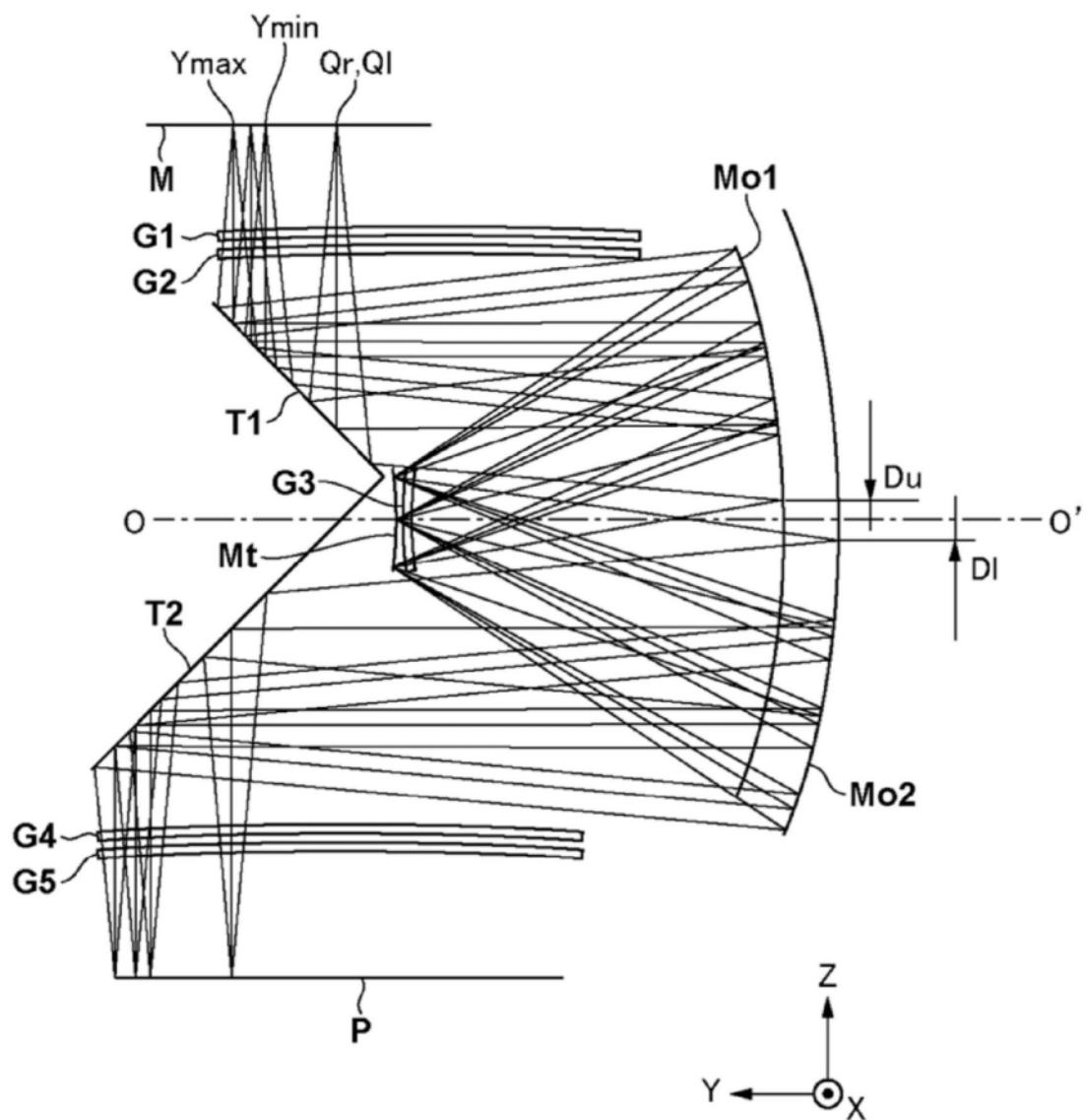


图2

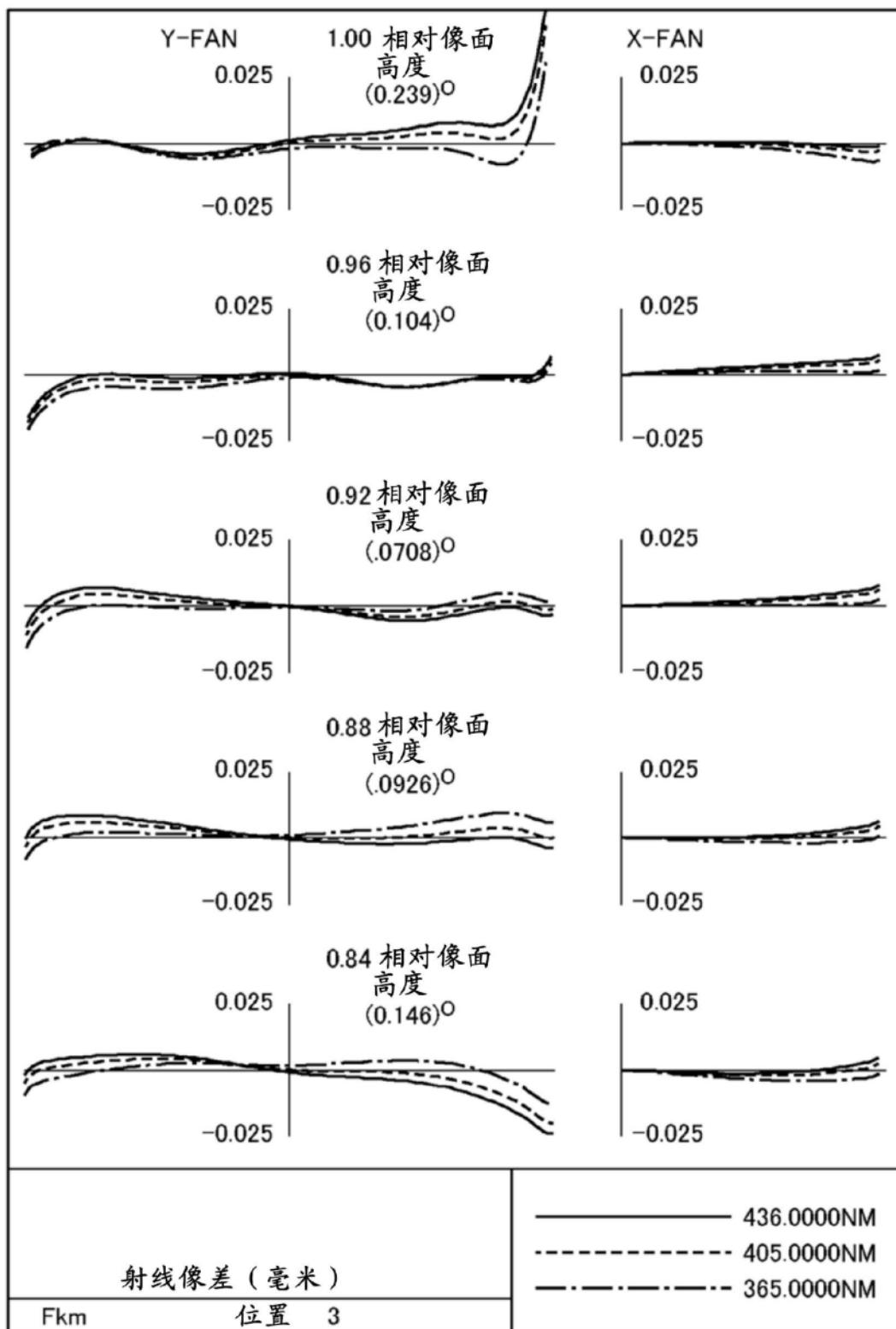


图3

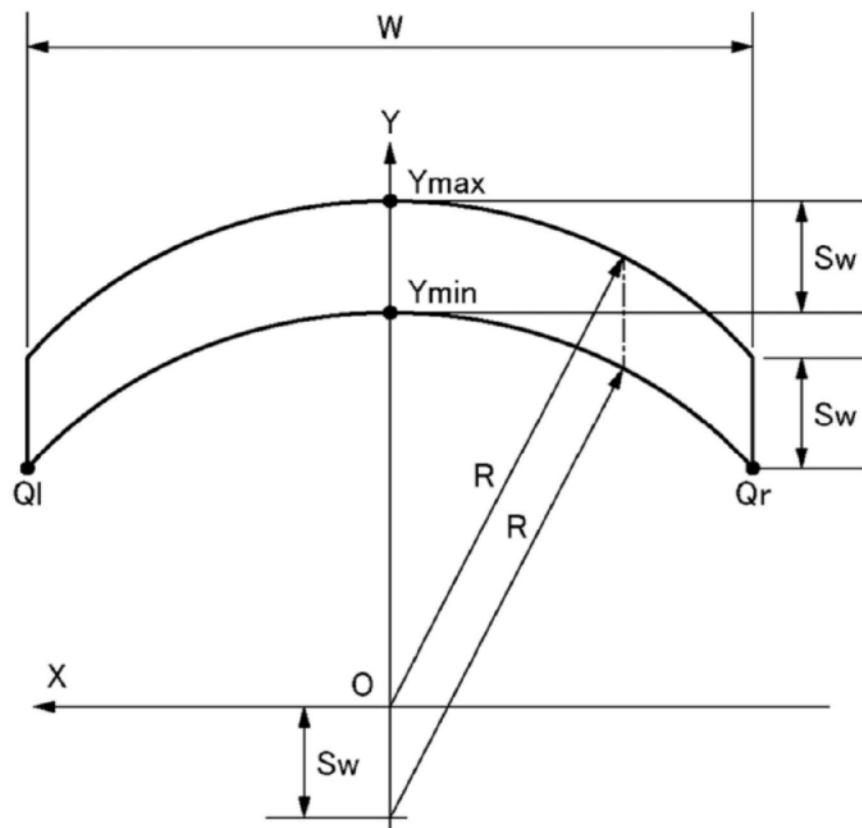


图4

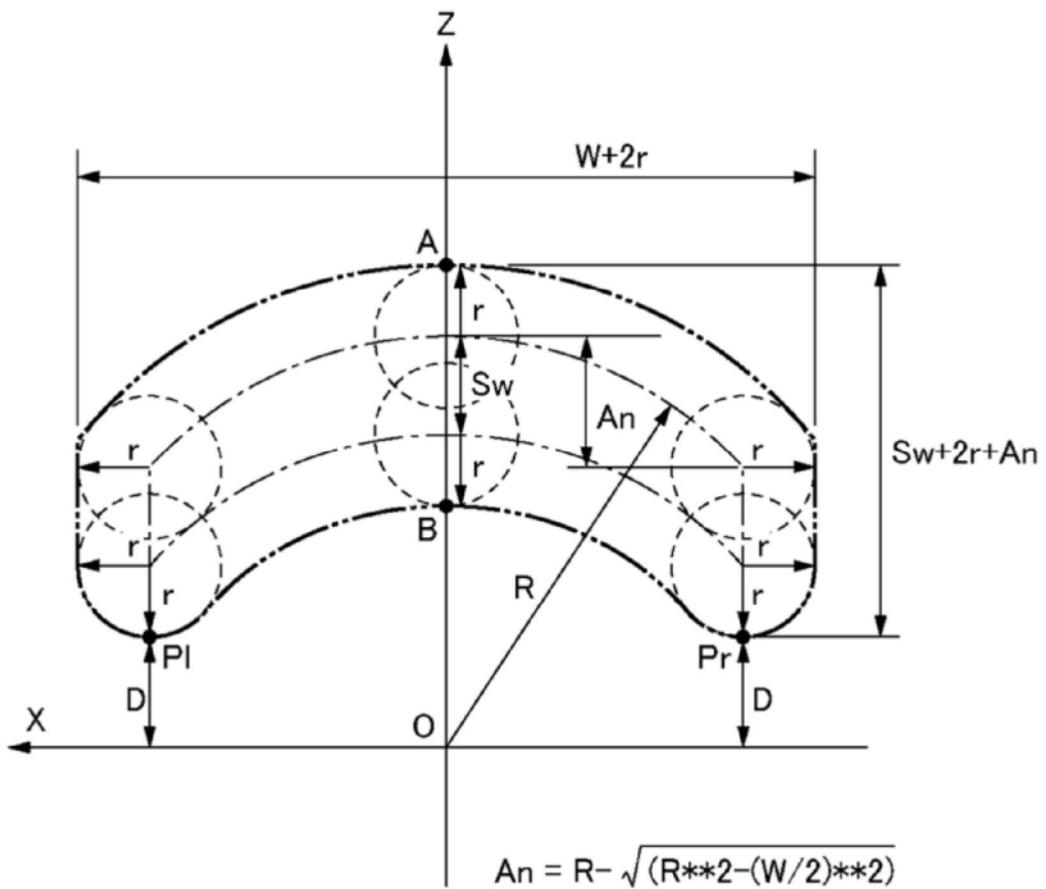


图5

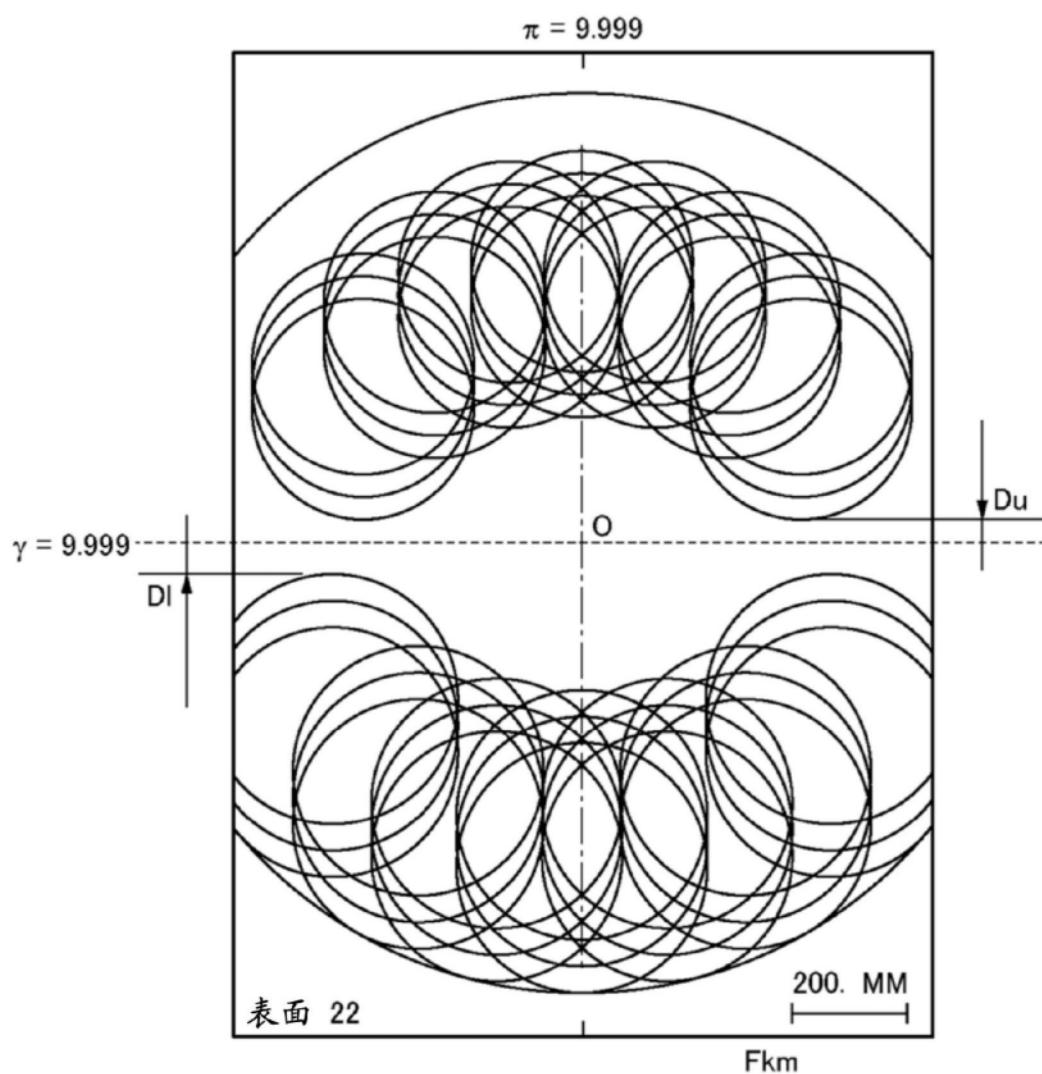


图6

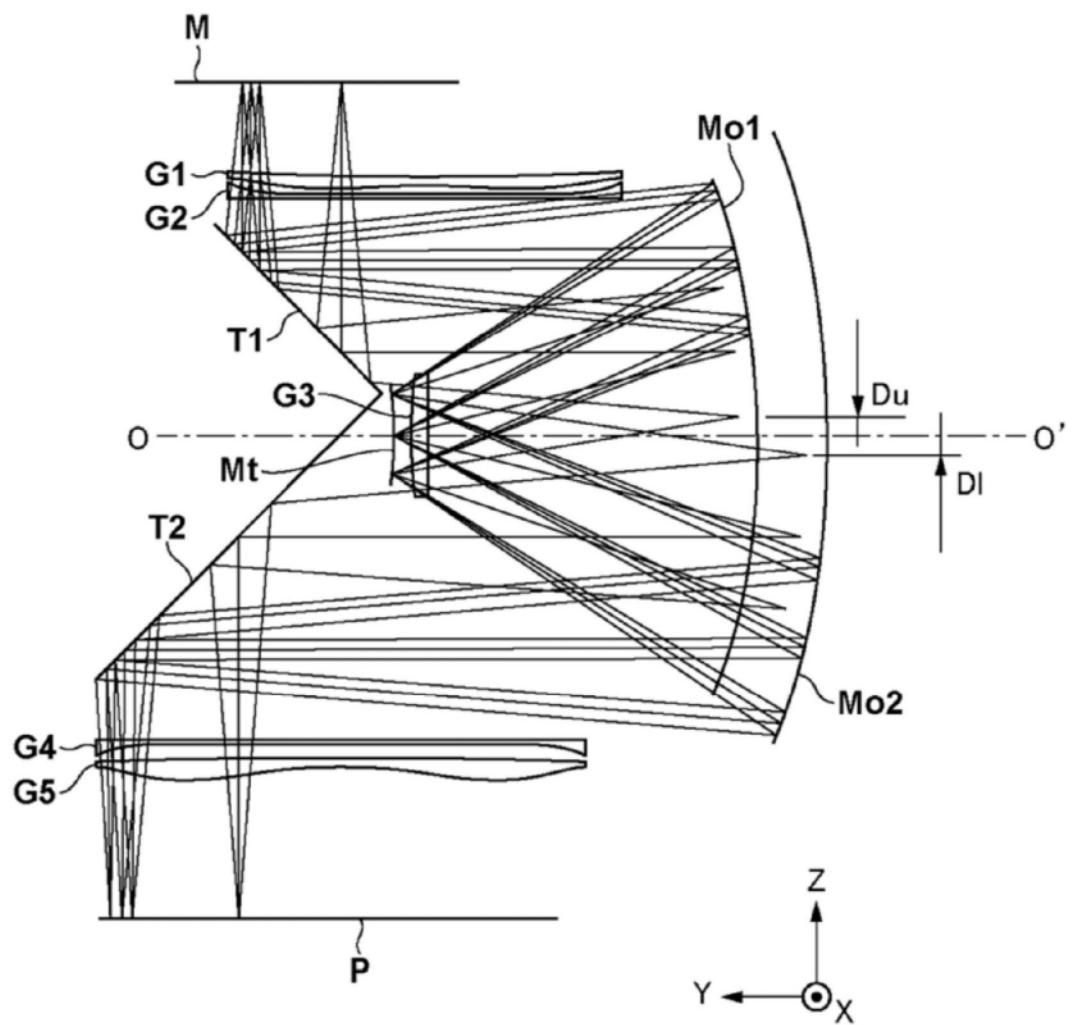


图7

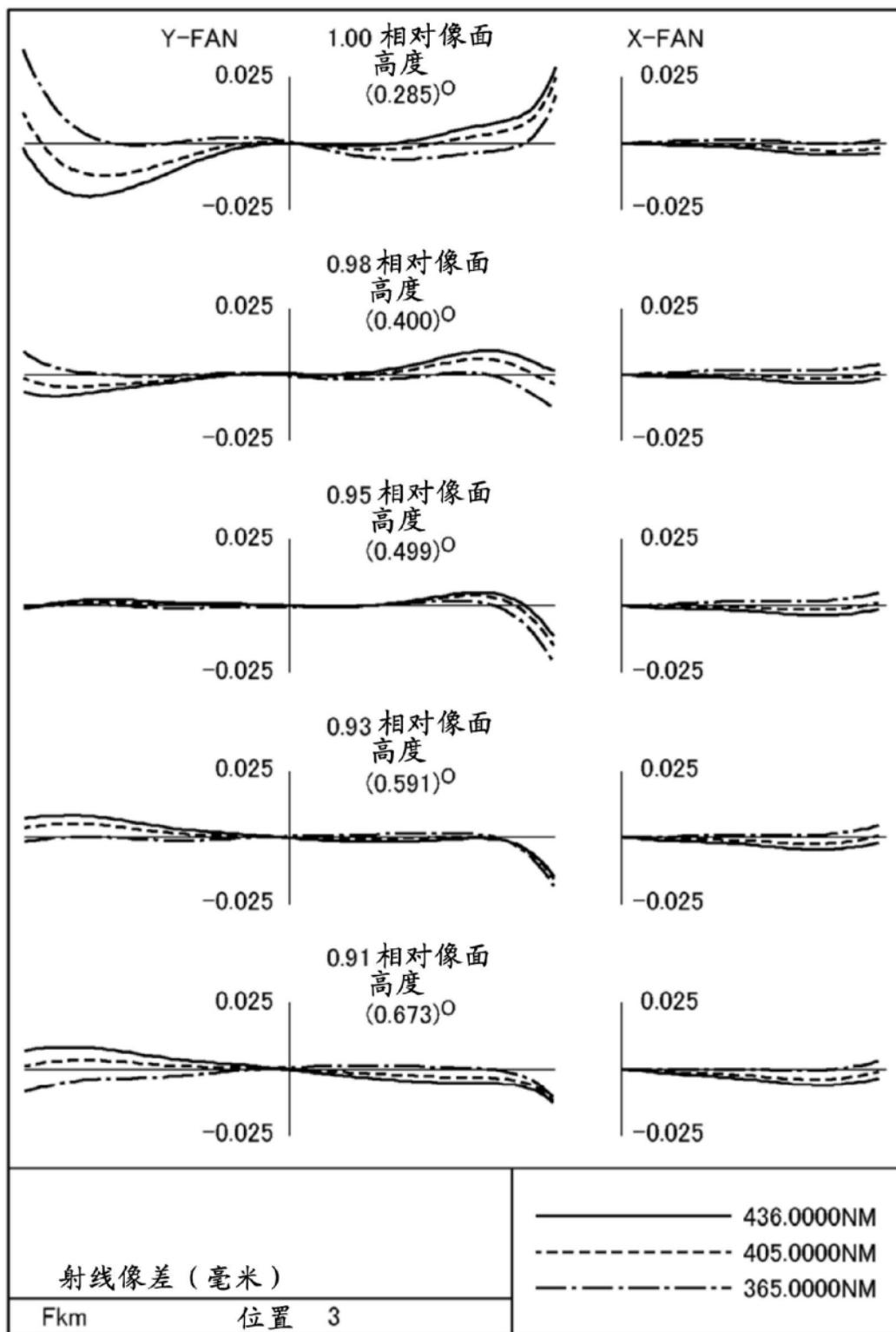


图8

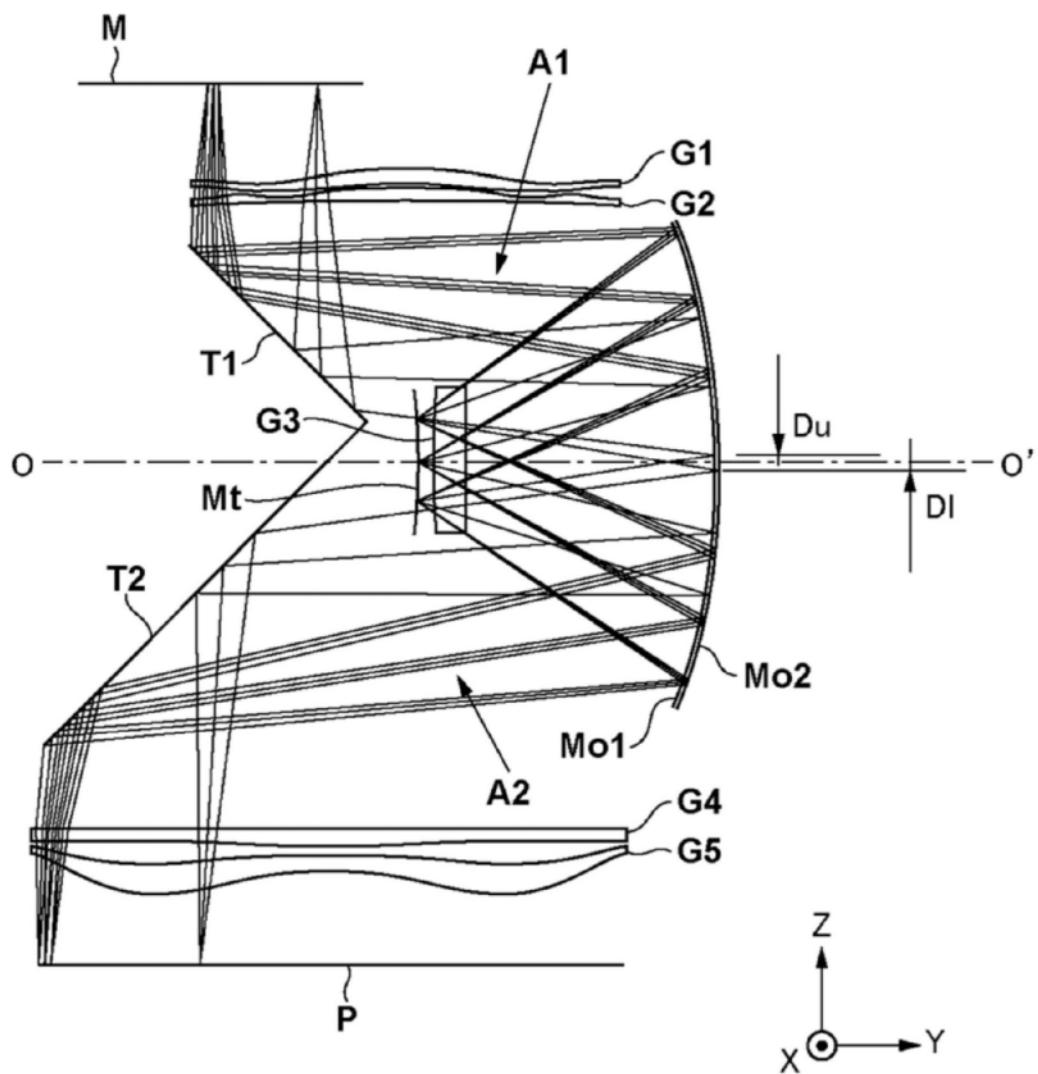


图9

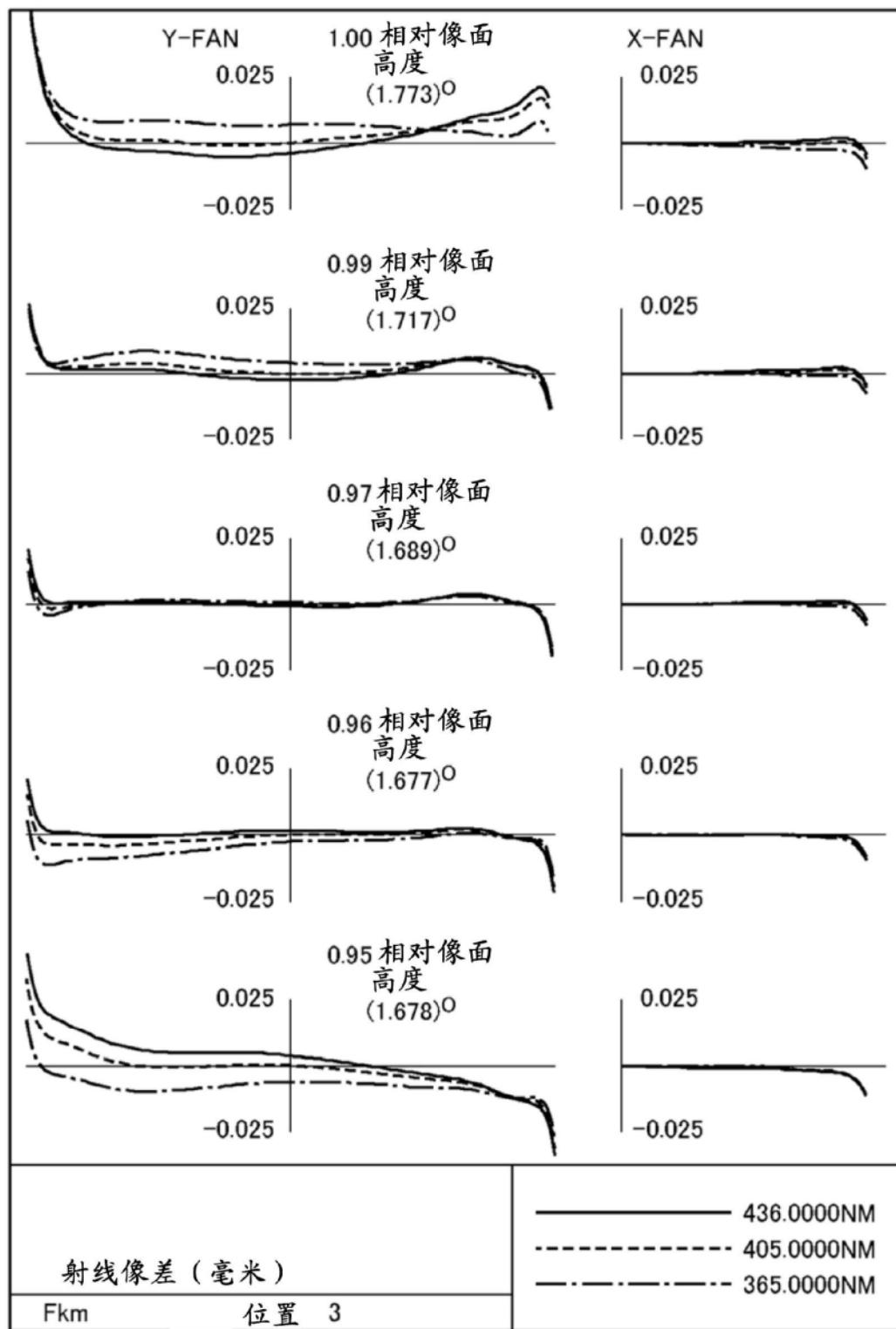


图10

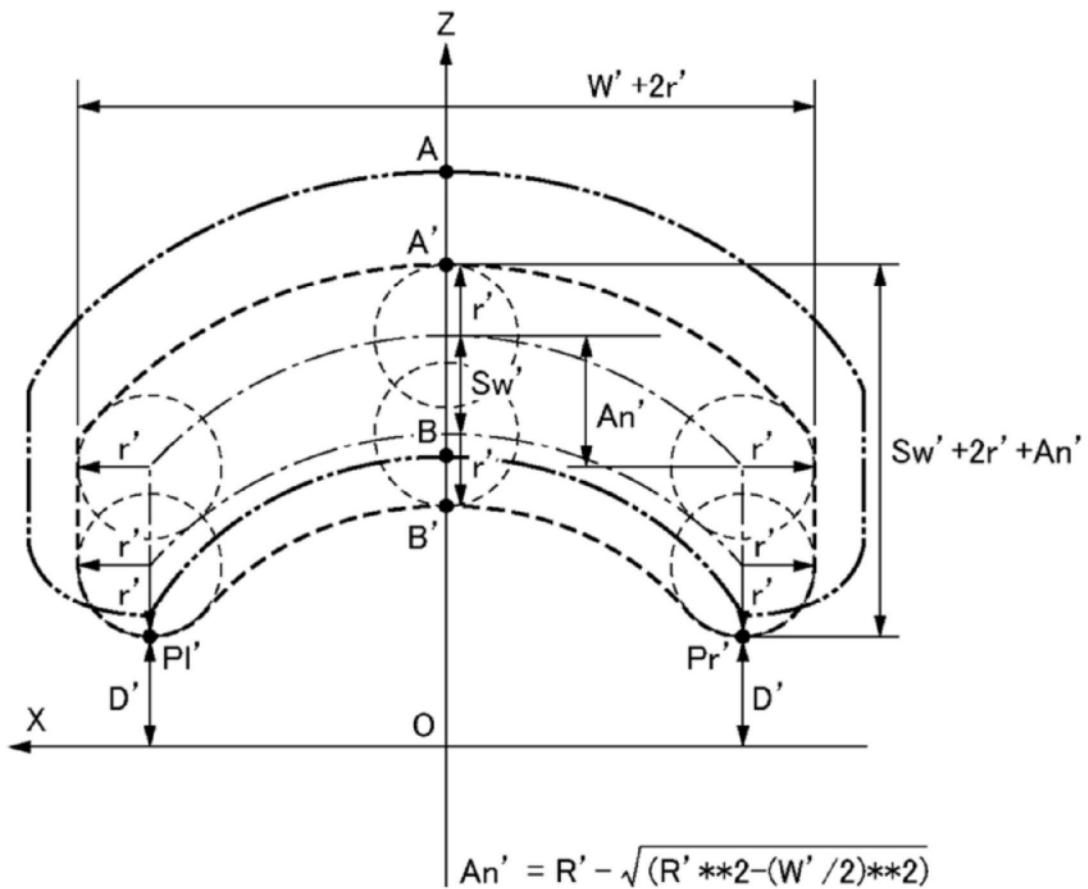


图11

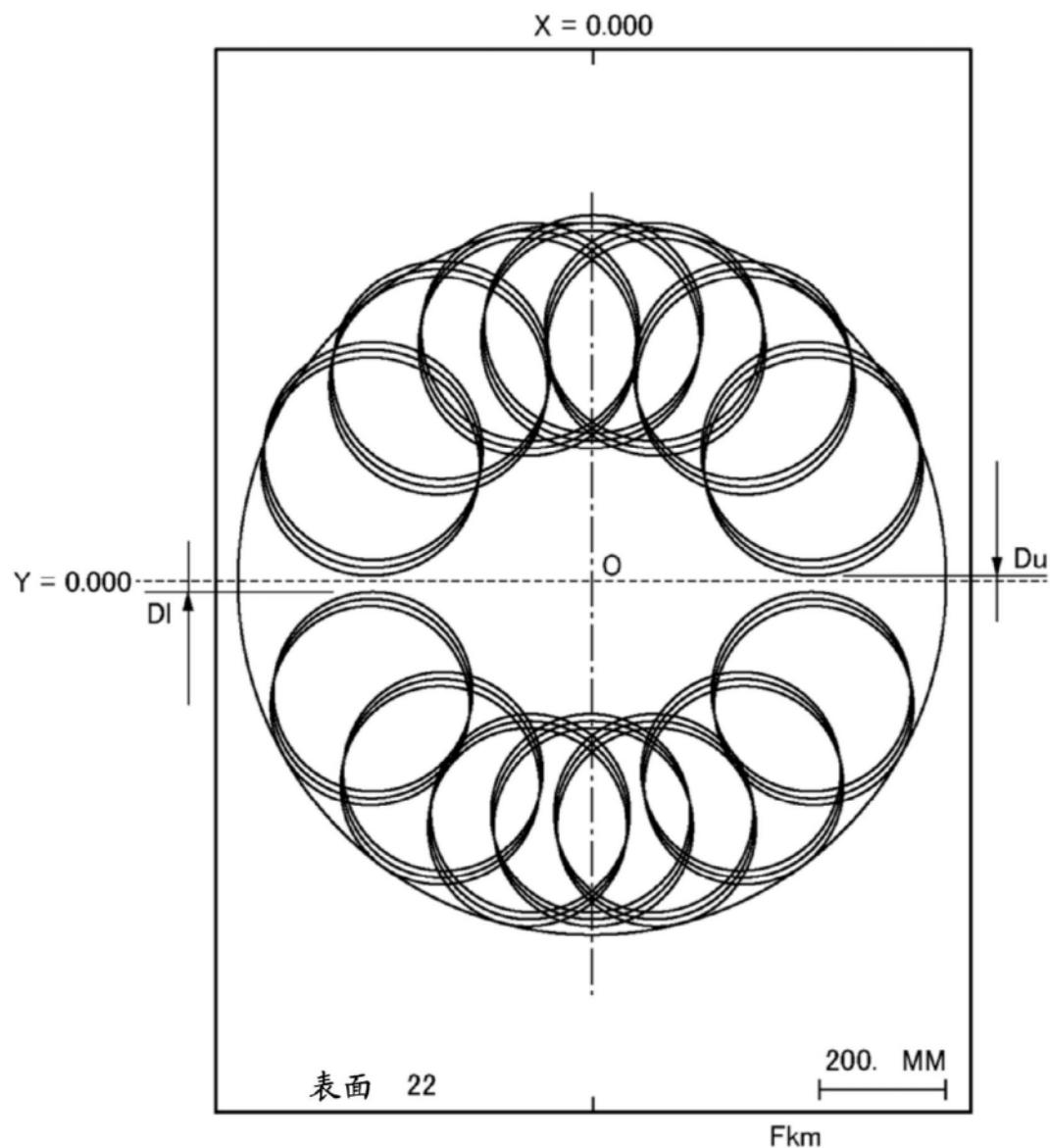


图12

规格	实施例 1	实施例 2	实施例 3
N A m	0.105	0.1	0.105
倍率	1.15	1.25	1.49
N A p	0.091	0.08	0.07
狭缝宽度 m	78	40	22
狭缝宽度 p	90	50	33
曝光宽度 m	750	750	750
曝光宽度 p	863	937	1119
Y _{max} m	487	446	446
Y _{max} p	560	557	666
最短距离 D _m	-44	-40	-9
最短距离 D _p	54	57	27
凹面远心度 m≥0.015	0.001	0.005	-0.062
凹面远心度 p≥0.015	0.001	0.005	-0.1569
凹面径 φ/2 m	671	628	528
凹面径 φ/2 p	765	715	515
D _m /Y _{max} p: ≤ 0.1	-0.08	-0.07	-0.01
D _p /Y _{max} p: ≤ 0.1	0.1	0.1	0.04
D _m /sw p : ≤ 1.0	-0.49	-0.8	-0.27
D _p /sw p : ≤ 1.0	0.6	1.14	0.8
远心度 m ≤ 0.05	0.0037	-0.0199	0.0318
远心度 p ≤ 0.05	0.003	-0.02	-0.05

图13